

# **AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA SOBRECARGA TÉRMICA EM TRABALHADORES DO SETOR DE MANUTENÇÃO EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL**

Stella de Paiva Espíldora Santolaia (UFPR, Jandaia do Sul – PR) stesantolaia@gmail.com  
Lucas Soares Pina (UFPR, Jandaia do Sul – PR) lucas.soares.pina@gmail.com

## **Resumo**

O presente estudo teve por objetivo a avaliação quantitativa da sobrecarga térmica em trabalhadores do setor de manutenção em um condomínio residencial, baseado nas legislações reguladoras sobre a avaliação térmica, no caso, a norma regulamentadora 15 e a norma de higiene ocupacional 06, do Ministério do Trabalho e Emprego e da FUNDACENTRO respectivamente. O estudo consistiu na identificação dos grupos de exposição similar existentes e posterior avaliação quantitativa deste agente físico seguindo os critérios e procedimentos presentes na NHO 06. Observou-se que há sobrecarga térmica para os trabalhadores do grupo GES B1. Já para grupo GES A1, foi encontrado IBUTG muito próximo do limite máximo de exposição para as características das atividades desenvolvidas.

**Palavras-Chaves:** (Sobrecarga térmica, NR 15, NHO 06, Avaliação quantitativa)

## **1. Introdução**

Os trabalhos gerais de manutenção são atividades que exigem grande disposição física dos trabalhadores, principalmente nas atividades desenvolvidas em condições térmicas elevadas, como as encontradas no Brasil com temperatura média entre 20 e 24°C (IIDA, 1990). Lamberts e Xavier (1998) alertam que as práticas de atividades em condições ambientais extremas de calor podem levar a diminuição da produtividade e qualidade dos trabalhadores ao longo de sua jornada de trabalho, ou ainda, apresentar danos mais sérios a saúde e o bem-estar dos mesmos. O estresse causado pelo calor provoca fadiga mental e física, afeta a concentração e o humor, fatores esses, que aumentam o risco de acidentes de trabalho (WASTERLUND, 2011).

No estudo de calor em ambientes de trabalho, é essencial conhecer a diferença entre conforto térmico e sobrecarga térmica. O conforto térmico depende da sensibilidade de cada pessoa e das condições climáticas do ambiente (Xavier, 2000). Já o conceito da sobrecarga térmica está regulamentado em normas técnicas, condicionado a avaliações quantitativas que representam a intensidade de calor aos quais os trabalhadores estão expostos. Para mensurar esse agente de risco físico, foi desenvolvido em 1957 o índice de bulbo úmido termômetro de globo

(IBUTG), para quantificar o nível de stress térmico. Esse método é de fácil aplicação e de boa precisão, estando presente nas principais normas de saúde e segurança ocupacional (BESHIR; RAMSEY, 1988).

No Brasil, a exposição a sobrecargas térmicas é regida pela NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego que em seu anexo 3 regulamenta as atividades e operações insalubres causados pela exposição ao calor. A norma de higiene ocupacional 06 da FUNDACENTRO define os critérios e os procedimentos necessários para a avaliação da exposição ocupacional ao calor, que resultam em risco potencial de dano a saúde.

O presente estudo teve por objetivo a avaliação quantitativa da sobrecarga térmica em trabalhadores do setor de manutenção em um condomínio residencial, utilizando-se do termômetro de globo e de normas técnicas.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. Saúde e segurança do trabalho**

A Organização Internacional do Trabalho foi criada após o término da primeira guerra mundial, sendo atualmente uma das principais referências sobre saúde e segurança do trabalho. O principal objetivo da OIT é a melhoria da qualidade de vida e a proteção à saúde e segurança dos trabalhadores (CHAGAS, 2012).

A ILO (2009) orienta que para se conseguir avanços na saúde e segurança do trabalho necessita-se da colaboração efetiva dos empregadores e empregados. Descreve também a saúde e a segurança do trabalho como uma área de estudo multidisciplinar que tem como objetivo:

- a) “A promoção e a manutenção dos mais elevados níveis de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores de todos os setores de atividade;
- b) A prevenção para os trabalhadores de efeitos adversos para a saúde decorrentes das suas condições de trabalho;
- c) A proteção dos trabalhadores no seu emprego perante os riscos resultantes de condições prejudiciais à saúde;
- d) A colocação e a manutenção de trabalhadores num ambiente de trabalho ajustado às necessidades físicas e mentais;
- e) A adaptação do trabalho ao homem”.

## **2.2. Riscos ambientais e sua classificação**

No Brasil, a legislação que trata e define os riscos ambientais é a norma regulamentadora 9 do Ministério do Trabalho e Emprego. Em seu item 9.1.5, a norma descreve o que para a sua execução, passa a ser considerado riscos ambientais, que são riscos, físicos, químicos e biológicos, que podem causar danos à saúde dos trabalhadores dependendo de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição.

A NR 9, além de classificar também descreve os riscos ambientais, o que pode ser observado em seus itens 9.1.5.1 ao 9.1.5.3:

- a) “São considerados agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e ou ultrassom;
- b) São considerados agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar o organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão;
- c) São considerados agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros”.

## **2.3. Limites de tolerância ao calor**

A legislação que define os limites de tolerância ao calor é a norma regulamentadora 15 do Ministério do Trabalho e Emprego, em seu anexo 3. Também pode-se utilizar como referência a norma de higiene ocupacional 06 da FUNDACENTRO. A NHO 06 define o limite de tolerância como sendo as condições em que os trabalhadores podem estar expostos durante a sua jornada de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à saúde. Nos quadros 1, 2 e 3, constam os limites presentes no anexo 3 da NR 15.

Quadro 1 – Regime de trabalho

| <b>REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (POR HORA)</b> | <b>LEVE</b>   | <b>MODERADA</b> | <b>PESADA</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| Trabalho contínuo                                                                           | Até 30,0      | Até 26,7        | Até 25,0      |
| 45 minutos trabalho<br>15 minutos descanso                                                  | 30,1 a 30,5   | 26,8 a 28,0     | 25,1 a 25,9   |
| 30 minutos trabalho<br>30 minutos descanso                                                  | 30,7 a 31,4   | 28,1 a 29,4     | 26,0 a 27,9   |
| 15 minutos trabalho<br>45 minutos descanso                                                  | 31,5 a 32,2   | 29,5 a 31,1     | 28,0 a 30,0   |
| Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas de controle.                            | Acima de 32,2 | Acima de 31,1   | Acima de 30,0 |

Fonte: NR 15

Quadro 2 – Limite de tolerância por taxa metabólica

| <b>M (Kcal/h)</b> | <b>MÁXIMO IBUTG</b> |
|-------------------|---------------------|
| 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

Quadro 3 – Taxas de metabolismo por tipo de atividade

| <b>TIPO DE ATIVIDADE</b>                                                           | <b>Kcal/h</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Sentado em repouso                                                                 | 100           |
| Trabalho leve                                                                      |               |
| Sentado, movimentos moderados com braços e troco (ex: datilografia)                | 125           |
| Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex: dirigir)                    | 150           |
| De pé, trabalho leve, 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 fadigante                                                                 | 550           |

Fonte: NR 15

O Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) expresso em °C, é o índice utilizado para se realizar a avaliação da exposição ocupacional ao calor e leva-se em consideração a temperatura, velocidade e umidade do ar e calor radiante (NHO 6).

#### **2.4. Danos à saúde causados pelo calor**

Ciocci (2004) considera o calor como o causador de inúmeros danos ao ser humano, podendo seu grau variar dependendo dos parâmetros analisados como a idade e as características das atividades realizadas.

O autor também descreve que exposições frequentes em ambientes com altas temperaturas, podem causar câimbras, fadigas, danos cerebrais e até óbito. Já Moura e Marques (2007) descrevem que o excesso de calor também provocaria inflamações oftálmicas, problemas dermatológicos, neurológicos, cólicas, gases, diarreias, dentre outros problemas ao aparelho digestório. O quadro 4 apresenta dados que associam a temperatura ao seu nível de perigo e sintomas causados ao ser humano.

Quadro 4 – Danos a saúde causados pela temperatura

| <b>TEMPERATURA APARENTE</b> | <b>NÍVEL DE PERIGO</b> | <b>SÍNDROMES DE CALOR (SINTOMAS)</b>                                                               |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27° a 32°C                  | Atenção                | Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física                                |
| 32° a 41°C                  | Muito cuidado          | Possibilidade de câimbras, esgotamento e insolação para exposições prolongadas e atividade física. |
| 41° a 54°C                  | Perigo                 | Câimbras, insolação e esgotamento prováveis. Possibilidade de dano cerebral (AVC)                  |
| Superior á 54°C             | Extremo perigo         | Insolação e acidente vascular cerebral (AVC) iminente                                              |

Fonte: Ciocci 2004

### **3. Materiais e métodos**

#### **3.1. Equipamento utilizado**

O equipamento utilizado para as medições foi o termômetro de globo da marca INSTRUTHERM modelo TGD 200, que atende todos os parâmetros necessários descritos na NHO 06.

#### **3.2. Metodologia utilizada**

A NHO 06 descreve as recomendações e procedimentos necessários para a correta medição de calor, desde requisitos mínimos aos quais os equipamentos devem seguir até o seu correto

posicionamento. Ainda segundo a norma de higiene ocupacional, o termômetro deverá estar estabilizado, que consiste em deixá-lo ligado no ambiente por 30 minutos até que a sua variação de temperatura seja menor que 0,2 °C. Posteriormente, deve-se posicionar o equipamento próximo a fonte geradora de calor no ambiente e na área do corpo do trabalhador mais exposta a esse agente de risco. Quando não é possível se verificar essa fonte, a norma orienta para o posicionamento do termômetro na altura do tórax do trabalhador.

Durante a etapa das medições, verificou-se que as atividades eram realizadas a céu aberto ou em ambientes onde não se apresentavam fontes geradoras, o calor era proveniente da radiação não ionizante advinda da radiação solar, portanto, utilizou-se a recomendação da posição do equipamento próximo ao tórax do trabalhador.

As medições foram realizadas em cada ciclo de exposição do trabalhador como orienta a NHO 06, como os mesmos permaneciam nos mesmos ambientes durante toda a jornada de trabalho, realizou-se as medições em apenas um ponto durante o período vespertino, que é quando se obtém as maiores intensidades de raios solares.

A NR 15 e a NHO 06, descrevem as equações que devem ser utilizadas para o cálculo do IBUTG para quando as atividades são realizadas internamente ou externamente sem carga solar direta e externamente com carga solar direta. Para atividades internas ou externas sem carga solar direta, utiliza-se da equação representada na figura 1.

Figura 1 – Equação de IBUTG para ambientes internos ou externos sem carga solar direta

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

Fonte: NHO 06

Já para as atividades externas com carga solar direta, utiliza-se da equação representada na figura 2.

Figura 2 – Equação de IBUTG para ambientes externos com carga solar direta

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

Fonte: NHO 06

Sendo tbn (temperatura de bulbo úmido natural), tg (temperatura de globo) e tbs (temperatura de bulbo seco).

### 3.3. Definição dos pontos de avaliação

Inicialmente definiram-se os pontos de avaliações pelos grupos GES presentes na manutenção. Neste setor há trinta colaboradores, suas funções e quantidades estão apresentadas no quadro 5.

Quadro 5 – Quadro de funcionários do setor de manutenção

|                   |                                 |           |
|-------------------|---------------------------------|-----------|
| <b>MANUTENÇÃO</b> | Ajudante geral                  | 5         |
|                   | Assistente de manutenção        | 1         |
|                   | Auxiliar de manutenção          | 2         |
|                   | Auxiliar de almoxarifado        | 1         |
|                   | Coordenador de manutenção       | 1         |
|                   | Jardineiro                      | 3         |
|                   | Motorista                       | 3         |
|                   | Operador de máquina lateral     | 6         |
|                   | Operador de máquina trituradora | 1         |
|                   | Pedreiro                        | 1         |
|                   | Pintor                          | 3         |
|                   | Supervisor de manutenção        | 1         |
|                   | Técnico elétrica e eletrônica   | 1         |
|                   | Tratorista                      | 1         |
| <b>Total:</b>     |                                 | <b>30</b> |

Fonte: Autor

A NHO 06 define o Grupo de Exposição Similar (GES), como sendo um “grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, levando em consideração as condições térmicas e as atividades físicas desenvolvidas, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos que compõem o mesmo grupo”.

Após realizada a definição foram encontrados quatro grupos de exposição similar, GES A1, GES A2, GES B1 e GES B2, descritos conforme apresenta o quadro 6.

Quadro 6 – Grupos de exposição similar

| GES A1             | GES A2               | GES B1               | GES B2                   |
|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| Ass. de manutenção | Aux. de almoxarifado | Ajudante geral       | Coord. de manutenção     |
| Aux. de manutenção |                      | Jardineiro           | Superv. de manutenção    |
|                    |                      | Op. Maq. Lateral     | Motorista                |
|                    |                      | Op. Maq. Trituradora | Tratorista               |
|                    |                      |                      | Téc. elétrica/eletrônica |

Fonte: Autor

Os grupos GES foram classificados em A, para as atividades internas ou externas sem incidência direta de sol e B para as atividades externas com incidência direta de sol. O grupo A, ainda foi subdividido em A1 e A2, pois no ambiente de trabalho do primeiro grupo não há ventiladores, ao contrário do segundo que possui essa ventilação, sendo ambos ambientes cobertos. Para o grupo B, também houveram subdivisões, pois no grupo B1 estão as funções classificadas como atividade moderada e para o B2 as funções como de atividade leve. Foram necessárias avaliações em três pontos diferentes para a análise completa da sobrecarga térmica dos trabalhadores da manutenção, pois a única diferença entre os grupos B1 e B2 são o tipo de atividade conforme NR 15, que alteram seus limites máximos de exposição e não o ambiente de trabalho.

## **4. Resultados e discussão**

### **4.1. Medições**

#### **4.1.1. Grupo GES A1**

Para o grupo GES A1, a referência foi a função auxiliar de manutenção. Utilizou-se os quadros presentes no anexo 3 da NR 15 que foram apresentados no item 2.3 deste trabalho para a classificação da atividade como contínua e leve. Como a atividade não é executada a céu aberto conforme representado na figura 3, utilizou-se a equação da figura 1, obtendo-se o resultado de IBUTG de 28,2 °C.

Figura 3 – Registro fotográfico da medição GES A1



Fonte: Autor

#### 4.1.2. Grupo GES A2

Para o grupo GES A2, a referência foi a função auxiliar de almoxarifado. Utilizou-se os quadros presentes no anexo 3 da NR 15 que foram apresentados no item 2.3 deste trabalho para a classificação da atividade como contínua e leve. Como a atividade não é executada a céu aberto conforme ilustra a figura 5, utilizou-se a equação da figura 1, obtendo-se o resultado de IBUTG de 27,6 °C.

Figura 5 - Registro fotográfico da medição GES C



Fonte: Autor

#### 4.1.3. Grupo GES B

Para o grupo GES B, que engloba os grupos B1 e B2, mediu-se a temperatura do ambiente onde as atividades são realizadas, sendo para B1 atividades moderadas e B2 atividades leves conforme o anexo 3 da NR 15 que foram apresentados no item 2.3 deste trabalho. Como a atividade é executada a céu aberto, utilizou-se a equação da figura 2, obtendo-se o resultado de IBUTG de 28,8 °C.

Figura 4 - Registro fotográfico da medição GES B



Fonte: Autor

#### 4.2. Confrontando os resultados e a legislação

A NHO 06 em seu item 5.5 quadro 2, orienta que as vestimentas podem influenciar nas trocas de calor do corpo com o ambiente devendo, portanto, ser consideradas na avaliação da exposição ocupacional ao calor, acrescidos os valores ao IBUTG como descrito na figura 6.

Figura 6 – Incremento de ajuste do IBUTG

| <b>Tipo de roupa</b>                                        | <b>Adição ao IBUTG [°C]</b> |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Uniforme de trabalho (calça e camisa de manga comprida)     | 0                           |
| Macacão de tecido                                           | 0                           |
| Macacão de polipropileno SMS ( <i>Spun-Melt-Spun</i> )      | 0,5                         |
| Macacão de poliolefina                                      | 2                           |
| Vestimenta ou macacão forrado (tecido duplo)                | 3                           |
| Avental longo de manga comprida impermeável ao vapor        | 4                           |
| Macacão impermeável ao vapor                                | 10                          |
| Macacão impermeável ao vapor sobreposto à roupa de trabalho | 12                          |

\*Vestimentas com canuz devem ter seu valor acrescido em 1 °C

Fonte: NHO 06

Confrontando os resultados obtidos nas três avaliações com o limite de exposição, concluíram-se que para os grupos GES A2 e B2, não há existência de sobrecarga térmica aos trabalhadores, os valores encontrados estão abaixo dos limites presentes na NR 15 e NHO 06. Para esses dois grupos não há incremento de vestimenta, pois as roupas utilizadas são as de uniforme tradicional (calça e camiseta de tecido com manga curta ou longa).

Para o grupo GES B1, caracterizou-se a existência de sobrecarga térmica aos trabalhadores, para este grupo também não há incremento de vestimenta. Deve-se a fim de extinguir a sobrecarga térmica, realizar pausas de 30 minutos a cada 30 minutos trabalhados, conforme descrito no quadro 1.

Já para o grupo GES A1, não foi identificado à sobrecarga térmica aos trabalhadores, mas quando se considera o incremento de vestimenta de 1 °C pelo uso de capuz seu resultado final foi 29,2°C estando próximo do limite máximo permitido.

## **5. Considerações finais**

A realização de atividades em situações de temperaturas elevadas é comum, principalmente em algumas regiões do Brasil devido ao clima, afetando assim a concentração, o rendimento e a qualidade dessas atividades. Essa exposição também causa graves danos à saúde dos trabalhadores como inflamações oftálmicas, danos neurológicos e de todo o aparelho digestório, seu controle é de grande importância para à saúde e segurança dos trabalhadores, sendo essa a justificativa para a realização do presente estudo. Para se quantificar a intensidade de calor em que os trabalhadores estão expostos em suas rotinas de trabalho, realizou-se a avaliação térmica do ambiente em que as atividades estavam sendo executadas.

Concluiu-se que não há sobrecarga térmica para os trabalhadores que compõem os grupos de exposição similar A2 e B2. Para os trabalhadores do grupo B1 foi caracterizada a existência da sobrecarga devendo-se adotar pausas para extingui-la. Já para os trabalhadores que compõem o grupo GES A1, foi encontrado IBUTG próximo ao limite máximo de exposição, recomendando-se mudanças de vestimenta para os trabalhadores.

## **REFERÊNCIAS**

Ana Maria Resende Chagas (Org.). **Saúde e Segurança no Trabalho no Brasil: Aspectos Institucionais, Sistemas de Informação e Indicadores**. São Paulo, 2012. Disponível em:<[http://ftp.medicina.ufmg.br/osat/biblioteca-outros/2017/livro\\_saudenotrabalho.pdf](http://ftp.medicina.ufmg.br/osat/biblioteca-outros/2017/livro_saudenotrabalho.pdf)>. Acesso em: 05 fev. 2018.

BESHIR, M. Y.; RAMSEY, J. D. **Heat stress indices: a review paper**. International Journal of Industrial Ergonomics, v. 3, p. 89-102, 1988.

CIOCCI, Marcus V., **Reflexos do Excesso de Calor na Saúde e na Redução da Produtividade**, Add Eletronics, Compilado a partir das publicações: Excessive Heat and Worker Safety – Universidade da Pensilvânia e NASA Report CR- 1205-VOL-1 "Compendium of Human Responses to the Aerospace Environment"

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO. **NHO 06:** Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor. Brasília, 2018.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher. 1990. 614 p.

ILO. **INTRODUÇÃO À SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO**. Genebra, 2009. Disponível em: <[http://www.ilo.org/public/portugue/region/eurpro/lisbon/pdf/pub\\_modulos2.pdf](http://www.ilo.org/public/portugue/region/eurpro/lisbon/pdf/pub_modulos2.pdf)>. Acesso em: 05 fev. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 09: PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS**. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 15:** Atividades e Operações Insalubres. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

MOURA, Flávia de Barros Prado; MARQUES, José Geraldo Wanderley. **Zooterapia popular na Chapada Diamantina: uma medicina incidental?** Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/csc/2008.v13suppl2/2179-2188/pt/>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

WASTERLUND, D. S. **A review of heat stress research with application to forestry**. Applied Ergonomics, v. 29, n. 3, p. 179- 183, 1998.

Xavier AAP. **Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias – teoria física aliadas a estudos de campo**. [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2000.

XAVIER,A.A.P., LAMBERTS, R. **“Thermal Comfort in Free Running School Buildings, in South Brazil”**. In: 2nd European Conference on Energy Performance and Indoor Climate in Buildings and 3rd International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings. *Proceedings*. Lyon: 1998, p.213-218.