

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NO SHOPPING INDEPENDÊNCIA, SANTA MARIA, RS¹

EVALUATION OF THE THERMAL COMFORT AT INDEPENDENCE MALL IN SANTA MARIA, RS

Mieli Antunes Nogueira² e Minéia Johann Scherer³

RESUMO

Por meio dos estudos de conforto térmico visam-se analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas. Este artigo apresenta um estudo de caso no qual foram avaliadas as condições de conforto térmico a que os trabalhadores do Shopping Independência, Santa Maria - RS estão expostos, principalmente em relação ao agente físico calor, seguindo os critérios estabelecidos nas normas NR 15, NR 17 e ISO 7730. Em relação a NR 15 e a NR 17, os dados obtidos estão de acordo com os limites de tolerância estabelecidos nas referidas normas. Já conforme a ISO 7730, é possível concluir que o ambiente não estava termicamente agradável, pois foi obtida uma porcentagem de pessoas insatisfeitas (PEI) maior do que 10%. Portanto, os resultados confirmaram a sensação de desconforto térmico manifestada pelos trabalhadores, e esse fato comprova a pertinência das solicitações destes quanto à instalação de dispositivos para a promoção do conforto térmico (aparelhos de ar condicionado), constituindo-se em fonte de informação para futuros projetos.

Palavras-chave: exposição ao calor, sobrecarga térmica, ergonomia.

ABSTRACT

Through some studies of thermal comfort it is aimed to analyze and establish the conditions necessary for the evaluation and design of a thermal environment suitable for human occupation and activities. This article presents a case study for the evaluation of its thermal comfort conditions that workers of Independence Mall in Santa Maria, RS, especially in relation to heat. It was followed the criteria established in the rules NR 15, NR 17 and ISO 7730. Regarding NR 15 and NR 17, the data are consistent with the tolerance limits established in these rules. However, according to ISO 7730, it can be concluded that the environment is not thermally pleasant because the percentage of dissatisfied people is greater than 10%. Therefore, the results confirmed the sensation of thermal discomfort expressed by workers, and this fact proves the relevance of their requests as the installation of devices to promote thermal comfort (air conditioning).

Keywords: exposure to heat, thermal overload, ergonomics.

¹ Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho - UNIFRA.

² Aluna do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho - UNIFRA. E-mail: mielinog@hotmail.com

³ Orientadora - UNIFRA. E-mail: mineiaarq@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Por meio dos estudos de conforto térmico visam-se analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas.

O bem-estar do homem é um conceito amplo que engloba desde os fatores necessários à manutenção da sua saúde física, até aqueles responsáveis pelo seu sentimento de satisfação.

Segundo Ruas (1999), o conforto térmico em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura radiante média (T_{rm}), umidade relativa (UR), temperatura do ambiente (T_a) e velocidade relativa do ar (V_r) com a atividade lá desenvolvida e com a vestimenta usada pelas pessoas.

As sensações são subjetivas, isto é, variam de pessoa para pessoa. Portanto, um ambiente confortável termicamente para um indivíduo pode ser frio ou quente para outro. Assim, entendem-se como condições ambientais de conforto aquelas que propiciam bem-estar ao maior número possível de pessoas.

Assim, há ambientes em que as condições são favoráveis ao equilíbrio térmico do corpo humano e o homem sente-se bem disposto e há outros em que as condições são desfavoráveis, provocam indisposição, diminuem a sua eficiência no trabalho e aumentam a possibilidade da ocorrência de acidentes. As condições térmicas dos ambientes laborais não dependem só do clima, mas também do calor introduzido pelas atividades desenvolvidas e pelos equipamentos envolvidos nos processos, bem como pelas características construtivas do ambiente e a sua capacidade de manter condições internas adequadas no que se refere ao conforto térmico das pessoas (RUAS, 1999).

Com este artigo, têm-se por objetivo apresentar um estudo de caso sobre avaliação de conforto térmico em ambientes de trabalho, realizado no Shopping Independência, localizado em Santa Maria - RS. O trabalho completo foi apresentado em forma de Monografia ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, do Centro Universitário Franciscano - UNIFRA.

METODOLOGIA

Por meio do estudo de caso, analisou-se as condições de conforto térmico a que estão submetidos os cidadãos que atuam profissionalmente no Shopping Independência. O método de análise das condições de exposição dos trabalhadores foi desenvolvido a partir de observações e medições no ambiente de trabalho por um determinado período de tempo, durante os meses de outubro e novembro de 2011. Os dados resultantes das medições foram avaliados conforme as Normas Regulamentadoras NR 15-Anexo 3 e NR 17 (BRASIL, 2010) e ISO 7730 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2005).

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO

Santa Maria está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, mais especificadamente na região centro-oeste e caracteriza-se pelo clima subtropical úmido onde as temperaturas médias mínimas variam de 9°C a 12°C, as temperaturas médias máximas oscilam 28 °C a 32°C e a média anual de chuva é em torno de 1.800 mm.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE PESQUISADO

A edificação possui três pavimentos, sendo o térreo composto por 108 bancas, o 2º andar composto por 100 bancas, e o 3º andar destinado a praça de alimentação, com 15 lojas, perfazendo um total de 223 estandes.

As paredes externas da edificação são de alvenaria. Apresenta laje maciça entre o térreo e o 2º andar. As janelas se localizam na fachada, mas no 2º andar, em função dos estandes e do pouco espaço para expor os produtos, estão quase sempre fechadas (Figura 1-a). A praça de alimentação (3º andar) conta com sistema de refrigeração, mas não possui forro na cobertura, as telhas de cerâmica são assentadas diretamente na armação metálica e ainda tem dois poços de luz, com telhas transparentes (Figura 1-b). O térreo e o 2º andar não possuem sistema de refrigeração, somente contam com dois umidificadores por andar.

Considerando-se o total de bancas (223), definiu-se uma amostra de 30 bancas para aplicação do questionário subjetivo. Não foi levado em conta o público em geral.

As variáveis consideradas de influência no presente estudo são do tipo ambiental e do tipo pessoal. As variáveis ambientais são: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade relativa do ar e velocidade do ar, já os fatores de influência pessoal são: taxa metabólica (atividade desempenhada) e isolamento térmico da vestimenta.



Figura 1 - Fachada do Shopping Independência (a); Praça de alimentação (b).
Fonte: www.shoppingindependencia.com e www.panoramio.com/photo/46707409.

MEDIÇÕES

Para a realização das medições, foram escolhidos dias ensolarados, onde as temperaturas variaram entre 24°C e 33°C, o que representou uma amostra significativa de dias quentes, fazendo uma projeção do que ocorreria nos meses de verão, considerados os mais críticos. Dias chuvosos e com temperaturas abaixo de 24°C não foram avaliados.

Tais medições foram efetuadas, durante três semanas consecutivas, no período da tarde, entre 14 h e 17 h, sendo uma por andar e mais outra externa, totalizando 24 medições. Optou-se por esse horário por ser o mais crítico em relação ao calor. O sistema de ar condicionado, no 3º andar (Praça de Alimentação) estava funcionando em todas as medições realizadas, exceto na 1ª. Todas as medições foram realizadas à sombra, inclusive a externa.

As variáveis foram medidas de forma que se conseguisse um levantamento completo das variáveis ambientais em toda a área ocupada. Neste caso, o ponto escolhido para instalar o aparelho foi no centro da edificação, em todos os andares. Na área externa, as medições foram realizadas em frente à fachada, na Praça Saldanha Marinho.

Após a coleta das variáveis ambientais, efetuava-se a apresentação do questionário de avaliação subjetiva. Também, foram anotadas as peças de roupa que compunham o traje de cada trabalhador avaliado.

Utilizou-se o Medidor Eletrônico Termômetro de Globo modelo TGD-200 (Figura 2 – a) e o Termo-higro-anemômetro Digital Portátil modelo THAR-185 (Figura 2 – b), ambos do fabricante Instrutherm.

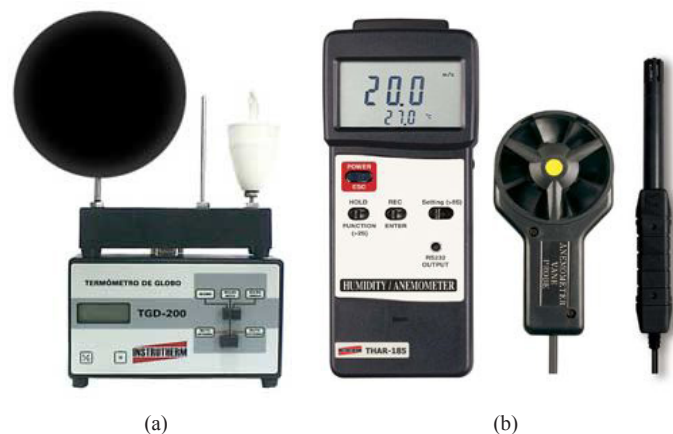


Figura 2 - Termômetro de Globo modelo TGD-200 (a) e Termo-higro-anemômetro Digital Portátil modelo THAR-185 (b).
Fonte: <http://www.instrutherm.com.br>.

OBTENÇÃO DOS ÍNDICES DE CONFORTO E ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Ruas (2001), o índice de conforto é um parâmetro que representa o efeito combinado das principais variáveis intervenientes. Através dele é possível avaliar a situação de conforto térmico de um ambiente, bem como obter subsídios para melhor adequá-lo às necessidades humanas.

O método mais conhecido é o Predicted Mean Vote (PMV) ou Voto Médio Estimado (VME) que foi desenvolvido por Fanger (1970). A fim de conhecer a quantidade de pessoas termicamente descontentes com um ambiente, Fanger relacionou o VME com a porcentagem estimada de insatisfeitos (PEI).

A partir dos valores das variáveis ambientais e pessoais coletados no local, foram obtidos os índices VME (PMV) e porcentagem estimada de insatisfeitos – PEI (PPD). Os mesmos foram calculados utilizando-se o *software* Analysis CST, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE (UFSC). A norma ISO 7730 (2005) considera que um espaço apresenta condições de conforto térmico quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis.

De acordo com a norma regulamentadora NR 15 - Anexo 3 (BRASIL, 2010), a exposição ao calor deve ser avaliada através do “Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo” (IBUTG) definido pelas equações que seguem:

- Ambientes internos ou externos sem carga solar:

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

- Ambientes externos com carga solar:

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

em que:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural;

tg = temperatura de globo;

tbs = temperatura de bulbo seco.

O IBUTG leva ainda em consideração o tipo de atividade desenvolvida (Leve, Moderada e Pesada), que pode ser avaliada por classe ou por tarefa (quantificando a tarefa em kcal/h).

A Portaria nº 3.214, que aprova as Normas Regulamentadoras, prevê um regime de trabalho (trabalho/descanso) em função do valor do IBUTG e do tipo de atividade para duas situações: regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local e regime de trabalho intermitente com descanso em outro local (BRASIL, 2010).

No caso em estudo, o regime de trabalho é contínuo, com descanso no próprio local de trabalho e o tipo de atividade é considerada leve.

A determinação dos tipos de atividade por classes ou a quantificação de calor metabólico são dadas pelo quadro 1.

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

Quadro 1 - Regime de trabalho intermitente por tipo de atividade, de acordo com a NR-15: Atividades e operações insalubres. Anexo 3, Quadro 1. Fonte: Brasil (2010) e nov. 1978.

A determinação do tipo de atividade (Leve, Moderada ou Pesada) é feita consultando-se o quadro 2.

Tipo de atividade	Kcal/h
Trabalho Leve	100
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
Trabalho Moderado	180
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	175
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	180
Trabalho Pesado	175
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
Trabalho Pesado	400
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	400
Trabalho fatigante.	550

Quadro 2 - Taxas de metabolismo por tipo de atividade, de acordo com a NR-15: Atividades e operações insalubres. Anexo 3, Quadro 3. Fonte: Brasil (2010) e nov. 1978.

Segundo a norma regulamentadora NR-17: Ergonomia (BRASIL, 2010), os parâmetros para a condição de conforto térmico, para atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, são os seguintes:

- índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C;
- velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- umidade relativa do ar não inferior a 40%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram realizadas 24 medições, durante três semanas consecutivas, englobando seis visitas em dias alternados, durante os meses de outubro e novembro. Todas as medições foram realizadas à sombra. Além disso, foram aplicados 30 questionários de avaliação térmica.

Nos quesitos “Fatores que influenciam na sensação de frio no inverno” e “Fatores que influenciam na sensação de calor no verão”, os entrevistados poderiam marcar mais de uma opção. Nos outros quesitos era possível marcar apenas uma opção.

A maior reclamação entre os entrevistados do térreo e do 2º andar foi a falta de um sistema de refrigeração, pois só os umidificadores não resolvem o problema.

A maioria dos entrevistados era do sexo feminino e estavam na faixa etária de 20 – 35 anos. Em relação à sensação térmica, a maioria considerou o local de trabalho “frio” no inverno e “muito quente” no verão. Quando questionados em relação aos fatores que influenciavam na sensação térmica de frio no inverno, a grande maioria assinalou a ausência de sistema de calefação e em relação aos fatores que influenciavam na sensação térmica de calor no verão, a maioria marcou a ausência de sistema de ar condicionado.

A seguir, na tabela 1 apresenta-se os resultados das medições realizadas dentro do Shopping Independência. A indicação da medição refere-se à ordem em que foi feita durante os meses de outubro e novembro e a localização (andares) em que foi realizada cada medição.

Tabela 1 - Medições realizadas no interior do Shopping Independência durante os meses de outubro e novembro de 2011.

Medição	Localização	IBUTG (°C)	tg (°C)	tbs (°C)	tbn (°C)	TE (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)
1ª	Térreo	22,1	26,0	25,8	20,3	23,1	40,6	0
	2º andar	22,0	26,2	25,5	20,2	23,0	45,3	0
	3º andar	23,3	29,4	26,2	20,5	23,5	41	
2ª	Térreo	22,0	26,4	25,4	20,1	23,0	45	0
	2º andar	21,9	25,8	25,6	20,1	23,1	44,7	0
	3º andar	21,9	27,8	25,3	19,2	22,5	37	0
3ª	Térreo	22,9	27,1	26,3	21,1	23,8	44	0
	2º andar	23,2	27,8	26,6	21,1	24,0	45	0
	3º andar	23,5	28,9	26,5	21,0	23,8	40	0
4ª	Térreo	23,1	27,8	26,4	21,0	23,8	42	0
	2º andar	23,3	28,0	26,7	21,1	24,0	43	0
	3º andar	23,6	29,1	27,2	21,0	24,2	40	0
5ª	Térreo	22,9	27,2	26,8	20,8	23,5	41	0
	2º andar	22,2	27,0	26,7	19,9	23,1	41,1	0
	3º andar	24,6	32,7	29,1	21,0	25,0	36	0
6ª	Térreo	24,4	27,9	27,7	22,6	25,0	52	0
	2º andar	23,0	27,4	27,1	20,8	23,5	47	0
	3º andar	22,9	28,5	26,0	20,2	23,2	36	0

Legenda: IBUTG: Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo; tg: temperatura do termômetro de globo; tbs: temperatura de bulbo seco; tbn: temperatura de bulbo úmido natural; TE: temperatura efetiva.

A temperatura efetiva (TE) obteve-se entrando com os valores da temperatura de bulbo seco e da temperatura de bulbo úmido natural no diagrama de temperatura efetiva, conforme a figura 3.

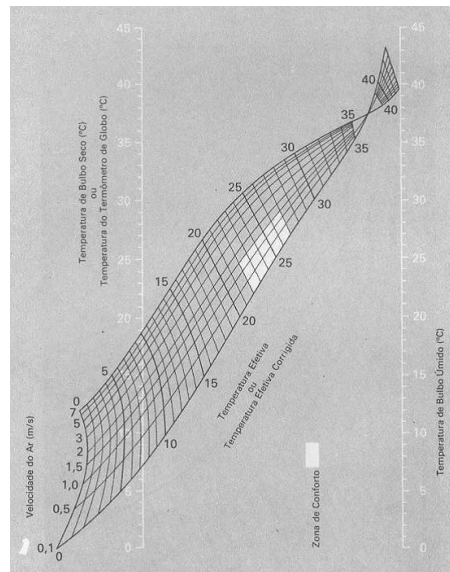


Figura 3 - Diagrama de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve.
Fonte: Frota e Schiffer (2003).

Na tabela 2, a seguir, apresenta-se os valores obtidos através do Programa Analysis CST desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE (UFSC). Para entrar com os dados no programa foi utilizada tabela de vestimenta, a atividade foi considerada sedentária (escritório, residência, escola, laboratório) = 70 W/m^2 , e a altitude de Santa Maria - RS é em torno de 150m acima do nível do mar.

Tabela 2 - Resultados obtidos com a utilização do método Predicted Mean Votel (PMV) e a Percentagem Estimada de insatisfação (PPD) PMV e PPD obtidos a partir do Programa Analysis CST, com base nas medições realizadas no interior do Shopping Independência durante os meses de outubro e novembro de 2011.

Medição	Localização	Vestimenta (clo)	tg (°C)	tbs (°C)	tbn (°C)	PMV (VME)	PPD (%)
1 ^a	Térreo	0,49	26	25,8	20,3	0,47	9,65
	2º andar	0,49	26,2	25,5	20,2	0,48	9,73
	3º andar	0,49	29,4	26,2	20,5	1,25	37,67
2 ^a	Térreo	0,49	26,4	25,4	20,1	0,51	10,48
	2º andar	0,49	25,8	25,6	20,1	0,41	8,44
	3º andar	0,49	27,8	25,3	19,2	0,77	17,33
3 ^a	Térreo	0,45	27,1	26,3	21,1	0,71	15,48
	2º andar	0,49	27,8	26,6	21,1	0,94	23,54
	3º andar	0,45	28,9	26,5	21	1,12	31,59
4 ^a	Térreo	0,45	27,8	26,4	21	0,86	20,67
	2º andar	0,49	28	26,7	21,1	0,99	25,54
	3º andar	0,49	29,1	27,2	21	1,25	37,83
5 ^a	Térreo	0,49	27,2	26,8	20,8	0,80	18,65
	2º andar	0,49	27,0	26,7	19,9	0,74	16,68
	3º andar	0,45	32,7	29,1	21,0	2,07	79,86
6 ^a	Térreo	0,49	27,9	27,7	22,6	1,12	31,37
	2º andar	0,49	27,4	27,1	20,8	0,87	21,12
	3º andar	0,49	28,5	26,0	20,2	1,01	26,54

Legenda: tg: temperatura do termômetro de globo; tbs: temperatura de bulbo seco; tbn: temperatura de bulbo úmido natural; TE: temperatura efetiva.

Na tabela 3, são apresentados os resultados das medições realizadas na Praça Saldanha Marinho, em frente ao Shopping Independência (ambiente externo). Estes parâmetros foram medidos para caracterização climática do período de medições, não sendo considerados para as avaliações.

Tabela 3 - Medições realizadas em frente ao Shopping Independência (ambiente externo) durante o mês de outubro de 2011.

Medição	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Temperatura (°C)
1ª	40,7	1,5	24,4
2ª	41	0,5	30,5
3ª	42	0,3	32
4ª	45	0,1	33
5ª	40	0,3	32,7
6ª	45	0,5	31

NORMA REGULAMENTADORA NR-17

Analisando-se resultados obtidos durante o período de medições, é possível concluir segundo a NR 17 (BRASIL, 2010), para cada parâmetro, o que segue:

a) Velocidade do ar:

A velocidade do ar de 0 (zero) m/s está de acordo com o valor recomendado pela NR-17 item 17.5.2 alínea c, ou seja, inferior a 0,75 m/s.

b) Umidade relativa:

A umidade relativa é aceitável segundo a NR-17 item 17.5.2 alínea d, ou seja, superior a 40 %.

c) Temperatura Efetiva:

De acordo com os resultados obtidos, considerou-se que, na grande maioria dos dias de medição, a condição de exposição ao parâmetro temperatura efetiva está acima do limite para atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, ou seja, entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus centígrados) conforme estabelecido na NR-17 item 17.5.2 alínea b. No entanto, para a atividade em questão, comércio, que não requer solicitação intelectual e atenção constante, os índices podem ser considerados satisfatórios.

NORMA REGULAMENTADORA NR-15

Analisando-se os resultados obtidos durante o período de medições, é possível concluir, segundo a NR-15 (BRASIL, 2010) que, para regime de trabalho contínuo e tipo de atividade leve, os resultados obtidos estão de acordo com o limite de tolerância para exposição ao calor (IBUTG até 30°C - quadro 1), com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.

NORMA ISO 7730 (PROGRAMA ANALYSIS CST)

Analisando-se os resultados obtidos, é possível concluir que o ambiente estudado, no período das medições, não estava termicamente agradável, pois os valores do Voto Médio Estimado (VME) ficaram acima de +0,5, ou seja, obteve-se uma porcentagem de pessoas insatisfeitas (PEI) maior do que 10%, o que contradiz a referida norma, que diz que um ambiente é considerado termicamente agradável quando $PEI < 10\%$, ou seja, $-0,5 < VME < +0,5$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar que a sensação térmica nos dias mais quentes realmente é de “abafamento”, e isso se torna mais evidente na Praça de Alimentação (3º andar), que apesar de possuir sistema de refrigeração, não é eficaz devido ao projeto arquitetônico inadequado, desperdiçando energia elétrica e não cumprindo com o objetivo de amenizar o calor.

Ressalta-se que este estudo limitou-se a avaliação de um período curto de tempo, e já indicou problemas de desconforto térmico por calor, apesar da estação em que foram feitas as medições (primavera) não ser a mais crítica do ano. Possivelmente, a situação será ainda mais desfavorável no verão.

Portanto, pelos resultados se confirma a sensação de desconforto térmico manifestada pelos trabalhadores, que passam de 10 a 12 horas diárias, no referido estabelecimento, assim como do público em geral, e comprova a pertinência das solicitações destes quanto à instalação de dispositivos para a promoção de conforto térmico (aparelhos de ar condicionado), constituindo-se em fonte de informação para futuros projetos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. In: **Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho**, 65ª edição, São Paulo: Atlas, 2010.

FANGER, O. **Thermal Comfort - Analysis and Application in Environmental Engineering**. Copenhagen, 1970.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 6.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730**: moderate thermal environments-determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 2005.

RUAS, Á. C. **Conforto Térmico nos ambientes de trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.

RUAS, Á. C. **Avaliação de Conforto Térmico - contribuição à aplicação prática das Normas Internacionais**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2001.