

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E CONDIÇÕES DE CONFORTO DE UM CONJUNTO HABITACIONAL HORIZONTAL NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

Luanna Damascena dos Santos⁽¹⁾; Raíssa Jardim Ferraz da Silva⁽¹⁾; Flávia Maria Guimarães Marroquim⁽²⁾; Elisângela Pereira da Silva⁽³⁾

(1) UFPB, Dep. de Arquitetura, lu_damascena@hotmail.com raissajardimfs@hotmail.com

(2) UFPB, Departamento de Arquitetura, fmarroquim@ig.com.br

(3) UFPB, Programa de Pós Graduação em Arquitetura, elisangellapereira@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo apresenta os resultados preliminares de uma pesquisa em andamento que tem como objetivo principal avaliar termicamente o desempenho das unidades habitacionais unifamiliares de um conjunto habitacional popular, analisando as temperaturas do ar de unidades que ainda dispõem as placas de concreto originais como paredes com as de unidades que substituíram essas placas por outro material construtivo. A avaliação térmica consistiu de uma análise qualitativa, através de estudos de insolação e ventilação, do sistema construtivo e dos tipos de proteção existentes nas unidades, e de uma análise quantitativa, realizada através de medições ininterruptas de temperatura do ar com auxílio de data logger portáteis permitindo a identificação dos fatores que mais influenciaram na temperatura interna dos ambientes e do conforto térmico resultante. Simultaneamente foram obtidos registros da temperatura externa a partir de uma miniestação meteorológica. Os resultados mostraram a inadequação climática das unidades habitacionais, para as diversas situações estudadas, enfatizando a importância de se levar em conta aspectos ligados ao conforto térmico, ainda na fase de concepção de projeto, tais como a qualidade térmica do material construtivo adotado e a orientação da unidade de modo a protegê-la da radiação excessiva além do correto dimensionamento e localização das áreas de aberturas para ventilação.

Palavras-chave: Desempenho térmico, Conforto ambiental, Habitação popular.

Abstract

This paper presents the preliminary results of a ongoing research whose principal aim is to assess the thermal performance of single-family house units of a popular residential complex, comparing the air temperature of houses that still have concrete slabs serving as walls, with the air temperature inside other houses which had such slabs substituted another building materials. The thermal assessment consisted of a qualitative analysis, which studied the houses insolation and ventilation, their constructive system and the types of solar radiation protection existing in the units, besides a quantitative analysis made of uninterrupted air temperature measurements using a portable data logger which identifies the most influential factors over the internal temperature and the users' thermal comfort. External temperature data were obtained from a mini meteorological station. The results showed the climate unsuitability of the house units for the several situations studied, highlighting the importance of taking thermal comfort into account during the project conceptual phase, such as thermal quality of the building materials adopted and orientation in order to protect it from the excessive radiation, in addition to location and dimensions of ventilation openings.

Key words: Thermal Performance, Environmental Comfort, Popular Housing.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que é de suma importância a atenção na escolha dos materiais de revestimento das envoltórias no projeto de conjuntos habitacionais, não apenas para a qualidade arquitetônica das unidades, mas também na obtenção do conforto térmico de seus moradores, sobretudo, quando essas moradias são destinadas à população de baixa renda. Além da falta de atendimento às condições mínimas de conforto, os problemas dos conjuntos habitacionais podem envolver também o comprometimento da saúde física e psicológica de seus usuários, o consumo excessivo de energia elétrica para condicionar ambientes e a deterioração de materiais devido a problemas de condensação nas superfícies e ventilação insuficientes (AKUTSU; SATO; PEDROSO, 1987).

Inúmeras pessoas são submetidas a ambientes termicamente inadequados em conjuntos habitacionais, pois a maioria desses programas é, em geral, implementada com praticamente nenhuma atenção à região climática onde as habitações são construídas. Os sérios problemas relativos à falta de conforto das moradias é uma constante entre os diversos profissionais preocupados com a habitação popular (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Dentro do exposto, este artigo tem por objetivo apresentar os resultados da avaliação do desempenho térmico de unidades habitacionais originais e reformadas do Conjunto Habitacional Antônio Mariz, localizado em João Pessoa-PB, identificando, assim, os fatores que mais influenciam na temperatura interna dos ambientes e o conforto térmico resultante.

2. CONTEXTO CLIMÁTICO DE JOÃO PESSOA E O CONJUNTO EM ESTUDO

A cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, situa-se no litoral do estado, nordeste brasileiro, na porção mais oriental das Américas, com latitude 7°09'28"S e longitude de 34°47'30"O. O clima da cidade é quente e úmido, com temperaturas médias anuais de 26°C e umidade relativa média anual de 80% (Atlas do Estado da Paraíba *apud* SILVA, 1999) caracterizando-se por temperaturas médias anuais elevadas, assim como elevada umidade relativa do ar e intenso regime pluviométrico (precipitação anual de 1.800mm), com uma maior concentração de chuvas nos meses de maio, junho, julho, sendo junho o mês de maior concentração pluviométrica (NIMER, 1979 *apud* SOBREIRA, 2010).

Os ventos mais frequentes são provenientes do quadrante L (SE, L e NE), sendo que os ventos SE e L são constantes o ano inteiro e o vento NE ocorre nos meses mais quentes do ano. Dentre as principais solicitações térmicas para as cidades inseridas na zona bioclimática 8 (ABNT, 2005), recomendam-se grandes aberturas para ventilação (maior que 40% da área do piso), máximo de sombreamento dessas aberturas e o mínimo de capacidade térmica para os materiais das paredes externas e coberturas.

O conjunto habitacional em estudo foi executado e financiado pela CEHAP (Companhia Estadual de Habitação Popular), para atender a uma população com faixa de renda entre 1 e 5 salários mínimos, e localiza-se na Zona Sul da cidade de João Pessoa-PB, no bairro de Mangabeira.

As 940 unidades do Conjunto Antônio Mariz (entregues entre os anos 2000 e 2001), com uma área útil de aproximadamente 32m², foram construídas com placas pré-moldadas de concreto (espessura de 5cm), encaixadas em pilares com seção quadrada (15x15cm), possuindo: 1 sala (10,00m²), 1 quarto (8,00m²), circulação (0,75m²), cozinha (5,22m²), terraço (4,19m²), banheiro (2,57m²) e área de serviço (1,34m²) com um tanque. Os lotes tem as dimensões de 8m x 20m (160 m²) e de 10m x 20m (200 m²) os de esquina. Além das placas de concreto em todas as paredes das unidades, as demais características originais são: piso em cimento

queimado, esquadrias de madeira pintada com tinta branca, cobertura com estrutura em madeira e fechamento em telhas de barro, em duas águas caindo para as laterais do terreno.

3. METODOLOGIA ADOTADA

Este artigo encontra-se dividido em duas etapas: **análise qualitativa**, que consistiu nos estudos de insolação, ventilação, sistema construtivo e dos tipos de proteção existentes nas quatro unidades habitacionais escolhidas (duas na orientação Norte e duas na orientação Sul); e **análise quantitativa**, realizada através de medições da temperatura do ar, em intervalos horários, durante 8 dias consecutivos com o auxílio de *data logger* portáteis da Instrutherm modelo HT-500. Simultaneamente foram obtidas, também em intervalos horários, temperaturas externas a partir de uma mini-estação meteorológica montada a menos de 1 km de distância do conjunto em estudo e a 35m do nível do mar. Assim, compararam-se as temperaturas do ar obtidas através de medições *in loco* de unidades que ainda apresentam as placas de concreto em sua envoltória e de unidades que substituíram essas placas por outro material construtivo, com as temperaturas externas obtidas da miniestação, para determinação das condições térmicas dos ambientes.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A Figura 1 apresenta a localização das quatro casas selecionadas para o estudo (sendo duas, com fachada frontal na orientação Norte e duas na orientação Sul – em cada orientação, uma das casas ainda possui as placas de concreto originais e a outra, as substituiu por tijolos cerâmicos).



Figura 1 – Implantação do Conjunto Antônio Mariz e casas selecionadas para o monitoramento.

4.1 Análise qualitativa

Para esta análise, foram elaboradas fichas-sínteses com as características das quatro unidades habitacionais selecionadas. As casas com placas de concreto 01 (Norte) e 03 (Sul) apresentam acréscimos na parte dos fundos mas permanecem com as características originais (maioria dos ambientes originais, piso em cimento queimado, localização e área das aberturas, coberta em telha de barro e ausência de forro) na parte da frente. A única diferença é a existência de uma

árvore de grande porte localizada à frente da casa 03, exercendo papel de sombreamento.

Quanto às casas reformadas, 02 (Norte) e 04 (Sul), as diferenças mais significativas em relação às casas originais foram: ausência total das placas de concreto, aumento na área dos ambientes e na área das aberturas, a modificação do sentido das águas do telhado, a presença de um forro de PVC na casa 04 e a presença de uma cobertura à frente das salas (local das medições) funcionando como protetores externos (na casa 02 esse prolongamento na coberta é de telha de barro e possui 1,45m, e na casa 04 possui 2,30m, sendo 1m de telha de barro e 1,30m de fibrocimento). No Quadro 1 e na Figura 2 encontram-se, resumidamente, as características das quatro casas analisadas.

CASA	PAREDE	COR FACHADA	COBERTA + FORRO	PROT. EXTERNA	JANELAS (m ²)
Casa 01 Norte - original	Placas de concreto	verde	Original: telha de barro sem forro	não	0,63m ² (Norte) Sala: 10,00m ²
Casa 02 Norte - reformada	Tijolo cerâmico	bege	Reformada: telha de barro sem forro (sentido diferente)	Sim coberta 1,45 m	0,96m ² (Norte) Sala: 20,55m ²
Casa 03 Sul - original	Placas de concreto	rosa	Original: telha de barro sem forro	Sim árvore	0,63m ² (Sul) Sala: 10,00m ²
Casa 04 Sul - reformada	Tijolo cerâmico	branca	Reformada: telha de barro + forro de PVC + fibrocimento (sentido diferente)	Sim coberta 2,30 m	0,96m ² (Sul) Sala: 17,95m ²

Quadro 1 – Características gerais das casas analisadas para o monitoramento.

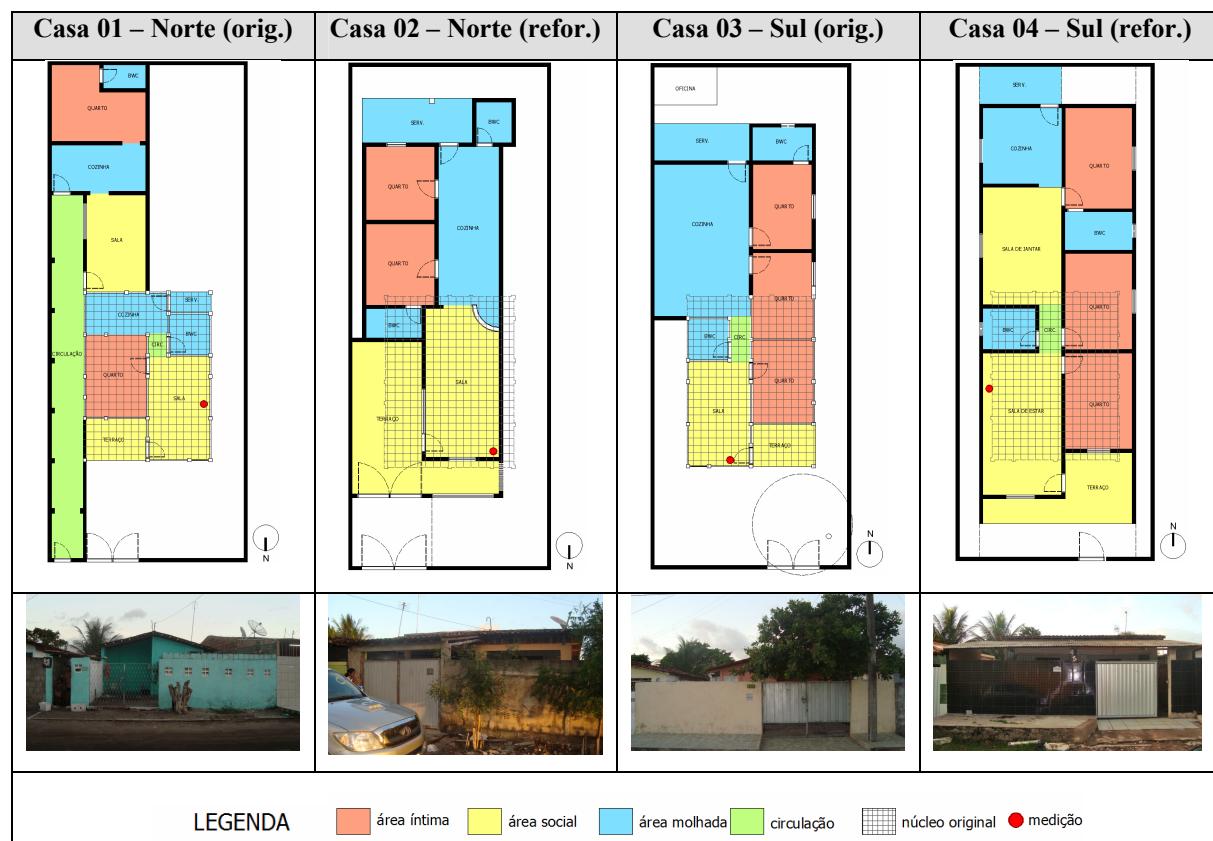


Figura 2 – Plantas baixas das casas analisadas e respectivas fachadas.

Com relação à **insolação**, verificou-se que as unidades são bastante desprotegidas originalmente (casas 01 e 03), recebendo radiação solar direta nas paredes da lateral da sala (local das medições) sempre no período da tarde – pois o beiral não é suficiente para um sombreamento efetivo. O mesmo ocorreu nas casas reformadas (02 e 04) - radiação solar direta nas paredes da lateral da sala sempre à tarde. O aspecto positivo das casas reformadas, foi o avanço da coberta na parte da frente (isso é possível devido à alteração no sentido da queda das águas do telhado original), permitindo um sombreamento das aberturas e paredes localizadas nessa fachada. No entanto, na casa 04, esse fechamento foi prejudicial à captação dos ventos, contribuindo com o aumento da carga térmica absorvida, agora pela cobertura.

No aspecto da **ventilação natural**, verificou-se em todas as casas um aspecto bastante prejudicial para o clima quente-úmido - o não favorecimento da ventilação cruzada nos ambientes (estratégia de condicionamento térmico natural recomendada para cidades inseridas na zona bioclimática 8 – ABNT, 2005). Também não foi encontrada nenhuma abertura das janelas superior aos 40% da área do piso da sala.

Quanto ao **material construtivo original** adotado nas paredes externas e coberturas, ambos apresentam transmitância térmica bem superior a recomendada para a região - paredes externas $U \leq 3,60$ e coberturas $U \leq 2,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; encontrado: parede de concreto maciço de 5cm, $U = 5,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e cobertura de telha de barro sem forro, $U = 4,55 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Apenas com a substituição das paredes de placas de concreto por tijolo cerâmico 6 furos ($U = 2,48 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) os materiais encontram-se dentro dos valores recomendados pela norma.

4.2 Análise quantitativa

Para análise quantitativa, foram realizadas medições horárias de temperatura do ar, durante 8 dias consecutivos (25/04/2012 a 02/05/2012 - medições realizadas anteriormente ao período de chuvas na região) nas salas de cada unidade (ambiente de permanência prolongada e que sofreria menos interferência de refrigeração ativa). Foram dispostos aparelhos *data logger* portáteis a uma altura de 1,50m (nível de ocupação humana), e posicionados a uma certa distância de janelas e áreas envidraçadas e de aparelhos eletrônicos, de modo a minimizar a influência de radiações incidentes. Simultaneamente foram coletadas medições externas de temperatura do ar a partir de uma miniestação meteorológica montada a menos de 1 km de distância do conjunto.

Na Figura 3, encontra-se o comportamento das temperaturas internas e externas registradas em um dos dias de monitoramento (29/04) – os demais dias seguiram o mesmo padrão. De maneira geral, percebe-se um comportamento térmico semelhante em todas as casas, com temperaturas mais altas durante o dia (aumentando a partir das 7 ou 8 horas) e mais baixas no período da noite – quase sempre superiores à temperatura externa (exceção das casas 03 e 04 em algumas horas).

Comparando as casas originais, que ainda possuem as placas de concreto (casa 01 – Norte e casa 03 – Sul), nota-se um pequeno atraso térmico da temperatura interna máxima em relação à temperatura externa máxima que ocorreu às 12 horas nesse dia (nas casas ocorreram às 13 e às 14 horas, respectivamente). Quanto aos valores registrados, em ambas as casas as temperaturas internas máximas foram superiores à externa máxima (externa de 30,6°C e internas de 34,3°C e 31,9°C, respectivamente), resultando em um desconforto térmico, principalmente na casa 01 que não possui aberturas favoráveis à captação do vento SE.

As menores temperaturas registradas na casa 03 (Sul) em relação à casa 01 (Norte), podem ser justificadas, devido: à época do ano em que foi realizado o monitoramento, próximo ao solstício de inverno, onde a fachada Sul recebe uma menor incidência da radiação solar; à

presença da árvore de grande porte localizada à frente da casa, contribuindo como sombreamento e também, à sua abertura estar favorável à ventilação SE, reduzindo a carga térmica armazenada nas envoltórias.

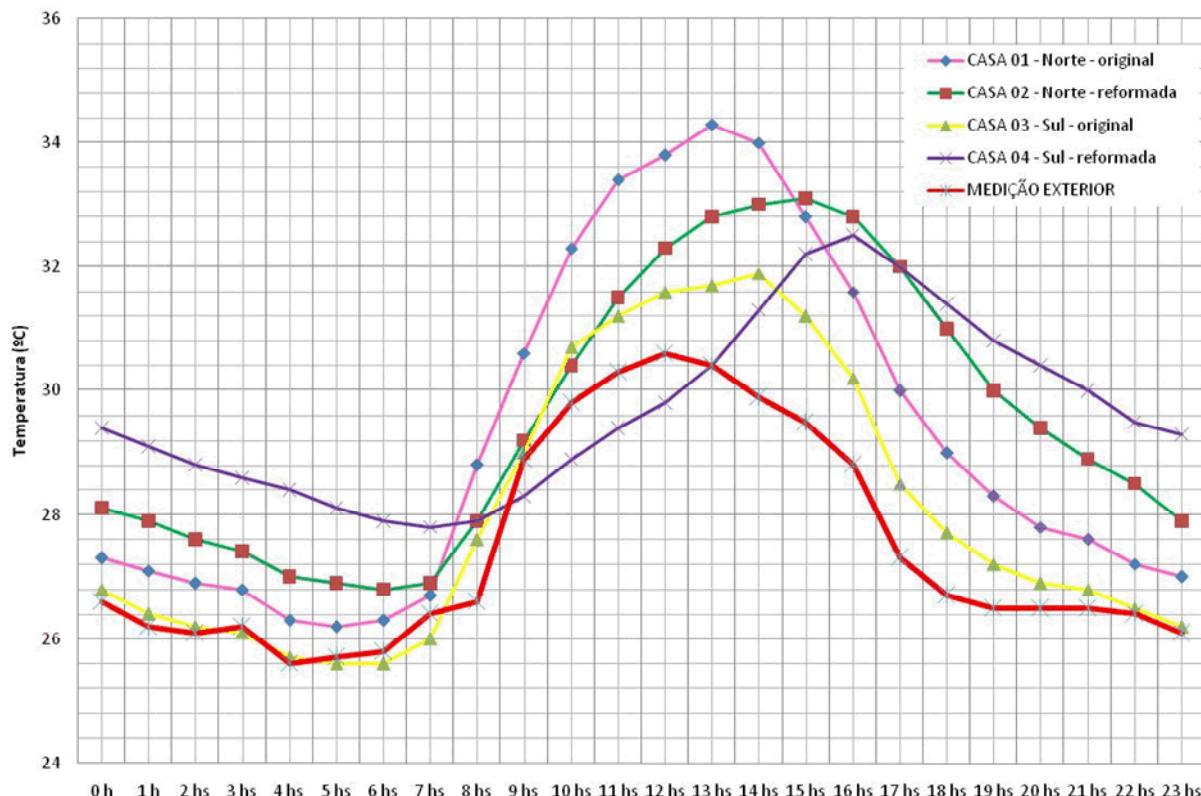


Figura 3 – Comportamento das temperaturas internas das casas analisadas e da temperatura externa no dia 29/04.

Ainda nas casas originais com placas de concreto, também se observaram, um rápido aquecimento (principalmente na casa 01) e um rápido resfriamento das mesmas, registrando as temperaturas mais baixas em relação às demais casas já a partir das 15:30h até por volta das 7 horas da manhã.

Já nas casas reformadas (casa 02 – Norte e casa 04 – Sul), percebeu-se uma maior inércia térmica (atraso de 3 e 4 horas, respectivamente, em relação à temperatura máxima externa), devido à substituição das placas de concreto e também à presença do forro de PVC na casa 04, retardando a passagem do calor para o interior do ambiente (essa casa registrou sempre as menores temperaturas no período das máximas externas - até por volta das 14:30 horas).

No entanto, apesar do forro ter contribuído com menores temperaturas durante o dia, este também foi responsável por uma maior massa de calor acumulada abaixo das telhas, pois a ausência de ventilação nessa área devido à presença do forro, impedia a retirada do calor absorvido. Dessa forma, toda a carga térmica armazenada durante o dia entre as telhas e o forro, era transmitida aos poucos para o interior da casa durante toda a noite e madrugada, resultando em temperaturas sempre mais elevadas em relação às demais casas nesse mesmo horário. Assim, constatou-se que o acréscimo do forro de PVC na casa 04, juntamente com o avanço da coberta em telha fibrocimento (que registrou temperaturas superficiais superiores 38°C), foram aspectos que contribuíram significativamente para o registro de temperaturas mais elevadas e desconfortáveis para seus moradores, apesar da casa estar orientada para o Sul (fachada com menor incidência de radiação solar no período monitorado – proximidade com o solstício de inverno) e favorável ao vento dominante SE.

A simples substituição das placas por outro material construtivo de menor transmitância térmica (tijolo cerâmico), sem levar em consideração aspectos relacionados ao conforto ambiental, não é suficiente para garantir um melhor desempenho térmico da unidade.

Isso fica claro, quando se comparam as casas na orientação Sul (casas 03 e 04), em que a casa 03 apesar de possuir praticamente todas as paredes em placas de concreto, registrou as menores temperaturas durante boa parte do dia em relação à casa 04 – chegando a registrar 3,7°C a menos na temperatura interna. A sala de estar com abertura orientada para o vento SE, a ausência do forro permitindo a retirada do ar quente através das frestas da cobertura, pé direito mais elevado, e sobretudo, a presença da árvore de grande porte como sombreamento, contribuíram para esse ‘melhor desempenho’ da casa 03, mesmo com picos de quase 32°C às 14 horas (as maiores temperaturas na casa 03 ocorreram entre às 8:30h e às 14:30h).

O mesmo ocorreu com as casas na orientação Norte (casas 01 e 02), ou seja, a casa original com placas apresentou maiores temperaturas no intervalo das 8h até às 15h (ultrapassando os 34°C às 13h), e nos demais horários registrou sempre menores temperaturas do que a casa reformada, chegando a temperaturas até 2°C a menos. Apesar dessa menor diferença (em relação a diferença das casas da orientação Sul), num clima quente-úmido como o da cidade de João Pessoa, é de grande relevância para o conforto térmico resultante dos moradores, principalmente quando as temperaturas internas ultrapassam os 29°C.

5. CONCLUSÕES PRELIMINARES

Os resultados mostraram a inadequação climática das unidades habitacionais, para as diversas situações estudadas, enfatizando a importância de se levar em conta aspectos ligados ao conforto térmico, ainda na fase de concepção de projeto, tais como a qualidade térmica do material construtivo adotado e a orientação da unidade de modo a protegê-la da radiação excessiva, independentemente da época do ano, além do correto dimensionamento e localização das áreas de aberturas para ventilação (permitindo uma ventilação cruzada permanente).

Cabe reforçar, que o ‘melhor desempenho térmico’ obtido em algumas casas em determinados intervalos horários, não significa dizer que foram obtidas melhores condições internas de conforto térmico para os moradores, e sim, ‘condições menos desconfortáveis’ em comparação com as outras unidades, pois quase sempre as temperaturas internas eram superiores a 26°C. Daí, a necessidade em analisar com bastante cautela os artifícios arquitetônicos e/ou naturais adotados (ou não) pelos profissionais de projeto no intuito de melhorar o desempenho térmico da edificação.

Para um melhor panorama do comportamento das unidades, faz-se necessário a comparação das temperaturas do ar de outras unidades nessas mesmas orientações e em outras, com salas orientadas para o Leste e para o Oeste, além do monitoramento num período mais crítico do ano para a região climática em estudo (solstício de verão) e análise da umidade do ar.

REFERÊNCIAS

- AKUTSU, M.; SATO, N.; PEDROSO, N. **Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares** – manual de procedimentos para avaliação. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1987. 74p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações – parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo, PW Ed., 1997.

SOBREIRA, L. C. **Expansão urbana e variações mesoclimáticas em João Pessoa – PB.** 2010. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SILVA, F. A. G. da. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído: uma aplicação ao nordeste do Brasil.** 1999. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.