

## **AVALIAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO DE COZINHAS E RESTAURANTES INDUSTRIAIS EM PIRACICABA-SP**

**SILVA, KÊNIA O. <sup>1</sup>, LABAKI, LUCILA C. <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> UNICAMP, Av. Café, 755 apto 32 bloco B, Piracicaba-SP, CEP: 13401-090 Tel: (19) 9151-5009,  
e-mail: [keosil2000@yahoo.com.br](mailto:keosil2000@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> UNICAMP, DAC-FEC CP 6021, 13.083-970, Campinas, SP- Brasil Tel: (19) 3788 2384  
e-mail: [lucila@fec.unicamp.br](mailto:lucila@fec.unicamp.br)

### **RESUMO:**

Esta pesquisa teve como meta estudar as condições térmicas em ambientes de trabalho de cozinhas e restaurantes industriais com realização de pesquisa entre os usuários, mediante aplicação de questionários, levantamento de dados referentes às condições de trabalho, medições dos parâmetros ambientais e verificação dos índices de conforto e sobrecarga térmica. Dessa forma pelos resultados obtidos pôde-se avaliar que em todos os ambientes analisados as condições de conforto não são ideais, ultrapassando os limites recomendados pelas normas, assim sendo, concluiu-se que esse processo está relativamente estável (ou sob controle estatístico), porém não é capaz de atender às especificações pré-determinadas pelas normas.

### **ABSTRACT:**

The aim of this research is the study of the thermal environment conditions in workplaces. The object of the study was industrial kitchens and restaurants. The research was accomplished with a survey about work conditions and thermal preferences among the users, through questionnaires, measurements of the environmental parameters and verification of the comfort indices and thermal stress. Obtained results showed that in all the analyzed environments the comfort conditions are not ideal, exceeding the limits recommended by the standards. It was verified also that this process is relatively steady (or under statistical control), however it is not able to ensure the standards specifications.

### **1. INTRODUÇÃO:**

O clima brasileiro é caracterizado por ser quente e úmido no verão, em algumas regiões, tornando-se muitas vezes intolerável o ambiente nas indústrias, devido às proporções dos espaços construídos. A melhoria das condições térmicas nos ambientes de trabalho, e em particular nas indústrias, necessita de altos investimentos, só se tornando viável com um retorno financeiro para a empresa.

Ruas e Labaki (1999) fazem uma análise sobre a imprecisão da estimativa da taxa de metabolismo e do isolamento térmico da vestimenta nas aplicações de campo e seu reflexo nos resultados obtidos com a ISO 7730 (1994).

Hackemberg (2000), apresenta uma avaliação da utilização de algumas normas ISO de conforto e stress térmico em ambientes fabris no clima sub-tropical. Foram avaliadas as sensações térmicas dos

trabalhadores industriais em duas regiões com climas diferentes – Joinville, SC, e Campinas, SP, em edificações com características construtivas e sistemas de controle térmico também diferentes.

Com relação a ambientes industriais, Barbosa (2004) avaliou, de acordo com a norma ISO 7730 (1994), o conforto térmico em indústrias de móveis, através da medição dos parâmetros ambientais e aplicação de questionários para obtenção dos parâmetros pessoais e a sensação térmica dos trabalhadores. Foram selecionadas duas indústrias na cidade de Itatiba/SP. Em seus resultados, constatou que, de um total de 914 conjuntos de respostas obtidas pela aplicação dos questionários, apenas 4,3% encontravam-se em conformidade com os limites do VME recomendados pela ISO 7730 (1994) para o conforto térmico.

O objetivo da pesquisa foi avaliar as condições térmicas em ambientes de trabalho industrial, nesse caso cozinhas e restaurantes industriais, mediante índices de conforto e sobrecarga térmica, em situações com níveis de atividade de moderada a pesada.

O objeto de estudo da pesquisa foram empresas situadas na cidade de Piracicaba, no estado de São Paulo, empresas estas que se preocupam e investem na qualidade ambiental dos locais de trabalho, melhorando o conforto ambiental dos espaços. Foram avaliadas as cozinhas e restaurantes industriais, analisando a sensação térmica do trabalhador, verificando a influência destas no bem estar e desempenho de seu trabalho.

## **2.MATERIAL E METÓDOS**

As normas da série ISO relacionadas ao ambiente térmico são muito abrangentes. Optou-se por restringir o trabalho à utilização das normas ISO 7726 (1998), 8996 (1990), 9920 (1995), 7730 (1994), A pesquisa foi realizada por meio da aplicação de questionários, levantamentos de dados de campo referentes às condições de trabalho, e a verificação dos índices de conforto e sobrecarga térmica.

Piracicaba está localizada no nordeste do estado de São Paulo, a uma latitude S 22° 42'30" e longitude W 47°38'01", sofre a influência do clima sub-tropical de altitude, apresentando duas estações bem definidas: verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. Conforme os registros da Estação Meteorológicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, o clima da região é Mesotérmico úmido, com seca no inverno e chuva no verão.

As empresas foram selecionadas de acordo com a área de atuação. Optou-se por avaliar empresas de atividades diferentes e com capacidade de fornecimento de alimentação também diferenciada. Dessa forma as empresas avaliadas nesse estudo, são assim classificadas:

EMPRESA A – AUTOMOTIVA;  
EMPRESA B – SIDERÚGICA;  
EMPRESA C – ALIMENTÍCIA.

Sua descrição é apresentada nas Tabelas 01 à 09.

Tabela 1 - Características gerais da Empresa A

<b>INFORMAÇÕES GERAIS</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Localização	Distrito Industrial
Topografia	Região alta, plana, bem arborizada e bem ventilada
Formas construtivas	Paredes de alvenaria pintadas de branco.
Pé direito	H = 6m
Tipo de cobertura	Cobertura em forma de arco (laje concreto)
Entorno	Piso asfáltico rodeado de jardins e árvores
Nº de refeições diárias	800 refeições diárias
Horário de trabalho	3 turnos: (7h às 15:30hs), (13:30hs às 21:50hs) e (21:50hs às 7h)
Nº de funcionários	20 funcionários
Tipo de vestimentas	Calça comprida, camisa manga curta, avental, meia ¾, bota de borracha

Tabela 2 - Características gerais da cozinha da Empresa A

<b>COZINHA EMPRESA A</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Tipo de piso	Piso Cerâmico ( Piso frio - PEI 4)
Paredes	Paredes revestidas por azulejo até o teto.
Ventilação	Ventilação feita através das janelas e portas
Iluminação	Iluminação natural através das janelas e artificial feita por lâmpadas fluorescentes
Equipamentos	São utilizados os seguintes equipamentos: 2 fogões industriais (de 8 bocas cada), 2 chapas, 2 panelas de pressão industrial, 2 fornos industriais móveis, máquinas para corte de frios, cafeteiras industriais elétricas, máquina para lavagem de bandejas, 3 refrigeradores industriais, 3 câmaras frigoríficas e varios balcões, mesas e pias, todas em inox

Tabela 3 - Características gerais do restaurante da Empresa A

<b>RESTAURANTE EMPRESA A</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Tipo de piso	Piso Cerâmico ( Piso frio - PEI 4)
Paredes	Paredes em alvenaria pintadas de branco, e o teto de concreto armado (em forma de arco) revestido de tijolinho à vista
Ventilação	Ventilação feita através de janelas de vidro
Iluminação	Iluminação natural através das janelas e portas de vidro e a iluminação artificial feita por lâmpadas fluorescentes.
Equipamentos	São utilizados os seguintes equipamentos: mesas e cadeiras de ferro (pintadas), 3 balcões para servimento de comida, 1 máquinas de suco, e 1 máquina de café .

Tabela 4 - Características gerais da Empresa B

<b>INFORMAÇÕES GERAIS EMPRESA B</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Localização	Próximo a área urbana
Topografia	Região alta, montanhosa, arborizada com muita ventilação
Formas construtivas	Paredes de alvenaria de concreto armado.
Pé direito	H = 5m
Tipo de cobertura	Cobertura laje de concreto em forma de arco.
Entorno	Piso asfáltico, rodeado por jardins gramados.
Nº de refeições diárias	900 refeições diárias
Horário de trabalho	3 turnos: (6hs às 15:20hs), (13:30hs às 22:50hs) e (22:50hs às 05:30hs )
Nº de funcionários	23 funcionários
Tipo de vestimentas	Calça comprida, camisa manga curta, avental, meia ¾, bota de borracha

Tabela 5 - Características gerais da cozinha da Empresa B

<b>COZINHA EMPRESA B</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Tipo de piso	Piso Cerâmico ( Piso frio - PEI 4)
Paredes	Paredes revestidas por azulejo numa altura de 2.0 m
Ventilação	A ventilação é feita janelas de vidro e pelos vitrôs na cobertura.
Iluminação	Iluminação natural através das janelas e artificial feita por lâmpadas fluorescentes
Equipamentos	Os equipamentos utilizados são basicamente 2 fogões industriais (de 8 bocas cada), 2 chapas, 6 panelas de pressão industrial, 3 fornos industriais móveis, máquinas para corte de frios, cafeteiras industriais elétricas, máquina para lavagem de bandejas, 3 refrigeradores industriais, 3 câmaras frigoríficas e varios balcões, mesas e pias, todas em inox.

Tabela 6 - Características gerais do restaurante da Empresa B

<b>RESTAURANTE EMPRESA B</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Tipo de piso	Piso Cerâmico ( Piso frio - PEI 4)
Paredes	Paredes em alvenaria pintadas de branco, e o teto de concreto armado (em forma de arco).
Ventilação	A ventilação feita por vitrôs existentes na cobertura e por um sistema de ar condicionado existente neste ambiente.
Iluminação	Iluminação natural através das janelas e portas de vidro e a iluminação artificial feita por lâmpadas fluorescentes.
Equipamentos	São utilizados os seguintes equipamentos: mesas e cadeiras de ferro (pintadas), 3 balcões para servimento de comida, , 3 máquinas de suco, 1 refrigerador de água e 3 garrafas térmicas grandes de café.

Tabela 7 - Características gerais da Empresa C

<b>INFORMAÇÕES GERAIS EMPRESA C</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Localização	Distrito Industrial
Topografia	Região alta com boa ventilação ao lado de dois lagos numa área bem arborizada.
Formas construtivas	Paredes de alvenaria pintadas de branco, com barrado vermelho
Pé direito	H = 3 m
Tipo de cobertura	Laje de concreto impermeabilizada.
Entorno	Calçadas de cimento contornadas de jardins, cercada por árvores e ao fundo existe uma rua de asfalto.
Nº de refeições diárias	150 refeições diárias
Horário de trabalho	2 turnos: (6hs às 15:20hs) e (15:20hs às 20:00hs).
Nº de funcionários	03 funcionários
Tipo de vestimentas	Calça comprida, camisa manga curta, avental, meia ¾, bota de borracha.

Tabela 8 - Características gerais da cozinha da Empresa C

<b>COZINHA EMPRESA C</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Tipo de piso	Piso Cerâmico ( Piso frio - PEI 4)
Paredes	Paredes revestidas por azulejo até o teto, sendo o teto é de laje de concreto pintada de branco.
Ventilação	Ventilação é feita através de dois vitrôs e por três portas de vidro.
Iluminação	Iluminação natural se faz através dos vitrôs e a artificial feita por lâmpadas fluorescentes.
Equipamentos	Os equipamentos que compoem a cozinha são basicamente, 1 fogão industrial de 8 bocas, mesas , bancadas e pias em inox, 2 balcões frigoríficos.

Tabela 9 - Características gerais do restaurante da Empresa C

<b>RESTAURANTE EMPRESA C</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Tipo de piso	Piso Cerâmico ( Piso frio - PEI 4)
Paredes	Paredes em alvenaria pintadas de branco, e o teto de concreto armado (em forma de arco).
Ventilação	A ventilação feita por 4 vitrôs existentes nas paredes e por 4 ventiladores de teto.
Iluminação	Iluminação natural através das janelas e portas de vidro e a iluminação artificial feita por lâmpadas fluorescentes.
Equipamentos	O restaurante é composto por mesas e cadeiras de ferro (pintadas), 1 balcões para servimento de comida, 1 máquinas de suco e 1 garrafas térmicas grandes de café.

## 2.1.MEDIÇÕES

Os principais parâmetros ambientais medidos foram às temperaturas de bulbo seco, de bulbo úmido, a temperatura de globo e a velocidade do ar, que caracterizam o ambiente térmico, de acordo com as especificações da ISO 7726 (1998).

Um conjunto de equipamentos foi instalado a uma altura de 1,10 m; na área externa da construção e na área interna de cada ambiente estudado, ou seja; cozinha e no restaurante industrial.

Cada conjunto foi composto por:

Termômetro Bulbo Seco;

Termômetro Bulbo Úmido;

Termômetro Globo Negro.

O registro dos dados foi realizado manualmente em intervalos de 30 minutos, no período das 8:00 h às 18:00 h, acompanhado o ciclo dos trabalhadores no ambiente estudado. Os dados foram coletados em 02 (dois) dias no período do inverno e 05 (cinco) dias no período do verão. Os dados externos do ambiente foram registrados por meio de uma estação meteorológica que continha os seguintes sensores: Temperatura de bulbo seco ( $t_{nw}$ ), Umidade relativa ( $UR$ ), Radiação, que armazenou os dados durante intervalos de 5 minutos ao longo do período estudado.

## 2.2.APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS DE SENSAÇÃO SUBJETIVA DOS TRABALHADORES

Os horários para as entrevistas foram definidos em função dos horários de intervalos para lanche dos trabalhadores da cozinha e dos horários de almoço dos usuários dos restaurantes. Os questionários continham perguntas sobre a sensação térmica, elaboradas a partir da ISO 10551 (1995), bem como informações sobre a vestimenta das pessoas e a atividade desenvolvida. Foram aplicados concomitantemente com as medições ambientais. Nas três empresas os horários de entrevistas foram:

No período da manhã das 9:00 às 11:00 - foram realizadas as entrevistas com os funcionários da cozinha. No período das 11:00 às 13:30 - foram realizadas as entrevistas com os usuários dos restaurantes e no período da tarde 14:00 às 18:00 - foram realizadas novamente as entrevistas com os funcionários da cozinha.

A resistência térmica dos diversos conjuntos de vestimenta foi avaliada de acordo com a ISO 9920, (1995), Ergonomia do Ambiente Térmico - Estimativa do isolamento térmico e resistência evaporativa de um conjunto de vestimentas. A resistência térmica dos conjuntos de vestimentas dos funcionários foi encontrada somando-se os valores individuais das peças relacionadas na Tabela 10. Sendo a combinação completa encontrada de: calça comprida, camisa de manga curta, avental, meia e sapato com  $Clo = 0,58$ .

Tabela 10 - Valores de Clo adotados para as peças do vestuário.

<b>CAMISA</b>	<b>PESO(gr)</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>g/m2</b>	<b>Clo</b>
Empresa A	230	67% algodão, 33% poliéster		0,17
Empresa B	230	67% algodão, 33% poliéster	210	0,17
Empresa C	230	67% algodão, 33% poliéster		0,17
<b>CALÇA</b>				
Empresa A	375	67% algodão, 33% poliéster		0,22
Empresa B	375	67% algodão, 33% poliéster	260	0,22
Empresa C	375	67% algodão, 33% poliéster		0,22
<b>AVENTAL</b>				0,04
<b>SAPATO</b>				0,03
<b>MEIA</b>				0,12

A taxa Metabólica foi avaliada de acordo com a ISO 8996, (1990), é a quantidade de calor produzido ou consumido no corpo. A taxa metabólica é a conversão química na energia mecânica e térmica, que mede os custos energéticos de perda muscular e dá um índice numérico da atividade.

Tabela 11 - Taxas de metabolismo.

Atividade	Metabolismo	
	(W m <sup>-2</sup> )	(met)
Reclinado	46	0,8
Sentado, relaxado	58	1,0
Atividade sedentária (escritório, residência, escola, laboratório)	70	1,2
Em pé, atividade leve (compras, laboratório, indústria leve)	93	1,6
Em pé, atividade média (trabalho com máquina, doméstico)	116	2,0
Andando em superfície nivelada		
2 km h <sup>-1</sup>	110	1,9
3 km h <sup>-1</sup>	140	2,4
4 km h <sup>-1</sup>	165	2,8
5 km h <sup>-1</sup>	200	3,4

Fonte: ISO 7730 (1994), p.6.

### 3. RESULTADOS DISCUSSÃO

#### 3.1.ÍNDICE DE CONFORTO

A avaliação dos índices de conforto térmico, foi realizada relacionando o Voto Médio Estimado (VME) e a Porcentagem estimada de Insatisfeitos (PEI). Nas Tabelas 12, 13 e 14 apresenta-se os resultados com os índices para as empresas A,B e C respectivamente.

Tabela 12 - Valores das covariáveis e índices térmicos para a cozinha e restaurante da empresa A

Covariáveis e Índices	Cozinha	Restaurante
<b>Térmicos</b>		
<b>Tbs ( °C)</b>	25,5 a 27	25,5 a 28,25
<b>TMR ( °C)</b>	25,8 a 27,3	25,2 a 27,3
<b>Var (m/s)</b>	0,0 a 0,05	0,0 a 0,1
<b>UR (%)</b>	74,4 a 71,20	71,10 a 66,05
<b>Met</b>	2.1	2,1
<b>I<sub>cl</sub>(Clo)</b>	0,58	0,58
<b>VME</b>	1,2 a 1,5	1,1 a 1,6
<b>PEI (%)</b>	33,8 a 50,4	29,2 a 53,2

Tabela 13 - Valores das covariáveis e índices térmicos para a cozinha e restaurante da empresa B

<b>Covariáveis e Índices Térmicos</b>	<b>Cozinha</b>	<b>Restaurante</b>
<b>Tbs ( °C)</b>	25,5 a 28,5	26 a 29,25
<b>TMR ( °C)</b>	26,2 a 27,9	26 a 28,9
<b>Var (m/s)</b>	0,05 a 0,1	0,1 a 0,15
<b>UR (%)</b>	76,30 a 69,90	66,55 a 61,20
<b>Met</b>	2,1	2,1
<b>I<sub>cl</sub>(Clo)</b>	0,58	0,58
<b>VME</b>	1,2 a 1,6	1,2 a 1,8
<b>PEI (%)</b>	36 a 57,4	35,4 a 66,8

Tabela 14 - Valores das covariáveis e índices térmicos para a cozinha e restaurante da empresa C

<b>Covariáveis e Índices Térmicos</b>	<b>Cozinha</b>	<b>Restaurante</b>
<b>Tbs ( °C)</b>	25,7 a 28,7	26 a 29,25
<b>TMR ( °C)</b>	26,4 a 29,1	26 a 28,9
<b>Var (m/s)</b>	0,05 a 0,15	0,0 a 0,05
<b>UR (%)</b>	68,15 a 65,30	66,55 a 61,20
<b>Met</b>	2,1	2,1
<b>I<sub>cl</sub>(Clo)</b>	0,58	0,58
<b>VME</b>	1,2 a 1,7	1,2 a 1,8
<b>PEI ( %)</b>	36,2 a 61,9	35,4 a 66,8

A norma recomenda como requisitos de conforto térmico que o PEI seja menor 10%, o que corresponde a um VME entre -0,5 e +0,5, 15% de desconforto para correntes de ar e 5% para resfriamento ou aquecimento. Dessa forma analisando as tabelas anteriores podemos verificar que em todos os ambientes analisados, as condições de conforto não são ideais, ultrapassando os limites recomendados pela norma.

### **3.2.SENSAÇÃO TÉRMICA DOS FUNCIONÁRIOS**

Houve uma variação no número de entrevistas em função do número total de funcionários e a disponibilidade de tempo para o mesmo.



Tabela 15 - Relação do número de funcionários entrevistados na cozinha

<b>Empresa</b>	<b>Total de Funcionários</b>	<b>Entrevistados</b>	<b>Homens - Mulheres</b>
<b>A</b>	20	12	07 - 05
<b>B</b>	23	16	02 - 14
<b>C</b>	3	3	01 - 02

Tabela 16 - Relação do número de funcionários entrevistados no restaurante

<b>Empresa</b>	<b>Entrevistados</b>	<b>Homens - Mulheres</b>
<b>A</b>	13	10 - 03
<b>B</b>	12	09 - 03
<b>C</b>	11	03 - 09

De acordo com a análise da Figura 01 pode-se observar que a sensação térmica dos funcionários da empresa A indica que 45% (dos 20 entrevistados n= 20) classificaram o ambiente como levemente quente, 55 % como quente .

Tabela 17 - Sensação Térmica dos funcionários na empresa A

<b>Sensação</b>	<b>Contagem</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Porcentagem Acumulada</b>
Levemente quente	9	45,00	45,00
quente	11	55,00	100,00
Total	20		

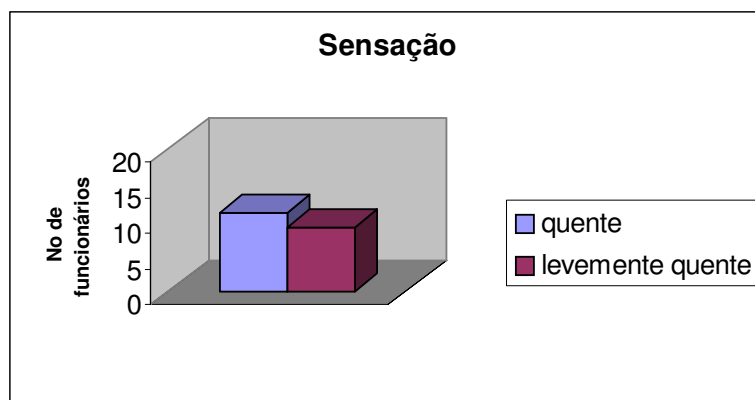


Figura 01 - Variação da opinião dos entrevistados em relação a sensação térmica na cozinha da empresa A.

## CONCLUSÕES:

Temos como conclusão que esse processo está relativamente estável (ou sob controle estatístico), porém, não é capaz de atender as especificações pré-determinadas pelas normas, pode-se concluir que as avaliações térmicas dos ambientes industriais são de fundamental importância para verificar a

influência do meio no desenvolvimento do trabalho do funcionário bem como nos índices de satisfação e aceitação dos mesmos.

Com relação às metodologias de avaliação, há necessidade de uma avaliação mais precisa, pois há discordância nos resultados quando se usa o índice IBUTG e o método de Fanger (VME e PEI). Pode ser analisada pelo VME, pois há sobrecarga térmica, não sendo, portanto, aplicável o IBUTG.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BARBOSA, M.M.P. Avaliação de conforto térmico na indústria moveleira de Itatiba-SP. Dissertação (Mestrado), UNICAMP, Campinas, 2004.

FANGER, O. Thermal Comfort - Analysis and Application in Environmental Engineering. Copenhagen, 1970. 244p.

HACKENBERG, A.M. Conforto e “Sobrecarga térmica” Térmico em Indústrias: Pesquisas efetuadas nas regiões de Joinville, SC e Campinas, SP. Campinas, 2000. 265 p. Tese. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.

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

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. ISO 7730; moderate thermal environments-determination of the VME and PEI indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1994.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. ISO 8996; ergonomics-determination of metabolic heat production. Geneva, 1990.

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, Geneva. ISO 10551; assesment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Geneva, 1995.

RUAS, A.C. E LABAKI, L. C., Contribuição à aplicação prática das normas internacionais na avaliação do conforto térmico, V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Anais, CD-ROM, Fortaleza, 1999.