



PROGRAMAS DE HABITAÇÃO SOCIAL E QUALIDADE DE PROJETO: AVALIAÇÃO DE ARRANJO CONSTRUTIVO E DE CONDIÇÕES TÉRMICAS INTERNAS DE HABITAÇÃO NO CONTEXTO CLIMÁTICO DE MACEIÓ - AL

Renata Bruna M. e Silva (1); Jéssica M. Bomfim de Paula (2); Gianna Melo Barbirato (3)

(1) Graduanda da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, renatabmsilva@gmail.com

(2) Graduanda da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, arq.jessicadepaula@gmail.com

(3) Doutora, gmb@ctec.ufal.br, FAU/UFAL, Grupo de Estudos da Atmosfera Climática Urbana, Campus A. C. Simões, Maceió - AL, Tel.: (82) 3214 1268

RESUMO

Com o objetivo de dinamizar a atividade da construção civil e reduzir o déficit habitacional, diversos empreendimentos habitacionais vêm sendo construídos no país com financiamento do Governo Federal. Entretanto, apesar da discussão e suporte do meio técnico e acadêmico enfatizando a importância da qualidade construtiva e ambiental, observa-se a inadequação dos arranjos construtivos desses espaços e do desempenho térmico interno das unidades habitacionais. Assim, a presente pesquisa objetivou avaliar o comportamento microclimático de um empreendimento de Habitação de Interesse Social, a partir da análise de seu arranjo construtivo urbano e das condições térmicas internas de uma de suas edificações, situados no contexto climático da cidade de Maceió – AL, contribuindo para a discussão sobre o conforto térmico e a importância da utilização dos recursos da climatização natural. Os procedimentos metodológicos basearam-se em medições *in loco* e avaliação microclimática do empreendimento analisado. Os resultados confirmaram a inadequação do arranjo urbano, o qual apresentou temperaturas do ar elevadas variando entre 29,4°C e 33,7°C, e das condições térmicas internas da edificação estudada, onde foram registradas temperaturas internas superiores a 30°C. Nesse sentido, destaca-se a importância da concordância entre os conhecimentos que vem sendo obtidos no âmbito acadêmico e as ações de gestão pública, de modo a ampliar estudos que forneçam reais subsídios para o planejamento climaticamente adequado do espaço urbano e dos projetos de edificações.

Palavras-chave: habitação de interesse social, microclima urbano, condições térmicas internas.

ABSTRACT

In order to streamline the construction activity and to reduce the housing deficit, several housing projects funded by the Federal Government built in Brazil. However, in spite of the discussion and academic and technical support about to the importance of constructive and environmental quality in those housing architectonic projects, still persists, the poor quality of constructive arrangements of outdoor and indoor spaces. Thus, the present research evaluated the microclimatic conditions and thermal indoor conditions for low-cost house in the context of climate Maceió-AL, in order to contribute to the importance of natural climate control in buildings. The methodological procedures are based on microclimatic and indoor measurements and qualitative microclimatic evaluation. The results confirmed the climatic inadequacy of urban arrangement, which showed air temperatures ranging between 29,4°C and 33,7°C, and indoor thermal conditions upper to 30°C. In this sense, the importance of consistency between the knowledge that has been obtained in the academic researches and the public management, in order to expand studies that provide subsidies for climatically appropriate urban planning and architectural design.

Keywords: low-cost house, urban microclimate, indoor thermal comfort conditions.

1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento das cidades, a partir de sua consequente densidade demográfica e construtiva, provocou alterações no meio ambiente causando seu desequilíbrio e comprometendo a qualidade de vida das populações, dos meios urbanos e do meio rural. Nas últimas décadas, o Brasil vem apresentando grandes transformações no âmbito habitacional, as quais vêm acarretando um processo de urbanização acelerada e desordenada de muitos bairros e cidades, provocando um processo de favelização e gerando graves problemas urbanos.

Objetivando amenizar o déficit habitacional e reurbanizar favelas, o Poder Público criou o Programa da Habitação de Interesse Social que viabiliza o acesso à moradia adequada, gerenciado pelo Ministério das Cidades, operando com recursos do Orçamento Geral da União (OGU). O programa proporciona a aquisição de empreendimentos na planta, garantindo as condições básicas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e energia elétrica (CARTILHA CAIXA, 2012).

Para Garcia e Castelo (2006), o déficit habitacional não se restringe às carências habitacionais de uma determinada sociedade no que diz respeito à falta de moradias, mas inclui também as más condições das unidades habitacionais existentes.

O Programa de Arrendamento Residencial (PAR) foi o primeiro projeto de Habitação de Interesse Social de grande proporção, devido às facilidades de financiamento. Possibilitou a compra de empreendimentos na planta, em construção, concluídos ou para reforma, com opção de parcelamento de até 15 anos. Em setembro de 2009, os financiamentos para novos empreendimentos do PAR foram suspensos em virtude do novo plano habitacional desenvolvido no Governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva. Denominado Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), sancionado pela Lei 11.977/2009 (BRASIL, 2009), tem como objetivo promover a aquisição de terreno e construção ou requalificação de empreendimentos habitacionais em regime de condomínio ou loteamento. Em áreas urbanas, o Programa Minha Casa Minha Vida oferece à população dois padrões construtivos que são diferenciados de acordo com a receita familiar mensal. O primeiro abrange rendimentos de até R\$ 1.600 (mil e seiscentos reais) e o segundo até R\$ 5.000 (cinco mil reais) (CARTILHA CAIXA, 2012), além de outra faixa de renda que abrange rendimentos entre R\$ 1.600 (mil e seiscentos reais) a R\$ 3.000 (três mil reais).

Em Maceió, o crescimento acelerado de novos bairros tem proporcionado questionamentos quanto à qualidade urbana do que tem sido produzido. Sobre o tema, Torres (2006) avaliou a qualidade térmica de edificações verticais a partir da análise de três arranjos urbanos de conjuntos habitacionais destinados à população de baixa renda. Em sua pesquisa, confirmou que esses programas habitacionais que possuem padronização de soluções e desconsideram as peculiaridades climáticas locais têm resultado em construções que não atendem às necessidades de conforto térmico de seus usuários.

Mais recentemente, Porangaba (2011) identificou tipologias de edifícios e analisou a qualidade funcional de habitações verticais do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) em Maceió – AL. Através da relação existente entre projeto arquitetônico e mobiliário, apontou problemas funcionais que poderiam ter sido evitados antes da construção das unidades habitacionais.

A arquitetura nas regiões dos trópicos – caracterizadas por clima quente seco ou quente úmido – além da preocupação com as condições de conforto, possui o paradigma da conservação de energia através da proposição de estratégias bioclimáticas. É inerente que as reflexões abordem as particularidades de cada lugar, como: implantação, tipologia e orientação; estratégias de sombreamento; ventilação e iluminação natural. Neste contexto, Mello (2004), mostra que a seleção da tecnologia para habitações de interesse social busca simplificação e maior grau de padronização dos elementos construtivos e do projeto, devido à grande escala de produção e a redução dos custos. Para Ornstein (1992), essa adoção de projetos padrão em habitações destinadas à população de baixa renda resulta, muitas vezes, em condições precárias de conforto e salubridade de seus usuários, além de gastos desnecessários com energia elétrica. Este fato ocorre devido à baixa qualidade construtiva dos sistemas adotados, e ao não atendimento quanto às condições de conforto térmico.

Por outro lado, a temática de conforto térmico em habitações de interesse social tem sido objeto de estudos de várias pesquisas no Brasil (GRIGOLETTI et al., 2009; MENEZES et al., 2006; WEILLER e BARBOSA, 2007). Muitos esforços são aplicados na melhoria do desempenho térmico destas habitações, através do desenvolvimento de metodologias de avaliação pós-ocupação e estudos de casos. Nesse sentido, destaca-se a importância da concordância entre os conhecimentos que vêm sendo obtidos no âmbito acadêmico e as ações de gestão pública, ampliando estudos que forneçam subsídios para o planejamento climaticamente adequado do espaço urbano e dos projetos de edificações.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o comportamento microclimático de um arranjo construtivo urbano (disposição espacial das edificações no conjunto urbano) e as condições térmicas internas de uma edificação habitacional de interesse social, no contexto climático da cidade de Maceió – AL. A partir dos resultados alcançados espera-se contribuir para a discussão sobre a qualidade desses projetos e destacar a importância da utilização dos recursos da climatização natural.

3. MÉTODO

Esse trabalho avalia as condições microclimáticas e térmicas internas de um empreendimento habitacional do PMCMV, no contexto de Maceió – AL, e, desta forma, conta com duas etapas de análise: (1) os efeitos microclimáticos obtidos a partir da configuração espacial e construtiva do conjunto habitacional; (2) a análise das temperaturas internas de uma edificação do conjunto habitacional em estudo. Estas etapas são detalhadas a seguir.

3.1. Caracterização do perfil climático da região de estudo

A cidade de Maceió apresenta temperatura média anual de 24,8°C, com máxima anual de 28,9°C e mínima anual de 21,6°C, sendo os meses de Dezembro a Março os que apresentam, geralmente, as maiores médias e, os meses de Junho a Setembro, os de médias mais baixas. Seu índice de insolação é elevado, podendo chegar a 274,7 horas de exposição à luz solar no mês de novembro (INMET, 1992). Os ventos predominantes são oriundos dos quadrantes Nordeste, Leste e Sudeste, sendo, no verão, a ventilação Leste a de maior frequência e velocidade.

A radiação solar é normalmente difusa devido à condição típica de céu parcialmente nublado existente na cidade. No verão, o período médio de insolação é de 7,9 horas/dias, e de 5,8 horas/dias no inverno. O mês de fevereiro é caracterizado pela temperatura média de 26,3°C, sendo as temperaturas máxima e máxima absoluta, respectivamente, de 30,4°C e 34,4°C e as temperaturas mínima e mínima absoluta, respectivamente, de 22,6°C e 19,1°C. A umidade relativa média é de 76,6% (INMET, 1992).

3.2. Caracterização do conjunto habitacional analisado

O Conjunto Habitacional Recanto das Cores, escolhido para análise, está localizado no bairro do Benedito Bentes. Segundo o Plano Diretor Municipal de Maceió (2005), o bairro está inserido na Macrozona de Expansão Intensiva, com áreas de baixa intensidade de ocupação ou áreas subutilizadas entre as áreas ocupadas, situadas no tabuleiro junto aos vetores de crescimento urbano. Desta forma, o bairro apresenta muitas glebas ainda não parceladas, mas em processo de preparação para ocupação, sobretudo de empreendimentos residenciais de interesse social, os quais já são muito presentes na história e evolução urbana do bairro. Situa-se na parte alta da cidade, por volta de 90 a 100 metros acima do nível do mar, em uma área de relevo de tabuleiros e encostas, onde o uso do solo é ocupado predominantemente por residências com gabarito variando de um a dois pavimentos acima do solo. A topografia do bairro, assim como o baixo gabarito das edificações e o paralelismo das vias, proveniente do parcelamento do solo por loteamentos, auxiliam a permeabilidade dos ventos no interior do bairro. A ausência de consideráveis massas de água próximas influenciou na umidade do ar local. A predominância de casas em relação a edifícios de apartamentos e a insuficiente arborização nas ruas refletem a ausência de-sombreamento das calçadas.

O conjunto estudado (Figura 1) está circundado por outros empreendimentos habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida de arranjos semelhantes. Ocupa uma área de 101.767,20 m² tendo 495,70 m de comprimento por 205,30 m de largura. Apresenta 498 casas, implantadas lado a lado, formando um arranjo geométrico de ruas paralelas e uma via central que funciona como um eixo de simetria. As áreas vegetadas previstas no projeto encontram-se sem arborização havendo apenas gramíneas em mau estado de conservação. As calçadas apresentam uma faixa de vegetação com gramíneas, assim como as áreas externas das casas. As ruas do conjunto são revestidas por asfalto e as calçadas são de concreto.

As casas do projeto original do empreendimento são de alvenaria de tijolo comum, pintadas com cores claras, telhado de duas águas com telha canal, corredor e mureta lateral e nos fundos. O processo de ocupação das residências vem descaracterizando o projeto original, com a construção de muros frontais e laterais de diferentes tipos de revestimento, prejudicando a permeabilidade dos ventos pelo interior do conjunto e, principalmente, da habitação. Essa permeabilidade, entretanto, é beneficiada pela localização do conjunto próxima a uma área livre a sudeste, de 145 metros de extensão, o que favorece o aumento da velocidade dos ventos no conjunto.



Figura 1 – Conjunto habitacional Recanto das Cores: (A) Implantação do conjunto habitacional mostrando a espacialização do arranjo construtivo e a edificação em estudo a ser analisada internamente; (B) Vista panorâmica da Rua C do conjunto em estudo.

3.3. Método da análise microclimática do arranjo construtivo urbano

Para a análise microclimática do Conjunto Habitacional Recanto das Cores foram definidos pontos para a realização de medições de campo das variáveis de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade e direção dos ventos. Os horários das medições foram definidos tomando como base as recomendações técnicas da Organização Meteorológicas Mundial (OMM), às 9:00h, 15:00h e 21:00h dos dias 16 e 23 de fevereiro de 2013. Na cidade de Maceió, fevereiro é um mês característico do verão, no qual as temperaturas são mais altas e o índice pluviométrico é baixo com a ocorrência de chuvas passageiras, características propícias para a realização das medições microclimáticas.

Para a coleta dos dados *in loco* das variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento), do arranjo construtivo urbano assim como da unidade residencial, foi utilizado o instrumento termo-higro-anemômetro digital com veteinha, da INSTRUTHERM – THA-185. Segundo os dados técnicos do equipamento, a precisão deste aparelho é de aproximadamente $\pm 0,8$ °C para temperatura do ar, $\pm 3\%$ para umidade do ar e de $\pm 2\%$ para velocidade do vento. O instrumento foi posicionado a 1,10 metros do solo, conforme recomendado por MAYER e HÖPE (1987). A medição no horário das 21h não pôde ser realizada por motivos de segurança das pesquisadoras. Os dados coletados permitiram a realização de fichas bioclimáticas características de cada ponto de medição, a partir das quais foram feitas análises das influências da configuração espacial do conjunto habitacional no ambiente térmico resultante.

Sabe-se que em casas térreas, é significativa a energia radiante proveniente da cobertura da edificação. Entretanto, não houve medição das temperaturas superficiais nesse experimento, face ao objetivo principal do trabalho, que era o de analisar as condições térmicas internas resultantes, e que certamente traduziriam o efeito combinado das temperaturas superficiais da envoltória. Saliente-se ainda que o procedimento adotado seguiu as recomendações da NBR 15575 (ABNT, 2010) para avaliação de edificações existentes por meio de medições.

Para a análise microclimática do Conjunto Habitacional Recanto das Cores foram definidos sete pontos de medição dentro do arranjo construtivo, onde seriam realizadas as coletas de dados por meio da

instrumentação. A quantidade de pontos de medição definidos para o conjunto habitacional foi determinada pelas distintas situações que o arranjo urbano oferecia, tais como diferentes revestimentos do solo combinados com diferentes situações de insolação e sombreamento e diferentes localidades do conjunto (Figura 2).

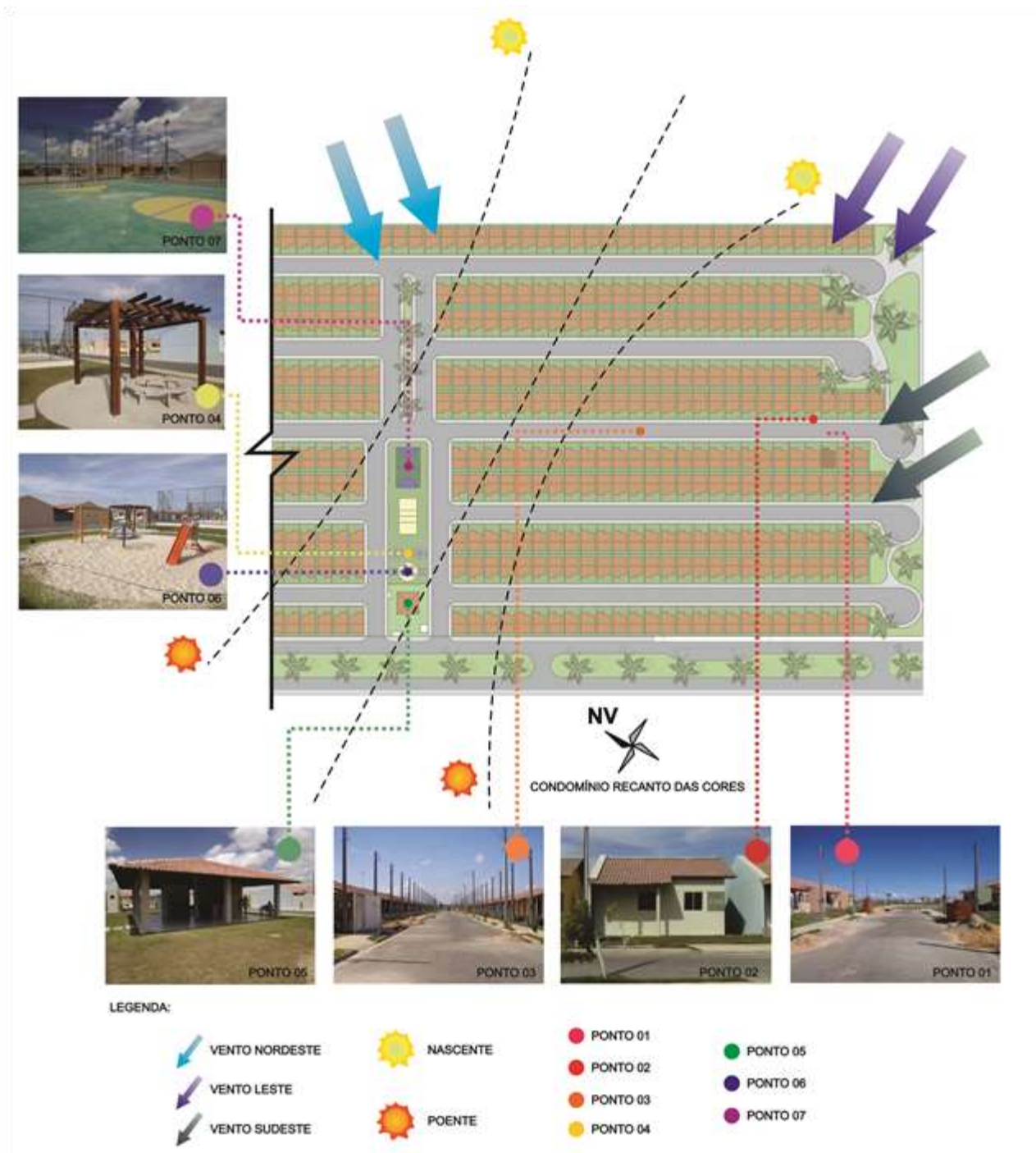


Figura 2 – Conjunto Habitacional Recanto das Cores.

1. Ponto 01: Localizado no centro da Rua C, entre as casas de nº129 e nº135. O solo é revestido por asfalto e apresenta-se sob incidência solar nos dois períodos de medição. As únicas vegetações próximas encontram-se nas calçadas e nas áreas externas das residências, as quais são constituídas por gramíneas;

2. Ponto 02: Localizado na Rua C, na frente da casa de nº136, sob a sombra matutina de seu telhado. O solo é revestido por grama e apresenta-se sombreado pela cobertura da edificação, no período da manhã, e, sob incidência solar, no período da tarde. A edificação, situada próxima ao ponto, constitui-se em um obstáculo para a ventilação proveniente do fim da rua;

3. Ponto 03: Localizado no centro da Rua C, entre as casas de nº118 e nº146. O solo é revestido por asfalto e apresenta-se sob incidência solar nos dois períodos de medição. As únicas vegetações próximas encontram-se nas calçadas e nas áreas externas das residências, as quais são constituídas por grama baixa. Diferencia-se do ponto 01 por estar mais afastado da área campada, situada a sudeste;

4. Ponto 04: Situado entre os caramanchões do eixo central. O solo é revestido por placas de concreto assentadas sobre a grama e há incidência solar direta no ponto de medição nos dois períodos de medição;

5. Ponto 05: Situado sob o telhado do quiosque do salão de festas, portanto, um ponto sombreado nos dois períodos de medição, no qual o solo apresenta revestimento cerâmico. O quiosque possui os quatro lados sem fechamentos, entretanto, a lateral voltada para a entrada do condomínio apresenta-se com obstruções – formadas pela copa e pelos banheiros do salão de festas – para a passagem dos ventos. O quiosque é circundado por vegetação de gramíneas (grama baixa);

6. Ponto 06: Situado no centro do playground, portanto, um ponto sob incidência solar nos dois períodos de medição. O solo do playground é revestido por areia clara, entretanto é circundado por vegetação de gramíneas (grama baixa);

7. Ponto 07: Situado no centro da quadra poliesportiva, sendo um ponto sob incidência solar nos dois períodos de medição. O solo é revestido por cimento pintado e a quadra é toda aberta – seus fechamentos são de tela.

3.4. Método da análise das condições térmicas internas de unidade residencial do conjunto

A edificação escolhida dentro do conjunto em estudo, a casa de número 129, localizada na Rua C (ver Figura 1), apresenta sinais de intervenção, realizadas pelo usuário a fim de sanar suas necessidades de uso e ocupação da propriedade (Figura 3). As modificações consistem na adição de um muro de 2,30 m de altura – deixando garagem e varanda com privacidade para a rua e casas vizinhas – e a eliminação do primeiro dormitório para abrigar uma sala de jantar para a família.

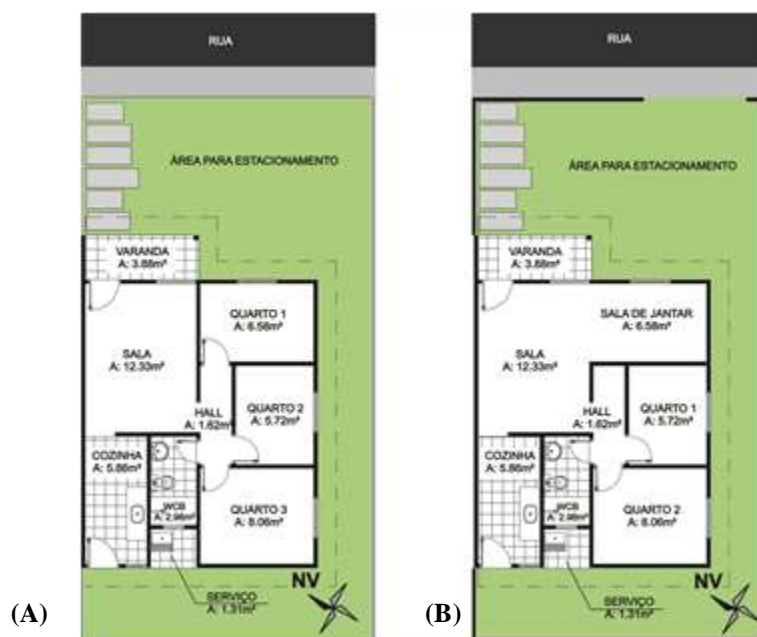


Figura 3 – (A) Planta baixa original da edificação segundo projeto arquitetônico; (B) Nova configuração arquitetônica após intervenções do morador.

Foram realizadas medições *in loco* nos horários de 9h e 15h, em dois dias alternados, durante o mês de fevereiro do ano de 2013. Durante o trabalho de campo, utilizou-se o equipamento portátil termo-higro-anemômetro digital posicionado a 1,10m da altura do piso, conforme as recomendações técnicas. Para análise microclimática preliminar dos espaços internos da edificação, foram realizados registros diretos das variáveis de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (% RH) e velocidade e direção dos ventos (m/s), sendo a escolha dos pontos definida a partir do critério de contemplação de ambientes de maior permanência (Figura 4), conforme:

1. Sala de estar: Posicionada na edificação de forma a receber insolação no período da manhã. Apresenta duas aberturas propícias a receber ventos Nordeste, Leste e Sudeste, além da possibilidade de escoamento desta ventilação através do vão e porta da cozinha.

2. Sala de jantar (originalmente, Quarto 1): Também com abertura direcionada para o nascente, sob influência dos ventos Nordeste, Leste e Sudeste.

3. Quarto 2: Localizado a poente e, de acordo com as estratégias climáticas de ventilação natural, apresenta-se como a situação menos propícia para entrada da ventilação, em virtude da ausência dos princípios de ventilação cruzada.



Figura 4 – Localização dos pontos para medições internas da unidade habitacional.

Por fim, os resultados de temperatura do ar obtidos internamente à edificação estudada foram confrontados com estudos teóricos de conforto em espaços abertos de Alucci e Monteiro (2007) que calibraram o índice Temperatura Fisiológica Equivalente - PET (*Physiological Equivalent Temperature*) para a realidade climática tropical, e obtiveram valores considerados de neutralidade térmica entre 18°C a 26°C.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Análise microclimática do arranjo construtivo urbano do conjunto habitacional estudado

Conforme dados coletados *in loco*, foi produzida uma tabela com as informações obtidas para o arranjo urbano do conjunto habitacional, a qual facilitou a análise dos resultados (Tabela 1).

Tabela 1- Medições microclimáticas no Conjunto Habitacional Recanto das Cores. Em destaque os maiores valores (em vermelho) e os menores valores (em azul) obtidos com as medições *in loco*. Unidades de medida: RH (%); T (°C); V (m/s).

PONTOS	16/02/13 - MANHÃ			16/02/13 - TARDE			23/02/13 - MANHÃ			23/02/13 - TARDE		
	RH	T	Vmáx	RH	T	Vmáx	RH	T	Vmáx	RH	T	Vmáx
1	46,2	33,5	1,3	57,3	30,5	4,8	56,0	30,8	3,2	58,8	29,9	5,4
2	47,9	33,5	1,1	55,2	32,3	2,1	53,9	33,3	1,5	55,0	33,1	1,2
3	50,0	33,0	1,3	55,4	31,8	3,6	50,2	31,9	1,4	50,7	32,3	2,0
4	47,2	33,5	1,0	58,2	30,9	2,3	49,1	31,7	2,3	54,8	30,9	2,5
5	49,2	31,4	3,2	57,4	29,4	2,6	52,3	31,4	4,2	53,1	30,6	2,6
6	47,5	33,7	2,2	57,8	31,0	2,4	49,8	33,2	2,5	54,6	30,3	2,5
7	48,5	32,1	3,7	54,4	31,8	3,4	48,3	33,7	2,4	55,0	30,0	2,8

Com base nas medições *in loco*, pode-se perceber que:

1. Os pontos que obtiveram, no primeiro dia de medição pela manhã, os maiores valores de temperatura do ar, os pontos 01, 02, 04 e 06, foram também os que obtiveram menores valores registrados para a umidade relativa do ar. Opostamente, o ponto 05, o qual obteve menor valor de temperatura do ar, foi também o que apresentou o segundo maior valor de umidade relativa do ar;

2. Os pontos 01, 02 e 04 foram os que apresentaram menores valores de velocidade dos ventos, na manhã do primeiro dia e, com isso, os maiores valores de temperatura do ar. Em contra partida, os que apresentaram maiores valores de velocidade dos ventos, pontos 05 e 07, foram os que apresentaram menores valores de temperatura do ar e maiores umidades relativas do ar;

3. No primeiro dia, no período da tarde, os pontos 02, 03 e 07 apresentaram maiores valores de temperatura do ar, assim como, menores valores de umidade relativa do ar. Neste mesmo dia e horário, os pontos 01, 04 e 05 foram os que apresentaram menor temperatura do ar e consequentemente maior umidade relativa do ar;

4. Notou-se que as temperaturas registradas no período da tarde apresentaram menores valores que no horário da manhã. No caso da umidade do ar verifica-se o oposto: a umidade à tarde foi registrada acima dos valores encontrados pela manhã. As velocidades dos ventos, em geral, também apresentaram maiores valores que os da manhã;

5. No segundo dia, pela manhã, foi registrado o ponto 07 como o de maior temperatura e menor umidade relativa do ar. O ponto 01 foi o que apresentou resultados opostos;

6. Os pontos que apresentaram maiores velocidades dos ventos foram os pontos 01 e 05, os quais também estiveram entre os de menores valores de temperatura e os de maiores valores de umidade do ar;

7. Percebeu-se que a umidade relativa do ar pela manhã do segundo dia apresentou maiores valores que no primeiro dia e menores que os valores obtidos à tarde do segundo dia. Já os valores de velocidade registrados no segundo dia pela manhã apresentaram maiores valores do que os da manhã do primeiro dia e, em geral, menores valores que o período da tarde do primeiro dia;

8. O ponto 03 foi o que marcou menor umidade do ar e o segundo maior valor de temperatura do ar. Os pontos que obtiveram maiores temperaturas, pontos 02 e 03, foram também os que tiveram menores valores de velocidade, o que confirma a relação inversa entre as variáveis de temperatura e umidade relativas do ar e, em geral, das variáveis de temperatura e velocidade dos ventos;

9. Os pontos 01 e 07 apresentaram maiores velocidades do vento e maiores taxas de umidade relativa do ar. O ponto 01 foi também o que apresentou menor temperatura do ar (29,9°C);

10. Os valores de umidade relativa do ar registrados no período da tarde foram mais elevados que os registrados no período da manhã, deste mesmo dia (23/02/13);

11. Entre os dois dias de medições percebeu-se que o maior valor de velocidade dos ventos (ponto 01 com 5,4 m/s) foi registrado na tarde do segundo dia e o menor (ponto 04 com 1,0 m/s) foi registrado na manhã do primeiro dia; o maior valor de umidade (ponto 01 com 58,8%) foi registrado no segundo dia pela tarde e o menor (ponto 01 com 46,2%) foi marcado na manhã do primeiro dia; a maior temperatura (pontos 06 e 07 com 33,7°C) foi registrada no período da manhã dos dois dias, enquanto que a menor temperatura (ponto 05 com 29,4) foi marcada no período da tarde do primeiro dia. Outro fator que se pôde perceber é que à tarde as variáveis ambientais apresentam condições mais favoráveis à sensação de conforto humano, ou seja, menores valores de temperatura e, assim, maiores valores de umidade relativa do ar e, na maioria das vezes, também apresenta as maiores velocidades dos ventos. Não foi possível estabelecer outras análises, uma vez que as medições apresentaram muitas variações entre os pontos, ou seja, não foi possível eleger um ponto que apresentasse um mesmo resultado nas quatro situações de medição.

4.2. Análise das condições térmicas internas de unidade residencial do conjunto em estudo

Os dados coletados referentes às medições *in loco* das condições térmicas internas foram sintetizados na Tabela 2.

Tabela 02 - Dados de medições internas efetuadas na unidade habitacional estudada. Em destaque os maiores valores (em vermelho) e os menores valores (em azul) obtidos com as medições *in loco*. Unidades de medida: RH (%); T (°C); V (m/s).

PONTOS	16/02/13 - MANHÃ			16/02/13 - TARDE			27/02/13 - TARDE		
	RH	T	Vmáx	RH	T	Vmáx	RH	T	Vmáx
1	50,4	33,6	0,7	56,5	31,3	2	62	31,1	1,0
2	52,6	32,5	0,2	50,4	31,4	1,9	61,3	31,4	1,6
3	52,5	33	0	57,3	31,7	0,0	61,7	31,7	0,7

Os resultados das medições *in loco* apontam que:

1. Durante o período da manhã foram obtidas as maiores temperaturas do ar, sendo o valor máximo encontrado de 33,6°C no Ponto 01 – equivalente ao ambiente da sala que, neste período, está sob incidência

solar direta – os outros dois pontos apresentaram valores aproximados, variando em 1,1°C. Observou-se também que neste período foram obtidos os menores valores de umidade relativa do ar;

2. No período da tarde, nos dois dias de medições, observou-se uma estabilidade de valores em todos os pontos mensurados onde a temperatura do ar ficou em torno de 31°C, com a maior variação encontrada foi no Ponto 03 com 31,7°C;

3. No período da manhã a penetração das correntes de ar na edificação é quase inexistente. A maior velocidade obtida foi de 0,7 m/s no Ponto 01;

4. Nas medições no período da tarde, os valores mais intensos de velocidade do ar foram encontrados nos pontos 1 e 2, com 2,0 m/s e 1,9 m/s respectivamente para o dia 16 e 1,0 m/s e 1,6 m/s para o dia 27. Estes dois pontos possuem aberturas favoráveis a Nordeste e Sudeste, de maior ocorrência e velocidade para Maceió. Em contrapartida, o Ponto 3 apresentou velocidade do ar desprezível em ambos horários de medições, apresentando apenas valores equivalentes a 0,7 m/s no segundo dia.

5. A umidade relativa do ar variou entre 50,4% e 62%. Os maiores valores foram obtidos durante o período da tarde.

4.3. Discussão geral dos resultados

Os dados microclimáticos coletados indicaram situação de desconforto térmico externo, quando confrontados com estudos teóricos de conforto em espaços abertos de Alucci e Monteiro (2007). Os valores considerados de neutralidade térmica, entre 18°C a 26°C, foram consideravelmente inferiores aos valores encontrados na presente pesquisa, que apresentou valores da temperatura relativa do ar entre 29,4°C e 33,7°C nos sete pontos de medição para análise do arranjo construtivo urbano.

Os Pontos 01 e 05 foram os que obtiveram os menores valores de temperatura do ar quando comparados com os outros cinco pontos medidos, já que estavam sob condições de sombreamento e ventilação. O Ponto 03, embora situado sob condições semelhantes ao Ponto 01 (ver item 3.3 deste artigo), apresentou menores valores de velocidade do ar em consequência da obstrução das ventilações Leste e Nordeste, causada pelo posicionamento das edificações entre os lotes. O Ponto 02, apesar de estar localizado próximo a vegetação de gramíneas e receber sombreamento, apresentou altas temperaturas durante a tarde, face à incidência solar direta nesse período e ventilação desfavorável pela proximidade entre as edificações. A sensação de desconforto térmico é agravada pela ausência de sombreamento ou beirais mais generosos.

Os resultados mais críticos de desconforto térmico foram encontrados nas áreas de convívio dos moradores, principalmente destinadas ao público infantil como *playground* e quadra esportiva, respectivamente os pontos 06 e 07. Estes espaços, além de não oferecerem sombreamento por meio de árvores ou coberturas, fazem uso de materiais termicamente inadequados.

Da mesma forma que no arranjo construtivo, os registros de temperaturas do ar no interior da habitação mostraram valores acima de 30°C, fora dos limites de conforto estabelecidos em estudos recentes para os trópicos. Na revisão de índices de conforto adaptativos, Peeters et al. (2009) propuseram escalas de conforto baseadas em temperaturas de neutralidade, consideradas aceitáveis para edificações residenciais do clima quente e úmido e, para temperaturas externas maiores ou iguais a 21,8°C, sugerem uma temperatura de neutralidade de 26°C para ambientes como quartos, e limites que apontam a situação de conforto térmico entre 29,5°C (limite superior) e 24,5°C (limite inferior).

Os pontos medidos no interior da habitação apresentaram temperaturas com valores entre 31°C a 33°C, e valores de velocidade do vento próximas de 0m/s, significando condições internas desfavoráveis, sobretudo quando se compara ao potencial de ventilação natural encontrado no entorno.

A temperatura média de todos os pontos internos (31,9°C) foi próxima à temperatura média de todos os pontos externos (31,8°C). No que diz respeito à velocidade do ar, observou-se o mau aproveitamento da ventilação natural no interior da edificação: a velocidade média de todos os pontos internos (0,9 m/s) apresentou valor muito inferior à média de todos os pontos externos (2,5 m/s). Estes valores mostram a baixa inércia térmica da edificação.

Notou-se que os usuários constantemente buscam alternativas para minimização do desconforto térmico com o uso de ventiladores, ao longo do dia nas áreas de permanência, o que é ineficaz face aos valores de temperatura do ar interna acima dos limites desejáveis.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou a análise climática de um empreendimento habitacional de interesse social situado na cidade de Maceió, no qual se percebeu a inadequação climática tanto na configuração espacial do arranjo construtivo como nas condições térmicas internas da unidade habitacional.

Sabe-se que pequenas e simples alterações de projeto arquitetônico e urbano do empreendimento estudado poderiam ser efetuadas para a melhoria da qualidade do projeto, tais como: (a) a adoção de maiores recuos entre as edificações; (b) a utilização de revestimentos com propriedades térmicas mais favoráveis; (c) uso da arborização nos passeios, nas vias e nos passeios do condomínio, uma vez que a vegetação age na atenuação da sensação de calor; (d) a alteração da disposição espacial das unidades habitacionais, de modo a promover o melhor aproveitamento da ventilação natural no interior dos ambientes; (e) o aumento dos beirais das unidades habitacionais, a fim de garantir maior sombreamento; (f) a utilização da inclinação das cobertas das unidades habitacionais, para a criação de câmaras de ar para atenuação da transmitância térmica da cobertura para o interior da edificação; (g) a escolha de forros termicamente mais adequados; entre outras alternativas projetuais relevantes e de baixo custo que favoreceriam o conforto dos usuários.

Este trabalho mostrou mais um exemplo de inadequação climática a se somar aos inúmeros que vem sendo analisados em diversas outras pesquisas na área, e enfatizou a relevância, cada vez mais, da discussão acerca da qualidade dos projetos arquitetônicos que vem sendo produzidos no Brasil. Nesse contexto, ressalte-se a importância da adoção de recursos de climatização natural em edificações de interesse social, sobretudo por ser mais adequada do ponto de vista financeiro, e eficiente do ponto de vista climático, uma vez que em empreendimentos de baixo custo, é a forma mais acessível para a obtenção do conforto térmico dos usuários

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, Márcia Peinado; MONTEIRO, Leonardo Marques. Índices de conforto térmico em espaços abertos parte 1: revisão histórica. In: VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e V Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Maceió, ENCAC-ELAC 2005. CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET, 1992. 84p.
- BRASIL. Lei n. 11.977, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas. Disponível em: <www.presidencia.gov.br/legislacao> Acesso em set.2012
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Cartilha do PAR**: Módulo Arrendamento. Jun. 2008. Disponível em: <www.downloads.caixa.gov.br_arquivoshabitaparCARTILHA_PAR.pdf>. Acesso em: 13 nov 2012.
- FERREIRA, J. S. W. (Coord.). **Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano**. Parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.
- GARCIA, F.; CASTELO, A. M. O déficit habitacional cresce apesar da ampliação do crédito. **Conjuntura da Construção**, Rio de Janeiro, a. 4, n. 1, março 2006.
- GRIGOLETTI, G.; ROTTA, R.; MULLER, S. Avaliação de desempenho térmico de edificação de interesse social unifamiliar em Santa Maria – RS. In: Encontro Nacional e Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 10-6., 2009. **Anais...** Natal: ENCAC-ELACAC, 2009. p. 642-650
- MENEZES, M. S.; KALIL, R. M. L.; CUNHA, E. G. Avaliação do desempenho térmico de habitações sociais d Passo Fundo - RS. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC, 12., 2006. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006. p. 574-583.
- ORNSTEIN, S. W.; ROMERO, M. (colaborador). **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel, Edusp, 1992, 223 p.
- PEETERS, Leen; DEDEAR, Richard; HENSEN, Jan; D'HAESELEER. Thermal comfort in residential buildings: Comfort values and scales for building energy simulation. **Applied Energy** 86 (2009) 772–780. ScienceDirect. Disponível em: www.elsevier.com/locate/apenergy. Acesso em: 18 de março de 2012.
- PORANGABA, A. T. **Ops! Cabe ou não cabe?** Tipologia e funcionalidade das habitações do PAR em Maceió. 191p. Maceió, 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Dinâmicas do Espaço Habitado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011
- 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
- WEILLER, G. C. B.; BARBOSA, M. J. A influência das condições microclimáticas locais no desempenho térmico de habitações de interesse social. In: Encontro Nacional – ENCAC e Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído - ELACAC, 9-5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ENCAC-ELACAC, 2007. p. 2155-2156.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e à FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Alagoas, pelas bolsas de iniciação científica concedidas.