



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE – FANESE**

NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO – NPGE

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “LATO SENSU”
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

ELSON CORREIA DE ANDRADE NETO

RISCOS OCUPACIONAIS DA EXPOSIÇÃO AO CALOR

Aracaju – SE

2017.1

ELSON CORREIA DE ANDRADE NETO

RISCOS OCUPACIONAIS DA EXPOSIÇÃO AO CALOR

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – Fanese, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, no período de 2017.1.

Orientador: Prof. Dr. André Felipe Barreto Lima

Coordenadora do Curso: Prof.(a) Felora Daliri Sherafat

Aracaju – SE

2017.1

ELSON CORREIA DE ANDRADE NETO

RISCOS OCUPACIONAIS DA EXPOSIÇÃO AO CALOR

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – Fanese, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, no período de 2017.1.

Aracaju (SE), 14 de agosto de 2017.

Nota/Conteúdo: _____ (_____)
Nota/Metodologia: _____ (_____)
Média Ponderada: _____ (_____)

Prof. Dr. André Felipe Barreto Lima
Professor Orientador

Prof.^a Msc. Felora Daliri Sherafat
Coordenadora

Eelson Correia de Andrade Neto

RESUMO

Os riscos ocupacionais provocados pela exposição ao calor podem ser encontrados em diversas atividades, não só em grandes indústrias como em siderúrgicas, por exemplo, mas também em padarias e cozinhas de restaurantes, que são ocupações que muitas vezes não recebem as devidas atenções sobre os riscos que trazem. A metodologia de avaliação da exposição ocupacional ao calor adotada no Brasil e em diversos países é o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), o qual é a forma mais simples para ser feita a verificação do ambiente laboral influenciado pela sobrecarga térmica. Dentre os males que o contato com temperaturas elevadas podem causar estão a intermação, exaustão pelo calor, câibra, síncope por calor e os distúrbios cutâneos. Para minimizar ou eliminar os efeitos do calor no ambiente de trabalho, medidas de controle devem ser tomadas, estas que devem obedecer a uma ordem hierárquica, ou seja, primeiro devem ser adotadas as medidas de ordem coletiva, caso estas não funcionem aplicam-se as medidas administrativas, e por fim na falta de sucesso das anteriores entram em ação as medidas do tipo individuais.

Palavras-chave: Calor. IBUTG. Medidas de controle.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1..... 14

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.....	15
QUADRO 2.....	16
QUADRO 3.....	17
QUADRO 4.....	23

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
LISTA DE FIGURA.....	5
LISTA DE QUADROS	6
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Calor	10
2.1.1 Mecanismos de trocas térmicas.....	11
2.1.1.1 Condução	11
2.1.1.2 Condução-convecção.....	11
2.1.1.3 Radiação	12
2.1.1.4 Evaporação	12
2.2 Referencial Normativo.....	12
2.3 Avaliação da exposição ocupacional ao calor.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4 DESENVOLVIMENTO TEMÁTICO	19
4.1 Distúrbios relacionados a exposição ao calor	19
4.2 Medidas de controle	21
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
ABSTRACT	30

1 INTRODUÇÃO

Os cuidados com a saúde e segurança dos trabalhadores nos mais variados ramos das atividades econômicas são cada vez maiores, seja para cumprir as leis e normas impostas, evitando assim passivos trabalhistas, ou pelo fato de realmente a organização se preocupar com a integridade física dos seus colaboradores.

No ambiente de trabalho podem estar presentes um ou mais riscos ambientais, que de acordo com o item 9.1.5 da Norma Regulamentadora (NR) Nº 9 do Ministério do Trabalho os definem como:

“[...] agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador” (BRASIL, 1994).

Alguns autores ainda acrescentam os riscos ergonômicos e de acidentes, caracterizando um total de cinco riscos que podem estar presentes nos locais de trabalho.

Perante a grande quantidade de tipos de riscos que a classe trabalhadora é exposta, o presente trabalho pretende esclarecer os efeitos que a exposição ao agente de risco físico calor (estresse térmico) pode causar sobre a saúde dos trabalhadores.

No Brasil como referencial normativo para a exposição ocupacional ao calor temos o anexo III da NR-15 e a Norma de Higiene Ocupacional (NHO) nº 06 do Ministério do Trabalho e Emprego elaborada pela Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro).

Existem cinco categorias principais de prejuízos a saúde causados pelo calor, a intermação, a exaustão pelo calor, a cãibra, a síncope por calor e os distúrbios cutâneos. Também é comprovada que a exposição a

temperaturas elevadas pode causar cataratas, perturbações das funções digestivas, taquicardias, entre outros prejuízos a saúde.

Assim sendo, a intenção principal deste trabalho é apresentar as principais lesões que a exposição ao calor pode provocar e como elas se manifestam. Seus objetivos específicos são: definir o calor, apontar os males que a exposição a esse agente pode causar na saúde dos trabalhadores e quais medidas podem ser tomadas para controlar o contato com esse risco.

A relevância do conteúdo presente neste trabalho se reflete em o estresse térmico estar presente em diversas atividades, desde grandes indústrias até mesmo em padarias, restaurantes e lanchonetes. O material aqui explorado serve tanto de consulta para profissionais da área de segurança do trabalho e para o público acadêmico, como também de instrumento de caráter informativo para trabalhadores, empregadores e a população no geral, que desejem adquirir conhecimentos acerca dos riscos ocupacionais que a exposição ao calor pode trazer.

Todo o assunto aqui tratado foi dividido de forma que haja conexão entre os temas abordados. O primeiro capítulo traz as definições sobre o calor. No segundo são apresentados os conceitos sobre os mecanismos de troca térmica e os tipos de propagação. No terceiro é feito um resumo sobre o referencial normativo acerca do calor. No quarto tópico são abordados os distúrbios relacionados à exposição ao calor. No quinto são apresentadas as medidas de controle para o agente de risco tratado e no último capítulo é sintetizada uma conclusão da temática principal do presente trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Calor

Os agentes de riscos físicos são as variadas formas de energia a que os trabalhadores podem estar expostos, como o ruído, vibrações, temperaturas extremas, pressões anormais, radiações não ionizantes e ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom (BRASIL, 1994).

Nesse contexto, o calor enquadra-se como um agente de risco físico proveniente de temperaturas extremas, o qual pode ser encontrado em diversas atividades, não só em grandes indústrias como em siderúrgicas, por exemplo, mas também em padarias e cozinhas de restaurantes, que são ocupações que muitas vezes não recebem as devidas atenções sobre os riscos que trazem.

Segundo SOUZA (2003, *apud* SPILLERE & FURTADO, 2007), o calor é um risco físico presente em processos com liberação de grande quantidade de energia térmica e está presente em várias atividades.

ALMEIDA *et al.* (2008), define calor como a energia térmica em trânsito de um corpo para outro ou de uma região para outra, desde que exista diferença de temperatura.

“As temperaturas extremas têm influência sobre a quantidade e qualidade de trabalho que o homem pode realizar, como também sobre a forma em que possa fazê-lo. O problema industrial frequentemente origina-se pela exposição ao calor excessivo. O corpo humano produz calor através de seus processos metabólicos. Para que o organismo atue eficientemente, é necessário que o calor produzido se dissipe tão rapidamente como se produz. O organismo possui um conjunto de mecanismos termostáticos de atuação rápida e sensível, que têm como missão controlar o ritmo dos processos

reguladores de temperatura” (SOUZA, 2003, *apud* SPILLERE & FURTADO, 2007).

2.1.1 Mecanismos de trocas térmicas

Existem quatro tipos de mecanismos de trocas térmicas entre o trabalhador e o ambiente de trabalho, são eles: condução, condução-convecção, radiação e evaporação.

2.1.1.1 Condução

Segundo SPINELLI *et al.* (2006), o processo de troca de calor por condução é caracterizado por ocorrer quando dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato, onde o fluxo de calor incide do corpo com temperatura mais elevada para o de temperatura menor, tornando-se nulo no instante em que as temperaturas dos dois corpos obterem valores iguais.

2.1.1.2 Condução-convecção

A condução-convecção, por sua vez, ocorre como no caso da condução, exceto, pelo fato de que neste caso pelo menos um dos corpos é necessariamente um fluido, sendo que o mesmo é movimentado com a transição do calor entre os dois corpos (SPINELLI *et al.*, 2006).

2.1.1.3 Radiação

De acordo com SPILLERE & FURTADO (2007), na radiação a transferência de calor acontece através de ondas eletromagnéticas, cujos comprimentos de onda se localizam na região do infravermelho do espectro luminoso. Esse mecanismo depende da temperatura média de radiação (T_w), que resulta das fontes de calor radiantes presentes no ambiente.

“É o processo pelo qual o calor é transferido através de ondas eletromagnéticas, sem a necessidade de um meio material para sua propagação. O exemplo mais comum é a transferência de calor do sol para a Terra. Como no espaço não existe um meio material para transportar esta energia, esta chega através de ondas, movendo-se à velocidade da luz” (VIANA *et al.*, 2012).

2.1.1.4 Evaporação

Outra forma de troca de calor é através da evaporação, fenômeno que ocorre quando um líquido que envolve um sólido em uma determinada temperatura passa para o estado gasoso (vapor), passando para o meio ambiente, em função da quantidade de vapor que já existe no meio e da velocidade do ar na superfície do sólido (SPINELLI *et al.*, 2006).

2.2 Referencial Normativo

No Brasil, o anexo III da NR-15 e a NHO-06 são as normas que tratam da exposição ocupacional ao agente físico calor. As duas normas possuem a mesma metodologia para a avaliação da exposição ocupacional a sobrecarga térmica e limites de tolerância. A NHO-06 completa muito bem o

anexo III da NR-15, pois a mesma traz consigo algumas definições importantes, procedimentos de avaliação, detalhes sobre os equipamentos e sua montagem, observações sobre a conduta do avaliador, recomendações para a produção do relatório, entre outros itens bastante relevantes.

Em resumo, a Norma de Higiene Ocupacional nº 06 funciona como um guia prático de como conduzir de forma eficiente uma avaliação de exposição a temperaturas elevadas, enquanto que o anexo III da NR-15 preconiza os itens obrigatórios que devem ser levados em consideração para a correta análise e conclusão acerca da situação do ambiente de trabalho.

2.3 Avaliação da exposição ocupacional ao calor

O método de avaliação da exposição ocupacional ao calor adotado pelas normas citadas anteriormente é o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), o qual é a forma mais simples para ser feita a verificação do ambiente laboral influenciado pela sobrecarga térmica.

O ideal seria medir a temperatura interna do corpo durante a exposição, contudo ainda não foi desenvolvido um método simples e adequado para isso. Assim, é necessário lançar mão dos índices que relacionam as temperaturas e as respostas fisiológicas (GARCIA, 2014).

Segundo SPILLERE & FURTADO (2007), o IBUTG leva em conta todos os fatores ambientais e fisiológicos do equilíbrio homeotérmico, e além dessa metodologia ser utilizada pelas normas nacionais, entidades internacionais como a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) e *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) também a usam, atestando a credibilidade desse critério de avaliação.

De acordo com o anexo III da NR-15, o IBUTG é calculado através das equações 1 e 2.

- Ambientes internos ou externos sem carga solar:
$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} \quad (\text{Equação 1})$$
- Ambientes externos com carga solar:
$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

tbn = Temperatura de bulbo úmido natural;

tg = Temperatura de globo;

tbs = Temperatura de bulbo seco.

Os equipamentos que devem ser utilizados para a avaliação do estresse térmico são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de bulbo seco. Nos dias de hoje é muito comum que em um único aparelho estejam presentes os três termômetros, facilitando bastante o trabalho do profissional que irá fazer a avaliação do ambiente de trabalho, na Figura 1 abaixo, temos um equipamento com os três dispositivos de medição acoplados.



Figura 1: Equipamento completo para avaliação de calor.

Fonte: Instrutherm (2017).

É muito importante no momento de montagem e posicionamento do equipamento se atentar para a altura que o mesmo irá permanecer durante o período de avaliação, buscando sempre posicioná-lo na região mais atingida do corpo do trabalhador. Quando não for possível definir a parte mais exposta, o equipamento deverá ser montado na altura do tórax.

De acordo com o item 15.1.5 da NR-15, entende-se por Limite de Tolerância:

“[...] a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano a saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral” (BRASIL, 1978).

O Quadro 1 a seguir é o mesmo usado no anexo III da NR-15, o qual apresenta os limites de tolerância para a exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.

Quadro 1: Limites de tolerância para trabalho intermitente com descanso no local de trabalho.

Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora)	Tipo de Atividade		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho Contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho	acima de	acima de	acima de 30

sem a adoção de medidas adequadas de controle	32,2	31,1	
---	------	------	--

Fonte: BRASIL, (1978).

Os períodos de descanso presentes no Quadro 1, serão computados como tempo de serviço para todos os efeitos legais. A definição do tipo de atividade (leve, moderada ou pesada) é feita consultando-se o Quadro 2, que equivale ao Quadro nº 3 do anexo III da NR-15.

Quadro 2: Taxas de metabolismo por tipo de atividade.

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 máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas;	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação;	175
De pé, trabalho moderado em máquina 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 (ex.: remoção com pá);	440
Trabalho fatigante.	550

Fonte: BRASIL, (1978).

Existem também os limites de tolerância para trabalhos intermitentes com período de descanso em outro local, ou seja, atividades em que o trabalhador após um certo tempo de serviço exposto ao calor tem direito a um intervalo para descanso em ambiente termicamente mais ameno, podendo estar em repouso ou exercendo atividade leve.

O Quadro 3 apresenta os limites de tolerância da exposição ao calor com período de descanso em outro local.

Quadro 3: Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local.

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Fonte: BRASIL, (1978).

O M presente no Quadro 3 é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora de trabalho, e é determinada pela equação 3.

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

M_t = Taxa de metabolismo no local de trabalho;

T_t = 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.

Os valores referentes as taxas de metabolismo Mt e Md, serão obtidos a partir do Quadro 2.

Ainda poderá ser calculado através da equação 4, a média ponderada para uma hora do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo ($\overline{\text{IBUTG}}$), que determinará o valor referente as variações térmicas a que o trabalhador está exposto.

$$\overline{\text{IBUTG}} = \frac{\text{IBUTGt} \times \text{Tt} + \text{IBUTGd} \times \text{Td}}{60} \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo:

IBUTGt = Valor do IBUTG no local de trabalho;

IBUTGd = Valor do IBUTG no local de descanso;

Tt e Td = Conforme definidos anteriormente.

Tanto para efeito de cálculo do M como para o $\overline{\text{IBUTG}}$ os tempos Tt e Td devem ser obtidos no período mais desfavorável do ciclo de trabalho, e o somatório desses dois tempos deve totalizar sempre 60 minutos.

Vale ressaltar que para uma boa avaliação da exposição a qualquer tipo de agente de risco, é necessário obter informações administrativas, para se fazer a caracterização da exposição dos trabalhadores, e ainda confirmar todos os dados obtidos com uma observação *in loco*.

As medições feitas devem ser representativas das condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores. Ou seja, a avaliação deve cobrir todas as condições ambientais e operacionais habituais que o trabalhador é exposto no exercício de suas atividades.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho tem sua metodologia caracterizada por ser de natureza básica, com objetivos descritivos e exploratórios, com uma abordagem quantitativa.

Todo o material aqui escrito foi feito a partir dos procedimentos de pesquisa documental e bibliográfico no período de junho a agosto de 2017, tendo como referências normas, artigos acadêmicos, livros, teses e dissertações.

4 DESENVOLVIMENTO TEMÁTICO

4.1 Distúrbios relacionadas a exposição ao calor

Conforme o calor presente no ambiente aumenta, o organismo humano reage com a intenção de promover um aumento da perda de calor por meio de reações fisiológicas, sendo a sudorese e a vasodilatação periférica os principais mecanismos de defesa (SPINELLI *et al.*, 2006):

“A primeira ação corretiva que se processa no organismo é a vasodilatação periférica, quando a quantidade de calor que o corpo perde por condução-convecção ou radiação é menor que o calor ganho, o que implica um maior fluxo de sangue na superfície do corpo e um aumento da temperatura da pele, resultando, assim, em um aumento da quantidade de calor perdido ou em uma redução de calor ganho. Resumidamente, neste processo o fluxo de sangue no organismo transporta calor do núcleo do corpo para a sua superfície, onde ocorrem as trocas térmicas” (SPINELLI *et al.*, 2006).

Ainda de acordo com SPINELLI *et al.* (2006), a sudorese é uma outra forma muito importante de defesa a exposição a altas temperaturas, sendo que o número de glândulas sudoríparas ativadas é diretamente proporcional ao desequilíbrio térmico existente. A partir desse mecanismo de defesa, a quantidade de suor que é produzido pode chegar ao volume de dois litros por hora, mas, em um período de várias horas não deve exceder a um litro/hora.

Segundo LADOU & HARRISON (2016), existem cinco distúrbios médicos que podem ser resultantes da exposição excessiva ao calor, são eles: a intermação, a exaustão pelo calor, câibras, síncope e os distúrbios cutâneos. Dentre os vários tipos de trabalhadores que estão desempenhando suas atividades em contato com esse risco, temos os caldeireiros, metalúrgicos, operadores de fornos, sopradores de vidros, pescadores, fazendeiros, pecuaristas e construtores.

A intermação, também conhecida como hipertermia é uma emergência médica de alta gravidade, podendo levar até a morte. É causada por uma falha na regulação térmica, manifestada por uma disfunção cerebral com alteração no estado mental, hiperpirexia, sinais vitais fora do normal e, pele quente e seca. Sua ocorrência é mais plausível após períodos de exposição excessiva a temperaturas extremamente quentes, podendo se manifestar de duas maneiras, clássica ou exercional. A forma clássica é oriunda a partir de condições de extremo calor entre aqueles que possuem comprometimento da capacidade de dissipar o calor, ou seja, idosos, recém-nascidos e pacientes debilitados. Já a intermação exercional é proveniente de esforços exaustivos em ambientes quentes. O óbito poderá ocorrer por insuficiência renal, hepática, cerebral ou cardiovascular (LADOU & HARRISON, 2016).

De acordo com LADOU & HARRISON (2016), a exaustão pelo calor pode ser causada em indivíduos que realizam trabalho extenuante, a exposição prolongada ao calor e a ingestão insuficiente de água e sal. Associadas a essas condições, o trabalhador ainda poderá sofrer desidratação, depleção de sódio ou perda de líquido isotônico, e ainda alterações cardiovasculares. Os

sintomas mais comuns da exaustão pelo calor são sede intensa, fraqueza, fadiga, náuseas, confusão, dor de cabeça, temperatura corporal (retal) superior a 38°C, pele úmida e pulsação elevada.

As câibras pelo calor são resultantes da hiponatremia dilucional, esta que é causada pela reposição das perdas por transpiração apenas por ingestão de água. Geralmente são caracterizadas por contrações musculares lentas e dolorosas, e espasmos musculares severos que duram de 1 a 3 minutos e acometem os músculos utilizados no trabalho exaustivo. A temperatura do corpo poderá estar normal ou levemente elevada, e os exames de sangue poderão apresentar hemoconcentração e baixos níveis de sódio (LADOU & HARRISON, 2016).

A síncope por calor ocorre geralmente após o trabalho extenuante com exposição a temperaturas elevadas por um período de pelo menos 2 horas. A pele apresenta-se úmida e fria, o pulso fraco e a pressão sanguínea sistólica abaixo de 100 mmHg. Ainda poderá ocorrer a inconsciência repentina resultante da depleção de volume e vasodilatação cutânea com consequente hipotensão cerebral e sistêmica (LADOU & HARRISON, 2016).

Os distúrbios cutâneos mais comuns causados pelo trabalho em ambientes quentes são a miliária, o eritema, o intertrigo e a urticária colinérgica. Essas alterações na pele são causadas por retenção do suor, levando a obstrução do ducto da glândula sudorípara, contato direto com o calor e suor excessivo (LADOU & HARRISON, 2016).

4.2 Medidas de controle

De acordo com MOREIRA (2014), medidas de controle são mecanismos com a finalidade de atuar diretamente sobre a fonte geradora ou sobre o meio de propagação de um determinado agente de risco, ou até mesmo sobre um trabalhador. Tais medidas têm como objetivo minimizar ou eliminar os riscos prejudiciais à saúde dos expostos.

Geralmente, para todos os agentes, as medidas de controle devem ser feitas com prioridade na sua eficiência, dando ênfase à fonte e seguindo com os cuidados referentes ao percurso e, finalmente, aos trabalhadores (SPINELLI *et al.*, 2006).

Dessa forma, a primeira medida tomada é a relativa à fonte de emissão do risco, pois se ela deixar de produzir contaminantes não haverá mais exposição e nem danos à saúde dos trabalhadores, caso as medidas de controle na fonte não sejam eficientes, deverá ser feita uma intervenção no percurso, evitando assim a propagação dos contaminantes no local de trabalho. Em caso de nenhuma das medidas citadas anteriormente serem eficazes, deverá ser adotada a última linha de defesa, ou seja, a relativa ao trabalhador (SPINELLI *et al.*, 2006).

De acordo com TAVARES (2009), as medidas de controle da exposição ocupacional ao calor são de duas classes principais, controle no homem e controle no ambiente.

As medidas de controle no ambiente de trabalho tem o objetivo de diminuir a quantidade de calor que o trabalhador recebe ou produz, e busca aumentar a capacidade de dissipá-lo (SPILLERE & FURTADO, 2007).

Segundo TAVARES (2009), as principais medidas no ambiente com temperaturas elevadas são as barreiras térmicas, ventilação e uso de correntes.

As barreiras térmicas poderão ser produzidas em alumínio polido, ou aço inoxidável no lado que deverá permanecer voltado para a fonte de calor, no lado contrário pode-se revestir com um material de capacidade de isolamento térmico como lã de vidro, lã de rocha ou fibra de lã, completando com outra chapa ou até mesmo com madeira. Caso bem projetada a barreira, o lado oposto a fonte não deverá aquecer-se muito acima da temperatura ambiente, se houver a necessidade de visibilidade através da barreira, deverá ser utilizado um vidro do tipo “ray-ban” guarnecido com tela metálica como proteção e auxílio na dissipação do calor radiante (TAVARES, 2009).

A ventilação é outra forma de controle a temperaturas altas, é utilizada quando o calor se transmite pelo mecanismo de condução-convecção, insuflando ar fresco no ambiente quente ou exaurindo o ar aquecido, o processo mais eficiente é a combinação insuflação/exaustão, devendo-se no projeto serem dosados os volumes de ar a serem movimentados e também ser levada em consideração a densidade deste, afim de que sejam empregadas as suas propriedades naturais, usando principalmente o efeito chaminé (TAVARES, 2009).

O uso de correntes ocorre em casos de emissões de intensa radiação infravermelha, como por exemplo, em fornos de aciaria. As correntes são dispostas de modo a parecerem uma cortina, podendo ser fixas ou rotativas, reduzindo a passagem das ondas de calor radiante (TAVARES, 2009).

SPILLERE & FURTADO (2007), resumem no Quadro 4 algumas medidas de controle relativas ao ambiente com sobrecarga térmica com os respectivos fatores alterados.

Quadro 4: Medida adotada x fator alterado.

Medida adotada	Fator alterado
Insuflação de ar fresco no local onde permanece o trabalhador e revestimento adequado das tubulações condutoras de fluido térmico	Temperatura do ar
Maior circulação do ar no local de trabalho	Velocidade do ar
Exaustão dos vapores de água emanados de um processo	Umidade relativa
Utilização de barreiras refletoras ou absorventes de radiação infravermelha colocadas entre a fonte e o trabalhador	Calor radiante
Automatização do processo	Calor produzido pelo metabolismo

Fonte: SPILLERE & FURTADO (2007).

Segundo SALIBA (2014), existe uma série de medidas que podem ser aplicadas diretamente no trabalhador com o objetivo de minimizar a sobrecarga térmica. Entre elas destacam-se a aclimatização, limitação do tempo de exposição, exames médicos, equipamentos de proteção individual e educação e treinamento. Além dessas medidas de controle citadas, TAVARES (2009), acrescenta a ingestão de água e sal como uma boa alternativa relativa ao trabalhador.

A aclimatização constitui em adaptação fisiológica do organismo a um ambiente com temperaturas elevadas. Essa medida é de fundamental importância na prevenção dos riscos decorrentes da exposição ao calor intenso. A aclimatização será total em aproximadamente três semanas. É importante mencionar que a perda de cloreto de sódio pela sudorese será menor no indivíduo aclimatizado, garantindo o equilíbrio nas células do corpo (SALIBA, 2014).

A limitação no tempo de exposição ao calor é feita pela recuperação térmica do trabalhador exposto a temperaturas elevadas em local apropriado. O tempo de recuperação depende das condições térmicas do local de trabalho e é calculado através dos índices de sobrecarga térmica. Conforme pode ser observado no anexo III da NR-15, os limites de tolerância são estabelecidos em função do tempo de exposição ao calor e os períodos de descanso. Logo, a implantação de períodos de descanso constitui uma medida de controle eficiente no combate a sobrecarga térmica. É importante salientar que a pausa deve ser feita em local com ventilação e temperatura adequada, onde o trabalhador permaneça em repouso e se possível sentado (SALIBA, 2014).

De acordo com TAVARES (2009), o monitoramento e controle da saúde dos trabalhadores ocorre através dos exames médicos admissionais, periódicos e demissionais. O exame admissional tem como objetivo detectar possíveis distúrbios ou doenças que mesmo incipientes, poderiam de alguma maneira se agravar, além de selecionar indivíduos aptos para o trabalho com exposição ao calor conforme o seu tipo físico característico. Os periódicos visam prevenir possíveis estados patológicos em suas formas ainda latentes, evitando a ocorrência de doenças e desgastes físicos irreversíveis.

No mercado existe uma grande variedade de equipamentos de proteção individual (EPI) para os mais variados usos. A escolha do EPI deve ser feita adequadamente, pois o mesmo deve oferecer o maior grau de eficiência contra o agente de risco e ainda ser confortável para o trabalhador. As vestimentas devem ser feitas com tecido leve e de cor clara. Em situações de exposições críticas ao calor, existem diversos tipos de vestimentas para o corpo inteiro, algumas inclusive com sistema de ventilação acoplado (SALIBA, 2014).

Em conformidade com BONFANTE (2013), para o agente de risco físico calor não há EPI que possa ser utilizado para amenizar a exposição, os blusões e mangas podem prejudicar ainda mais nas trocas térmicas entre o organismo e o ambiente. Entretanto, esses equipamentos devem ser sempre utilizados nos locais onde há risco de queimaduras, radiação infravermelha entre outros. Os EPI's não são eficientes na neutralização desse agente, pois não é possível determinar se estes reduzem a intensidade do calor a níveis abaixo dos limites de tolerância. O único meio de eliminar a insalubridade por calor é através de medidas de controle aplicadas no ambiente ou reduzindo-se o tempo de exposição junto à fonte, de forma que o metabolismo fique compatível com o IBUTG da atividade.

A educação e treinamento dos trabalhadores expostos ao calor são de extrema importância, pois buscam orientar quanto a prática correta de suas atividades com o objetivo de evitar períodos longos de permanência próximos a fonte ou esforços físicos desnecessários. O trabalhador deve ser conscientizado acerca do risco que o calor poderá trazer a sua saúde, alertado sobre a necessidade do asseio pessoal e treinado quanto à utilização e manutenção correta das medidas de controle no ambiente (SALIBA, 2014).

Segundo TAVARES (2009), através do suor, líquido e sais minerais são eliminados, estes devem ser repostos através do consumo de água e cloreto de sódio, evitando assim a desidratação e câibras. O homem chega a perder quantidades superiores a 2 litros por hora de água, podendo chegar ao colapso físico se essa perda não for compensada. O cloreto de sódio poderá ser adicionado na água na proporção de 0,1%, ou seja, 1 grama por litro, devendo o trabalhador ingerir 150 ml dessa solução a cada 20 minutos de trabalho exposto ao calor.

5 CONCLUSÃO

Os riscos ocupacionais provocados pela exposição ao calor sejam em grandes indústrias ou até mesmo em panificações, lanchonetes e restaurantes, são comprovados em diversas literaturas, e estão diretamente relacionados ao IBUTG da atividade laboral, tempo em que o trabalhador permanece exposto a altas temperaturas e a individualidade biológica de cada indivíduo.

Para combater os danos à saúde causados pela sobrecarga térmica, medidas de controle devem ser tomadas. Estas que devem ser implantadas seguindo a ordem da hierarquia das medidas de proteção, ou seja, coletivas, administrativas e por fim as individuais. Como medidas coletivas eficientes destacam-se a ventilação exaustora e insufladora, barreiras térmicas e o uso de correntes.

As medidas administrativas a serem tomadas destinam-se basicamente a reduzir o tempo de exposição do trabalhador ao calor excessivo, seja por meio de rodizio nas atividades ou até mesmo com intervalos.

Em relação às medidas de controle individuais, ou seja, as que devem ser tomadas com o objetivo de atuar controlando a exposição diretamente no trabalhador, para o agente de risco físico calor estas não são eficientes, pois segundo diversos autores e trabalhos acadêmicos não há comprovação de que determinado EPI seja eficiente para reduzir a intensidade do calor a níveis abaixo dos limites de tolerância. Porém, é recomendado o uso de luvas, óculos e roupas de proteção para que queimaduras sejam evitadas.

Com a adoção de medidas de controle de ordem coletiva e administrativa, é possível eliminar ou reduzir a intensidade do calor nos ambientes de trabalho, e com isso prevenir de forma satisfatória os danos causados à saúde dos trabalhadores expostos a esse agente, possibilitando assim, o desenvolver das atividades laborais de forma segura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. C.; TESSUTO, M. C.; SARTORI, N. R.; SILVEIRA, C. A.; PAIVA, S. M. A.; SOLER, Z. A. S. G., Riscos ocupacionais: Impactos na Saúde do Trabalhador do Calor. 2008. Disponível em: <<http://www.abennacional.org.br/2SITE/Arquivos/N.112.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2017.

BONFANTE, J. S., Aposentadoria Especial: Uma abordagem geral. Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Ciências Contábeis da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Criciúma, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1830/1/Joice%20Saccon%20Bonfante.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 / Norma Regulamentadora nº 15. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 jun. 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994 / Norma Regulamentadora nº 9. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 1994.

CREPALDI, L., Levantamento de Riscos Ambientais na Atividade de Manutenção de Veículos Automotores. Monografia apresentada à Diretoria de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC, para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Criciúma, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1133/1/Luciane%20Crepaldi.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

GARCIA, C. S. C., Avaliação do Ruído e Temperatura na Aplicação de Concreto Betuminoso Usinado Quente – CBUQ. Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3469/1/CT_CEEEST_XXVII_2014_07.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2017.

LADOU, J. & HARRISON, R. J., CURRENT Medicina Ocupacional e Ambiental: Diagnóstico e Tratamento. Tradução: Ademar Valadares Fonseca. Revisão Técnica: Francisco Arsego de Oliveira *et al.* - 5ª ed. - Porto Alegre: AMGH, 2016.

MOREIRA, A. A. Y., Análise dos Riscos Ocupacionais dentro de uma Panificadora. Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3830/1/CT_CEEEST_XXIX_2015_03.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2017.

NUNES, R. P., Análise Qualitativa de PPRA's de Empresas do Ramo de Confeção Estabelecidas na Área de Abrangência do CEREST de Criciúma/SC. Monografia apresentada ao setor de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Criciúma, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1672/1/Rafael%20Pizzolo%20Nunes.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

SALIBA, T. M., Manual Prático de Avaliação e Controle de Calor : PPRA — 6. ed. — São Paulo: LTr, 2014.

SOUZA, S. M. A. GUELLI U., Apostila do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho - Sobrecarga Térmica e Temperaturas Baixas. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2003.

SPILLERE, J. I. & FURTADO, T. S., Estresse Ocupacional Causado pelo Calor. Monografia apresentada à Diretoria de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC, para a obtenção do título de especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Criciúma, 2007. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000032/00003268.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

SPINELLI, R., BREVIGLIERO, E. & POSSEBON, J., Higiene Ocupacional: Agentes Biológicos, Químicos e Físicos. Editora Senac. São Paulo, 2006.

SZABÓ JUNIOR, A. M., Manual de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho. – 10ª ed. – São Paulo: Rideel, 2016.

TAVARES, M., Higiene do Trabalho: Exposição Ocupacional às Temperaturas Extremas. Departamento de Engenharia de Produção. Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Belo Horizonte, 2009.

VIANA, A. N. C., *et al.* Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações. Universidade Federal de Itajubá. – 1ª ed. – Campinas – SP, 2012.

ABSTRACT

Occupational risks caused by the heat exposure could be found in a variety of activities, not only in large industries such as steel mills, for example, but also in bakeries and restaurant kitchens, which are occupations that often do not receive due attention to risks that brings. The methodology of evaluation of the occupational exposition to heat adopted in Brazil and in several countries is the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), which is a simpler way to evaluate the work environment influenced by the thermal overload. The damages that contact with high temperatures can cause are the intermation, heat exhaustion, cramp, heat syncope and skin disorders. To minimize or eliminate the effects of heat in the work environment, control measures must be taken, which must follow a hierarchical order, that is, collective measures should be adopted first, if these do not work, the administrative measures should be taken, individual measures must be taken in last case, when the first two didn't work.

Keywords: Control Measures. Heat. WBGT.