

## DESEMPENHO TÉRMICO E HABITAÇÃO: UMA AVALIAÇÃO COMPARATIVA NO CONTEXTO CLIMÁTICO DA ZONA BIOCLIMÁTICA

**Sammea R. G. D. Costa<sup>(1)</sup>; Gianna Melo Barbirato<sup>(2)</sup>; Solange V. G. Goulart<sup>(3)</sup>**

(1) Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, FAU-UFAL, e-mail: [sammea.arq@gmail.com](mailto:sammea.arq@gmail.com)

(2) Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, FAU-UFAL, e-mail: [giannamelobarb@hotmail.com](mailto:giannamelobarb@hotmail.com)

(3) Departamento de Arquitetura e Urbanismo/PPGAU/UFRN, email: [aasolange@hotmail.com](mailto:aasolange@hotmail.com)

### **Resumo**

*A presente pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho térmico de unidades habitacionais submetidas ao contexto climático classificado na Zona Bioclimática 8 estabelecido pela norma NBR 15220-3 da ABNT, com vistas ao conforto térmico de seus usuários. As localidades brasileiras escolhidas foram as capitais: Belém – PA; Fortaleza – CE; Maceió – AL; Salvador – BA e Rio de Janeiro – RJ. Foram definidos quatro modelos de habitações para a realização de simulações computacionais, sendo um modelo de referência; dois modificados de acordo com prescrições das normas vigentes para o contexto estudado, e um quarto com o acréscimo de protetor solar. Foram analisadas as condições de insolação de fachadas para quatro diferentes condições de orientação e três horários nos solstícios de inverno e verão. Para a avaliação do desempenho térmico dos modelos estudados, foi utilizado o programa computacional Design Builder. Foi realizada, ainda, uma análise comparativa dos resultados obtidos com limites de conforto baseados em temperaturas de neutralidade, consideradas aceitáveis para edificações residenciais de clima quente e úmido. As simulações computacionais das condições de insolação das fachadas evidenciaram a necessidade do uso de proteção solar para cada uma das cinco capitais, para fins de diminuição de temperatura do ar interna resultante. Embora os resultados da pesquisa sejam limitados a simulações específicas, enfatizaram a necessidade de se observar diferentes alternativas projetuais bioclimáticas adequadas aos diferentes perfis climáticos analisados. Apontaram ainda que, apesar de pertencerem a uma mesma zona bioclimática, as estratégias de projeto nas cidades analisadas têm especificidades importantes que devem ser observadas, para se alcançar um desempenho térmico favorável no ambiente interno.*

**Palavras-chave:** desempenho térmico; Projeto de habitação, simulação computacional.

### **Abstract**

*The main objective of this research is to analyze the thermal performance of housing units submitted to a climate environment classified as Bioclimatic Zone 8, established by norm NBR 15220-3 from The Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), with the purpose of providing indoor thermal comfort to those housing units' occupants. The Brazilian locations selected were the following estate capitals: Belém, PA; Fortaleza, CE; Maceió, AL; Salvador, BA and Rio de Janeiro, RJ. Four different types of graphical modeling for computer simulations were determined such as: one of them was a reference type, two others were modified according to the standards for the climatic context being analyzed and the fourth type was incremented with a shading device. The solar radiation exposure in facade areas of four different types of solar orientation and three different time periods, in both summer and winter solstices was studied. In order to evaluate the thermal performance of the building units, Design Builder was the computer simulation software chosen for this study*

*case. Also, a comparative analysis of the final results obtained from the comfort limit based on neutral temperatures, considered acceptable for housing units on hot and humid climate zones, has been carried out. The computer simulations of the thermal performance has confirmed that the increase of the effective opening areas for natural ventilation in accordance with NBR 15220-3 and NBR15575, showed, in most cases, reduction in the indoor air temperature in the simulation models, although none model has shown 100% comfortable hours. It was confirmed that, though the cities belong to the same bioclimatic zone, there are important particular climatic features for design strategies in those cities that are important to achieve a favorable thermal performance, and consequently, indoor thermal comfort of its users.*

**Keywords:** *thermal performance; building design, computational simulation.*

## 1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que por meio da adequação climática de edificações pode-se obter a satisfação do usuário quanto às condições térmicas dos ambientes internos, diminuindo o consumo de energia com a utilização de sistemas ativos de climatização. A utilização de estratégias bioclimáticas no projeto de habitações passa a ter maior importância nos debates, à medida que se passa a entender que o emprego de meios artificiais de climatização em edificações pode tornar-se economicamente inviável para a população de menor poder aquisitivo.

Ao agregar melhorias no projeto arquitetônico em sua fase de concepção, com estudos prévios de materiais, componentes, análise de condições de exposição ao vento e orientação solar, pode-se obter satisfatórias condições de conforto térmico dos usuários.

Esses resultados podem ainda ser alcançados a partir da avaliação do desempenho térmico de habitações através de simulações computacionais, que auxiliam o arquiteto e projetista permitindo a realização de testes com diversas alternativas de projeto e as consequências térmicas resultantes.

Diversos estudos sobre qualidade das habitações vêm sendo realizados no âmbito acadêmico, visando agregar melhorias ao projeto arquitetônico em sua fase de concepção, como a análise de materiais, componentes, condições de exposição ao vento e orientação solar, com vistas ao conforto térmico dos usuários (Kruger; Givoni, 2004; Torres, 2006; Passos; Damasceno; Barbirato, 2008; Negreiros, 2008; Curcio; Silva, 2009, Lima, 2010). Entretanto, **percebe-se que as análises resultantes das investigações climáticas ainda têm pouca influência nas decisões e nas definições dos padrões de ocupação urbana e construção de edificações.**

Da mesma forma, com o intuito de auxiliar aos arquitetos e projetistas no desenvolvimento de projetos de habitações com desempenho térmico satisfatório, no Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – elaborou normas técnicas (ABNT, 2005; ABNT, 2010) que padronizam procedimentos, métodos de ensaios, terminologias, simbologias e classificações, de modo a garantir que os serviços e produtos sejam de qualidade.

Torna-se necessária uma constante troca de informações entre pesquisadores e os setores ligados à construção quanto à importância de se observar os aspectos climáticos particulares de cada região para a qual se está projetando. Sendo o conforto térmico é um aspecto importante a se considerar para que condições de habitabilidade sejam alcançadas em uma edificação, é fundamental que novos referenciais construtivos que visem à conservação de energia através da adequação climática das construções e o conforto térmico sejam constantemente analisados.

## 2. OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo analisar o desempenho térmico de unidades habitacionais submetidas ao contexto climático da Zona Bioclimática 8, a fim de contribuir para alternativas projetuais nos casos estudados, com vistas ao conforto térmico de seus usuários. São analisados o comportamento térmico de unidades habitacionais inseridas em cidades brasileiras classificadas na Zona Bioclimática 8, segundo as Normas NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2010).

## 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 3.1. Escolha das cidades dentro do contexto climático da zona bioclimática 8

Para a escolha das cidades brasileiras para análise, foram estabelecidos critérios prévios de disponibilidade de dados climáticos obtidos através de arquivos do tipo TRY (GOULART, LAMBERTS, FIRMINO, 1998), compatíveis para simulações computacionais de desempenho térmico de edificações no programa computacional Energy Plus (LABEEE, 2010). Dentre as capitais brasileiras que possuem arquivos do tipo TRY, foram escolhidas, procurando-se estabelecer intervalos representativos de latitudes, as seguintes cidades: *Belém* (Pará); *Fortaleza* (Ceará); *Maceió* (Alagoas); *Salvador* (Bahia) e *Rio de Janeiro* (Rio de Janeiro).

### 3.2. Simulações computacionais

#### 3.2.1. Definição dos modelos adotados

Para as simulações computacionais, foram definidos quatro modelos: um **modelo de referência** (figura 1) de uma tipologia recorrente de habitação de interesse social, como base para as simulações: área interna total de 38m<sup>2</sup>, dividida em 2 quartos, salas e cozinha integradas e banheiro; pé-direito de 2,55 m; aberturas de 1,20 x 1,40 m; exceto área de serviço (1,20 x 1,20 m) e wcb (0,60 x 0,80 m). A partir dele foram criados mais três modelos: o **modelo modificado 01**, ou seja, o de referencial alterado de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2010) quanto aos vãos livres para ventilação (15% da área do piso); o **modelo modificado 02** com os vãos livres para ventilação de 40% da área do piso, conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e o **modelo modificado 02 com proteção solar**, com a proteção solar adequada a cada cidade estudada. A

Tabela 1 apresenta um resumo das aberturas para ventilação dos modelos analisados.

Ambiente	Área (m <sup>2</sup> )	Janelas do modelo de referência (l x a / p) (m)	Aberturas para livre ventilação (l x a / p) (m)	Janelas (l x a / p) (m) do modelo modificado 01 15% área do piso	Janelas (l x a / p) (m) do modelo modificado 02 40% área do piso
Salas	12,12	1,20x1,40	1,30x1,40	2,60x1,40	3,50x1,40
estar/jantar		1,00	1,00	1,00	1,00
Dormitório 01	6,02	1,20x1,40	0,65x1,40	1,30x1,40	1,75x1,40
		1,00	1,00	1,00	1,00
Dormitório 02	8,03	1,20x1,40	0,90x1,40	1,80x1,40	2,30x1,40
		1,00	1,00	1,00	1,00
Cozinha	6,12	1,20x1,20	0,70x1,20	1,40x1,20	1,40x1,20
		1,20	1,20	1,20	1,20

Tabela 1: Medidas das aberturas livres para ventilação de cada ambiente de permanência propostas para os modelos modificados 01 e 02 (l = largura, a = altura, p = peitoril).

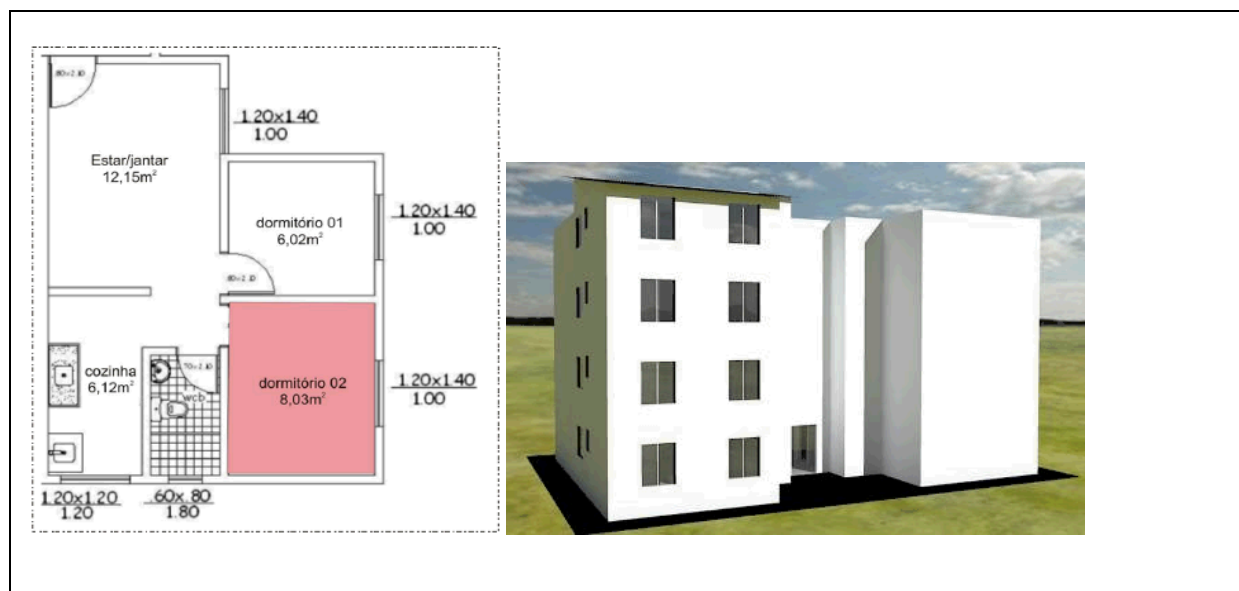


Figura 1: Modelo de referência utilizado nas simulações computacionais. Fonte: COSTA (2011).

### 3.2.2. Rotinas de simulação

No SketchUp Pro 7 (GOOGLE, 2010) foi simulada a insolação das fachadas do modelo de referência em quatro orientações (norte, leste, sul e oeste), às 09h00min e 15h00min para cada cidade e, foram definidos protetores solares para cada situação.

No Design Builder (DESIGNBUILDER, 2005-2010) foi escolhido o dormitório 02 para ser estudado em cada capital, em todos os modelos, no pavimento intermediário, uma vez que não sofre a interferência da temperatura do solo e da cobertura no seu desempenho térmico, e sua fachada orientada para as orientações Norte e Sul durante todo o ano. As rotinas (dados de entrada) de ocupação consideraram duas crianças ocupando o dormitório 02. As rotinas de iluminação seguiram o padrão de uma lâmpada fluorescente compacta de 15 W, com funcionamento de 18h às 22h. As rotinas de aberturas foram consideradas com 50% da área aberta de 6h às 22h e de 22 às 6h com 25% de área aberta e com uso exclusivo de ventilação natural durante todo o dia, em todos os modelos.

### 3.3. Análise dos dados

Os resultados das simulações do comportamento térmico dos modelos foram transferidos para planilhas eletrônicas, nas quais foram criados gráficos com intervalos horários de temperatura do ar interna resultante em cada modelo estudado, e conforto térmico para cada cidade. Foram adotados índices de conforto térmico baseados em Pereira e Assis (2010) em concordância com o índice adaptativo de DeDear e Bragger (2002) e com seu aprimoramento em Peeters et al (2009), obtendo-se a temperatura de neutralidade em 26°C e os seguintes limites de conforto: 29,5°C (limite superior) e 24,5°C (limite inferior), para todas as cidades analisadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Proposta de proteção solar

A Figura 2 e a Tabela 2 mostram exemplo de estudo da insolação das fachadas no modelo de referência e proposta de protetor solar realizado para as capitais estudadas.

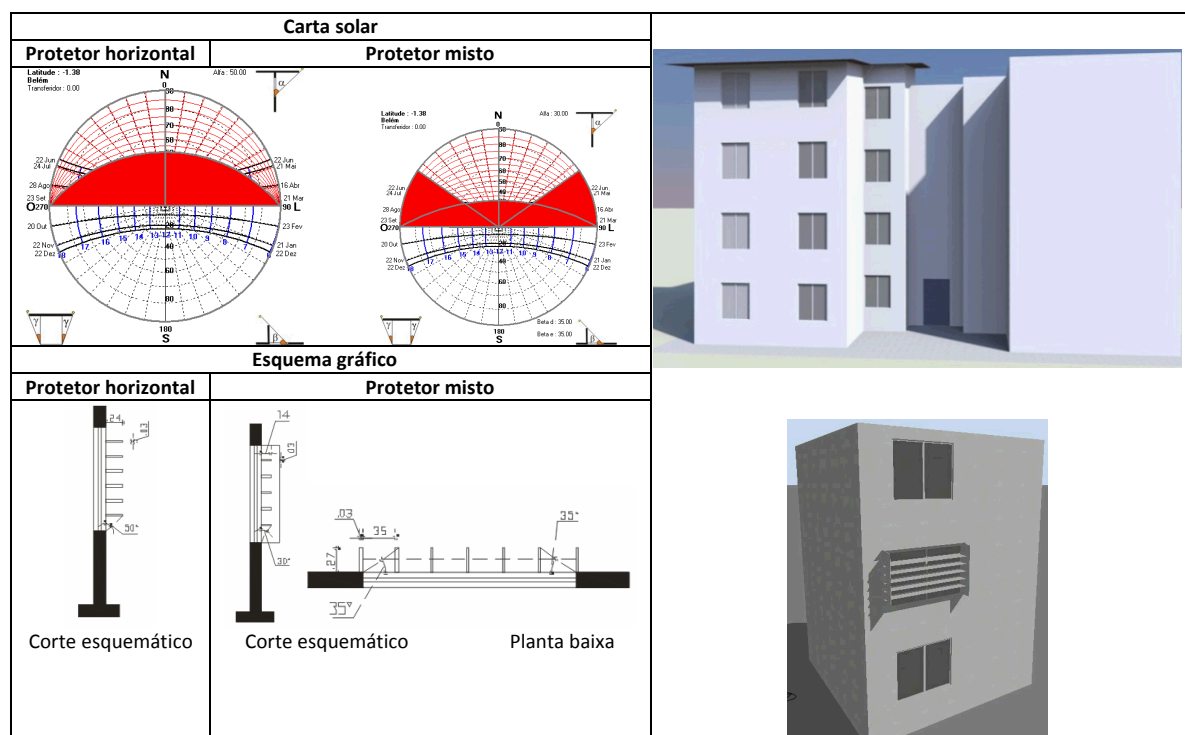


Figura 2 – Exemplo de recomendações de protetor solar para as cidades estudadas (fachada norte, Belém-PA).

Fachada	Tipo de protetor e ângulo de proteção
Norte	Horizontal: frontal 50°.
Leste	Misto: vertical frontal 30°, horizontais 35°.
Sul	Horizontal finito: frontal 60°, esquerdo e direito 35°.
Oeste	Horizontal infinito: 60°.
	Horizontal: frontal 60°.
	Misto: vertical frontal 30°, horizontais 27°.
	Horizontal infinito: 80°.
	Horizontal finito: frontal 80°, esquerdo e direito 60°.

Tabela 2: Exemplo de estudo da insolação das fachadas no modelo de referência (Belém – PA).

### 4.2. Simulação do comportamento térmico dos modelos analisados nas cidades estudadas

Os resultados das simulações do comportamento térmico dos modelos de referência, modelo modificado 01 e modelo modificado 02 e modelo modificado 02 com proteção solar, expostos às orientações norte e sul para as cidades estudadas, mostraram, de uma maneira geral, que o modelo modificado 02 com proteção solar apresentou melhores resultados, quanto às temperaturas internas do ar resultantes para o ambiente estudado (dormitório), do que o modelo modificado 01 e modificado 02. Embora esses resultados sejam limitados a

simulações específicas, enfatizaram, na maioria dos casos, a necessidade de se observar diferentes alternativas projetuais bioclimáticas adequadas aos diferentes perfis climáticos aqui analisados.

Observou-se ainda que o aumento das áreas das aberturas efetivas para ventilação em conformidade com as normas NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2010) significou redução de temperatura do ar interno resultante nos modelos simulados, embora nenhum deles tenha apresentado 100% de horas confortáveis. As simulações computacionais realizadas sem proteção solar nas aberturas significaram aumento de carga térmica no ambiente interno. Evidencia-se aí a importância da ventilação natural como estratégia fundamental de conforto térmico, juntamente com o sombreamento adequado das aberturas, como foi observada nas simulações computacionais com proteção solar, que apresentaram significativa redução de temperatura do ar interna nas cidades estudadas, em relação aos demais modelos.

Para as orientações Norte e Sul analisadas, em **Belém – PA** não houve nenhum modelo que se encontrasse integralmente dentro dos limites de conforto térmico. Dentre as situações estudadas, o modelo modificado 02 com o uso de proteção solar foi o que apresentou melhores resultados: em relação ao modelo de referência, as temperaturas do ar internas resultantes nesse modelo diminuíram em 6640 das 8670 horas analisadas (24% das horas anuais). Porém, apesar desses resultados, em 71% das horas analisadas, alcançou temperaturas do ar internas resultantes acima do limite superior de conforto térmico adotado.

Para a cidade de **Fortaleza – CE** (figura 3), o modelo modificado 02 com o uso de proteção solar foi o que mais se aproximou do limite superior de conforto, mas em apenas 5% das horas simuladas, totalizando 8349 horas/ano em desconforto por calor

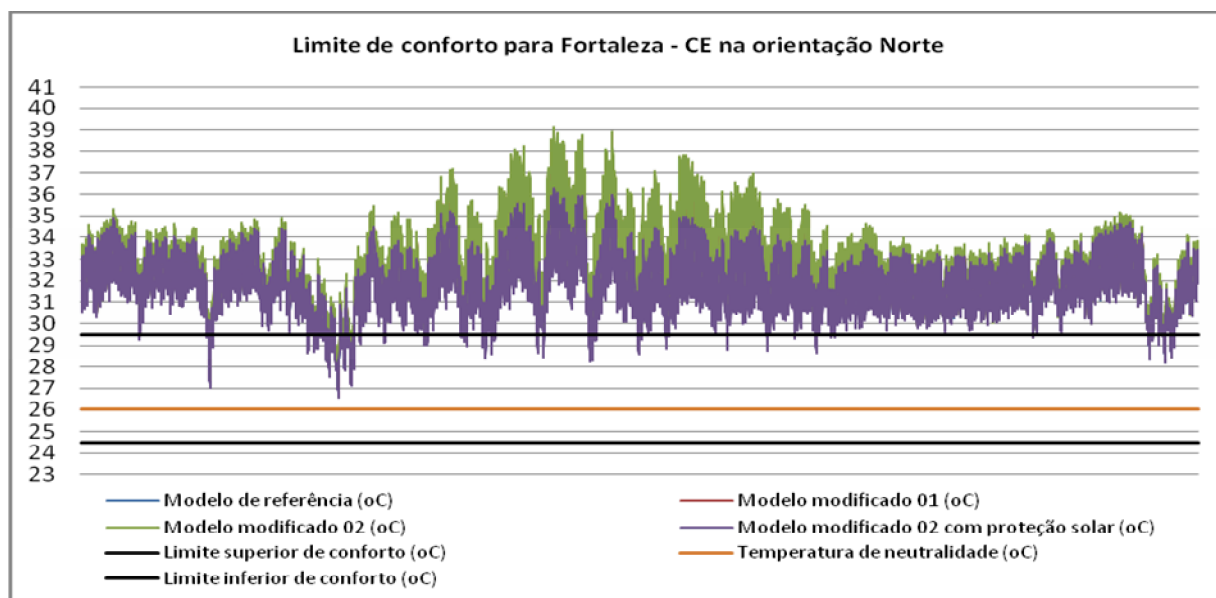


Figura 3: Comparação anual das temperaturas do ar e limite de conforto para a cidade de Fortaleza - CE

Na análise dos modelos em **Maceió – AL**, no modelo de referência foi observado que, das 8760 horas analisadas, 5243 delas, ou seja, 59.8% encontram-se acima do limite superior de conforto sugerido, indicando desconforto por calor. Evidenciou-se para os casos estudados que o aumento da área efetiva para ventilação não acarretou uma direta diminuição da

temperatura do ar interna resultante nos modelos simulados.

As simulações realizadas para **Salvador – BA** indicaram que, na orientação Norte, o modelo modificado 02 com proteção solar mostrou-se com mais horas dentro dos limites de conforto térmico para o ambiente simulado, constatando que o aumento da área efetiva para ventilação em 40% da área do piso do ambiente e a adição de proteção solar conseguem amenizar o desconforto térmico interno. Porém, apresentou valores de até 71.4% das horas simuladas, 6256 horas/ano, acima do limite superior de conforto térmico, causando condições de desconforto térmico por calor

Para as simulações realizadas para o Rio de Janeiro – RJ, os resultados mostraram que o modelo modificado 02 com proteção solar mostrou o melhor resultado dentre os modelos analisados (figura 4). Porém, o aumento da área efetiva para ventilação em 40% da área do piso e o uso de proteção solar não proporcionou redução na temperatura interna do ambiente simulado quando exposto a orientação Sul na cidade do Rio de Janeiro, uma vez que 46.4% das horas simuladas, ou 4073 horas/ano, estão acima do limite superior de conforto térmico, causando condições de desconforto térmico por calor.

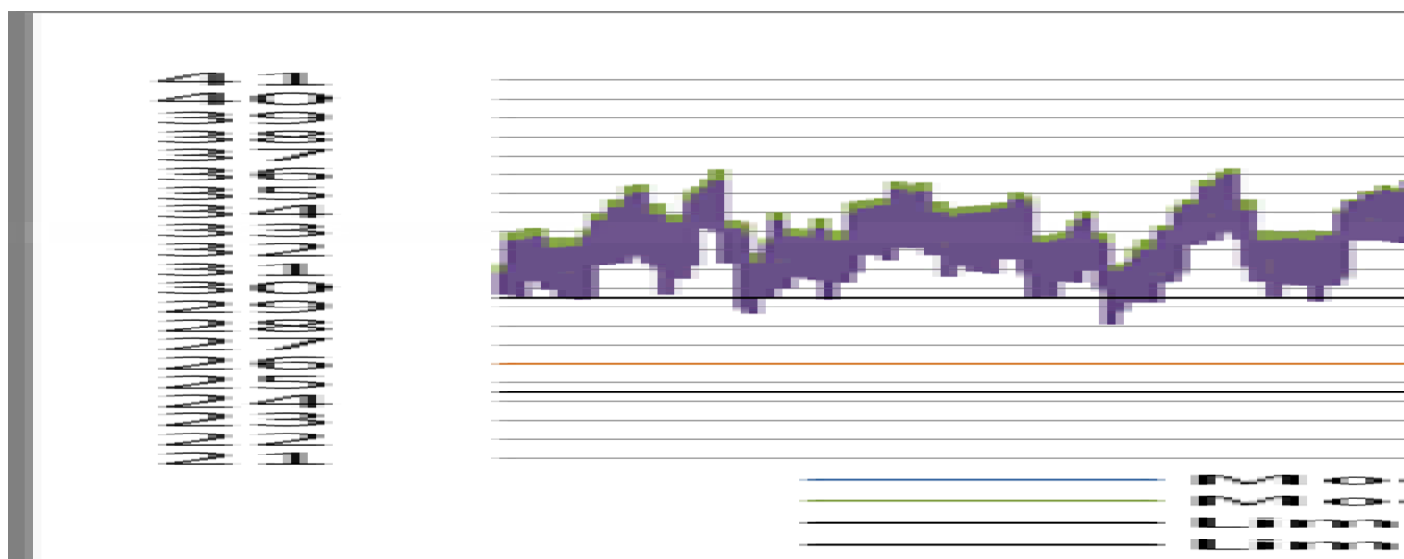


Figura 4: Comparação anual das temperaturas do ar e limite de conforto para a cidade do Rio de Janeiro – RJ

## 5. CONCLUSÕES

Quanto aos resultados das simulações do comportamento térmico dos modelos, estes mostraram de uma maneira geral que, apesar de pertencerem a uma mesma zona bioclimática, há diferenças nas necessidades de estratégias de projeto nas cidades analisadas para se alcançar um desempenho térmico favorável no ambiente interno. Como exemplo disto, o Quadro 2 mostra as diferentes necessidades de tamanho de proteção solar para as cidades estudadas.

É importante enfatizar, por um lado, a cautela que se deve ter em simulações computacionais, verificando-se suas limitações frente a dados de entrada e sensibilidade a diversos parâmetros.

A pesquisa evidenciou, enfim, a importância de contínua discussão das normas de desempenho térmico. Reforça, ainda, a importância de se projetar de acordo com os critérios climáticos locais, especialmente em unidades de programas habitacionais nos quais a utilização de meios artificiais de climatização é, muitas vezes, inviável para os seus usuários na maior parte do tempo de uso dos ambientes.

Cidade	Orientação	Protetores
<b>Belém</b>	Norte	Horizontal – ângulo vertical frontal 50°; Misto – ângulo vertical frontal 30° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 30°
	Leste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 60°; Horizontal finito - ângulo vertical frontal 60°; Ângulo vertical lateral direito e esquerdo 35°
	Sul	Horizontal – ângulo vertical frontal 50°, Misto – ângulo vertical frontal 30° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 35°
	Oeste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 80°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 80°, Ângulo vertical lateral direito e esquerdo 60°
<b>Fortaleza</b>	Norte	Horizontal – ângulo vertical frontal 60°, Misto – ângulo vertical frontal 30° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 40°
	Leste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 60°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 60°, Ângulo vertical lateral direito e esquerdo 40°
	Sul	Horizontal – ângulo vertical frontal 45°, Misto – ângulo vertical frontal 30° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 25°
	Oeste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 82°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 82°, Ângulo vertical lateral direito e esquerdo 55°
<b>Maceió</b>	Norte	Horizontal – ângulo vertical frontal 60°, Misto – ângulo vertical frontal 35° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 47°
	Leste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 57°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 57°, Ângulo vertical lateral direito 30° e esquerdo 45°
	Sul	Horizontal – ângulo vertical frontal 45°, Misto – ângulo vertical frontal 18° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 22°
	Oeste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 75°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 75°, Ângulo vertical lateral direito 50° e esquerdo 70°
<b>Salvador</b>	Norte	Horizontal – ângulo vertical frontal 60°, Misto – ângulo vertical frontal 40° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 43°
	Leste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 65°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 65°, Ângulo vertical lateral direito 25° e esquerdo 50°
	Sul	Horizontal – ângulo vertical frontal 55°, Misto – ângulo vertical frontal 15° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 22°
	Oeste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 80°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 80°, Ângulo vertical lateral direito 70° e esquerdo 50°
<b>Rio de Janeiro</b>	Norte	Horizontal – ângulo vertical frontal 70°, Misto – ângulo vertical frontal 50° ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 50°
	Leste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 55°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 55°, Ângulo vertical lateral direito 20° e esquerdo 55°
	Sul	Horizontal – ângulo vertical frontal 40°, Vertical – ângulo horizontal lateral direito e esquerdo 22°
	Oeste	Horizontal infinito – ângulo vertical frontal 80°, Horizontal finito - ângulo vertical frontal 80°, Ângulo vertical lateral direito 70° e esquerdo 60°

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-1/2/3**. Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**. Edifícios habitacionais até cinco pavimentos – desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro:



ABNT, 2010.

COSTA, sammea Ribeiro Granja Damasceno. **Desempenho térmico e habitação: uma avaliação comparativa no contexto climático da zona bioclimática 8**. 2011. 144f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFAL, Maceió.

CURCIO, Daniela da R.; SILVA, Antônio C. S. B. **Análise qualitativa do desempenho térmico de empreendimento de habitação de interesse social na cidade de Pelotas – RS**. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Anais...Natal, RN, 2009.

DEDEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**, v. 34, n. 6, p. 549-561, jul. 2002.

DESIGNBUILDER SOFTWARE LTD. **DesignBuilder**. 2005-2010.

GOOGLE. **Programa Computacional SketchUp, versão 8**. Disponível em: <http://sketchup.google.com/>. Acesso em junho de 2010.

GOULART, Solange V. G.; LAMBERTS, Roberto; FIRMINO, Samanta. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. 2ª edição. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1998. 345 p.: il.

KRUGER, Eduardo; GIVONI, Baruch. Predicting thermal performance in occupied dwellings. **Energy and Buildings** 36 (2004) 301-307.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES, LABEEE. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil.

LIMA, Raffaella Germano de. **A influência do sombreamento e absortância da envoltória no desempenho termo-energético de edifícios residenciais, na cidade de Maceió-AL**. 2010. 178f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFAL, Maceió.

NEGREIROS, Bianca. Avaliação de desempenho térmico de uma habitação de interesse social segundo Design Builder. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – XII ENTAC. **Anais**. Fortaleza, Ceará, 2008.

PASSOS, I. C. S.; DAMASCENO, S. R. G.; BARBIRATO, G. M. Desempenho térmico de habitações térreas de interesse social em Maceió-AL: simulações de alternativas de reformas para diferentes orientações e estimativas de conforto térmico de usuários. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, **Anais...** Fortaleza, CE. 2008.

PEETERS, L; DEDEAR, R; HENSEN, J; D'HAESELEER. **Thermal comfort in residential buildings: Comfort values and scales for building energy simulation**. *Applied Energy* 86 (2009) 772–780.

PEREIRA, I. M.; ASSIS, E. S. de. **Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 31-51, jan./mar. 2010. ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

TORRES, S. C. **Arranjos construtivos urbanos: um estudo sobre a influência da configuração de conjuntos habitacionais verticais na qualidade térmica de edificações em Maceió-AL**. 2006. 123f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFAL, Maceió.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Alagoas – FAPEAL pela bolsa de mestrado concedida.