



## **AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE ÍNDICES DE CONFORTO ADAPTATIVO PARA O CASO BRASILEIRO**

**Camila Carvalho Ferreira (1); Henor Artur de Souza (2)**

(1) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Da UFOP,  
camila.ccf@yahoo.com.br

(2) Doutor, Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Construção Metálica da Escola  
de Minas, henorster@gmail.com

Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Engenharia Civil, Núcleo de Pesquisa em Conforto,  
Campus Universitário Morro do Cruzeiro, Ouro Preto - MG, 35400-000, Tel.: (31) 3559-1482

### **RESUMO**

A crescente preocupação ambiental tem resultado no desenvolvimento de métodos que contribuam para a avaliação do conforto térmico que está diretamente relacionado com o consumo de energia operante da edificação. Nesse contexto vários índices de conforto térmico foram desenvolvidos para uma realidade distinta das condições climáticas brasileira. Considerando a capacidade adaptativa das populações ao clima, faz-se necessário estudar a aplicabilidade de índices de conforto para o contexto nacional. Assim, este trabalho se propõe a identificar o índice de conforto adaptativo existente que melhor se adequa à realidade brasileira, com diferentes condições climáticas, e que possa ser utilizado para definir faixas de conforto térmico para o país. A análise foi realizada por meio de comparação da temperatura neutra gerada por índices de conforto adaptativo com faixas de conforto estabelecidas a partir de pesquisa de campo nacional. A comparação a princípio mostrou que os índices de melhor aplicabilidade para cidades de clima ameno são os modelos de DeDear e Brager e o de Auliciems. Já para cidades de climas quentes o modelo de Humphreys apresentou melhor aplicabilidade.

Palavras-chave: conforto térmico, índices de conforto adaptativo, estudos de campo brasileiros.

### **ABSTRACT**

The increasing environmental concern has resulted in the development of methods that contribute to the assessment of thermal comfort that is directly related to the energy consumption of the building functioning. In this context several thermal comfort indices were developed for a different reality Brazilian climatic conditions. Whereas the adaptive capacity of populations to climate, it is necessary to study the applicability of comfort indices for the national context. Thus, this study aims to identify the existing adaptive comfort index that best suits the Brazilian reality, with different climatic conditions, and can be used to define ranges of thermal comfort for the country. The analysis was conducted by comparing the temperature neutral comfort indices generated with adaptive comfort ranges established from field research nationally. The comparison showed that the principle indices better applicability to cities mild climate models are DeDear and Brager and of Auliciems. As for the cities of warm climates Humphreys model showed better applicability.

Keywords: thermal comfort, comfort indices adaptive, field studies Brazilians.

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental tem resultado no desenvolvimento de métodos que contribuam para a avaliação do conforto térmico, de forma a garantir o melhor desempenho térmico de edificações, promover conforto aos usuários, privilegiando o condicionamento passivo e reduzindo assim a utilização de sistemas de climatização artificial e, conseqüentemente, o consumo de energia operante da edificação.

A definição do conforto térmico possui profundas implicações na maneira como se projeta e opera uma edificação, a quantidade de energia requerida para o seu condicionamento e no impacto resultante na qualidade tanto do ambiente construído como natural. Surgem assim dois grandes objetivos: assegurar o conforto térmico, por um lado, e limitar os consumos de energia, por outro. Para tanto, são utilizados os índices de conforto térmico. Estes índices de modo geral integram as variáveis ambientais, caracterizadoras do microclima local, a fisiologia humana, a atividade desenvolvida e às respostas de adaptação humana, de forma a identificar as condições ambientais de conforto, sob as quais os usuários estarão na condição de bem estar, conforme a definição da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2004). Há que se considerar que essa sensação será influenciada não só pelos mecanismos termorreguladores e pela atividade humana, mas também pela capacidade de adaptação das populações a diferentes condições climáticas.

Atualmente existem duas abordagens para a avaliação do conforto térmico: a abordagem analítica e a abordagem adaptativa.

A abordagem analítica tem como índice mais representativo o modelo do Voto Médio Predito (PMV) desenvolvido por Fanger (1970), a partir de estudos realizados em câmaras climatizadas, o autor propôs uma equação que correlaciona a sensação térmica com quatro variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade) e duas variáveis pessoais (vestimenta e atividade metabólica). Estudos apontam que este índice apresenta boa aplicabilidade em edifícios climatizados artificialmente tanto em climas frios quanto quentes (FANGER; TOFUM, 2002). As normas ISO 7730 (ISO, 2006) e ASHRAE 55 (ASHRAE, 2004) se baseiam no modelo desenvolvido por Fanger (1970) para a avaliação do desempenho da edificação em termos de conforto do usuário. Contudo vários autores internacionais (BRAGER; DEDEAR, 1998; DEDEAR; BRAGER, 2002; FANGER; TOFUM, 2002; NICOL, 2004) e nacionais (ARAÚJO, 1996; XAVIER, 1999; GONÇALVES, 2000) apontaram que este modelo não se aplica adequadamente para as regiões de clima tropical, uma vez que limita a temperatura de conforto em 30°C e a velocidade interna do ar em 1m/s, valores estes recorrentes em edificações naturalmente ventiladas em climas tropicais, como o Brasil, além de superestimar a sensação de calor dos usuários neste tipo de edificação (LIMA et al., 2005).

Já a abordagem adaptativa é baseada no princípio adaptativo que estabelece que as temperaturas termicamente confortáveis são socialmente, historicamente, tecnologicamente e economicamente condicionadas e dependentes das variações estacionais. A principal variável contextual na abordagem adaptativa é o clima. O clima no qual habitam irá influenciar de sobremaneira as pessoas, de forma cumulativa na resposta do indivíduo no clima interno. Outro fator que irá influenciar é a edificação em si e suas instalações, de forma a determinar se o usuário poderá atuar sobre as variáveis que influenciam o clima interno. Em um dado ambiente os usuários respondem as mudanças no ambiente, seja para adequar o ambiente ao seu gosto ou para se adaptarem ao ambiente. Isso indica que a temperatura de conforto não é constante, variando ao longo do tempo (ROAF; CRICHTON; NICOL, 2009).

Os índices de conforto térmico compõem-se como importantes ferramentas para desenvolvimento do projeto arquitetônico. Contudo, a dificuldade deste tipo de abordagem está na grande variação climática existente no Brasil, país de dimensões continentais, uma vez que há a necessidade de enfatizar fatores ambientais distintos de acordo com a aclimação da população para cumprir com os requisitos de conforto térmico (ASSIS, 2001). O problema em se adotar as normas internacionais para o caso brasileiro é importante de ser colocado. São vários os trabalhos desenvolvidos no Brasil que constaram que a sensação térmica dos usuários que está baseada em normas internacionais, sem a devida confirmação de sua aplicabilidade a usuários adaptados a climas tropicais, pode subestimar o limite máximo da temperatura de conforto térmico, e conseqüentemente, estimular o uso desnecessário de ar condicionado (BARBOSA, 1997).

Assim é de fundamental importância identificar a aplicabilidades dos índices existentes para a condição brasileira. Alguns estudos nesse sentido já foram realizados. Araújo (1996) desenvolveu uma pesquisa de campo em escolas do 2º grau de Natal, RN, com o objetivo de identificar os parâmetros de conforto térmico para esta população. A autora identificou que a faixa de conforto ocorre entre 25,1°C a 28,1°C. Avaliando a aplicabilidade de índices de conforto, pode constatar que o índice que melhor se aplica para a região em estudo foi o Índice de Temperatura Efetiva. A zona de conforto de Givoni para países em desenvolvimento, usualmente utilizada no Brasil, se mostrou a menos recomendada. Barbosa (1997)

identificou a os limites de conforto para a cidade de Londrina, PR, entre 18° e 29°C focando em edifícios residenciais, comprovando a aplicabilidade da faixa de conforto de Givoni para países em desenvolvimento. Xavier (1999) realizou uma investigação sobre as condições de conforto térmico para estudantes de 2° grau na região de Florianópolis, SC. Os limites de temperaturas confortáveis obtidos foram de 20°C a 26°C, encontrando boa correspondência com a zona de conforto proposta por Givoni para países desenvolvidos. Além disso, o autor comparou os limites confortáveis com modelos adaptativos, concluindo que o modelo proposto por Auliciems(1981) gerou uma faixa de temperaturas de conforto bem próxima àquela encontrada pelo o autor em sua pesquisa de campo. Em 2000, Gonçalves avalia a aplicabilidade de índices de conforto térmico para a cidade de Belo Horizonte, MG, por meio de população universitária, obtendo os limites de temperaturas confortáveis de 20,8°C e 24,7°C. O autor identificou as zonas de conforto propostas por Givoni e Szokolay como sendo as mais apropriadas para Belo Horizonte. Para a cidade de Teresina, PI, Silveira, Kallas e Ribeiro (2003) conduziram uma pesquisa para a determinação da zona de conforto térmico para ambientes escolares, delimitada entre 27,4°C e 31,6°C. Loureiro (2003) em seu trabalho identificou como faixa de conforto para a cidade de Manaus, AM, 21°C a 23°C. Utilizando também população universitária da cidade de Ouro Preto, MG, Fontanella e Souza (2011) obtém as temperaturas de 21°C e 23°C como limites de conforto. Linck, Albernard e Grigoletti (2012) realizaram um estudo sobre as preferências térmicas de moradores de habitações de interesse social em Santa Maria, RS, e concluíram que a faixa de conforto local é de 28,6°C a 29,9°C. Na Tabela 1 mostra-se de forma resumida os limites de temperatura de conforto térmico obtidos a partir de estudos realizados em território nacional.

Tabela 1 Resumo dos Limites de Temperatura de Conforto Térmico para estudos no Brasil

Cidade	Limites de Temperatura de Conforto Térmico	
	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)
Santa Maria (RS)	28,6	29,9
Florianópolis (SC)	20,0	26,0
Londrina (PR)	18,0	29,0
Belo Horizonte (MG)	20,8	24,7
Ouro Preto (MG)	21,0	23,0
Natal (RN)	25,1	28,1
Teresina (PI)	27,4	31,6
Manaus (AM)	25,6	28,3

Pereira e Assis (2010) discutem a aplicação de índices adaptativos para várias das condições climáticas nacionais com o objetivo de identificar um modelo que possa servir que seja sensível às condições climáticas nacionais e considerem a aclimação da população. Neste trabalho, as autoras compararam os índices adaptativos desenvolvidos por Auliciems (1981), Humphreys (1978), Nicol e Humphreys (2002) e DeDear e Brager (2002), com estudos brasileiros (ARAÚJO, 1996; XAVIER, 1999; GONÇALVES, 2000) que investigaram em campo o conforto térmico de usuários em ambientes interiores, de forma a identificar os parâmetros de conforto térmico para populações aclimatadas brasileiras. Comparando as temperaturas neutras com faixas de conforto, as autoras constataram que aparentemente o modelo de Humphreys seria o mais adequado para uma abordagem geral do território nacional. Para verificar essa premissa, Pereira e Assis (2010) aplicaram um teste a dados horários para várias localidades do Brasil. Verificou-se que a temperatura neutra gerada a partir das equações de Auliciems (1981) e DeDear e Bragger (2002) apresentaram os melhores resultados para o caso brasileiro. A amplitude da faixa de conforto de melhor resultado foi de  $T_n \pm 2^\circ\text{C}$ , para pouco desconforto, e  $T_n \pm 4^\circ\text{C}$ , para desconforto.

## 2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é identificar o índice de conforto adaptativo que melhor se adequa à realidade brasileira, com diferentes condições climáticas, e que possa ser utilizado para definir faixas de conforto térmico para o país.

## 3. MÉTODO

Para identificar um índice de conforto que possa ser utilizado no Brasil, foram comparadas as temperaturas neutras geradas por cada um desses índices com as faixas de conforto obtidas em pesquisas de campo desenvolvidas em diferentes cidades do país e anteriormente descritas. As pesquisas foram conduzidas em cidades com climas diversos, favorecendo assim a avaliação do comportamento dos índices. Optou-se por

avaliar apenas índices adaptativos por duas razões. A primeira é que esses índices são capazes de abordar a adaptabilidade das populações, fator fundamental para um país de grandes proporções como o Brasil e com diferentes realidades climáticas. Além disso, os índices da abordagem adaptativa são relativamente simples e de boa precisão, tendo como variável independente em suas equações apenas a temperatura do ar externo. Esse é um diferencial relevante, considerando o cenário brasileiro de difícil obtenção de dados climáticos para grande parte das cidades em seu território e das lacunas recorrentes nas bases de dados quando existentes.

### 3.1. Índices de Conforto Adaptativo

Para a análise do presente trabalho foram utilizados quatro índices adaptativos, quais são:

- O modelo de Humphreys (HUMPHREYS, 1978);
- O modelo de Auliciems (AULICIEMS; SZOKOLAY, 1997);
- O modelo de Nicol e Humphreys (NICOL; HUMPHREYS, 2002);
- O modelo de DeDear e Brager (DEDEAR; BRAGER, 2002), adotado pela Norma ASHRAE 55 (2004) como modelo adaptativo alternativo para edificações naturalmente ventiladas;
- O modelo desenvolvido por Xavier (XAVIER, 1999), modelo baseado em dados de Florianópolis e considerando o contexto climático nacional.

Na Tabela 2 estão apresentadas as equações de cada um dos modelos e suas respectivas faixas de conforto, sendo T a temperatura externa média mensal.

Tabela 2 Índices adaptativos aplicados e suas respectivas equações e faixas de conforto. (PEREIRA e ASSIS, 2010)

Índices adaptativos	Equação	Faixa de conforto
Auliciems (1981)	$T_n = 0,314 T + 17,6 \text{ } ^\circ\text{C}$	Sem definição
Humphreys (1978)	$T_n = 0,534 T + 12,9 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_n \pm 2$ a $3 \text{ } ^\circ\text{C}$ e em condições de umidade relativa elevada, $T_n \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$
Nicol e Humphreys (2002)	$T_n = 0,540 T + 13,5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_n \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ em situações onde não há possibilidades de mudança de vestimenta, nível de atividade ou taxa de ventilação
De Dear e Brager (2002)	$T_n = 0,310 T + 17,8 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_n \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (90% de aceitabilidade) e $T_n \pm 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (80% de aceitabilidade)
Xavier (1999)	$T_n = 0,351 T + 16,051 \text{ } ^\circ\text{C}$	Sem definição

### 3.2. Dados climáticos

Adotou-se os dados de temperatura do ar da base climática das Normais Climatológicas (INMET, 2009) por ser uma base de dados de livre acesso, confiável e possuir um elevado número de municípios distribuídos pelo território nacional, constando todas as cidades em estudo.

### 3.3. Comparação das temperaturas neutras e pesquisas nacionais

Para realizar a comparação entre as temperaturas neutras geradas pelos modelos e as faixas de conforto obtidas em pesquisas nacionais, aplicou-se as equações dos modelos às temperaturas médias mensais do ar fornecidas pelas Normais Climatológicas (INMET, 2009) para as cidades de Santa Maria, Florianópolis, Londrina, Belo Horizonte, Natal, Teresina e Manaus. A cidade de Ouro Preto, apesar de ter estudos para as faixas de conforto local, não possui dados climáticos nas Normais, sendo então excluída da análise.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos cidade por cidade. Nos gráficos, mostrados nas Figuras 1 a 7, estão representadas as temperaturas neutras mensais de acordo com o modelo. Nos gráficos o modelo de Humphreys está representado por quadrados cheios, o modelo de DeDear e Brager por quadrados vazios, o modelo de Aulicems por triângulos cheios, o de Nicol e Humphreys por triângulos vazios e o de Xavier por círculos cheios. As linhas pontilhadas em cinzas representam os limites inferior e superior das faixas de conforto obtidas nas pesquisas realizadas.

Para a cidade de Santa Maria pode-se notar uma faixa de conforto definida por pesquisa de campo bem estreita ( $28,6^\circ\text{C}$  a  $29,9^\circ\text{C}$ ). Em razão disso nenhum dos modelos se aproximou a essa faixa. Os modelos de DeDear e Brager e o de Auliciems apresentaram comportamento mais estável, conforme mostrado na Figura 1.

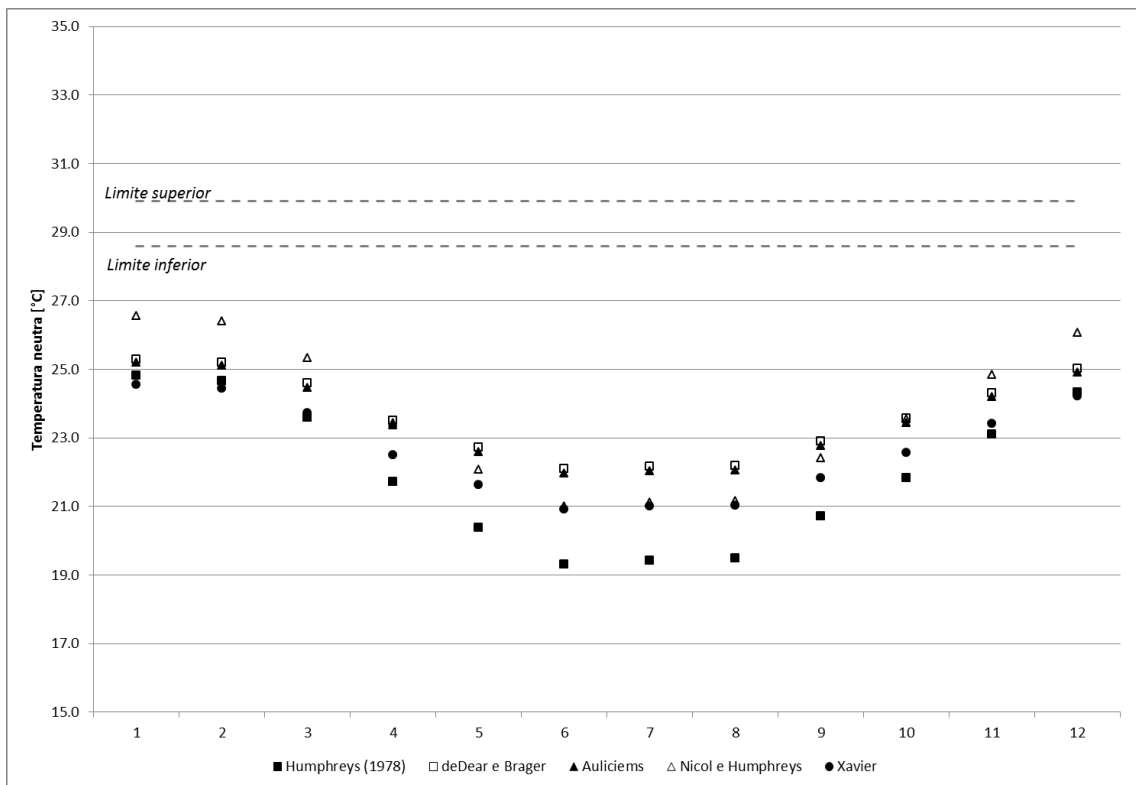


Figura 1 Gráfico de temperatura neutra mensal calculada para Santa Maria por diferentes índices adaptativos. Limite da zona de conforto segundo Link, Albernard e Grigoletti.

Os resultados para a cidade de Florianópolis, Figura 2, mostraram que todas as temperaturas neutras encontram-se dentro da faixa de conforto obtida em estudo de campo, com exceção das temperaturas neutras resultantes do modelo de Nicol e Humphreys. O modelo que apresentou a melhor adequação, como esperado, foi o proposto por Xavier, baseado em dados de pesquisa de campo realizada na própria cidade de Florianópolis. Os modelos de DeDear e Brager e de Auliciems apresentam também um bom comportamento.

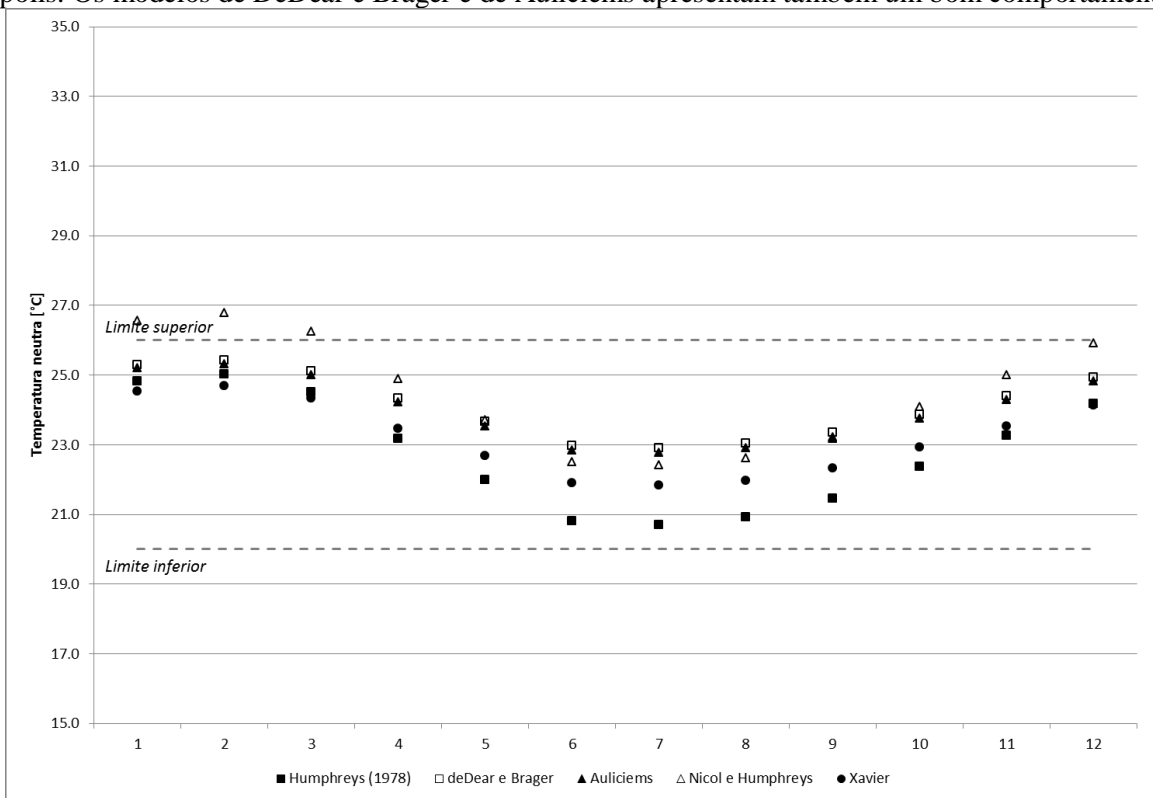


Figura 2 Gráfico de temperatura neutra mensal calculada para Florianópolis por diferentes índices adaptativos. Limite da zona de conforto segundo Xavier.

Os resultados para a cidade de Londrina, conforme é mostrado na Figura 3, mostram que todos os modelos geraram temperaturas neutras dentro da faixa de conforto. Também os modelos de DeDear e Brager e o de Auliciems apresentaram comportamento mais estável.

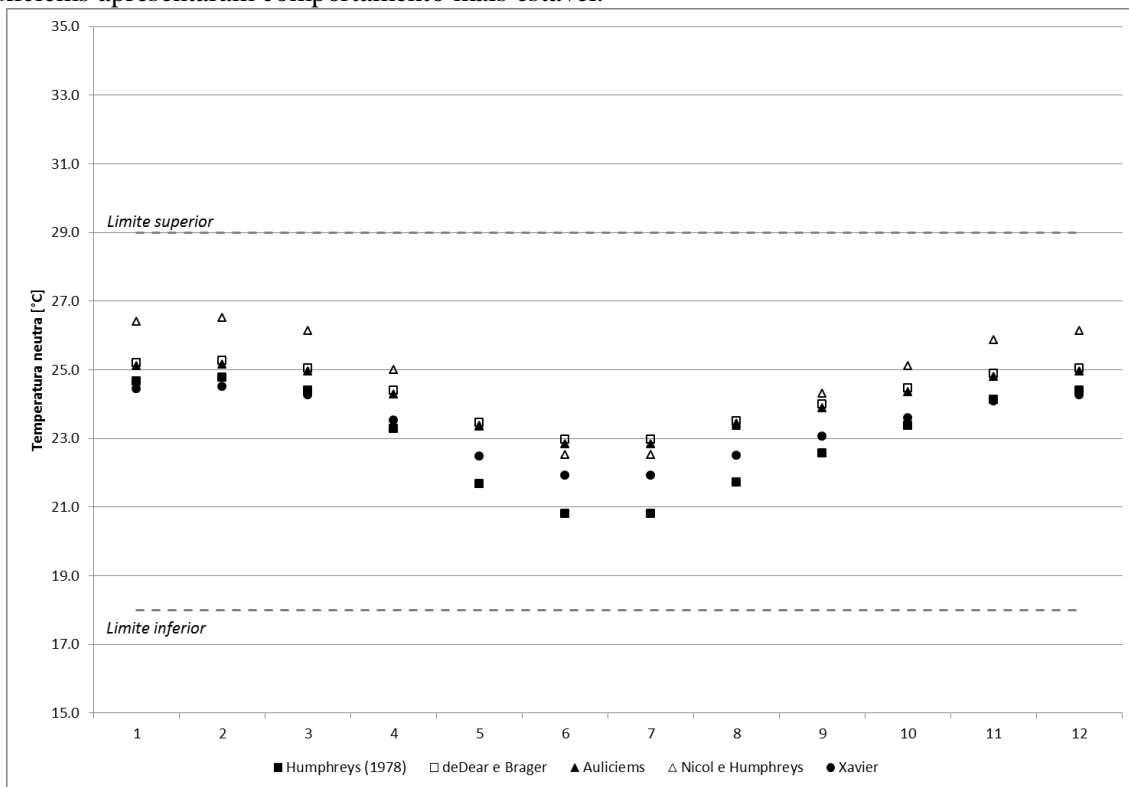


Figura 3 Gráfico de temperatura neutra mensal calculada para Londrina por diferentes índices adaptativos. Limite da zona de conforto segundo Barbosa.

Na Figura 4 apresentam-se os resultados para a cidade de Belo Horizonte, com comportamento bastante similar aos resultados para a cidade de Londrina. Porém, para essa cidade os comportamentos dos modelos de DeDear e Brager, Auliciems e Nicol e Humphreys foram próximos.

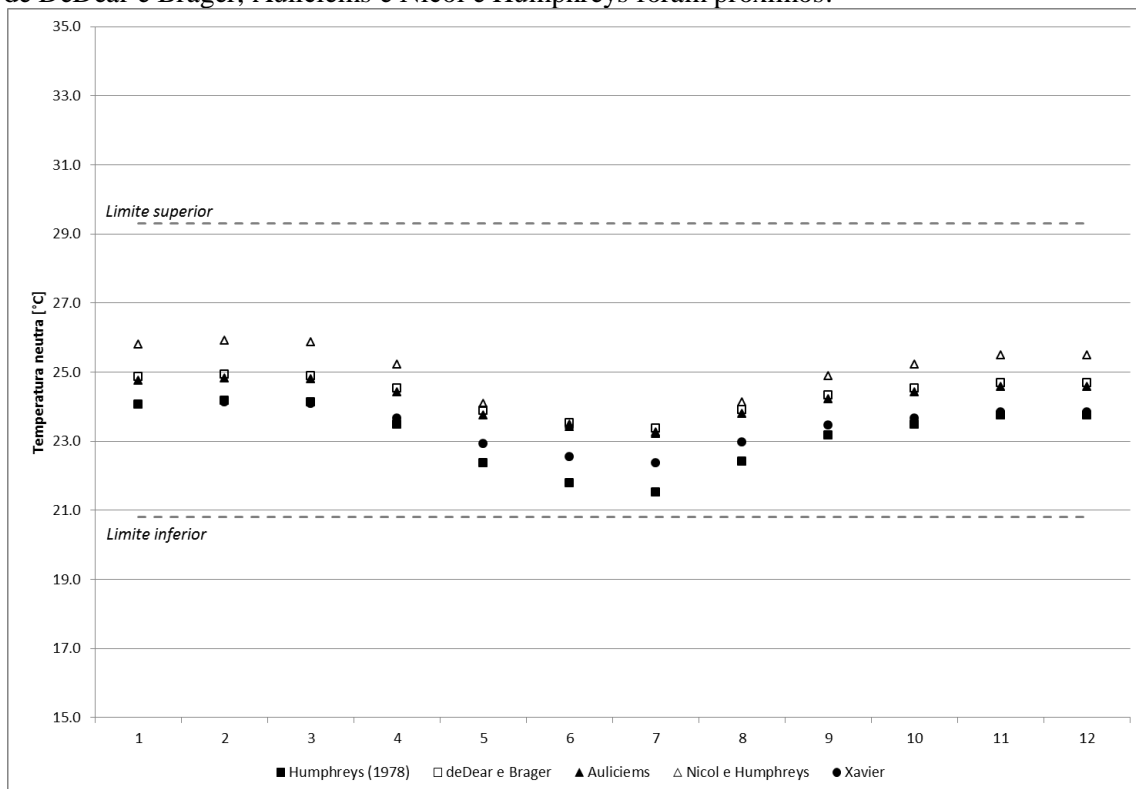


Figura 4 Gráfico de temperatura neutra mensal calculada para Belo Horizonte por diferentes índices adaptativos. Limite da zona de conforto segundo Gonçalves.

Os resultados para a cidade de Natal, com clima de temperaturas mais elevadas, mostraram que o modelo de Nicol e Humphreys durante um período do ano gera temperaturas neutras fora da faixa de conforto e em outro período estas temperaturas estão bem próximas ao limite superior da faixa de conforto, conforme mostrado na Figura 5. Os modelos de Humphreys e Xavier também se encontram fora da faixa de conforto em parte do ano, entretanto ultrapassando o limite inferior da faixa. Os modelos de DeDear e Brager e Auliciems encontram-se dentro da faixa de temperaturas de conforto.

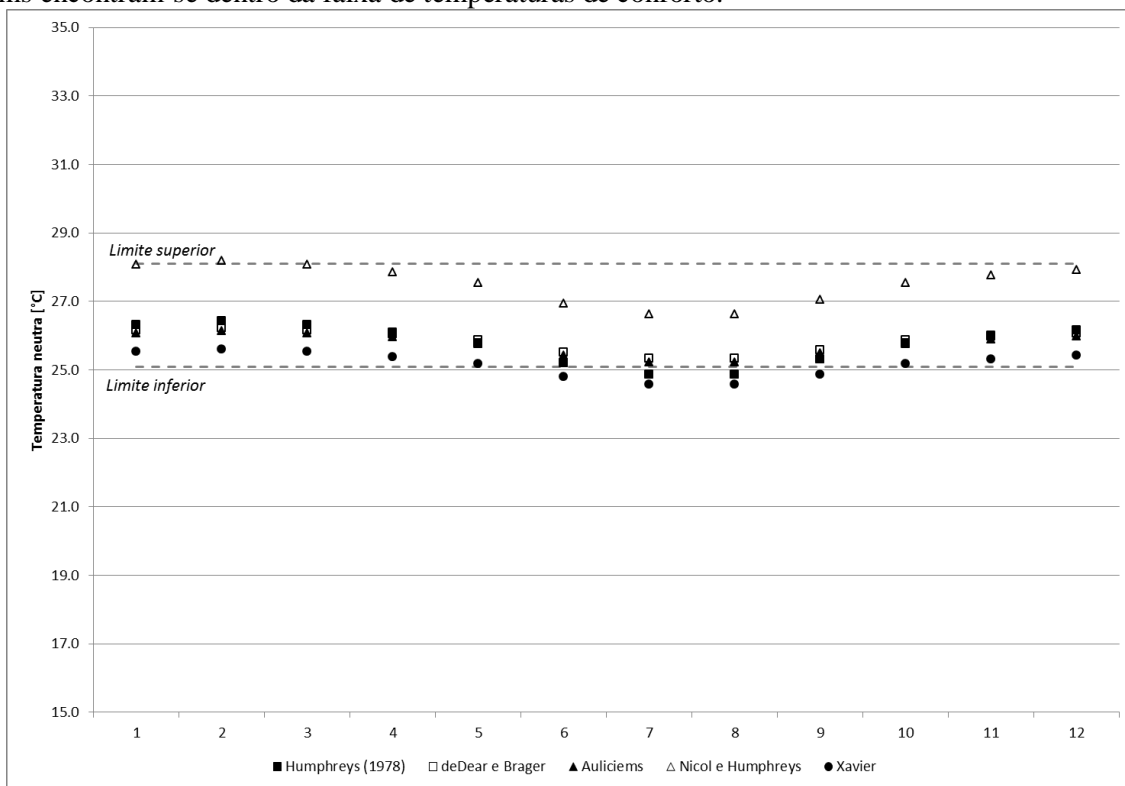


Figura 5 Gráfico de temperatura neutra mensal calculada para Natal por diferentes índices adaptativos. Limite da zona de conforto segundo Araújo.

Na Figura 6 exibem-se os resultados para a cidade de Teresina, também com temperaturas externas mais elevadas.

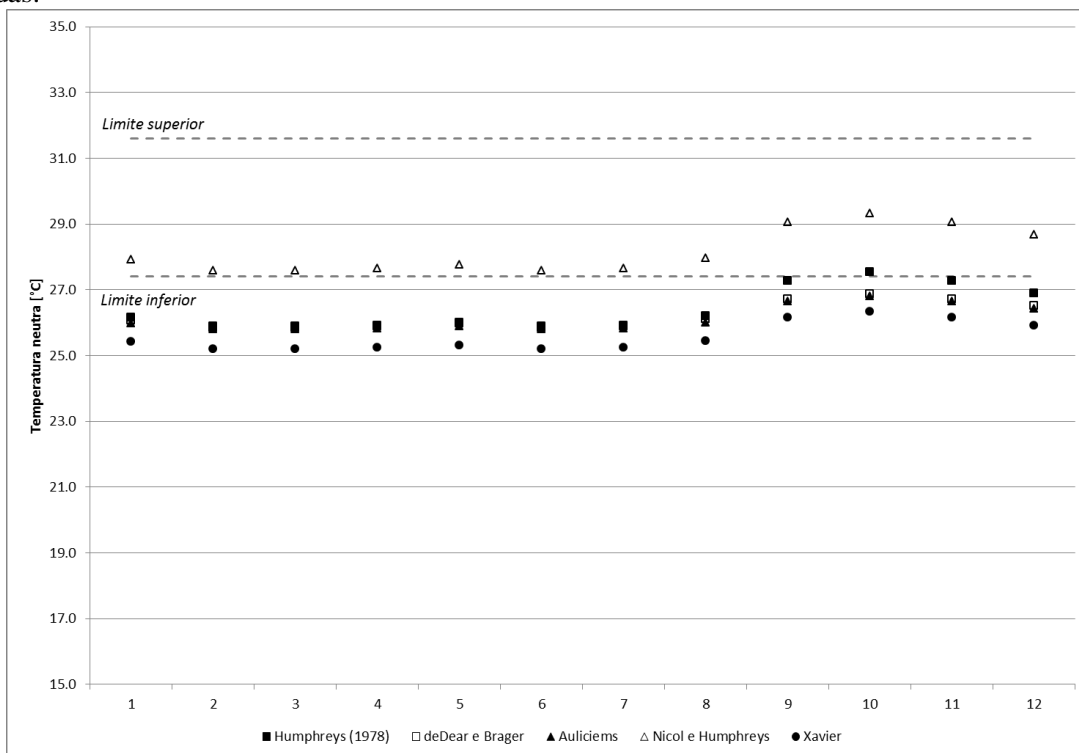


Figura 6 Gráfico de temperatura neutra mensal calculada para Teresina por diferentes índices adaptativos. Limite da zona de conforto segundo Silveira, Kallas e Ribeiro.

Para esta cidade apenas as temperaturas neutras oriundas do modelo de Nicol e Humphreys encontram-se dentro da faixa de conforto estabelecida por pesquisa de campo, sendo que de janeiro a dezembro estas temperaturas encontram-se bem próximas do limite inferior da faixa de conforto.

E, por fim, os resultados obtidos para a cidade de Manaus estão expostos na Figura 7. O modelo de Nicol e Humphreys apresentou temperaturas neutras fora da faixa de conforto descrita na bibliografia. Os modelos de DeDear e Brager e Auliciems, sempre com curvas de temperatura muito próximas, de janeiro a agosto ficaram muito próximos ao limite inferior da faixa de conforto. A curva do modelo de Xavier em parte do ano apresenta-se fora do limite de conforto inferior e no restante do ano adjacente a este limite. O modelo de Humphreys foi o que apresentou melhor comportamento.

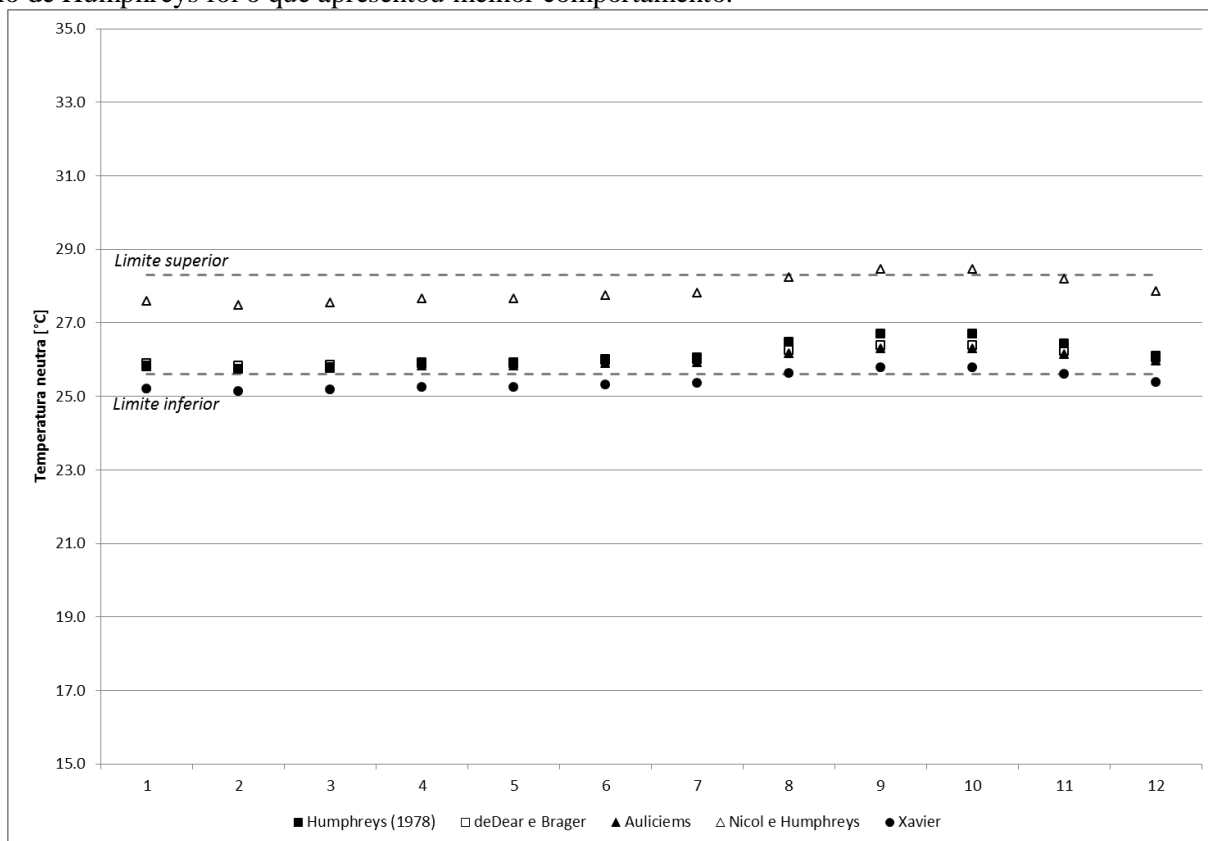


Figura 7 Gráfico de temperatura neutra mensal calculada para Manaus por diferentes índices adaptativos. Limite da zona de conforto segundo Loureiro.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho comparou temperaturas neutras obtidas a partir de modelos adaptativos de Humphreys (HUMPHREYS, 1978); Auliciems (AULICIEMS; SZOKOLAY, 1997); Nicol e Humphreys (NICOL; HUMPHREYS, 2002), de DeDear e Brager (DEDEAR; BRAGER, 2002) e Xavier (XAVIER, 1999), único modelo nacional, com faixas de conforto estabelecidas em pesquisa de campo no território nacional. As pesquisas de campo são ainda em número bem reduzido, sendo pouco representativas perante o vasto território brasileiro. Ainda sim é um estudo relevante, uma vez que conforto térmico está relacionado diretamente com a operação da edificação, a quantidade de energia requerida para o seu condicionamento e no impacto resultante na qualidade tanto do ambiente construído como natural.

Em um trabalho inédito, Pereira e Assis (2010) avaliam a aplicabilidade de quatro índices de conforto adaptativo (AULICIEMS, 1981; HUMPHREYS, 1978; NICOL; HUMPHREYS, 2002; DEDEAR; BRAGER 2002) com estudos brasileiros (ARAÚJO, 1996; XAVIER, 1999; GONÇALVES, 2000). As autoras concluíram que a temperatura neutra gerada a partir das equações de Auliciems (1981) e DeDear e Brager (2002) apresentaram os melhores resultados para o caso brasileiro. A amplitude da faixa de conforto de melhor resultado foi de  $T_n \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ , para pouco desconforto, e  $T_n \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ , para muito desconforto.

No presente trabalho, ampliou-se as referências bibliográficas nacionais (ARAÚJO, 1996; BARBOSA, 1997; XAVIER, 1999; GONÇALVES, 2000; SILVEIRA; KALLAS; RIBEIRO, 2003; LOUREIRO, 2003; LINCK; ALBERNARD; GRIGOLETTI, 2012) para a determinação de faixas de



conforto a partir de pesquisa de campo para comparação com os mesmos cinco índices de conforto adaptativo anteriormente citados.

Os resultados obtidos mostraram que para as cidades de Santa Maria e Teresina obtém-se temperaturas neutras fora das respectivas faixas de conforto. Para as cidades de clima mais ameno como Florianópolis, Londrina e Belo Horizonte, os modelos de DeDear e Brager e Auliciems mostraram melhor aplicabilidade, em conformidade com os resultados obtidos por Xavier (1999) e Pereira e Assis (2010). Para cidades de climas mais quentes, como Manaus e Natal, o modelo de Humphreys apresentou melhor aplicabilidade. O modelo de Xavier (1999), desenvolvido para o contexto de brasileiro com dados obtidos em pesquisa de campo na cidade de Florianópolis, teve sua aplicabilidade limitada à própria cidade de Florianópolis e Londrina.

Em etapas futuras pretende-se aplicar estes índices para outras cidades brasileiras, assim como realizar uma avaliação com dados horários para melhor compreensão do comportamento dos índices e aprofundamento do estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, V. M. D. **Parâmetros de Conforto Térmico para Usuários de Edificações Escolares no Litoral Nordeste Brasileiro**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 179. 1996.
- ASHRAE. Standard 55: **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta. 2004.
- AULICIEMS, A. Psycho-Physiological Criteria for Global Thermal Zones of Building Design. **International Journal of Biometeorology**, 1981.
- AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. Thermal Comfort. **PLEA: Passive and Low Energy Architecture International in Association with Department of Architecture The University of Queensland**. Brisbane: PLEA Notes. 1997. p. 64.
- BRAGER, G.; DEDEAR, R. J. Thermal Adaptation in the Built Environment: a literature review. **Energy and Building**, 17, 1998. 83-96.
- DEDEAR, R. J.; BRAGER, G. S. **Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: revisions to ASHRAE Standard 55**. Energy and Buildings, 34, n. 6, julho 2002. 549-561.
- FANGER, P. O. **Thermal Comfort**, Analysis and Applications in Environmental Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.
- FONTANELLA, M. S. **Percepção do Ambiente Térmico: preferências subjetivas e conforto térmico**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, p. 162. 2009.
- GONÇALVES, W. B. **Estudo de Índices de Conforto Térmico Avaliados com Base em População Universitária na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 241. 2000.
- HUMPHREYS, M. Outdoor Temperatures and Comfort Indoors. **Building Research & Information**, 6, n. 2, 1978.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (BRASIL). **Normais climatológicas do Brasil: 1961 - 1990**. Ed. revista e ampliada. ed. Brasília: INMET, 2009.
- LIMA, G. L. F.; OLIVEIRA, A. G. de; PREDINI, A.; ARAÚJO, V. M. M.. Índices de Conforto Térmico: revisão e proposta para o clima quente e úmido de Natal - RN. In: VIII Encontro Nacional e V Encontro Latino Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, Macéio, 2005, **Anais...** Macéio, ENCAC-ELAC 2005. CD-ROM.
- LINCK, G. I.; ALBERNARD, R. S. D.; GRIGOLETTI, G. C. Hábitos, Sensações e Preferências Térmicas de Moradores de Habitações de Interesse Social em Santa Maria- RS. In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora, Outubro 2012. 975-983, **Anais...** Juiz de Fora, ENTAC 2012. CD-ROM.
- LOUREIRO, K. C. G. **Análise de Desempenho Térmico e Consumo de Energia de Residências na Cidade de Manaus**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 160. 2003.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730**: Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Germany, 2006. 59p.
- NICOL, J. F. Adaptive Thermal Comfort Standards in the Hot-Humid Tropics. **Energy and Buildings**, 36, julho 2004. 628-637.
- NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings. **Energy and Buildings**, 34, n. 6, julho 2002. 563-572.
- PEREIRA, I. M.; ASSIS, E. S. D. Avaliação de Modelos de Índices Adaptativos para Uso no Projeto Arquitetônico Bioclimático. **Ambiente Construído**, 10, n. 1, 2010. 31-51.
- ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL, F. **A Adaptação de Edificações e Cidades às Mudanças Climáticas: um guia de sobrevivência para o século XXI**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2009. 267 p.
- SILVEIRA, A. L. R. C.; KALLAS, L. E.; RIBEIRO, S. C. Determinação de Zona de Conforto Térmico para Ambientes Escolares em Teresina. In: III Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações e VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, Curitiba, Novembro 2003. 346-353, **Anais...** Curitiba, ENCAC-ELAC 2003. CD ROM.
- XAVIER, A. A. P. **Condições de Conforto Térmico para Estudantes de 2º Grau na Região de Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Univerisdade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 209. 1999.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à FAPEMIG.