

## Conforto térmico no ambiente de trabalho: avaliação das variáveis subjetivas da percepção do calor

Graciela Santos Joana Ferreira de Oliveira – gra\_joana@yahoo.com.br

Marluce Teixeira Andrade Queiroz - marluce.queiroz@yahoo.com.br

Rodrigo Gorza Pagiola - rodrigopagiola@yahoo.com.br

Wellington Luiz Ferreira - wellington.engenharia@yahoo.com.br

### RESUMO

*O conforto térmico é condição essencial para a saúde, segurança e produtividade dos trabalhadores. Neste estudo, avaliou-se a exposição ao calor em um setor de uma empresa pública do Colar Metropolitano do Vale do Aço. Mensurou-se o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) para avaliação da sobrecarga térmica em comparação com a Norma Regulamentadora 15 (NR-15). Além disso, foi aplicado um questionário semi-estruturado para identificação de variáveis subjetivas. O cálculo do PMV e PPD foi intermediado pelo software Ladesys v1.0, desenvolvido pelo LADE da UFMS, sendo constatadas significativas variações entre o PMV calculado e o PMV subjetivo, justificadas principalmente por diferenças de idade e vestuário. Verificou-se que o padrão de operação estava comprometido em função das condições termo-ambientais inadequadas, embora o IBUTG estivesse abaixo do Limite de Tolerância estabelecido na NR-15. Sugeriram-se a implantação de sistema de ventilação central, climatização e orientação para os trabalhadores quanto às necessidades de reposição de líquidos e alimentação. Além disso, ações para controle de hipertensão e desidratação, dentre outros agravos, deverão ser incluídas no Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO). Entende-se que a divulgação destes resultados deverá contribuir para fomentar ações de proteção ao trabalhador em situações semelhantes.*

Palavras-chave: Conforto térmico; Índices PMV e PPD; Medidas de Controle; Saúde do Trabalhador.

### 1. INTRODUÇÃO

Devido à sua grande extensão territorial, o Brasil apresenta diferentes regimes de chuvas e de temperaturas. De norte a sul encontra-se uma vasta variedade de climas com distintas características regionais. Nessa perspectiva, a região estabelecida pelo Colar Metropolitano do Vale do Aço tem como característica predominante os climas quentes, por sua localização latitudinal, e apresenta temperaturas de até 35°C, nos dias mais quentes, na estação do verão (Diário do Aço, 2010).

As altas temperaturas percebidas nas cidades delimitadas pelo Colar Metropolitano e a ciência dos efeitos nocivos da exposição a temperaturas anormais, tais como: sudorese, febre e prostração térmica, câibras de calor e intermação são pontos sugestivos para a necessidade de se avaliar o conforto térmico dos trabalhadores em seus respectivos espaços laborativos.

O conforto térmico, gerido pelo sistema termorregulador, que mantém o equilíbrio térmico do corpo humano, pode sofrer influências de fatores como: taxa de metabolismo, isolamento térmico da vestimenta, umidade relativa, temperatura e velocidade relativa do ar e temperatura radiante média. A combinação desses fatores é o principal determinante da sensação de conforto ou desconforto térmico, sendo os dois primeiros parâmetros chamados de variáveis pessoais e os quatro últimos de variáveis ambientais, conforme a ISO 7730/94.

O principal problema para este estudo consiste na tentativa de explanação a respeito do conforto térmico ser uma sensação e, portanto, subjetiva, isto é, dependente das pessoas. Nesse sentido, tal questão motivou a necessidade de investigar o ambiente laboral de um setor administrativo em uma empresa pública de administração pública municipal pertencente ao Colar Metropolitano do Vale do Aço (CMVA), com o intuito de verificar a percepção dos entrevistados com relação às influências do calor na eficiência e produtividade do trabalho, confrontando os resultados coletados e calculados, com a real percepção dos envolvidos. Além de corroborar a importância de se estabelecer um ponto de atenuação médio, que leve em consideração as percepções subjetivas individuais, de forma que todos possam se sentir termicamente confortáveis.

A escolha pelo setor de Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) baseou-se no fato de ser este um segmento importante para a organização, em função da relevância das suas atribuições e incorporar requisitos tais como, raciocínio lógico e concentração .

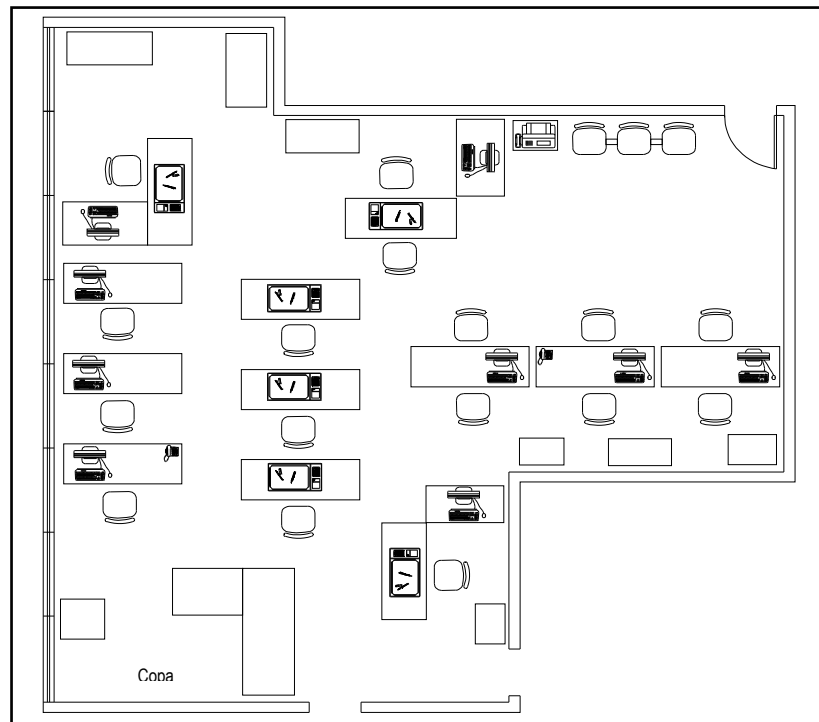
Este estudo, objetivou portanto, avaliar as condições psicofisiológicas nas quais os funcionários do setor SESMT daquela empresa são submetidos durante a jornada de trabalho, identificando e ponderando a influência das variáveis pessoais e do uso das vestimentas na percepção do conforto térmico, e, por meio dos resultados alcançados, sugerir intervenções ambientais visando neutralizar as atuais condições do setor.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha do método de avaliação da exposição ao calor foi feita através da Norma de Higiene Ocupacional - NHO 06 da Fundação Jorge Duprat Figueiredo (FUNDACENTRO) e a partir do *Roteiro para o Trabalho de Conforto Térmico* (RTCC) desenvolvido pelo LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, da Universidade Federal de Santa Catarina, suficiente para a aplicação ao *software* de cálculo de PMV e PPD. O RTCC estabelece que o trabalho referente às medições e avaliações de conforto térmico de um ambiente interno deve conter no mínimo as medidas de todas as variáveis ambientais, ou seja, temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e umidade do ar. Tais medidas devem ser obtidas, pelo menos, em dois períodos do dia, pela manhã (no mínimo 1 hora e 20 minutos) e à tarde (no mínimo 1 hora e 20 minutos). Além disto, o ambiente a ser escolhido deve conter no mínimo 05 pessoas em seu interior, para que se possa aplicar o questionário de avaliação subjetiva. Tais especificações são satisfatórias para alcançar os objetivos determinados pela pesquisa.

A amostra foi estabelecida de forma aleatória, sendo selecionados 05 (cinco) funcionários de cada turno de trabalho, ou seja, matutino e vespertino, sendo abrangido os horários mais críticos do viver laboral. Ressalta-se que 02 (dois) deles compuseram a amostragem em todo o período selecionado. Em cada turno da medição havia 03 mulheres e 02 homens, com idades variando entre 20 a 48 anos.

O ambiente correspondia a um departamento, localizado no 3º andar de um edifício de 07 andares, que possui em seu interior mesas, cadeiras e armários, sendo que 60% das mesas são postos de trabalho com computador. O mesmo possui uma única porta destinada para entrada e saída, e outras duas passagens para um banheiro e uma outra sala, ambos não inclusos na avaliação. As paredes são de madeira, com estabelecimento do sistema de divisória, e uma de suas paredes é composta por grandes janelas com vidros transparentes com abertura do tipo basculante. Por essas janelas, a sala recebe durante todo o período da tarde a incidência de raios solares em dias ensolarados e por este motivo, foram instaladas persianas do tipo PVC para atenuar os efeitos do calor, porém, as mesmas se encontram em mau estado de conservação.



**Figura 1:** Layout departamento

Uma primeira medição foi realizada no turno da manhã, das 10h20 às 11h40, e a outra foi realizada no turno da tarde, das 14h20 às 15h40, ambas no dia 26/03/2010. Antes das medições, os funcionários responderam algumas questões referentes aos dados pessoais, aspectos profissionais, quanto ao uso de vestimentas e de opinião pessoal a respeito de como a exposição ao calor repercutia em seu trabalho.

O questionário compreendeu 07 etapas sendo que as etapas 01 e 02 referiram-se a dados pessoais, por uma questão de identificação e classificação. As etapas 03 e 04 referiram-se ao regime e ao tipo de trabalho desenvolvido, para confrontar com informações da legislação, constantes na NR-15, anexo 03. A etapa 05 referiu-se ao tipo de vestimenta utilizada pelo funcionário, conforme a ISO 9920/95, para avaliação da resistência térmica, ou seja, a capacidade de troca térmica da vestimenta com o ambiente. Já a etapa 06 questionava a opinião em relação à produtividade e saúde do funcionário exposto ao calor, para confrontar com os resultados encontrados. E a etapa 07 tratava-se da avaliação subjetiva, baseada na ISO 7730/94 e na ISO 10551/95, em que cada funcionário respondia no momento da medição a 04 perguntas, assinalando a cada 20 minutos (sinalizados pelo aplicador do questionário) a percepção individual em relação ao calor e ao ambiente. Nessa ocasião, ocorrem 05 momentos para assinalar, 01 a cada 20 minutos.

## 2.1. DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES PMV E PPD

Segundo a ISO 7730/94, o índice PMV (*Predicted Mean Vote*) Voto Médio Preditivo, indica a sensação térmica das pessoas, representada pela escala seguinte:

|            |      |                   |        |                     |        |              |
|------------|------|-------------------|--------|---------------------|--------|--------------|
| -3         | -2   | -1                | 0      | +1                  | +2     | +3           |
| Muito frio | Frio | Ligeiramente frio | Neutro | Ligeiramente quente | Quente | Muito quente |

-0.5      Conforto térmico      +0.5

← Desconforto por frio      Desconforto por calor →

**Figura 2:** Escala de Sensação Térmica

Fonte: ISO 7730/94

A escala de sensação térmica apresenta uma linha graduada que varia de -3 a +3 que permite uma avaliação termo-ambiental com temperaturas reduzidas ou elevadas. O conforto térmico se enquadra no intervalo numérico de -0,5 e +0,5, para ambientes frios e quentes, respectivamente. Sendo que, os valores estimados maiores que  $\pm 0,5$  caracterizam o desconforto térmico por calor ou frio, conforme o ambiente avaliado.

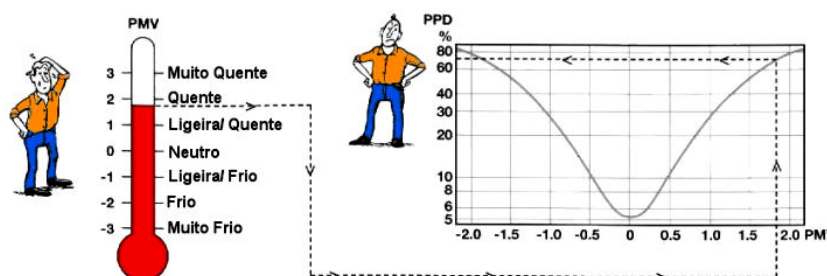
Este índice pode ser determinado de forma subjetiva, a partir do preenchimento do questionário, como também pode ser calculado a partir do software Ladesys v1.0, desenvolvido pelo LADE – Laboratório de Análise e Desenvolvimento de Edificações pertencente ao DEC - Departamento de Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, através da inserção dos dados requeridos. Estes dados são divididos em variáveis ambientais que compreende os tópicos de temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), velocidade absoluta do ar (m/s), temperatura radiante média ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa (%), e em variáveis pessoais, que solicita informações a respeito de vestimenta ( $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{C/W}$ ) e taxa metabólica ( $1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$ ).

As variáveis ambientais foram medidas a partir do aparelho IBUTG, no qual os valores de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo foram apresentados. Os valores relacionados à umidade relativa do ar do ambiente foram calculados a partir dos valores da temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido, além da pressão atmosférica (ETEC, 2010).

E com relação à velocidade absoluta do ar, tal informação fora obtida a partir do valor da velocidade relativa do ar. Esta pode ser medida com um anemômetro unidirecional com características especificadas na ISO 7726/98 ou calculada. A ISO 7730/94 estima que devido ao movimento do corpo, a velocidade relativa do ar ( $v_{\text{ar}}$ ) é *zero* para as atividades sedentárias ( $M \leq 1 \text{ met}$ ) e  $v_{\text{ar}} = 0,3 \cdot (M-1)$  para  $M > 1 \text{ met}$ , sendo  $v_{\text{ar}}$  apresentada em m/s.

Finalizando essa sequência metodológica para coleta das informações, os dados relacionados à vestimenta e taxa metabólica foram obtidas a partir do questionário aplicado aos funcionários.

O índice PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) indica a Percentagem de Pessoas Insatisfeitas com as condições térmicas de um ambiente e está diretamente relacionado com o PMV, o qual pode ser obtido a partir dos mesmos dados e software utilizado no cálculo do PMV, ou por meio do esquema destacado abaixo:



**Figura 3:** Percentagem de Pessoas Insatisfeitas em função do Voto Médio Estimado (PMV)

**Fonte:** MARTINHO, 2000

Para a determinação do PPD através do gráfico PPDxPMV faz-se necessário obter o valor do PMV, através de cálculos ou questionário subjetivo. A partir deste valor, foram identificados no eixo x do gráfico, valores correspondentes ao PMV, que através de uma curva pré-determinada, tem uma relação lógica que permite o estabelecimento do índice PPD, localizado no eixo y, em forma de porcentagem.

Esse índice é importante na análise do conforto térmico porque, conforme a Norma ISO 7730/94, um recinto é considerado termicamente confortável quando o PPD não supera o valor de 10%, ou seja, quando o número de pessoas insatisfeitas não ultrapassa os 10% dos envolvidos.

Mediante estas informações, podem-se calcular os valores de PMV e PPD.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medições realizadas no dia 26/03/2010 possibilitaram inferir resultados a partir dos quais as condições ambientais do setor analisado foram avaliadas.

Os valores foram obtidos a partir do aparelho digital IBUTG, e observou-se que em ambas as medições os valores de IBUTG aferidos foram superiores a 25°C, porém o índice não ultrapassou o valor de 27°C.

Segundo a NR-15, anexo 03, que trata de limites de tolerância para exposição ao calor, para atividade leve, com regime de trabalho contínuo, o índice IBUTG poderá atingir até 30°C, sendo que, ao ultrapassar esse valor, o ambiente será considerado insalubre, conforme tabela a seguir:

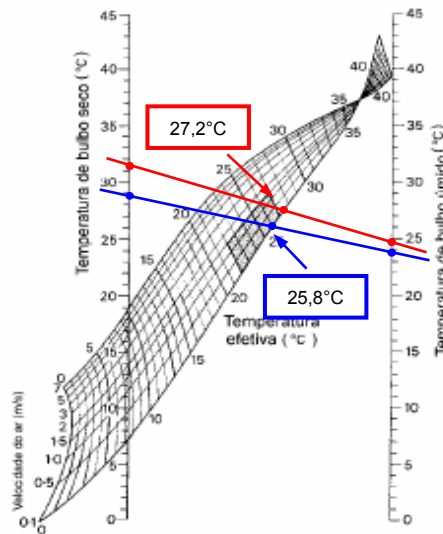
**Tabela 1:** Limites de Tolerância para exposição ao calor

| 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<br>15 minutos descanso   | 30,1 a 30,6       | 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 adequadas de controle             | acima de 32,2     | acima de 31,1 | acima de 30 |

Fonte: NR 15, anexo n°. 03

Baseados nas medições realizadas em ambos os turnos que apresentaram valores de IBUTG inferiores a 27°C, durante todo o período avaliado, e a partir das informações dos funcionários, que confirmaram que a atividade desenvolvida é leve e que o regime de trabalho é contínuo, configura-se que o ambiente não é insalubre.

Com relação à determinação de condições de conforto, nota-se que, segundo a norma correspondente à Ergonomia - NR-17, os locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constante, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendados um índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C. Mediante esta informação, fez-se necessário calcular a máxima e mínima temperatura efetiva do ambiente avaliado, a partir dos valores de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e velocidade do ar.

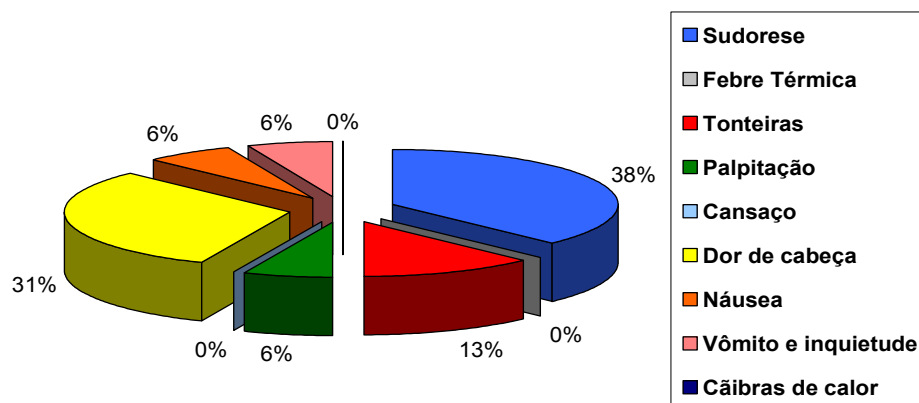


**Figura 4:** Escala de temperatura efetiva normal (para pessoas normalmente vestidas).

Fonte: AMARAL, 2005

Para o cálculo de temperatura efetiva, utilizou-se o gráfico ábaco. Primeiramente, marcou-se, na escala da esquerda, a temperatura de bulbo seco igual a 31,4°C, e em seguida, marcou-se, na escala da direita, a temperatura de bulbo úmido correspondente a 24,7°C. Traçou-se um segmento de reta ligando-se as duas marcas e tomou-se o valor da velocidade do ar, conforme cálculo da ISO 7730/94, de 0,06 m/s, na extremidade inferior do ábaco, determinando o valor de temperatura efetiva máxima de 27,2°C. O mesmo procedimento foi realizado na determinação do valor da temperatura efetiva mínima de 25,8°C, sendo os valores de bulbo seco igual a 28,8°C, temperatura de bulbo úmido igual a 23,4°C e velocidade do ar de 0,06 m/s. Observando-se que o ambiente tem temperatura efetiva que varia entre 25,8°C e 27,2°C.

Um dos pontos levantados pelo questionário aplicado aos funcionários foi a questão da sintomatologia característica da exposição a temperaturas anormais, que os mesmos já apresentaram durante o período de trabalho. Os resultados obtidos mediante declarações dos entrevistados evidenciaram que os efeitos mais comuns são sudorese, tonteiras e dor de cabeça, que totalizam 82% dos entrevistados (Figura 5). Outros sintomas também percebidos referiram-se a palpitação, náusea, vômito e inquietude correspondendo a 6% do total de entrevistados respectivamente (Figura 5). Além de reações que não foram percebidas por nenhum dos envolvidos, tais como cansaço, febre térmica e câibras de calor (Figura 5).



**Figura 5:** Sintomas declarados pelos entrevistados por meio de questionário

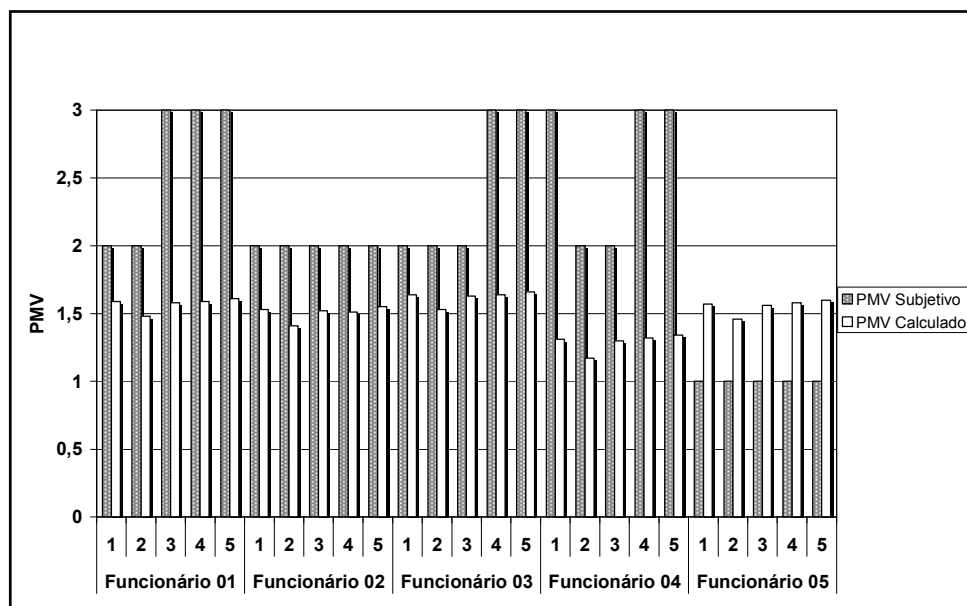
Fonte: Elaboração própria

Por meio do mesmo questionário, obtiveram-se também informações a respeito da opinião pessoal sobre como o calor interfere na produtividade e influencia o temperamento de quem está exposto a esta situação. Os dados relacionavam a percepção da interferência da exposição ao calor em relação à quantidade e qualidade do trabalho, além da mudança do humor.

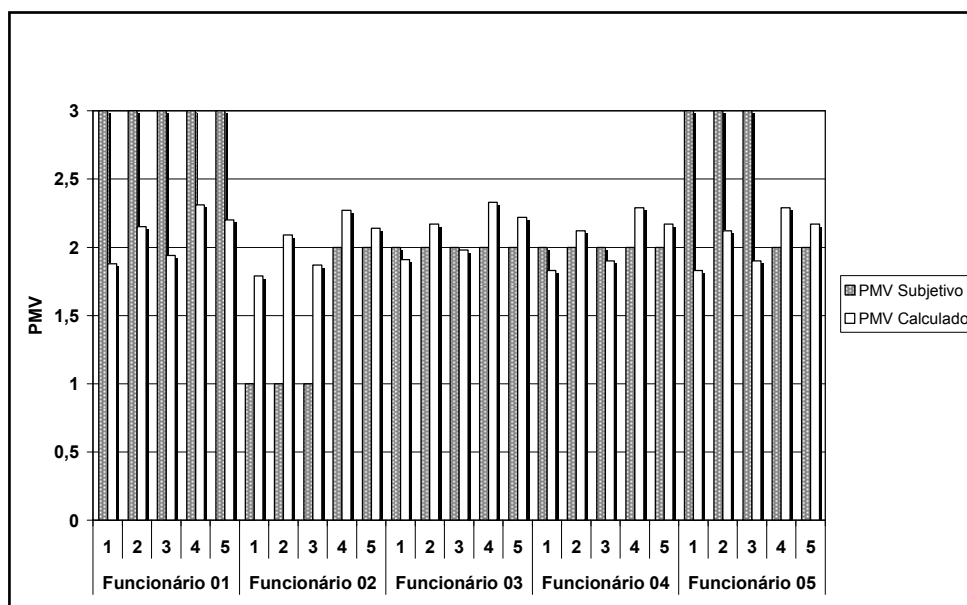
Observou-se que apenas 12,5% dos entrevistados consideraram que a exposição ao calor não interfere em seu humor. Já com relação à qualidade e quantidade de trabalho, 100% dos envolvidos sentem a influência da exposição às temperaturas anormais.

Com relação ao índice PMV – Voto Médio Previsível, pode-se estabelecer importantes relações a partir dos resultados alcançados.

Primeiramente, os dados permitiram coligar a respeito das variações entre o PMV calculado e o PMV subjetivo, conforme os gráficos das medições dos turnos matutino e vespertino.



**Figura 6:** Variação entre calor calculado e percebido – Medição Matutina



**Figura 7:** Variação entre calor calculado e percebido – Medição Vespertina

Após avaliação dos dados declarados e calculados observou-se que todos os resultados, seja do PMV calculado ou do subjetivo, apresentaram valores iguais ou superiores a +1,0, que nos permite ultimar, conforme a escala de sensação térmica da ISO 7730/94, que tanto o ambiente quanto a percepção das pessoas estavam acima do valor de +0,5 que determina o conforto térmico de ambientes quentes, e nota-se também que o ambiente proporciona sensação ligeiramente quente a muito quente, conforme valores que chegam até o limite de +3,0.

Conforme representado pelos gráficos, na percepção dos funcionários a respeito de como estavam se sentindo durante a medição, observa-se uma significativa variação entre o PMV calculado e o subjetivo. Nesse sentido, a medição vespertina teve uma variação média total do PMV de 0,452, valor este menor do que o PMV medido durante o turno matutino de 0,834. Pois o ambiente durante o turno da tarde apresentava temperaturas mais elevadas do que no turno da manhã, o que permitiu diminuir esta diferença entre as opiniões dos funcionários.

A avaliação dos outros dados permitiu também observar como as pessoas submetidas às mesmas condições ambientais podem ter percepções diferentes em relação ao calor, sendo determinadas principalmente por uma variação na resistência térmica das vestimentas.

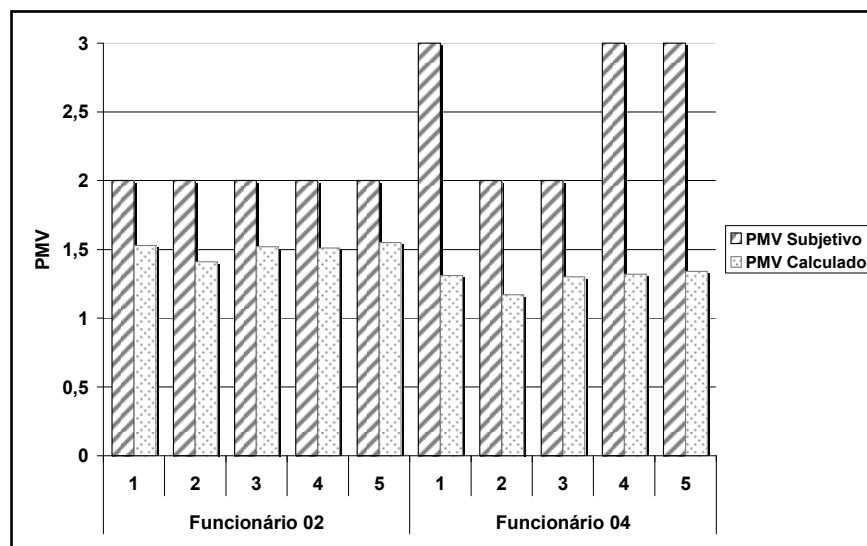
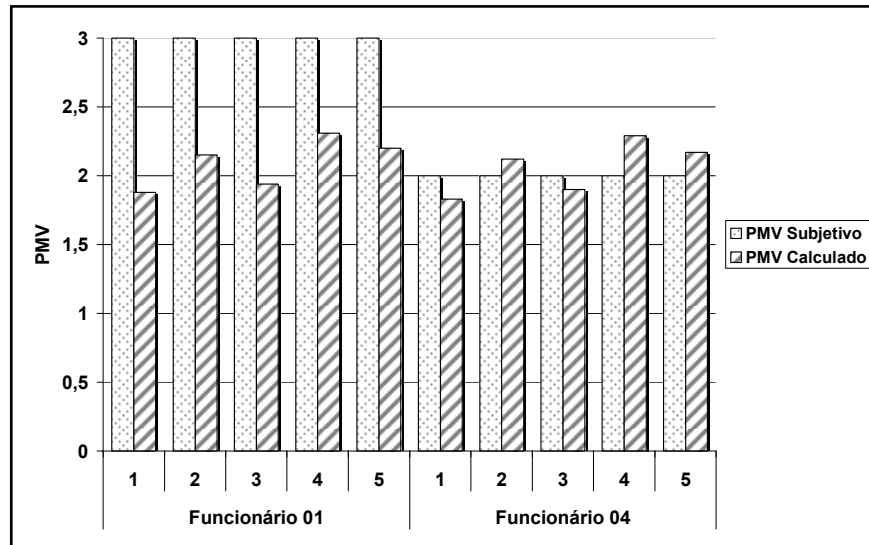


Figura 8: Variação máxima e mínima de PMV – Medição matutina

Na medição matutina, o funcionário 02 foi o que apresentou uma menor variação entre o PMV subjetivo e o calculado, sendo que sua percepção foi estável e com valor +2,0, ou seja, considerou o ambiente quente durante toda a medição, e os valores calculados variaram entre 1,41 e 1,55, que demonstrou que o ambiente tinha condições que variavam entre ligeiramente quente e quente, apresentando índices relativamente aproximados. Já o funcionário 04 apresentou uma maior diferença nos resultados, uma vez que os valores percebidos alternaram entre +2,0 e +3,0, ou seja, sensações variando entre quente e muito quente, e os valores estimados apresentaram-se entre 1,17 e 1,34, não ultrapassando os valores que determinam um ambiente quente, sendo valores bem discrepantes. A mesma relação foi observada na medição vespertina.

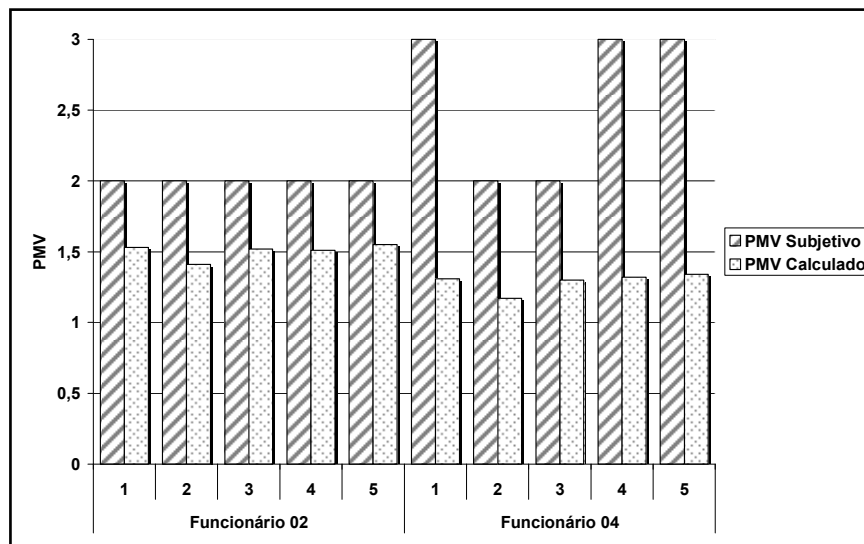




**Figura 9:** Variação máxima e mínima de PMV – Medição vespertina

Na medição vespertina, o funcionário 01 foi o que apresentou uma maior variação entre o PMV percebido e o medido, sendo que sua percepção foi estável e com valor +3,0, ou seja, considerou o ambiente muito quente durante toda a medição, e os valores calculados variaram entre 1,88 e 2,31, que evidenciou que o ambiente tinha condições que variavam entre ligeiramente quente e quente. Já o funcionário 04 apresentou uma menor diferença nos resultados, uma vez que os valores percebidos permaneceram constantes e com valor +2,0, que determina que o envolvido percebia um ambiente quente, e os valores estimados apresentaram-se entre 1,83 e 2,29, sendo valores significativamente aproximados dos valores percebidos pelo funcionário.

Seguindo o mesmo raciocínio de diferença nos resultados calculados e percebidos pelos envolvidos, outras particularidades puderam ser destacadas dentro desta avaliação, conforme gráfico abaixo:



**Figura 10:** Relação PMV e idade

Observa-se na figura anterior que dois entrevistados tiveram resultados antagônicos, com médias de variação de 0,5 para o questionário de menor variação e de 1,31 para o de maior variação, sendo uma diferença plausível.

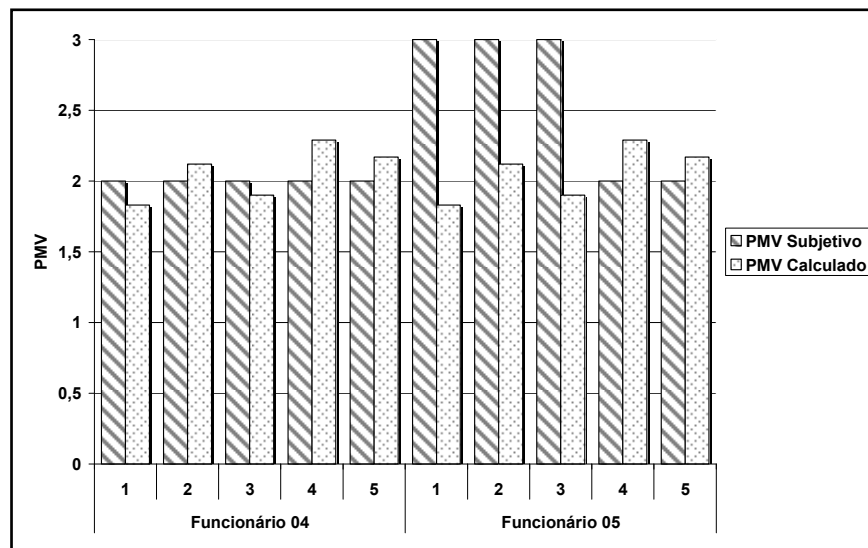
É importante ressaltar alguns dados referentes aos envolvidos especificamente nesta análise.

**Tabela 2:** Dados referentes aos funcionários 02 e 04

| <i>Funcionário</i> | <i>Sexo</i> | <i>Idade</i>   | <i>Resistência da roupa</i> | <i>Média Variação PMV</i> |
|--------------------|-------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|
| <b>02</b>          | Feminino    | <i>25 anos</i> | 0,45 clo                    | <b>0,5</b>                |
| <b>04</b>          | Feminino    | <i>48 anos</i> | 0,25 clo                    | <b>1,31</b>               |

Observa-se que os envolvidos são ambos do sexo feminino, sendo que a resistência térmica das vestimentas utilizadas pelas mesmas é: 0,45clo para o funcionário 02 e de 0,25clo para o funcionário 04. Inicialmente, os dados poderiam nos induzir a concluir que o funcionário 02 sentiria mais calor do que o empregado 04, por estar usando roupas mais resistentes e consequentemente com reduzida capacidade de troca de calor com o meio, porém observa-se situação contrária. Os resultados encontrados entre +01 e +02 da escala de sensação térmica foram naturais, principalmente pelo ambiente no qual estavam inseridas, porém, a variação do resultado real com o percebido foi significativamente expressivo no caso da trabalhadora 04, conforme ilustrado na figura 10, podendo ser justificado pela idade de 48 anos, faixa etária na qual as mulheres podem apresentar os sintomas da menopausa. (ABC da saúde, 2001)

Outra situação que evidenciou a subjetividade da percepção do calor é o caso ocorrido na medição vespertina.

**Figura 11:** Relação PMV e vestimenta

Para avaliação do gráfico anterior se faz necessário conhecer algumas características dos envolvidos.

**Tabela 3:** Dados referentes aos funcionários 04 e 05

| <i>Funcionário</i> | <i>Sexo</i> | <i>Idade</i>   | <i>Resistência da roupa</i> | <i>Atividade Metabólica</i> | <i>Média Variação PMV</i> |
|--------------------|-------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| <b>04</b>          | Feminino    | <i>20 anos</i> | 0,45 clo                    | 1,20 met                    | <b>0,06</b>               |
| <b>05</b>          | Feminino    | <i>22 anos</i> | 0,45 clo                    | 1,20 met                    | <b>0,54</b>               |

Nessa ocasião, ambos os funcionários do sexo feminino, com idades aproximadas de 20 e 22 anos, respectivamente, desenvolvem a mesma função com taxa metabólica de 1,20 met e possuem vestimentas com resistência semelhante, equivalente a 0,45 clo. Porém destacou-se uma diferença expressiva na variação dos resultados calculados e percebidos por

ambas, com variação média do PMV de 0,06 e 0,54, respectivamente. Ou seja, mesmo com a mesma resistência de vestimenta, pessoas diferentes podem perceber o calor de forma mais intensificada que outras.

Em relação à Percentagem de Pessoas Insatisfeitas – PPD, identificou-se uma taxa maior no turno vespertino, por ter sido claramente um período mais quente.

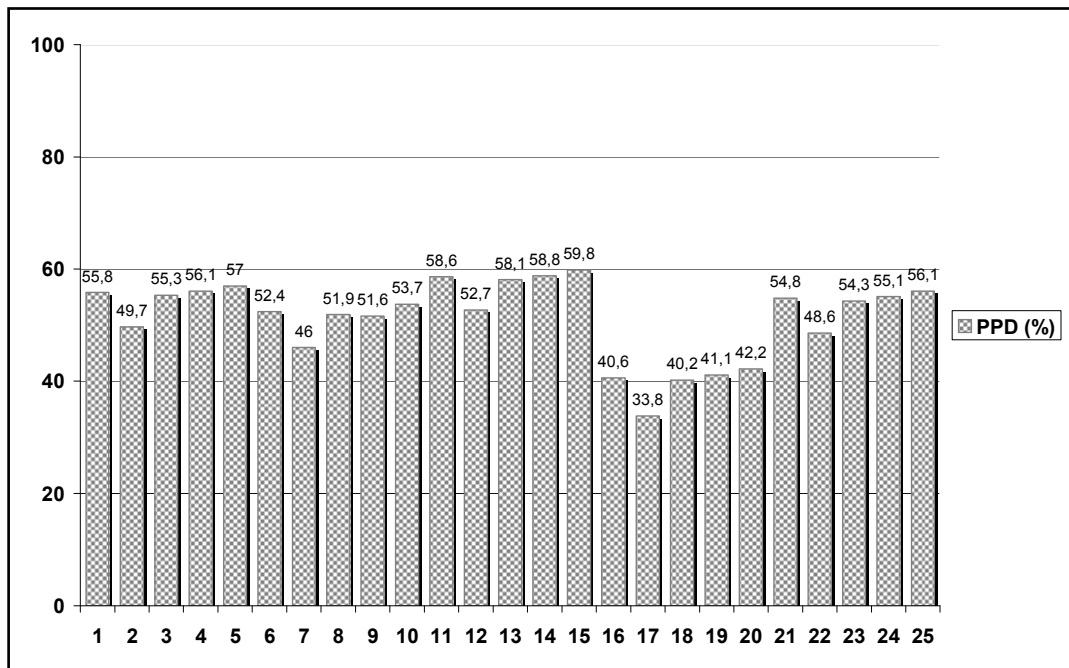


Figura 12: Índice PPD – Medição matutina

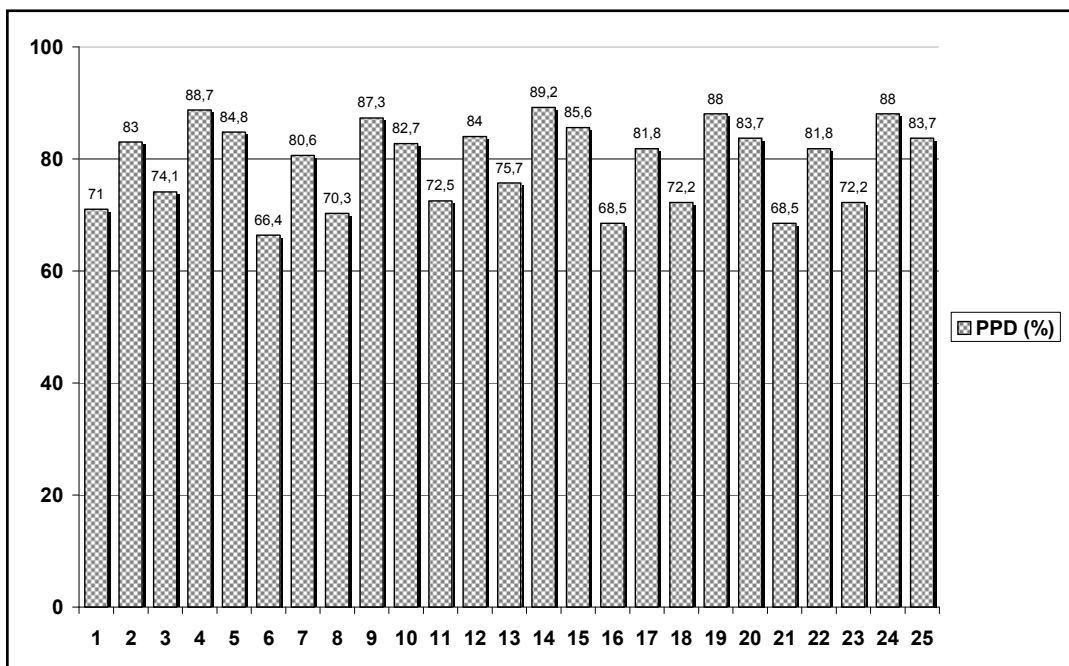


Figura 13: Índice PPD – Medição vespertina

Os valores do PPD foram obtidos através do mesmo software utilizado para o cálculo do PMV, estando estes diretamente relacionados. Observou-se na medição matutina uma variação entre 33,8% a 59,8% de pessoas insatisfeitas e na medição vespertina obtiveram-se valores consideráveis que variaram entre 66,4% a 89,2% de insatisfação. Em consonância

com os resultados obtidos nas medições inferiu-se que o ambiente é termicamente desconfortável, pois conforme a ISO 7730 um recinto é considerado termicamente desconfortável se apresentar durante todas as medições valores de PPD superiores ao valor de 10%.

Em síntese, o estudo permitiu coligir informações para afirmar que os funcionários sofrem interferências psicofisiológicas por perceberem influências negativas à saúde e produtividade ao desenvolverem suas atividades laborais em um ambiente desconfortável termicamente, sendo possível destacar claramente como a subjetividade pode influenciar na percepção térmica do meio, além de ressaltar como idade e a vestimenta são fatores decisivos na mesma avaliação. A partir destes resultados, torna-se claro a necessidade de se implementar medidas de atenuação das condições térmicas vivenciadas no departamento.

#### 4. CONCLUSÃO

Mediante as informações da Norma Regulamentadora 15 (NR 15) e dos valores obtidos a partir das medições, ficou caracterizado que as condições termo-ambientais não eram insalubres, pois em ambos os turnos os valores do IBUTG não ultrapassaram os 30°C estabelecidos como limite, variando entre 25,4°C e 27°C. Faz-se necessário salientar que os funcionários alegaram que o dia no qual foram realizadas as medições não configurava a situação mais crítica, pois o clima estava alternando entre nublado e ensolarado e apresentava temperaturas entre 20 a 32°C (UOL, 2010). Porém, é importante reforçar que para atender os objetivos deste trabalho, as medições realizadas no dia 26/03/2010 foram satisfatórias, uma vez que para uma avaliação técnica, na qual fossem emitidos laudos e determinações, seria necessária a realização de outras medições. Portanto, para efeito das medições referidas neste estudo, o ambiente não é insalubre.

Porém, apesar do setor não apresentar condições que determinem a sua insalubridade, os envolvidos nesta avaliação apresentaram efeitos negativos relacionados à saúde, comum a exposição a temperaturas anormais, além de interferências na produtividade e humor durante a jornada de trabalho.

Tal situação pode ser explicada pelo intervalo de temperatura efetiva, vivenciada no local, que ultrapassou os limites de 20°C a 23°C, estipulados pela NR-17 para a determinação da condição de conforto térmico, constatando-se que o ambiente é desconfortável termicamente.

Este estudo permitiu também explicitar a subjetividade na percepção do calor, relacionada ao conforto térmico, comprovada por meio dos cálculos e das respostas aos questionamentos relativos ao ambiente laboral, principalmente no período da tarde, que estava realmente quente e que as pessoas estavam percebendo o calor de forma ainda mais expressiva e significativa. E mediante a inferência da ISO 7730 que recomenda um conforto térmico situado entre os valores do PMV de  $-0,5 < \text{PMV} < +0,5$ . Situação verificada como impraticável neste caso pelo fato de todos os valores se enquadrarem em patamar de  $\text{PMV} \geq +1,0$ .

Permitiu inferir também que pessoas do sexo feminino, com idades variando entre 48 a 55 anos, mesmo usando roupas de baixa resistência, podem perceber o calor de forma mais intensificada por se tratar de pessoas que estão no período da menopausa, fato também observado em pessoas de 40 anos, chamado de menopausa prematura (ABC da saúde, 2001).

Outra importante avaliação volta-se para a questão de duas pessoas serem submetidas às mesmas condições térmicas ambientais, desenvolverem mesma atividade e usarem vestimentas de resistência iguais e perceberem de forma significativamente diferente o calor.

E de uma forma global e a partir dos dados calculados do PPD – Percentagem de Pessoas Insatisfeitas reforça-se que o recinto é considerado termicamente desconfortável por apresentar durante todas as medições valores de PPD superiores ao valor de 10%, estabelecido pela ISO 7730, que reafirma também que os valores recomendados para PPD para haver conforto térmico são de ótimo (5%) até o valor aceitável (20%), o que também não pôde ser evidenciado nas avaliações, que apresentaram valores superiores a 33,8% e 66,4% nas medições matutinas e vespertinas, respectivamente. Desta forma se faz necessário estabelecer um ponto de atenuação médio que leve em consideração as percepções subjetivas individuais para que todos que trabalham no setor possam se sentir confortável termicamente.

Como forma de atenuar as condições termo-ambientais do departamento, aconselha-se que seja introduzido um sistema de ventilação geral e climatização, do qual se faz necessário realizar avaliação estrutural do departamento e desenvolver estudos para dimensionar os melhores sistemas e posicionamentos no espaço disponível, demandando tempo e despesas significativas. De outro modo e de maneira mais imediata, sugere-se que sejam aplicadas nos vidros das janelas, películas com no máximo 50% de visibilidade como forma de diminuir a incidência direta de raios solares no interior da sala.

Com relação aos funcionários é importante garantir que seja feita regularmente, ao longo do dia de trabalho, a reposição de líquidos, com bebidas frescas (12 a 13°C) ou mornas (chá ou café muito fraco), não sendo recomendadas bebidas alcoólicas. Além disto, as refeições desses trabalhadores devem ser ligeiras e pobres em lipídios. As vestimentas devem ser tão leves quando permitido pelo ambiente. E também de vital importância o acompanhamento médico regular, de forma que os indivíduos com afecções cardiovasculares, respiratórias, renais e os obesos pertencentes a um grupo de risco e expostos ao calor, podem ter seu estado de saúde agravado. Por este motivo, ações para controle de hipertensão e desidratação, dentre outros agravos, deverão ser incluídas no Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO).

## 5. REFERÊNCIAS

- AMARAL, Fernando Gonçalves.** *Temperatura.* Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/385\\_Temperatura\\_ergo.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/385_Temperatura_ergo.pdf)> Acesso em: 10 abr. 2010
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego.** *Norma Regulamentadora n.º 15 – Atividades e Operações Insalubres,* 1978.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego.** *Norma Regulamentadora n.º 17 – Ergonomia,* 1978.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego – FUNDACENTRO.** *Norma de Higiene Ocupacional 06 – Procedimento Técnico: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor,* 2002.
- CORLETA, Helena von Eye.** *ABC da Saúde,* 2001. Disponível em: <<http://www.abcdasaude.com.br/artigo.php?284>> Acesso em: 28 mar. 2010.
- DIÁRIO DO AÇO –** O tempo no fim de semana. Ipatinga, 2010. Disponível em: <<http://www.diariodoaco.com.br/noticias.aspx?cd=46181>> Acesso em: 24 abr. 2010
- ETEC -** Umidade relativa – Brasil – diariamente atualizada. 2010. Disponível em: <<http://www.etec.com.br/muda3.html>> Acesso em: 28 mar. 2010.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION,** Geneva. *ISO 10551; assesment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales.* Geneva, 1995.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION,** Geneva. *ISO 7730; moderate thermal environments-determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.* Geneva, 1994.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION,** Geneva. *ISO 9920; ergonomics-estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.* Geneva, 1995.

**INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION**, Switzerland. *ISO 7726*; thermal environments-instruments and methods for measuring physical quantities. Switzerland, 1998.

**LABORATÓRIO DE ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE EDIFICAÇÕES - UFMS**. *Software Ladesys v. 1.0*. Disponível em: <<http://www.dec.ufms.br/lade/>> Acesso em: 18 mar. 2010

**LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - UFSC**. *Roteiro para o trabalho de conforto térmico*. Florianópolis. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/roteiroTrabConforto.doc>> Acesso em: 11 mar. 2010

**MARTINHO, Jorge**. *Ambiente térmico*. Disponível em: <[http://www.prof2000.pt/users/eta/Amb\\_Termico.htm](http://www.prof2000.pt/users/eta/Amb_Termico.htm)> Acesso em: 15 mar. 2010

**UOL** - *Tempo agora*. Ipatinga, 2010. Disponível em: <<http://tempoagora.uol.com.br/previsaodotempo.html/brasil/ipatinga-MG/>> Acesso em: 26 mar. 2010.