

## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção  
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

# CONTRIBUIÇÕES PARA O APRIMORAMENTO DA NORMA REGULAMENTADORA NR 15 PARA AVALIAÇÃO DA SOBRECARGA TÉRMICA DE TRABALHADORES<sup>1</sup>

**BRITO, Adriana C. de (1); AKUTSU, Maria (2); Aquilino, Marcelo de M. (3), VITTORINO,  
Fulvio (4)**

(1) IPT, e-mail: adrianab@ipt.br; (2) IPT, e-mail: akutsuma@ipt.br; (3) IPT, e-mail:  
aquilino@ipt.br, (4) IPT, e-mail: fulviov@ipt.br

### RESUMO

A Norma Regulamentadora NR 15 estabelece critérios para se efetuar a avaliação da sobrecarga térmica de trabalhadores brasileiros com base em medições e no cálculo do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG. Entretanto, a referida norma não indica procedimentos para efetuar as medições que incluem a época do ano e o período em que as medições devem ser efetuadas. Desse modo, o avaliador tem liberdade para tomar decisões sobre tais questões. Quando se trata de recintos de edificações, que sofrem influências do clima, o momento e a duração da avaliação são determinantes dos seus resultados, havendo a necessidade de defini-los em função de critérios que possam garantir que o trabalhador não será exposto a condições de sobrecarga térmica. Neste trabalho tem-se o objetivo de apresentar contribuições para o aprimoramento da norma NR 15, sobre a avaliação das condições de sobrecarga térmica do trabalhador, levando em conta também as características climáticas do local. Foram efetuados estudos de caso das condições térmicas de ambientes de fábricas e realizadas medições de parâmetros ambientais para o cálculo do índice IBUTG. Os resultados obtidos foram utilizados como base para sugerir a adoção de procedimentos para a realização da avaliação de sobrecarga térmica de trabalhadores levando em conta o clima do local.

**Palavras-chave:** Sobrecarga térmica. IBUTG. Trabalhador.

### ABSTRACT

The Brazilian Standard NR 15 establishes criteria in order to evaluate the heat stress of workers based in measurements and calculation of Wet-bulb globe temperature (WBGT) - WBGT. However, this standard does not specify procedures to perform the measurements including the time of year and the period in which the measurements have to be made. The evaluator is free to make decisions on such issues. As the climatic conditions influence the thermal behavior of the buildings it can affect also the IBUTG values. Thus, it is necessary take into consideration the period of the year in the assessment. The objective is to present contributions to the improvement of the Brazilian Standard NR 15 related to the assessment of the heat stress of workers. It was presented a case study and the results were used as a basis to suggest the adoption of procedures for evaluation of heat stress according to The Brazilian Standard NR 15.

**Keywords:** Thermal stress. IBUTG. Worker.

<sup>1</sup> BRITO, Adriana et al. Contribuições para o aprimoramento da Norma Regulamentadora NR 15 para avaliação da sobrecarga térmica de trabalhadores. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a saúde de trabalhadores, em locais cuja combinação entre taxa metabólica e condições ambientais pode expô-los a sobrecargas térmicas, levou ao desenvolvimento de diversos índices e métodos de avaliação, com diferentes níveis de detalhamento.

O Anexo 3 da Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15) da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil, 1978) estabelece valores limites máximos para o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, utilizado como referência para avaliar eventuais situações de sobrecarga térmica de trabalhadores brasileiros. Visando proteger a saúde do trabalhador, as condições térmicas internas dos recintos não devem ultrapassar os valores limites máximos deste índice, que levam em conta a atividade executada pela pessoa, expressa pela taxa metabólica em função do regime de trabalho, contínuo ou com pausas.

Há equações específicas para o cálculo do IBUTG, para a avaliação de ambientes internos ou externos, em situações com ou sem exposição do trabalhador à radiação solar. Devem ser feitas medições dos parâmetros necessários ao cálculo do IBUTG e este é calculado para o intervalo de uma hora.

A NR 15 apresenta somente os critérios de avaliação da sobrecarga térmica de trabalhadores, não indicando, em seus procedimentos para efetuar as medições, determinações que considerem a época do ano e o período/momento do turno de trabalho em que as citadas medições devem ser efetuadas, deixando estes aspectos a cargo do avaliador. Como os ambientes de edificações sofrem influências do clima, o momento e a duração da avaliação são determinantes dos seus resultados, havendo a necessidade de defini-los em função de critérios que possam garantir que o trabalhador não será exposto a condições de sobrecarga térmica.

Neste trabalho tem-se o objetivo de apresentar contribuições para o aprimoramento da norma NR 15, sobre a avaliação das condições de sobrecarga térmica do trabalhador, levando em conta também as características climáticas do local.

## 2 AVALIAÇÃO DA SOBRECARGA TÉRMICA

Trabalho realizado em ambientes com temperatura do ar elevada, fontes radiantes de elevada intensidade, alta umidade ou exigindo taxas metabólicas elevadas tem potencial de gerar uma sobrecarga térmica nos seres humanos lá atuantes. Alguns exemplos de processos de produção nessas condições são as fundições de metais de elevado ponto de fusão, como o aço; plantas de produção de peças cerâmicas; unidades de produção de vidro; fornos de padarias e cozinhas industriais; carregamento de peças pesadas sob o sol (OSHA, 2015).

A atenção maior é dada, tanto pelos documentos técnicos que apresentam os métodos de avaliação como por artigos científicos acerca da sobrecarga

térmica, aos métodos de cálculo; aos equipamentos empregados nas avaliações; nas condições de instalação destes em relação aos processos produtivos; e na estimação da taxa metabólica do trabalhador, tanto no seu posto de trabalho, como em seu local de repouso. Nesses documentos, são virtualmente, ignorados os efeitos das condições climáticas e do impacto do edifício. Essa posição é razoável em situações em que a carga higrotérmica decorrente do processo produtivo é significativamente maior que as demais e contínua.

## **2.1 Características do IBUTG**

Há vários indicadores para se avaliar o grau de severidade da condição de exposição do trabalhador ao ambiente higrotérmico. Há mais de 40 desses índices, desenvolvidos a partir de 1905. Dentre eles, o mais usado, atualmente, é o IBUTG, seja pela sua simplicidade de obtenção seja por ter sido alvo de uma norma ISO, de número 7243 (ISO, 1989).

O IBUTG foi desenvolvido no final da década de 1950 pelo Departamento do Corpo de Recrutas de Fuzileiros Navais dos EUA em *Parris Island* na Carolina do Sul. Nessa região de elevada umidade relativa, os fuzileiros realizavam exercícios vigorosos vestindo trajes militares, sob sol intenso. Seu uso, em substituição ao método anterior, baseado na temperatura e umidade do ar, provou-se mais efetivo, uma vez que reduziu o número de ocorrências de problemas de saúde e de horas de treinamento perdidas em relação ao que se verificava anteriormente (Governo Australiano, 2016). O uso do termômetro de globo permite a avaliação de cargas radiantes, bem como do efeito da circulação de ar (BUDD, 2007).

Associados à adoção da temperatura de globo, foram importantes para se conseguir melhorar a proteção térmica dos trabalhadores: a realização de estudos epidemiológicos para definir limites de exposição seguros e a consideração de adoção de limites especiais para as populações mais frágeis. Contudo, Budd, ressalta que os limites de IBUTG têm de ser avaliados com cuidado, pois estudos demonstram que ambientes com elevada umidade e baixa circulação de ar acabam por gerar maior stress térmico em trabalhadores do que os verificados onde há elevada carga radiante, mesmo estando todos com o mesmo valor de IBUTG.

## **2.2 Exigências da NR 15 referentes à sobrecarga térmica**

A Norma Regulamentadora NR 15 estabelece valores limites máximos para o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG de acordo com a atividade executada pelo trabalhador (taxa metabólica), em ambientes internos ou externos, com ou sem exposição ao sol, considerando-se regime de trabalho contínuo ou com pausas. Em ambientes internos, sem exposição ao sol, como o local analisado no presente trabalho, o IBUTG é calculado de acordo com a equação [1].

$$IBUTG = 0,7 \text{ TBN} + 0,3 \text{ TG}$$

[1]

Onde:

- TBN Temperatura de Bulbo Úmido Natural
- TG Temperatura de Globo

Os valores limites máximos do IBUTG para regime de trabalho contínuo e regime de trabalho intermitente, com descanso no próprio local de trabalho, são indicados na Tabela 2.1. Os valores das taxas metabólicas por tipo de atividade são apresentados na Tabela 2.2.

**Tabela 2.1** – Valores limites máximos do IBUTG para regime de trabalho contínuo ou intermitente com descanso no próprio local de trabalho

<b>Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora)</b>	<b>Tipo de Atividade</b>		
	<b>Leve</b>	<b>Moderada</b>	<b>Pesada</b>
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos de trabalho	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
15 minutos de descanso			
30 minutos de trabalho	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
30 minutos de descanso			
15 minutos de trabalho	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
45 minutos de descanso			
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

(Fonte: NR 15)

**Tabela 2.2** – Taxa de metabolismo por tipo de atividade.

<b>Tipo de atividade</b>	<b>kcal/h</b>
Sentado em repouso	100
<b>Trabalho leve</b>	
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	150
<b>Trabalho Moderado</b>	
Sentado, movimentos vigorosos	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
<b>Trabalho Pesado</b>	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar, arrastar	440
Trabalho fatigante	550

(Fonte: NR 15)

Nos casos em que o regime de trabalho é intermitente, com período de descanso em outro local, com condições térmicas mais amenas, calcula-se a taxa metabólica média ponderada para uma hora, determinada pela equação [2]. Nessa situação, deve ser calculado o IBUTG médio ponderado para uma hora, de acordo com a equação [3] e considerados os valores limites máximos do IBUTG indicados na Tabela 2.3.

$$M = (Mt \times Tt + Md \times Td) / 60$$

[2]

Onde:

- $M_t$  Taxa metabólica do trabalhador no local de trabalho.
- $T_t$  Soma dos tempos, em minutos, em que o trabalhador permanece no local de trabalho.
- $M_d$  Taxa metabólica do trabalhador no local de descanso.
- $T_d$  Soma dos tempos, em minutos, em que o trabalhador permanece no local de descanso.

$$\underline{IBUTG} = (IBUTG_t \times Tt + IBUTG_d \times Td) / 60$$

[3]

Onde:

- $IBUTG_t$  Valor do IBUTG no local de trabalho.
- $IBUTG_d$  Valor do IBUTG no local de descanso.
- $T_t$  e  $T_d$  Como definido anteriormente.

**Tabela 2.3** – Valores limites máximos do IBUTG para regime de trabalho intermitente com descanso em local com condições térmicas mais amena.

M (kcal/h)	IBUTG Máximo
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: NR 15)

### 2.3 Necessidades de uma visão geral

A NR 15 estabelece que o IBUTG deve ser calculado para o período de uma hora. Porém, não são fornecidas informações tais como a época do ano ou período em que a avaliação das condições térmicas do ambiente deve ser efetuada. Sabendo-se que o comportamento térmico de edificações sofre influências do clima, esse fator deve ser levado em

consideração na avaliação do risco de sobrecarga térmica de um local de trabalho.

Para a adequada avaliação das condições de sobrecarga térmica à qual podem estar expostos os trabalhadores e gerar medidas efetivas para a manutenção de sua salubridade térmica é necessário que seja adotada uma abordagem mais abrangente e detalhada do que a realização de uma série de medições de IBUTG. Recomenda-se, considerar fatores como: as condições climáticas locais; os aspectos construtivos do edifício; realizar entrevistas com os trabalhadores; e analisar registros históricos de ocorrência de problemas relativos à exposição ao calor. Em particular, essas 3 últimas recomendações são apresentadas também em manual desenvolvido pelo departamento norte-americano *Occupational Safety & Health Administration - OSHA*, (OSHA, 2016)

Para se considerar o efeito do edifício, deve ser feita uma vistoria técnica onde se determine as suas características construtivas; regime de operação das principais fontes de calor, como fornos, a presença e operação de equipamentos como exaustores; confirmar as informações obtidas das entrevistas com os trabalhadores e realizar algumas medições exploratórias acerca das condições higrotérmicas locais. Somente após esses passos, as demais atividades necessárias à determinação do IBUTG, como estimativa de taxas metabólicas deve receber atenção (OSHA, 2016).

### **3 MÉTODO**

Foram efetuadas medições da temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido natural e temperatura de globo em pontos considerados críticos na área de produção de uma fábrica de produtos plásticos, situada na cidade de São Paulo, com o intuito de avaliar situações de sobrecarga térmica de trabalhadores, tendo-se como referência as exigências indicadas na Norma Regulamentadora NR 15 do Ministério do Trabalho.

#### **3.1 Descrição da edificação**

A edificação é composta por paredes em blocos vazados de concreto revestidos com argamassa comum em ambas as faces, com espessura total de 14 cm e cobertura em painéis de concreto com espessura de 5 cm, com acabamento externo em cor escura. A área da fábrica é subdividida em quatro setores, com fontes internas de calor significativas compreendendo máquinas, iluminação e funcionários.

#### **3.2 Procedimentos adotados**

Foi selecionado um setor localizado na região central da fábrica, distante de aberturas para ventilação, e que apresenta maior quantidade de máquinas de conformação plástica a quente e outros elementos que dissipam quantidade significativa de calor para o ambiente. Esse setor foi identificado durante uma vistoria técnica inicial como aquele que tem maior potencial

de proporcionar sobrecarga térmica aos trabalhadores. Ainda nessa vistoria técnica inicial, foram feitas imagens termográficas de áreas da fábrica para se determinar as temperaturas das superfícies de equipamentos a fim de se ter maior confiança na seleção dos ambientes termicamente mais críticos do ponto de vista do possível estresse térmico de trabalhadores.

Após a vistoria inicial, foram feitas medições de parâmetros térmicos com o intuito de: a) avaliar o risco de sobrecarga térmica; b) obter informações sobre a resposta térmica da edificação em função do clima; e c) no caso de ocorrência de sobrecarga térmica, identificar em quais situações isso ocorre.

As medições foram realizadas em 2 etapas, respectivamente nos meses de julho e setembro de 2015, com duração de uma semana cada, aproximadamente, com aquisição de dados em intervalos de quatro minutos, intervalo de tempo considerado adequado, tanto à estabilidade dos processos produtivos, como à resposta térmica da edificação. Foram obtidas as seguintes variáveis: temperatura de bulbo seco, temperatura de globo, umidade relativa e temperatura de bulbo úmido natural no setor selecionado. Na área externa da edificação, foram feitas medições da temperatura de bulbo seco e da umidade relativa. Foi efetuado o cálculo do IBUTG do dia com condições mais críticas quanto à possibilidade de ocorrência de sobrecarga térmica. Em todas as medições foram utilizados equipamentos que atendem os requisitos de normas técnicas de medição (ISO, 1998), com certificado de calibração válido.

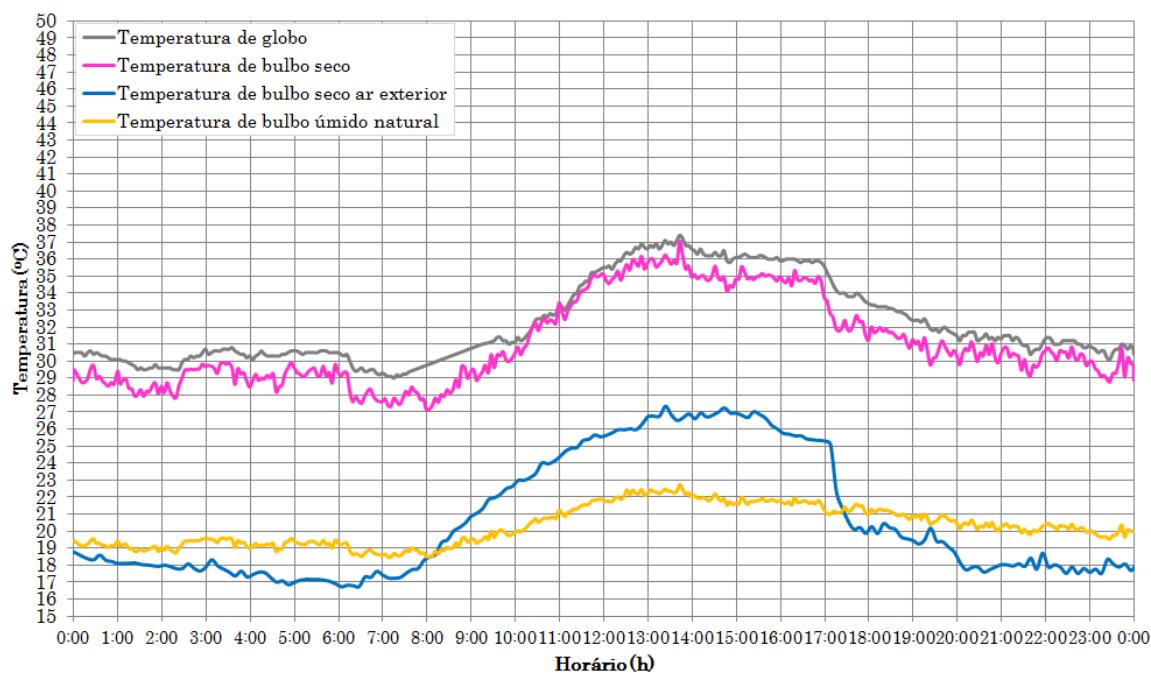
Observando-se as atividades realizadas pelos trabalhadores, constatou-se que elas são do tipo "leve com alguma movimentação" às quais pode ser atribuída uma taxa metabólica da ordem de 175 kcal/h.

#### **4 RESULTADOS E ANÁLISES**

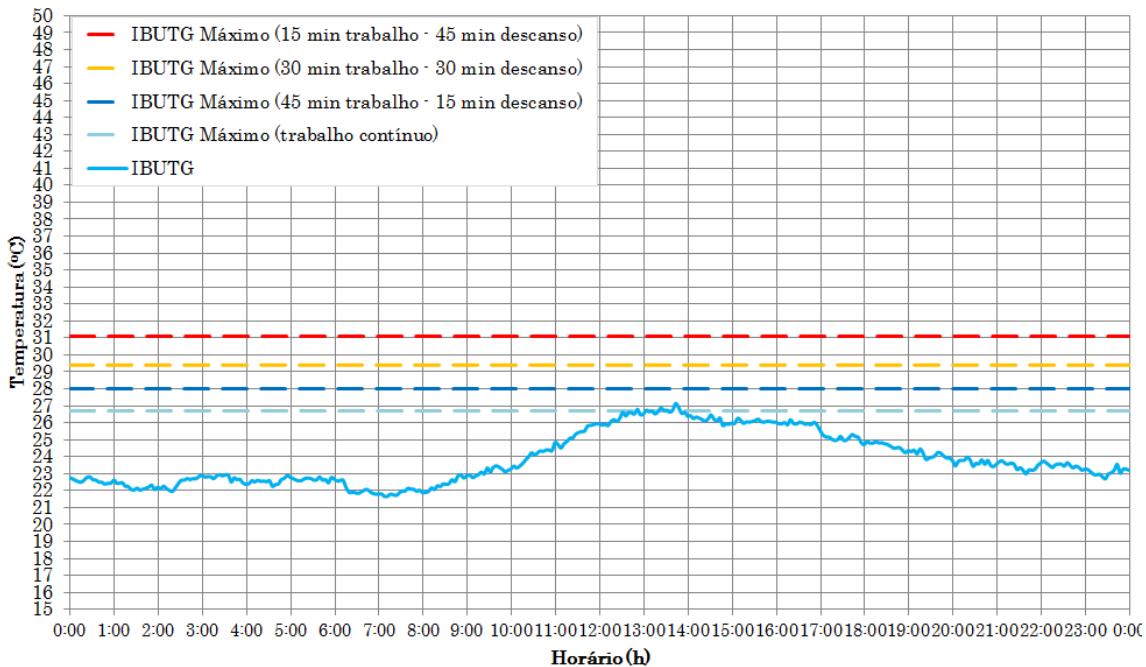
Nas Figuras 4.1 e 4.2 são apresentados, respectivamente, os valores da temperatura de bulbo seco exterior, temperatura de bulbo seco, temperatura de globo e temperatura de bulbo úmido natural interior, no dia 24/07 e os valores calculados do IBUTG. Nas Figuras 4.3 e 4.4 são indicados os mesmos parâmetros para o dia 19/09. Na Figura 4.5 são apresentadas imagens termográficas da área da produção e, nas Tabelas 4.1 e 4.2, são indicados os intervalos de valores do IBUTG e o regime de trabalho permitido segundo a NR 15.

Ressalta-se que, apesar dos meses de julho e setembro não estarem compreendidos no período de verão, a temperatura do ar exterior encontrava-se em patamares elevados em relação aos valores típicos desses meses. Em especial, destaca-se que a temperatura máxima do dia 19/09 atingiu 35 °C, valor característico de dia de verão extremo na cidade de São Paulo.

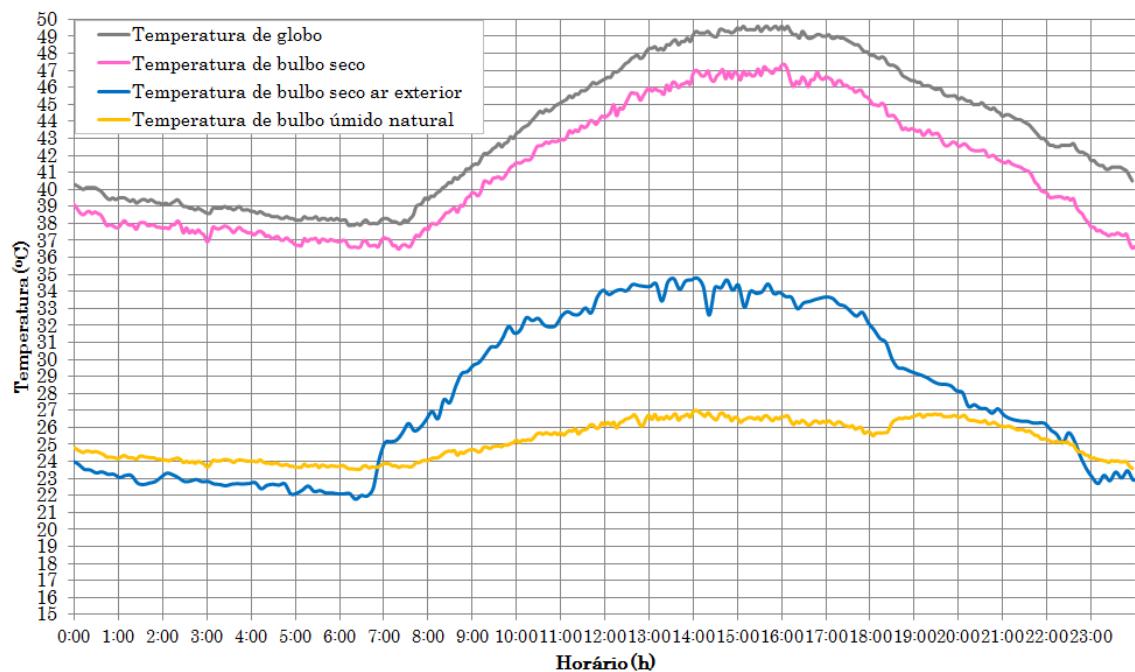
**Figura 4.1** – Temperatura de bulbo seco do ar exterior, temperatura de bulbo seco, temperatura de globo e temperatura de bulbo úmido natural no dia 24/07



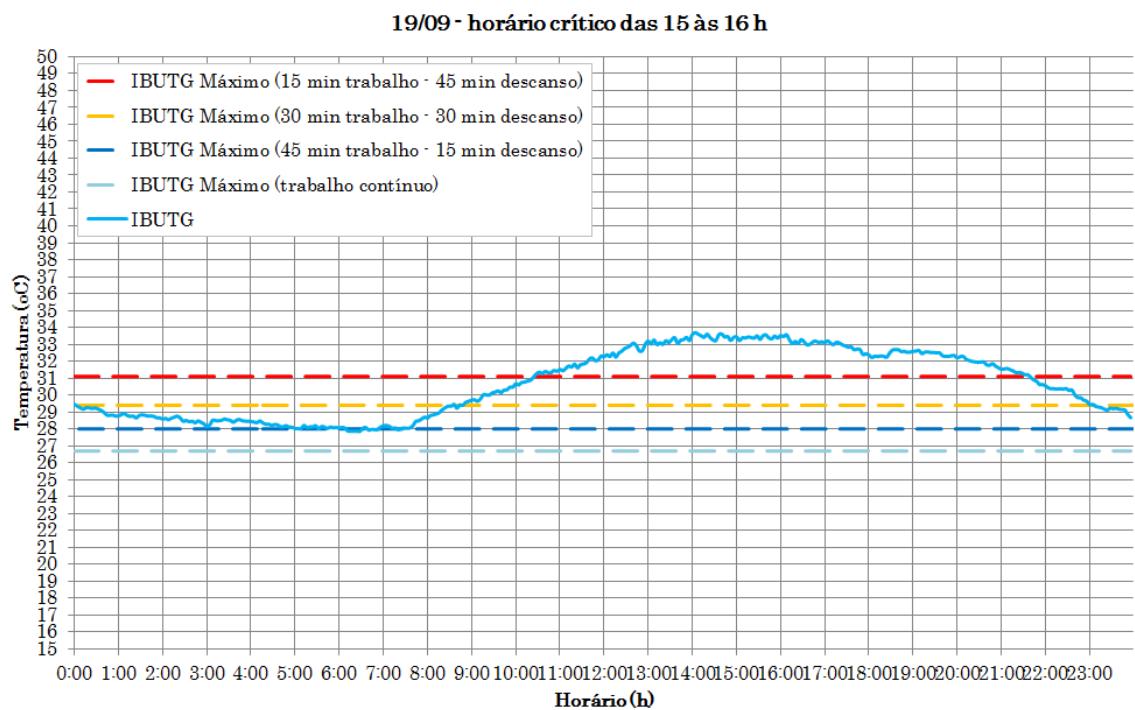
**Figura 4.2** – IBUTG calculado para o dia 24/07



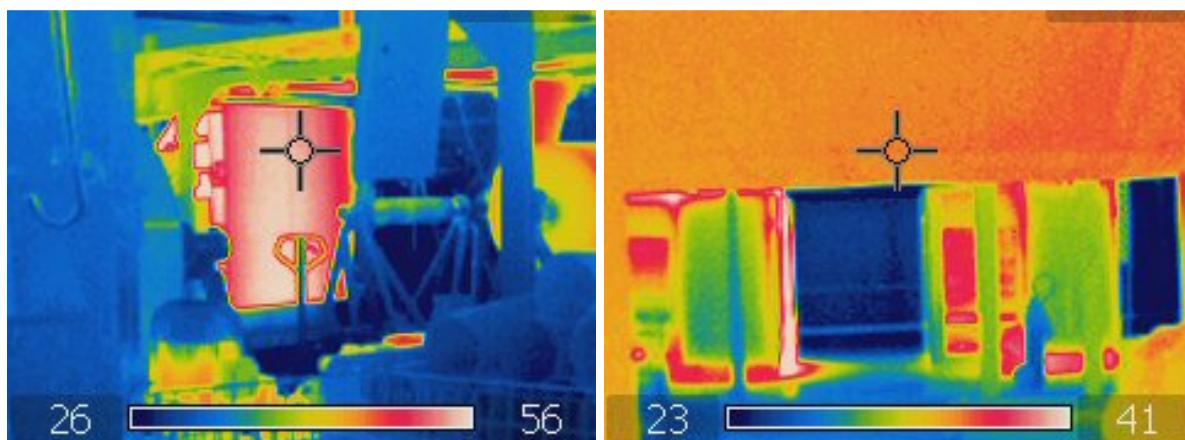
**Figura 4.3 – Temperatura de bulbo seco do ar exterior, Temperatura de bulbo seco, temperatura de globo e temperatura de bulbo úmido natural no dia 19/09**



**Figura 4.4 – IBUTG calculado para o dia 19/09**



**Figura 4.5** – Imagens termográficas de áreas da fábrica indicando temperaturas das superfícies de equipamentos no dia 24/07



**Tabela 4.1** – Valores máximos do índice IBUTG e regime de trabalho permitido segundo a NR 15 no dia 24/07.

IBUTG	Regime de trabalho permitido	Horário
$\geq 27,2$	45 minutos de trabalho e 15 minutos de descanso no próprio local de trabalho	13 h às 14 h
< 27	Trabalho contínuo	Antes das 13 h e após as 14 h

**Tabela 4.2** – Valores máximos do índice IBUTG e regime de trabalho permitido segundo a NR 15 no dia 19/09.

IBUTG	Regime de trabalho permitido	Horário
$29,4 > \text{IBUTG} > 28$	45 minutos de trabalho e 15 minutos de descanso no próprio local de trabalho	0 às 9 h e após 23 h
$31,1 > \text{IBUTG} > 29,4$	30 minutos de trabalho e 30 minutos de descanso no próprio local de trabalho	9 h às 10h30 e das 21h30 às 23 h
$\text{IBUTG} > 31,1$	Trabalho não permitido sem medidas de controle	10h30 às 21h30

#### 4.1 Condições térmicas da fábrica

Nos dias com condições térmicas mais críticas, apresentados nas Figuras 4.1 a 4.4, o valor da temperatura do ar interior da área de produção da fábrica é da ordem de 10 °C a 13 °C maior do que o valor da temperatura do ar exterior. Essa situação é decorrente, majoritariamente, das fontes internas de calor, como máquinas de conformação de plástico a quente, equipamentos, iluminação e pessoas, que contribuem de modo significativo para a elevação da temperatura do ar interior. Entretanto, a interação da envoltória com o clima também exerceu efeito importante na resposta térmica da edificação.

A temperatura de globo é maior do que a temperatura do ar interior nos dois períodos de medições. Isso evidencia que ocorrem ganhos de calor

significativos por radiação, emitida por pessoas, iluminação, máquinas e componentes com superfície de alta emissividade aquecidos. Isso pode ser observado nos gráficos das Figuras 4.1 e 4.3 e nas imagens termográficas indicadas na Figura 4.5. A cobertura da edificação também contribui para o aquecimento dos ambientes por não possuir forro e ter superfície externa com baixa refletância à radiação solar (cor escura), que proporciona maior absorção da radiação solar.

Essas características da fábrica resultam em um local propício à sobrecarga térmica de trabalhadores, também em função do clima. Observou-se que, quando a temperatura do ar exterior for maior do que 27 °C, o que pode ocorrer em parte significativa do ano na cidade de São Paulo, não somente no período de verão, pode haver sobrecarga térmica de trabalhadores nos horários mais quentes do dia.

#### **4.2 O IBUTG obtido em função das condições climáticas da cidade**

No dia 24/07, período de inverno, em que a temperatura máxima do ar exterior ficou acima de 27 °C, a temperatura máxima do ar e a temperatura máxima de globo no interior da fábrica foram da ordem de 37 °C, como indicado na Figura 4.1. Nessa circunstância, no período entre as 13 e as 14 h, foi ultrapassado o valor limite do índice IBUTG que permite trabalho contínuo conforme a NR 15, indicando a necessidade de se alterar o regime de trabalho para 45 minutos de atividades e 15 minutos de descanso no próprio local de trabalho (Figura 4.2 e Tabela 4.1).

Situação mais crítica ocorreu no dia 19/09 em que a temperatura máxima do ar exterior foi da ordem de 35 °C (Figura 4.3). Nessa data, no interior da edificação, a temperatura máxima do ar e a temperatura máxima de globo, foram, respectivamente, 47 °C e 49,5 °C, com valor calculado do IBUTG acima de 31,4 °C em parte significativa do dia, indicando que não é permitido trabalho sem a adoção de medidas de controle (Figura 4.4 e Tabela 4.2).

Esses resultados mostram a importância da escolha adequada do período e horários para se efetuar as medições dos parâmetros térmicos do local para o cálculo do IBUTG e avaliação com base nos critérios da NR 15. No dia 24/07, caso fossem analisadas as condições térmicas do local fora do horário mais crítico do dia, em termos de risco de sobrecarga térmica do trabalhador, (das 13 às 14 h), o recinto seria considerado adequado ao trabalho contínuo. Além disso, analisando-se apenas os dados obtidos nesse dia, não se teria conhecimento das condições significativamente mais críticas às quais os trabalhadores estariam expostos em um dia com clima mais quente, como ocorreu no dia 19/09. Assim, considerando a ausência de procedimentos na NR 15 para se efetuar a avaliação, o seu resultado poderia ser impreciso e inadequado, colocando a saúde dos trabalhadores em risco, o que indica a necessidade de rever tal norma.

Nesse contexto, propõe-se que sejam acrescentados na NR 15, procedimentos que incluem questões como o clima do local e o momento

no qual deve ser realizada a avaliação, considerando que, em nenhum horário do dia o trabalhador deve ser exposto às condições que repercutam em riscos à sua saúde.

Para se considerar condições climáticas do local, dias típicos de verão ou de inverno, com frequência de ocorrência conhecida, podem ser adotados como referência na avaliação. Isso possibilita ter o conhecimento da abrangência dos resultados da avaliação. Na Norma Brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013), há dados de dias típicos de projeto para algumas capitais brasileiras com frequência de ocorrência da ordem de 10% (Tabela 4.4). Especificamente para a cidade de São Paulo, há também dados climáticos de dias típicos de projeto apresentados por Akutsu e Vittorino (1991), para condições com frequência de ocorrência entre 1 e 30 %, como indicado na Tabela 4.5.

**Tabela 4.4** – Valores máximos da temperatura do ar exterior em dias típicos de verão em algumas capitais brasileiras segundo a norma NBR 15575 (ABNT, 2013)

Cidade	Temperatura máxima diária (°C)	Amplitude diária de temperatura (°C)	Temperatura de bulbo úmido (°C)	Radiação solar no plano horizontal (Wh/m <sup>2</sup> )
Brasília	31,2	12,5	20,9	4625
Campo Grande	33,6	10	23,6	5481
Cuiabá	37,8	12,4	24,8	4972
Curitiba	31,4	10,2	21,3	2774
Manaus	34,9	9,1	26,4	5177
São Paulo	31,9	9,2	21,3	5180

**Tabela 4.5** – Valores máximos da temperatura do ar exterior em dias típicos de verão em função da sua frequência de ocorrência segundo Akutsu e Vittorino (1991)

Frequência de ocorrência (%)	Temperatura máxima do ar exterior
1	33,2
2,5	32,5
5	32,2
10	31,4
20	30,0
30	29,1

## 5 CONCLUSÕES

As condições climáticas de verão em várias localidades brasileiras podem contribuir com parcela significativa de calor no ambiente interno de edificações podendo levar à sobrecarga térmica de trabalhadores.

Desse modo, para uma avaliação criteriosa do risco de sobrecarga térmica de trabalhadores é fundamental levar em conta tanto as características da edificação e da sua ocupação, quanto as condições climáticas do local em períodos representativos das condições de verão, tendo em vista os

momentos mais críticos a serem considerados na avaliação do desempenho térmico do ambiente. Isto foi evidenciado no estudo de caso apresentado, onde se pode observar a grande variação da temperatura do ar interior ao longo do período de ocupação dos trabalhadores, o que define os horários mais adequados para se proceder as medições, como também os níveis de temperatura alcançados no ambiente interno, em função dos níveis de temperatura apresentados pelo ar externo, o que define os períodos do ano mais adequados para as medições.

## REFERÊNCIAS

AKUTSU, M.; VITTORINO, F. Proposta de procedimentos para o tratamento de dados climáticos. In: Encontro Nacional de Normalização Ligada ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Ambiental em Edificações, 1990. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3:** Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social - Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575:** Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BUDD, Grahame M. Wet-bulb globe temperature (WBGT) — its history and its limitations - School of Exercise and Sport Science, Faculty of Health Sciences, The University of Sydney, Australia, 2007.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Standard 7726:** Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities. Geneva, 1998.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil – Temperatura máxima absoluta - 1961-1990**, obtida no sítio eletrônico: [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br), 2016.

MINISTÉRIO DO TRABALHO DO BRASIL. **NR-15** - Norma Regulamentadora. Portaria 3.214 de 08 de junho de 1978.

Governo Australiano, sítio eletrônico:  
[http://www.bom.gov.au/info/thermal\\_stress/#wbgt](http://www.bom.gov.au/info/thermal_stress/#wbgt)

Occupational Safety & Health Administration (OSHA), obtida no sítio eletrônico:  
[https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iii/otm\\_iii\\_4.html#7](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html#7), 2016.