# Uma revisão sobre o risco ocupacional relacionado ao estresse térmico

Victor Cupertino Rosa (UTFPR-PG) 31vrosa@gmail.com
Luiz Eduardo Melo Lima (UTFPR-PG) lelima@utfpr.edu.br

**Resumo:**
Com a existência de riscos ocupacionais específicos, as questões de saúde e segurança do trabalhador passam a ser um elemento de destaque na gestão do negócio, sendo um diferencial competitivo para as indústrias. Dentre os inúmeros riscos ocupacionais existentes, o estresse térmico foi objeto deste estudo, pois tal estricção pode interferir no rendimento da produção e expor o trabalhador ao risco de acidentes, doenças ocupacionais e morte. Para que se pudesse compreender como o fator térmico influi em diversas áreas da produção – industrial e intelectual –, foram apresentados estudos de diversos pesquisadores brasileiros sobre o tema, bem como seus resultados. Observou-se que, com o avanço das pesquisas, muitos estudos foram realizados não só em câmaras climatizadas, mas também em situações reais do cotidiano, com pessoas desempenhando suas atividades rotineiras. Através de tais pesquisas, foi possível observar que o homem, sendo um animal homeotérmico, precisa manter sua temperatura constante, sofrendo influência direta da temperatura do ambiente em que se encontra. O risco de graves doenças provocadas pelo calor pode ser diminuído por meio de várias medidas para combatê-las, como a aclimatação ao calor, controle da exposição ao estresse térmico e manutenção da hidratação. Antes de qualquer índice ou norma, defende-se que todas as organizações devem enxergar o estresse térmico como um risco ocupacional de fato, buscando as condições que mais satisfaçam o homem com relação às suas sensações térmicas, trazendo maior disposição para o trabalho e a consequente melhoria da qualidade de vida.
**Palavras-chave:** Conforto térmico, Estresse térmico, Risco ocupacional.

# A review about the occupational risk related to the thermal stress

**Abstract:**
With the existence of specific occupational hazards, worker health and safety issues become a prominent element in the management of the business, being a competitive differential for the industries. Among the many occupational hazards that exist, thermal stress was the object of this study, since such strictness can interfere with the production yield and expose the worker to the risk of accidents, occupational diseases and death. In order to understand how the thermal factor influences several areas of production - industrial and intellectual -, studies of several Brazilian researchers on the subject, as well as their results, were presented. It was observed that, with the advancement of research, many studies were carried out not only in acclimatized chambers, but also in real situations of daily life, with people performing their routine activities. Through such research, it was possible to observe that man, being a homoeothermic animal, must maintain its constant temperature, suffering direct influence of the temperature of the environment in which it is. The risk of serious heat illness can be reduced by various measures to combat them, such as acclimatization to heat, control of exposure to thermal stress and maintenance of hydration. Before any index or norm, it is argued that all organizations should view thermal stress as a real occupational hazard, seeking the conditions that satisfy the man with respect to their thermal sensations, bringing greater disposition to work and consequent quality of life.
**Keywords:** Thermal comfort, Thermal stress, Occupational risk.

## 1. Introdução

A Revolução Industrial trouxe inúmeras alterações na forma em que a classe trabalhadora passou a executar suas tarefas, gerando longas jornadas de trabalho, locais sem segurança, máquinas inadequadas e ambientes sem qualquer planejamento (GALLOIS, 2002).

E esse desrespeito ao ambiente em que o trabalhador executa suas tarefas ainda não se extinguiu com o passar dos anos, nem com o advento da internet e da sociedade globalizada. Um exemplo disso pode ser observado nos anos de 2012 a 2013, quando treze trabalhadores morreram nas indústrias dos Estados Unidos nesta época, por consequência da sobrecarga térmica, segundo o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC, do inglês *Center for Disease Control and Prevention*) (OSHA, 2018).

Portanto, com a existência de riscos ocupacionais específicos, as questões de saúde e segurança do trabalhador passam a ser um elemento de destaque na gestão do negócio sendo um diferencial competitivo para as indústrias nos dias atuais.

Neste ínterim, dentre os inúmeros riscos ocupacionais existentes, o estresse térmico é objeto deste estudo, pois o mesmo pode interferir no rendimento da produção e expor o trabalhador ao risco de acidentes, doenças ocupacionais e morte.

De acordo com Gambrell (2002), pessoas que trabalham em ambientes muito quentes encaram desafios fisiológicos que podem afetar o desenvolvimento de suas atividades e podem também ser incididos por perdas térmicas sérias e até risco de morte. A elevação da temperatura corporal a níveis críticos acarreta na incidência de doenças térmicas, em particular a exaustão térmica e o EHS (*Exertional Heat Stroke* ou insolação por esforço), que são duas formas de insolação que atingem trabalhadores expostos a situações de estresse térmico.

Destaca-se a importância em se discutir o estresse térmico e, em oposição a isso, o conforto térmico do trabalhador, levando-se em conta o que ensina Lamberts (2016). Segundo ele, as unidades industriais distinguem que um aumento da satisfação ambiental favorece os índices de produtividade dos colaboradores, e um controle individual dos sistemas de climatização oferece um aumento de produtividade entre 2,8% a 8,6%, conforme o tipo de atividade. O conforto térmico tem sido objeto de estudo de diversas pesquisas realizadas recentemente.

A partir da realização de uma auditoria de segurança e saúde do trabalho numa indústria de alimentos e bebidas, Lacerda et al. (2005) identificaram problemas resultantes do desconforto térmico. De acordo com relatos dos trabalhos, foram observados cerca de oito desmaios, na área dos canhões de pipoca, em pessoas do sexo masculino entre 25 e 30 anos, devido aos níveis de temperatura acima dos limites de tolerância para exposição ao calor. Problema semelhante ocorreu na área das drajadeiras, porém, com pessoas do sexo feminino da faixa etária de 40 anos. A partir desta auditoria, foram sugeridas a realização de ações visando o atendimento das normas para garantia da segurança e saúde dos trabalhadores, para redução de custos com causas trabalhistas, bem como a eliminação ou minimização de situações de risco.

Santos, Fialho e Cavalcante (2011) realizaram uma análise ergonômica de operadores de duas máquinas de esmaltagem utilizando tecnologias diferentes. Eles observaram situações de desconforto térmico em dias com temperatura mais elevadas, devido à falta de janelas ou sistema de climatização do setor. O ambiente é muito amplo de tal forma inviabiliza a instalação de um sistema de climatização, segundo informações da gerência.

Moura e Xavier (2012) realizaram um estudo para analisar a sensação térmica a partir de um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte, identificando as ações dos indivíduos para garantir seu conforto térmico. A partir da aplicação de questionários, eles observaram a importância do uso correto de roupas apropriadas para o ambiente de trabalho, sendo considerado como um equipamento de proteção individual. Além disto, o estudo mostrou que a sensação térmica dos indivíduos é dependente da atividade desempenhada e da sensibilidade, como consequência do isolamento térmico de vestimenta.

Através da realização de uma avaliação das condições de trabalho dos agentes de bagagem e operadores de rampa de um aeroporto brasileiro, Santos e Monteiro (2017) identificaram os fatores de risco associados às atividades desenvolvidas por estes trabalhadores, de modo a propor soluções ergonômicas viáveis de serem aplicadas pela empresa. A análise do conforto térmico do ambiente de trabalho demonstrou que a temperatura média apresentou valores 11% maiores que os limites recomendados pela legislação vigente. Além disto, foi observado que o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) também estava fora dos limites de tolerância estabelecidos. De modo mais especifico, para os agentes de bagagem o IBTUG médio estava 2,65% acima e para os operadores de rampa estava 8,29% acima dos limites de exposição de acordo com a legislação brasileira.

Albuquerque et al. (2018) realizaram uma avaliação do conforto térmico em uma indústria através da aplicação de questionários específicos para avaliação térmica, bem como a partir de medições das variáveis ambientais de interesse: umidade relativa, temperatura e velocidade do ar. Os indivíduos foram questionados sobre fatores que influenciam a sensação de frio no inverno e fatores que influenciam a sensação de calor no verão. Eles identificaram que as temperaturas elevadas medidas na indústria e a falta de ventilação natural estavam em condições não satisfatórias e conseguiram, a partir da realização de ações imediatas por meio da instalação de exaustores, uma redução de 2,9 °C no IBUTG, melhorando assim as condições dos trabalhadores, resultando num aumento da produtividade.

Para que se possa compreender como o fator térmico influi em diversas áreas da produção – industrial e intelectual –, são apresentados estudos de diversos pesquisadores brasileiros sobre o tema e seus resultados.

Sendo assim, um estudo sobre o estresse térmico visto como risco ocupacional serve para oferecer informações para ajudar as organizações, pois tendo conhecimento sobre o assunto, as mesmas acabam por desenvolver melhorias no conforto térmico de trabalho, até como forma de motivação e garantia da própria vida dos seus colaboradores, proporcionando ambiente e condições de trabalho que atendam às legislações vigentes, oferecendo qualidade de vida e satisfação aos seus trabalhadores.

## 2. Referencial teórico

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, já que, consoante Cervo, Silva e Bervian (2016), este tipo de pesquisa revela explicitamente o universo de contribuições científicas de autores sobre um tema específico.

A partir daqui poder-se-á ler, portanto, o que os mais diversos autores escreveram sobre o conforto e o estresse térmico, procurando discorrer sobre a temperatura humana, o calor, a neutralidade, bem como o conforto e o estresse térmico.

## 2.1 Temperatura humana

O homem é um animal homeotérmico. Seu organismo é conservado a uma temperatura interna constante. Essa temperatura é de 37°C, com tolerâncias muito próximas — entre 36,1°C e 37,2°C —, sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para sobrevivência, se doente (FROTA; SCHIFFER, 2005).

Segundo Guyton e Hall (2006), o corpo humano é termicamente dividido em um núcleo central quente e uma camada externa mais fria. Nem todas as partes possuem a mesma temperatura e não são afetadas pelos mesmos fatores. A temperatura corporal central, ou seja, a temperatura dos tecidos profundos do corpo permanece constante, com variação fisiológica de aproximadamente 0,6 °C, a não ser em caso de febre.

O meio ambiente influência na temperatura da camada externa, por isto esta não é regulada dentro dos mesmos limites da temperatura interna do corpo (WIDMAIER; RAFF; STRANG, 2006).

A manutenção da temperatura interna do organismo humano relativamente constante, em ambientes cujas condições de temperatura e suas variações são as mais variadas, se faz por intermédio de seu aparelho termorregulador, que comanda a redução dos ganhos ou o aumento das perdas de calor através de alguns mecanismos de controle. A coordenação entre a produção e libertação do calor orgânico interno, apesar de ser o meio natural de controle de perdas de calor pelo organismo, representa um esforço extra e, por conseguinte, uma queda de potencialidade de trabalho (FROTA; SCHIFFER, 2005).

Se o interesse deste estudo é o conforto e o estresse térmicos, faz-se necessário uma pesquisa sobre o que é o calor, para que se entenda a importância desta forma de energia.

## 2.2 Calor

Calor é a forma de energia que se transfere de um sistema para outro em virtude de uma diferença de temperatura entre os mesmos, através de várias formas: radiação, condução e convecção (CATAI, 2013). Salienta-se que a quantidade desta energia transmitida é determinada pela variação da temperatura do corpo que doou ou ganhou calor, bem como da natureza e da quantidade de matéria presente (FROTA; SCHIFFER, 2005).

Sobre isso, Frota e Schiffer (2005) ensinam que a avaliação do calor a que um indivíduo está exposto é importante. Assim sendo, a temperatura do corpo e as condições ambientais devem ser levantadas, pois influenciam diretamente nas trocas térmicas entre o corpo humano e o meio ambiente.

Entende-se, portanto, que o corpo humano produz calor através de seus processos metabólicos, entretanto, é necessário que o calor produzido desapareça tão rapidamente quanto se produz (FROTA; SCHIFFER, 2005). Isso por que em algumas atividades de trabalho o ser humano é exposto ao calor excessivo, interferindo, certamente, na quantidade e qualidade de trabalho que o homem pode realizar.

Para um melhor entendimento dos assuntos relacionados ao conforto térmico, é necessário apresentar alguns conceitos e definições a respeito de neutralidade e conforto térmico.

## 2.3 Neutralidade térmica

Segundo Frota e Schiffer (2005), neutralidade térmica é: “a condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente a seu redor”.

Conforme Lamberts (2016), a neutralidade térmica é uma condição necessária, mas não suficiente, para que uma pessoa esteja em conforto térmico. Como o corpo humano é um sistema homeotérmico – que produz calor e interage continuamente com o ambiente para alcançar o balanço térmico (GUYTON; HALL, 2006) –, existe uma constante troca de calor entre o corpo e o meio, regida pelas leis da física e influenciadas pelos mecanismos de adaptação fisiológica, condições ambientais e fatores individuais.

Percebe-se, então, que a sensação de conforto térmico está diretamente relacionada ao esforço realizado pelo organismo para manter o balanço térmico.

## 2.4 Conforto térmico

Lamberts (2016) ensina que os estudos de conforto térmico visam analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas, bem como estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise térmica de um ambiente.

Segundo a ANSI/ASHRAE Standard 55-1992, o conforto térmico é assim definido: "conforto térmico é a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico" (ASHRAE, 1992).

Gambell (2002) afirma que o conforto térmico é uma sensação complexa que sofre influência de fatores de ordem física, fisiológica e psicológica e que, do ponto de vista puramente térmico, as condições ambientais confortáveis são aquelas que permitem ao ser humano manter constante a temperatura do corpo sem acionar, de forma perceptível, seus mecanismos termorreguladores.

Atualmente, foi desenvolvido um índice de avaliação do conforto térmico mais moderno, chamado PET (*Physiological Equivalent Temperature* – Temperatura Fisiológica Equivalente). Este índice é expresso em uma escala termométrica conhecida, no caso graus Celsius (°C), e tem por base de cálculo a fisiologia humana (LYRA, 2007).

Assim, a condição para que exista o conforto térmico é a existência da neutralidade térmica, como já mencionado anteriormente, onde a quantidade de calor ganho deve ser igual à quantidade de calor cedido para o ambiente.

## 2.5 Estresse térmico

A palavra estresse é derivada da palavra em inglês *Stress*, cuja definição segundo o dicionário Michaelis (2018) é: "um estado de tensão mental ou emocional ou a tensão resultante de circunstâncias adversas ou muito exigentes".

Consoante Lamberts (2016, p. 69), *stress* também pode ser conceituado como: ação inespecífica dos agentes e influências nocivas (frio ou calor excessivos, infecção, intoxicação, emoções violentas tais como inveja, ódio, medo, etc.), que causam reações típicas do organismo, tais como síndrome de alerta e síndrome de adaptação.

Assim, o estresse térmico é o estado onde tanto o sistema fisiológico quanto o sistema psicológico são atingidos pela temperatura do ambiente em que se localiza, quando esta temperatura encontra-se em níveis extremos e muito exigentes.

Vários teóricos demonstram como o estresse térmico é estudado tanto para fins científicos – o pesquisador possui papel de descobrir a intensidade, natureza e origem do estresse térmico de um dado ambiente, normalmente industrial, com trabalhadores sujeitos às possíveis situações de estresse térmico a serem analisadas; quanto para fins práticos – onde os gestores são

responsáveis por reduzir os riscos aos quais os trabalhadores podem estar sujeitos no ambiente de trabalho (LAMBERTS, 2016).

No Brasil, existem normas regulamentadoras exigindo que os ambientes sejam avaliados e adequados termicamente ao homem, seguindo também o princípio básico da Ergonomia. É o caso da Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2007), onde se afirma que "as condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado".

O estresse térmico pode acontecer em ambientes frios ou quentes (LAMBERTS, 2016), sendo que as avaliações de estresse térmico possuem dois objetivos primários, que são determinar a natureza, e assim, as causas do estresse térmico em um dado ambiente e mensurar e avaliar a intensidade do estresse térmico, prevendo, assim, as suas consequências para a saúde dos trabalhadores.

Lamberts (2016) listou os principais índices para avaliação de estresse térmico, cronologicamente, conforme apresentado no Quadro 1.

| **Índice** | **Descrição** | **Autor** | **Ano** |
|---|---|---|---|
| ET | *Effective Temperature Scales* – Escalas de Temperatura Efetiva | Houghten e Yaglou | 1923 |
| W | *Skin Wettedness* – Umidade da Pele | Gagge | 1937 |
| TAR | *Thermal Acceptance Ratio* – Relação de Aceitação Térmica | Plummer | 1945 |
| CET | *Corrected Effective Temperature* – Temperatura Efetiva Corrigida, adaptado do índice ET | Bedford | 1946 |
| P4SR | *Predicted Four Hour Sweat Rate* – Taxa de Suor Estimada para 4 Horas | McArdle | 1947 |
| HSI | *Heat Stress Index* – Índice de Estresse Térmico | Belding e Hatch | 1955 |
| WBGT | *Wet Bulb Globe Temperature* – Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo | Yaglou e Minard | 1957 |
| TSI | *Thermal Stress Index* – Índice de Tensão Térmica | Lee | 1958 |
| DI | *Discomfort Index* – Índice de Desconforto | Thom | 1959 |
| | | Adaptado por Sohar | 1962 |
| RSI | *Relative Stress Index* – Índice Relativo de Tensão | Lee e Henschel | 1963 |
| ITS ou SWreq | *Index of Thermal Stress* or *Required Sweat Rate* – Índice de Estresse Térmico ou Taxa Requerida de Suor | Givoni | 1963 |
| ET* | *New Effective Temperature* – Nova Temperatura Efetiva | Gagge | 1971 |
| PSI | *Physiological Strain Index* – Índice de Tensão Fisiológica | Moran, Shitzer e Pandolf | 1998 |
| MDI | *Modified Discomfort Index* – Índice Modificado de Desconforto | Moran e Pandolf | 1999 |
| ESI | *Environmental Stress Index* – Índice de Stress Ambiental | Moran, Pandolf, Shapiro, Heled, Shani, Mathew e Gonzalez | 2001 |

Fonte: Autoria própria (2018)

Quadro 1 – Lista cronológica de índices para avaliação de estresse térmico

No Brasil, o WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*) é conhecido como IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo), apresentado na Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres, em seu Anexo 3 – Limites de Tolerância para Exposição ao Calor (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2014).

Depois de conhecer o objeto deste estudo, importante se faz, neste momento, observar o que outros pesquisadores descobriram em campo.

## 3. Análise de dados e discussões de resultados

Algumas indústrias, nas quais casos de estresse térmico são propícios de estarem presentes, de acordo com Lamberts (2016) são as de metais primários (sendo alumínio, aço e ferro alguns dos principais), processamento de alimentos, energia elétrica e construção. Outros processos citados por Frota e Schiffer (2005), como vulcanização de borracha, fundição de metais, produtos em cerâmica, lavanderias, cozinhas industriais e alguns trabalhos mais pesados a céu aberto, pois além da carga térmica exercida pelo sol, o próprio corpo humano gera mais calor devido à atividade excessiva. Sendo assim, acredita-se que os trabalhadores que atuam no corte de cana praticam uma atividade que envolve um grande risco à saúde, pois o trabalhador está sob exposição direta do sol, exercendo uma atividade pesada e exigindo o uso de vários equipamentos de proteção, o que aumenta o isolamento térmico da roupa do trabalhador, dificultando, portanto, a perda de calor e podendo levar à morte.

O trabalho de Barbiero (2004) foi um estudo de caso junto a trabalhadores de uma unidade de produção de uma indústria metalúrgica, para a avaliação das condições e percepções do ambiente térmico, através do levantamento das variáveis de influência (temperatura, velocidade e umidade do ar, temperatura média radiante, atividade metabólica e isolamento térmico da vestimenta) e parâmetros subjetivos de conforto, no período de verão, com base nas normas internacionais da série ISO (*International Organization for Standardization* – Organização Internacional de Normalização) e as normas brasileiras do tipo NR (Norma Regulamentadora) e NBR (Norma Brasileira). Neste estudo, a pesquisadora relatou ter comprovado que os fatores ambientais e pessoais podem influenciar nas percepções do ambiente de trabalho.

O estudo de Barbiero (2004) demonstra que, com base em índices calculados e levantados no local e em parâmetros subjetivos relativos ao conforto térmico, mesmo não tendo sido constatado estresse térmico, o ambiente apresentou índices térmicos e desconformidade aos recomendados para conforto, sendo que as percepções levantadas pelos trabalhadores, através da aplicação de questionário subjetivo, confirmaram esta realidade.

Barbiero (2004) ainda relatou que, mesmo tendo sido evidenciadas as condições de desconforto térmico, 60% dos trabalhadores aceitaram as condições térmicas do ambiente de trabalho. Além disso, o estudo informa que, mesmo aceitando o ambiente térmico, o trabalhador o percebeu "desconfortável" e "quente".

Conclui Barbiero (2004), afirmando que se tornou evidente a inexistência de uma legislação que comporte, de fato, a realidade do ambiente térmico do trabalhador da indústria, que considere as diversidades regionais, para servir de ponto de referência a toda e qualquer pesquisa nesta área do conhecimento.

O estudo de Farias et al. (2009) teve como objetivo avaliar as condições de conforto térmico e estresse térmico no ambiente de trabalho do professor. Para isso, as salas de aula foram monitoradas para caracterizar as condições físicas oferecidas no cotidiano diário da escola pesquisada por eles.

Farias et al. (2009) trouxeram a informação de que foram registradas, dos dias 2 a 6 de junho de 2008, informações sobre temperatura do ar, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo, velocidade do ar e Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG). Posteriormente, foram calculados os índices de avaliação de conforto térmico. Os valores foram comparados aos limites e faixas de conforto das normas nacionais e internacionais. Os resultados apresentaram uma situação crítica de extremo desconforto em sala de aula. O IBUTG apresentou resultado máximo de 26,4°C.

Concluíram os autores que o ambiente da sala de aula da escola estudada, portanto, apresentou condições de desconforto, com provável diagnóstico de ambiente insalubre, em períodos anuais mais quentes.

Oliveira (2009), em seu estudo de caso da atividade de manutenção de linhas energizadas, queria propor uma complementação, com caráter proativo, ao método e aos procedimentos de avaliação da exposição ocupacional ao calor previstos na Norma Regulamentadora – NR 15 (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2014) e na Norma de Higiene Ocupacional – NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017), respectivamente.

A população escolhida para o estudo de caso de Oliveira (2009) foi composta pelos eletricistas da turma de manutenção de linhas energizadas ao potencial, a tensão de 69 kV, da Companhia Energética de Alagoas (CEAL).

Uma das principais constatações obtidas com as avaliações que integram esta pesquisa citada diz respeito à significativa perda hídrica por hora de trabalho a que pode ser submetido o organismo do trabalhador, quando a realização das tarefas exige a utilização de vestimentas especiais de proteção. O pesquisador explica, em seu estudo, que quando essa perda hídrica suplanta os limites especificados na Norma ISO 7933:1989 (ISO, 1989), conclui-se que poderão ocorrer consequências fisiológicas danosas à saúde do trabalhador. Oliveira (2009) destaca que, sobre essa abordagem específica, os documentos legais brasileiros são omissos.

Outro estudo escolhido para ser apresentado aqui, como um caso prático já estudado, é o de Juliana Basso da Fonseca que, no ano de 2014, trouxe uma análise dos níveis de calor nos postos de trabalho de uma lavanderia industrial.

Fonseca (2014) objetivou, em sua pesquisa, medir os níveis de temperatura nos postos de trabalho selecionados qualitativamente em uma lavanderia industrial localizada na Região Metropolitana de Curitiba.

Segundo a pesquisadora, muitos trabalhadores passam parte de sua jornada diária expostos a condições adversas de calor que representam certos perigos para a sua segurança e saúde. A antecipação, reconhecimento, avaliação e controle desses riscos devem estar presentes no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e no Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, documentos exigidos legalmente e fundamentados nas Normas Regulamentadoras 9 e 7 do Ministério do Trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2017, 2013), respectivamente (FONSECA, 2014).

Com o auxílio de um termômetro de globo, foram realizadas as medições das temperaturas, calculados os Índices de Bulbo Úmido Termômetro de Globo e os dados obtidos foram comparados com os Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço, considerando a atividade como moderada, seguindo as instruções da Norma Regulamentadora 15, do Ministério do Trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2014).

Os valores obtidos indicaram esse posto de trabalho como insalubre. Outros pontos de medição apontaram a necessidade de períodos de descanso. A partir destes resultados, foram sugeridas melhorias e adequações para tornar o local de trabalho ergonômico e termicamente adequado aos colaboradores e reduzir assim as possibilidades de acidentes de trabalho.

## 4. Considerações finais

Após este estudo sobre o conforto e o estresse térmico, faz-se importante destacar que o estresse térmico é um problema comum em várias indústrias e atividades laborais, pois os trabalhadores frequentemente estão expostos a temperaturas acima dos limites convencionais.

Assim, o estresse térmico, como um fator ambiental, pode influenciar na produtividade do trabalho executado por um operador, levando à redução do entusiasmo do trabalhador e aumentando a taxa de incidentes, que podem tornar-se acidentes.

Viu-se que, com o avanço das pesquisas, muitos estudos foram realizados não só em câmaras climatizadas, mas também em situações reais do cotidiano, com pessoas desempenhando suas atividades rotineiras. Nestas pesquisas de campo, o pesquisador não interfere nas variáveis ambientais e pessoais, e as pessoas expressam suas sensações e preferências térmicas de acordo com escalas apropriadas.

Através de tais pesquisas foi possível observar que o homem, sendo um animal homeotérmico, precisa manter sua temperatura constante, sofrendo influência direta da temperatura do ambiente em que se encontra. O risco de graves doenças provocadas pelo calor pode ser diminuído por meio de várias medidas para combatê-las, como a aclimatação ao calor, controle da exposição ao estresse térmico e manutenção da hidratação.

Antes de qualquer índice ou norma, defende-se que todas as organizações devem enxergar o estresse térmico como um risco ocupacional de fato, buscando as condições que mais satisfaçam o homem com relação às suas sensações térmicas, trazendo maior disposição para o trabalho e a consequente melhoria da qualidade de vida.

## Referências

ALBUQUERQUE, D. F. F.; DA NÓBREGA, J. A.; MELO, R. H. F.; PIRES, C. A. Gerenciamento de riscos físicos em ambiente fabril de calçados. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 14, n. 1, p. 19-35, jan./mar. 2018. DOI: 10.3895/gi.v14n1.5749. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/5749>. Acesso em: 20 mai. 2018.

ASHRAE. **ANSI/ASHRAE standard 55-1992:** thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia, USA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers – ASHRAE, 1992.

BARBIERO, Miriam. **Avaliação das percepções quanto ao ambiente térmico em uma indústria metalúrgica:** um estudo de caso. 2004. 139 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/10161>. Acesso em: 14 mai. 2018.

CATAI, I. **Ergonomia:** projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2013.

CERVO, A. L.; SILVA, R.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

FARIAS, Patrícia Marins; NERY, Jussana Maria Fahel Guimarães; FREIRE, Márcia Rebouças; MORAES, Luiz Roberto Santos. **Conforto térmico e ambiente de trabalho docente em uma escola municipal de Salvador–BA**. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Natal, 16 a 18 set. 2009.

FONSECA, Juliana Basso da. **Análise dos níveis de calor nos postos de trabalho de uma lavanderia industrial**. 2014. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,

Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3532>. Acesso em: 13 mai. 2018.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2005.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional – NHO 06:** avaliação da exposição ocupacional ao calor. 2. ed. GIAMPAOLI, Eduardo; SAAD, Irene Ferreira de Souza Duarte; DA CUNHA, Irlon de Ângelo; SHIBUYA; Elisa Kayo (Orgs.). São Paulo: Fundacentro, Ministério do Trabalho, 2017. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2018/1/nho-06-avaliacao-da-exposicao-ocuacional-ao-calor>. Acesso em: 10 mai. 2018.

GALLOIS, Nelson Simões Pires. **Análise das condições de stress e conforto térmico sob baixas temperaturas em indústrias frigoríficas de Santa Catarina**. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/node/207>. Acesso em: 14 mai. 2018.

GAMBRELL, R. C. Doenças térmicas e exercício. In: LILLEGARD, W. A.; BUTCHER, J. D.; RUCKER, K. S. (Orgs.). **Manual de medicina desportiva:** uma abordagem orientada aos sistemas. São Paulo: Manole, p. 457-464, 2002.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ISO. **ISO 7933:1989:** hot environments – analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate. International Organization for Standardization – ISO. 1989. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/14903.html>. Acesso em: 10 mai. 2018.

LACERDA, C. A.; CHAGAS, C. E. P.; BARBOSA, C. C.; CABRERA, J. V. D.; DE FARIAS, J. V. Auditoria de segurança e saúde do trabalho em uma indústria de alimentos e bebidas. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 43-57, 2005. DOI: 10.3895/S1808-04482005000200004. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/164>. Acesso em: 20 mai. 2018.

LAMBERTS, R. **Conforto térmico e stress térmico**. Apostila. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico_2016.pdf> . Acesso em: 14 mai. 2018.

LYRA, Débora Santa Fé Monteiro. **Aplicabilidade de índices de conforto térmico:** um estudo de caso em Salvador – BA. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007. Disponível em: <http://www.ppec.ufba.br/site/publicacoes/aplicabilidade-de-indices-de-conforto-termico-um-estudo-de-caso-em-salvador-ba>. Acesso em: 14 mai. 2018.

MICHAELIS, Henriette. **Dicionários Michaelis**. São Paulo: Editora Melhoramentos Ltda., 2018. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em: 1 mai. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional**. 2013. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR7.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. 2017. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-09.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora 15 – Atividades Insalubres**. 2014. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia**. 2007. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MOURA, L. F.; XAVIER, A. A. P. Sensação térmica e ações para o conforto térmico: um estudo de caso. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 8, n. 2, p. 209-228, 2012. DOI: 10.3895/S1808-04482012000200009. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/970>. Acesso em: 20 mai. 2018.

OLIVEIRA, Ronald Fred Alves de. **Proposta de complementação do método de avaliação da exposição ocupacional ao calor:** estudo de caso da atividade de manutenção de linhas energizadas. 2009. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br:8080/handle/tede/5229>. Acesso em: 14 mai. 2018.

OSHA. **OSHA Sawmill eTool:** cold stresses descriptions of hazards and controls. Disponível em <https://www.osha.gov/SLTC/etools/sawmills/cold.html>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SANTOS, F. L.; FIALHO, F. A. P.; CAVALCANTE, A. L. B. L. Análise ergonômica do trabalho de operadores de máquinas de esmaltagem – uma comparação entre tecnologias. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p. 107-122, 2011. DOI: 10.3895/S1808-04482011000100006. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/408>. Acesso em: 20 mai. 2018.

SANTOS, J. W.; MONTEIRO, L. F. Avaliação das condições de trabalho de agentes de bagagem e operadores de rampa de um aeroporto brasileiro. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 38-56, jan./mar. 2017. DOI: 10.3895/gi.v13n1.5021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/5021>. Acesso em: 20 mai. 2018.

WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. **Fisiologia humana**: os mecanismos das funções corporais. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.