



ANÁLISE DO SOMBREAMENTO NO DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS EM UM RECORTE URBANO DE JOÃO PESSOA-PB

Lúcia Helena Aires Martins (1); Solange Leder (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, lucia_aires@hotmail.com

(2) Dr^a, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, solangeleder@yahoo.com.br
Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, João Pessoa-PB.

RESUMO

Atualmente observa-se em todo país uma tendência à padronização dos modelos arquitetônicos dentro do campo habitacional brasileiro, inexistindo, muitas vezes, uma preocupação com a adequação às diversidades climáticas locais. Uma das principais estratégias da concepção bioclimática consiste na proteção do edifício contra ganhos solares excessivos, sendo assim, o sistema de sombreamento tem papel preponderante no desempenho térmico da edificação. Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo a análise da influência do sombreamento no desempenho térmico de edifícios residenciais multipavimentos localizados na cidade de João Pessoa-PB. A partir do levantamento de dados das edificações pertencentes ao recorte urbano escolhido foi elaborado um modelo, chamado tipologia predominante, que representasse o conjunto das características construtivas locais. Esta tipologia foi submetida a simulações computacionais utilizando-se o programa Design Builder versão 3.0, variando os parâmetros: arranjo construtivo (entorno) e as proteções solares. Os resultados responderam a proposta da pesquisa, destacando a influência do entorno no desempenho térmico dos ambientes e a importância e influência dos elementos de proteção solar na minimização dos ganhos solares e conseqüentemente, na temperatura do ar interno.

Palavras-chave: sombreamento, simulação computacional, desempenho térmico.

ABSTRACT

Currently we observe a trend across the country to the standardization of architectural models within the field Brazilian housing, there being often a concern with adaptation to local climatic diversity. One of the main strategies of bioclimatic design consists in protecting the building against excessive solar gains, so the shading system plays an important role in the thermal performance of the building. Within this context, this study aimed to analyze the influence of shade on the thermal performance of residential buildings located in the city of João Pessoa. From the survey data of the buildings belonging to the city chosen was cut devised a model, called predominant typology, which represent all the local building characteristics. This typology has undergone computer simulations using the program Design Builder version 3.0, varying parameters: constructive arrangement (around) and solar protections. The results answered the research proposal, highlighting the influence of the environment on the performance of thermal environments and the importance and influence of solar protection elements in reducing solar gain and consequently the air temperature inside.

Keywords: shading, computer simulation, thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma preocupação mundial em reduzir o impacto ambiental das edificações, justificado por questões como o aquecimento global e o esgotamento das fontes energéticas. Em países desenvolvidos, há inúmeros programas governamentais e não governamentais que através de recomendações, normas e leis procuram orientar o processo de projeto e a construção de edificações voltadas para a eficiência energética.

Os crescentes problemas energéticos nacionais e mundiais tornam essencial que as edificações sejam projetadas e construídas de acordo com critérios que garantam a sua adequação ao clima em que se inserem. Por meio desta adequação pode-se obter a satisfação do usuário quanto às condições térmicas dos ambientes internos, evitando-se, em consequência, o desperdício de energia elétrica com condicionamento artificial da edificação.

Mostra-se com isto a importância do setor residencial, objeto desta pesquisa, dentro da estrutura de consumo de energia elétrica no país e colocando-se este como um dos principais setores quando se busca uma redução na taxa de aumento do consumo energético no país. De acordo com o anuário estatístico de energia elétrica 2012, o consumo do setor residencial vem crescendo ao longo dos anos e em 2011 respondeu por 25,9% do total de consumo de energia elétrica do Brasil, ficando atrás somente do setor industrial.

Lamberts e Triana (2007) afirmam que a eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia. Através de um uso racional da energia na habitação busca-se então, uma diminuição no consumo dos usos finais de iluminação, equipamentos, e aquecimento de água, junto à incorporação de fontes renováveis de energia.

Além das cargas térmicas internas provenientes de equipamentos, o consumo energético das edificações depende do comportamento térmico de sua envoltória, pois as cargas térmicas externas transmitidas pela envoltória ao ambiente interno exercem uma forte influência na necessidade de condicionamento de ar no edifício. Os ganhos térmicos advindos de superfícies envidraçadas, os elementos opacos que compõem as fachadas e a cobertura determinam fortemente os ganhos de calor ao interior dos ambientes, a depender das características termo-físicas dos materiais constituintes e das características climáticas do ambiente no qual será inserida a edificação. (LIMA, 2010)

Para Dutra, Lamberts e Pereira (1997), os principais ganhos de calor na envoltória de um edifício são provenientes da radiação solar, e em edifícios verticais são as janelas os elementos construtivos responsáveis pela maior parte dessa transmissão, influenciando no desempenho e dimensionamento dos sistemas de iluminação e de condicionamento de ar que deverão ser instalados no ambiente. Outro fator que representa ganhos de calor para os ambientes internos é o seu entorno imediato, o meio urbano que o cerca. A densa urbanização constitui importante fonte de calor

Em meio a esse contexto fica explícita a necessidade de se desenvolverem estudos na área de climas quente e úmido, como o da cidade de João Pessoa, visto que poucos são os trabalhos desenvolvidos, nesse local, dentro dessa temática. Em meio à preocupação energética mundial, torna-se iminente que o arquiteto e demais profissionais da área adotem, sempre que possível, estratégias passivas, associando técnicas construtivas com o uso de novas tecnologias que promovam a sustentabilidade e eficiência dos edifícios.

Dentro dessa perspectiva, a problemática que se apresenta é quanto à exposição à radiação solar de janelas envidraçadas e superfícies opacas da envoltória dos edifícios, que contribuem para o baixo desempenho térmico das edificações em climas quentes. Diante disso, o presente estudo pretende contribuir com as discussões relacionadas à influência de parâmetros construtivos no desempenho térmico de edifícios verticais residenciais localizados no clima quente e úmido, avaliando a influência dos elementos de proteção solar da edificação e do entorno, no desempenho térmico dos edifícios.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar influência do sombreamento no desempenho térmico de edifícios residenciais multipavimentos localizados no município de João Pessoa-PB.

3. METODOLOGIA

Como procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do presente estudo, foram realizadas as seguintes etapas:

1ª etapa: inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito da temática estudada. Paralelamente a pesquisa, foi feito um levantamento de dados junto ao órgão municipal competente (Prefeitura Municipal de João Pessoa), do projeto legal de 25 edificações verticais residenciais com mais de cinco pavimentos localizadas no recorte urbano escolhido, esse levantamento foi complementado com

informações coletadas em visitas in loco, onde foi feito também o registro fotográfico. De posse desses dados foi elaborado um mapeamento e a catalogação em fichas descritivas dessas edificações, visando à identificação das características de construção mais recorrentes para definição das variáveis de estudo.

2ª etapa: elaboração de um modelo, chamado tipologia predominante, desenvolvido a partir de observações em tipologias correntes, definidos a partir de levantamento documental e pesquisa de campo dos empreendimentos implantados na área de estudo.

3ª etapa: a partir da tipologia predominante foram realizadas simulações computacionais com a finalidade de analisar o desempenho térmico da tipologia estudada e das demais alternativas propostas. Os parâmetros construtivos que serão testados nas simulações são: utilização de proteção solar e o entorno; variando-se um parâmetro por vez, e preservando as demais características do modelo de referência.

4ª etapa: consistiu na análise dos dados das simulações e sua formatação em gráficos.

3.1. Caracterização da área de estudo

O recorte urbano escolhido para a presente pesquisa abrange o bairro de Manaíra, o qual está localizado na região leste do município, apresenta densidade bruta entre 43 e 70 hab/ha e predominância de edificações residenciais. (MOREIRA, 2004). Ocorre que nos últimos anos tem-se observado uma tendência da substituição do padrão horizontal das edificações (casas) por um padrão de vertical (edifícios), em especial na região litorânea e na Zona Sul do município, devido, especialmente, à excessiva valorização do solo urbano nestes setores, fatores estes que influenciaram a escolha para a pesquisa (Figura 1 e 2).

De acordo com o Código de Obras de João Pessoa, a área em estudo está classificada como Zona Residencial 1 (ZR1), como a amostra escolhida para a pesquisa abrange edifícios com mais de 5 pavimentos, foi considerado para a implantação da tipologia predominante o uso R6, o qual não possui limite de altura para o edifício, essa altura é limitada pelos afastamentos dentro do lote.

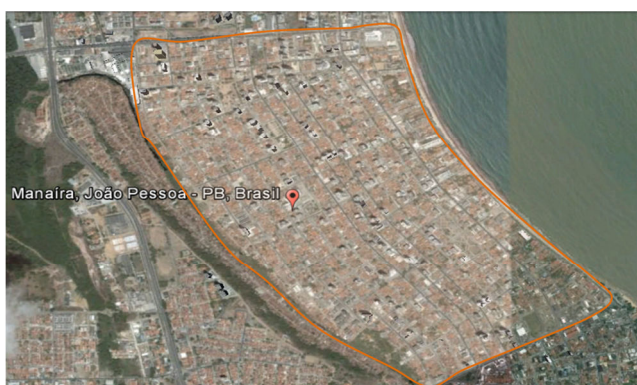


Figura 1 – Localização do recorte urbano no mapa da cidade



Figura 2 – Imagem aérea do recorte urbano em estudo

3.2. Levantamento de dados

A coleta de dados foi realizada junto a Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de João Pessoa (SEPLAN), a primeira etapa do trabalho foi a obtenção do número total de edifícios residenciais situados no bairro de Manaíra com mais de cinco pavimentos e com data de Habite-se a partir de 2000, esta restrição foi estabelecida para que a tipologia predominante caracterize a tendência atual da construção civil para a área, edifícios cada vez mais altos. A obtenção destas informações foi possível com o auxílio da SEPLAN através do arquivo central, a qual disponibilizou o acesso aos projetos arquitetônicos legais da amostra escolhida para pesquisa.

Obteve-se no total um número de 230 edificações residenciais acima de cinco pavimentos no bairro de Manaíra, a partir deste número estabeleceu-se um recorte que representasse as características dessas construções, portanto, foi estabelecido um recorte de 10% desse quantitativo, totalizando um levantamento de 25 edificações.

As informações necessárias para realização das análises foram obtidas a partir do projeto legal (contendo plantas, cortes e fachadas). No total, foram analisados vinte e cinco edifícios residenciais escolhidos aleatoriamente. Esses dados foram mapeados e organizados em fichas descritivas. A partir desse levantamento, juntamente com o levantamento fotográfico in loco, foi possível identificar a frequência de ocorrência das variáveis necessárias para a construção da tipologia predominante.

3.3. Definição da tipologia predominante

Após a tabulação de dados quantitativos e qualitativos obtidos na pesquisa de campo, pôde-se formular uma edificação típica (tipologia predominante) que, apesar de não existir no universo da pesquisa, reúne as características mais frequentes encontradas nos 25 edifícios levantados.

O edifício modelado como tipologia predominante contém as características mais representativas obtidas na etapa de processamento de dados. Essas características foram encontradas a partir do método de frequência de ocorrência. A tipologia predominante foi definida como caso base das simulações. A partir do caso base, modificaram-se determinados parâmetros para avaliar a sua influência no desempenho térmico em edifícios residenciais multipavimentos e assim, podendo determinar os mais adequados ao clima de João Pessoa (Figuras 3 e 4).

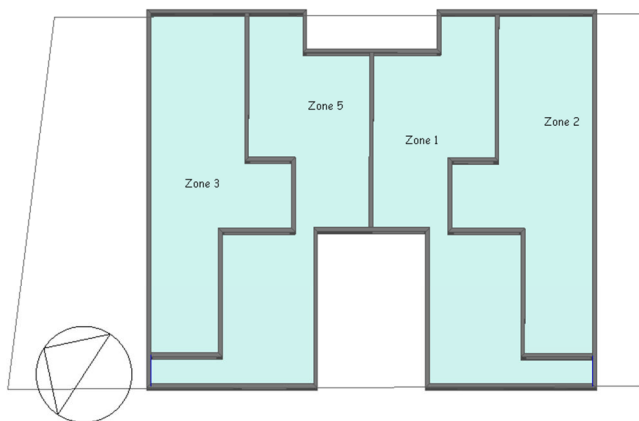


Figura 3 – Planta baixa da tipologia predominante.

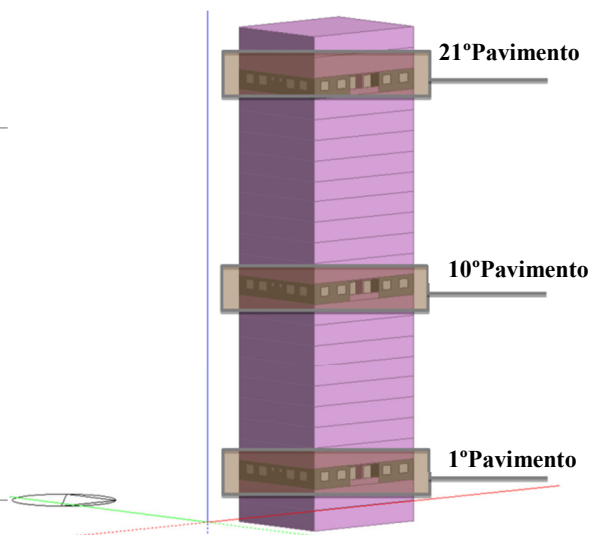


Figura 4 – Perspectiva da tipologia predominante

3.4. Simulações Computacionais

Para o processo de simulação realizado, o programa adotado foi o Design Builder 3.0 (DESIGNBUILDER SOFTWARE), o qual consiste numa ferramenta de simulação que combina as vantagens de uma interface gráfica intuitiva e acessível para projetistas e consultores com os algoritmos validados do EnergyPlus. Para os dados de entrada no programa de simulação, foram utilizadas as informações obtidas nos levantamentos.

As simulações utilizaram um arquivo climático com dados da cidade de João Pessoa no formato TRY (Test Reference Year). O dados de saída das simulações corresponderam a um ano, porém para efeito da avaliação do desempenho térmico foram avaliados as médias diárias do mês considerado mais quente (março) e o do mês com temperaturas mais amenas (julho), tomou-se por base esses dois meses após uma análise dos dados do TRY de João Pessoa.

A partir da tipologia predominante, foram iniciadas as simulações variando os seguintes parâmetros: arranjo construtivo (entorno) e as proteções solar. Tais variações foram realizadas uma a uma isoladamente, de maneira a confrontar os resultados obtidos de forma a identificar a influência de cada uma delas nos resultados do desempenho térmico da edificação simulada. Para facilitar a explicação das simulações realizadas foram criadas abreviações para cada modelo simulado, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1– Simulações realizadas e suas respectivas nomenclaturas

	CENÁRIO I (sem entorno)			CENÁRIO II (com entorno máximo)		
Pavimento	P1- 1º Andar	P2- 2º Andar	P3- 3º Andar	P1- 1º Andar	P2- 2º Andar	P3- 3º Andar
Sem Proteção Solar	P1CI_SP	P2CI_SP	P3CI_SP	P1CII_SP	P2CII_SP	P3CII_SP
Proteção Solar Horizontal 50cm	P1CI_PH50	P2CI_H50	P3CI_PH50	P1CII_PH50	P2CII_PH50	P3CII_PH50
Proteção Solar Horizontal 100cm	P1CI_PH100	P2CI_PH100	P3CI_PH100	P1CII_PH100	P2CII_PH100	P3CII_PH100

3.4.1. Entorno

Buscando representar ao máximo a perspectiva da realidade construtiva do local, foram inseridas edificações nos lotes vizinhos ao edifício de análise, diferenciando as alturas de acordo com a dimensão do terreno, seguindo as diretrizes estabelecidas pelo código de urbanismo do município.

De forma a buscar resultados que evidenciassem a influência do entorno do desempenho térmico dos ambientes internos, foram desenvolvidos dois cenários base para as simulações: Base e Hipotético. O primeiro, denominado Cenário I (CI), consiste no cenário base onde a tipologia estudada encontra-se isolada, sem nenhuma outra edificação ao seu redor, procurou-se realizar essa análise para avaliar o comportamento térmico das edificações tipo “aranha céu”, bastante altas e sem nenhuma construção no seu entorno.

O segundo cenário, denominado Cenário II (CII), foi idealizado obedecendo à ocupação e parcelamento do solo no limite máximo permitido pela legislação, de modo a representar a tendência já bastante evidenciada no recorte escolhido, à verticalização e o adensamento das construções. Cada edificação foi implantada levando em consideração o tamanho dos lotes, seu remembramento e os cálculos dos recuos estabelecidos pelo Código (ver figura 5).

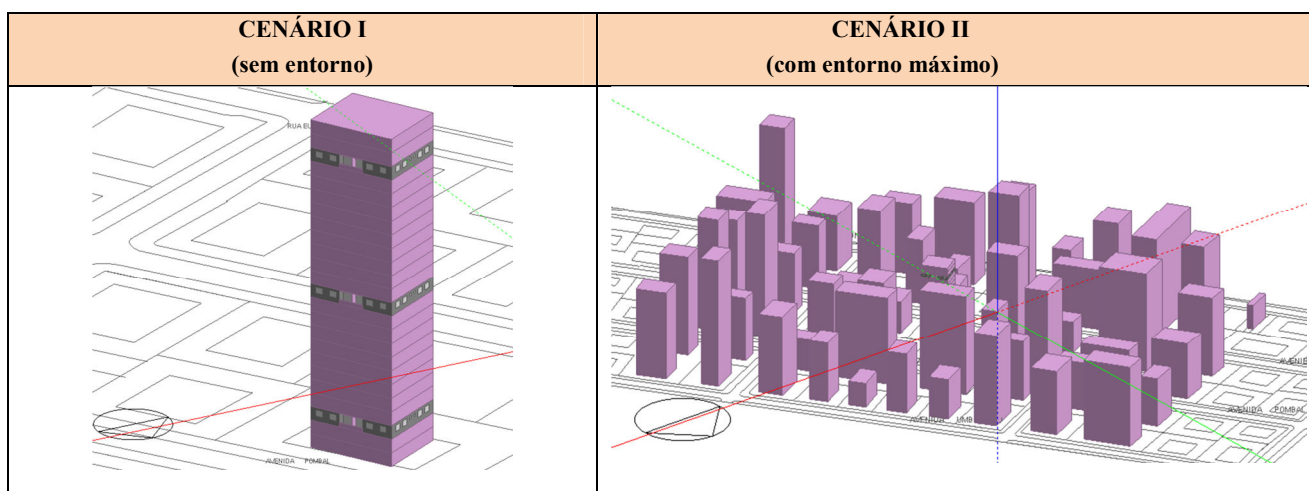


Figura 5 – Variações dos cenários

3.4.2. Proteção Solar

Para a variação de profundidade dos elementos de proteção solar, foi adotada três variações: sem proteção solar (SP); com proteção solar horizontal em concreto armado com 10cm de espessura e 50cm de profundidade (PH50cm); e com proteção solar horizontal em concreto armado com 10cm de espessura e 100cm de profundidade (PH100cm).

3.4.3. Parâmetros de entrada

Para as simulações computacionais realizadas, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Para a inserção dos materiais que constituem os elementos construtivos da tipologia predominante analisada, foi utilizada a biblioteca de componentes especificadas pela norma ABNT 15220 (ABNT, 2005), este banco de dados dispõe de vários materiais com suas respectivas propriedades, necessárias para a simulação no programa;
- Para este estudo foi considerada a taxa de infiltração de ar estabelecida pela NBR 15575 (ABNT, 2008), a qual estabelece um valor de 1 ren/h;
- fim de considerar nas simulações os ganhos internos de calor foram definidos padrões de ocupação e uso em cada zona térmica. Foram adotados alguns parâmetros estabelecidos por Tavares (2006) para um modelo representativo de edificação multifamiliar média renda, tais como: ocupação por apartamento, foi considerada uma família com 3 membros e com consumo médio de energia elétrica de 240,00 KWh/mês.
- Temperatura do solo: Venâncio (2009) sugere a adoção do método em que para obter a temperatura do solo, deve subtrair-se 2°C de cada média mensal da temperatura do ar. Esse procedimento foi o adotado na presente pesquisa.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

As informações a seguir referem-se aos resultados obtidos neste presente estudo, iniciando-se com a caracterização da tipologia predominante do recorte urbano estudado, por meio do levantamento realizado. A partir dos levantamentos descritos acima, foi possível associar os dados para a caracterização de um modelo que representa a realidade construtiva do local, denominado tipologia predominante, utilizada para a elaboração de cenários do modelo base e modelos hipotéticos, derivados deste.

Posteriormente serão apresentados os resultados das simulações com a variação do entorno e das proteções solares, estes resultados são comparados entre si, tendo em comum a tipologia predominante.

4.1. Caracterização da tipologia predominante

Os modelos propostos buscam cobrir a maior parte das principais características físicas e ocupacionais encontradas em edificações típicas brasileiras. A partir dos levantamentos das pesquisas comentadas buscou-se agregar os dados de maior ocorrência em edificações factíveis.

Através da coleta de informações na PMJP, encontrou-se um total de 230 edifícios residenciais com cinco ou mais pavimentos no bairro de Manaira, destes, 25 foram analisados. A data de ocupação desses edifícios varia entre 2000 e 2010. A tabela 2 descreve as características gerais da tipologia predominante, assim como a planta baixa do pavimento tipo e sua setorização de acordo com o seu uso.

Tabela 2– Caracterização da tipologia predominante

PLANTA BAIXA	PARÂMETRO	TIPOLOGIA PREDOMINANTE
<p>Fig. 6: Planta baixa da tipologia predominante com setorização dos ambientes.</p>	Forma do terreno	Retangular
	Forma da edificação	Retangular (14.50x17.25m)
	Área do pavimento tipo	250m ²
	Pé-esquerdo	2.70m
	Número de pavimentos	26
	Número de pavimentos-tipo	20
	Nº apartamentos por andar	02
	Percentual de Janela na Fachada (PJF)	Nordeste: 30% Sudeste: 20% Sudoeste: 10% Noroeste: 20%
	Orientação fachada principal	Nordeste
	Absortância	0,4135
	Esquadrias	Alumínio
	Vidros	Comum 4mm Incolor
	Alvenaria	Tijolo cerâmico oito furos quadrado

Apenas uma pequena parte dos edifícios estudados apresentou algum tipo de proteção solar das aberturas das fachadas. Observou-se uma presença maior de protetores solares nas fachadas nordeste e leste, proteção esta configurada através das varandas, que são geralmente projetadas com o intuito de ser um espaço para descanso e lazer. Outra forma de proteção encontrada foram os elementos estruturais que avançam nas fachadas não mais que 50cm, se comportando mais como detalhes de valor estético do que proteção solar, inexistindo, portanto, algum tipo de brise solar nessa amostra estudada. (figuras 7 e 8)

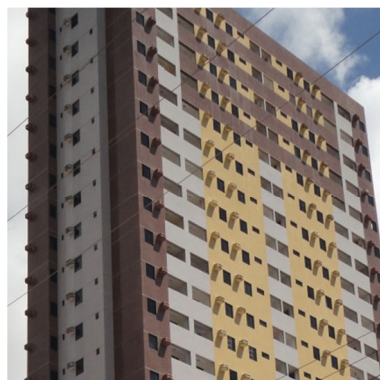


Figura 7 – Edificações da amostra – presença de varandas.

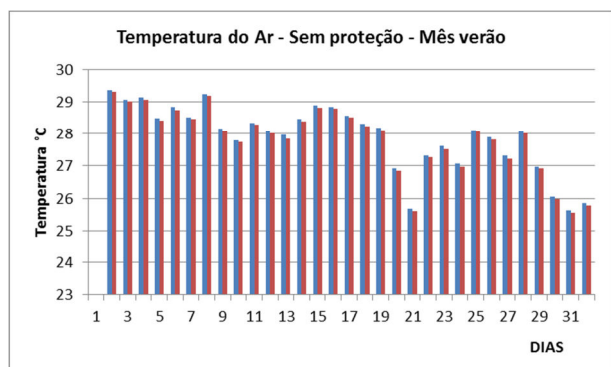
Figura 8 – Edificações da amostra – ausência de elementos de proteção

4.2. Desempenho térmico

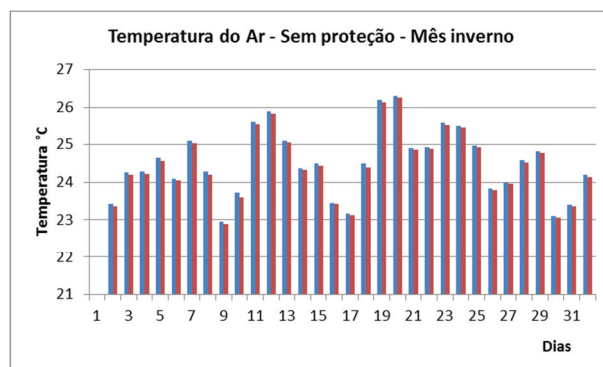
Este tópico apresenta os resultados das simulações propostas na metodologia. Todos os dados e gráficos apresentados são referentes aos meses de março e julho, referindo-se respectivamente, ao período mais quente do ano e o com as temperaturas mais amenas. Esses meses foram escolhidos por representarem as características climáticas mais extremas do município de acordo com o arquivo climático (TRY) desenvolvido por Roriz. Os gráficos mostram os valores de temperatura média do ar e ganhos solares pelas janelas externas.

4.2.1. Temperatura do ar

O primeiro item analisado foi a temperatura do ar, as figuras 9 e 10 mostram os resultados da comparação entre a simulação do modelo sem entorno e sem proteção solar e o mesmo modelo sendo este inserido no entorno máximo adensado. É possível perceber que houve algumas leves alterações nos valores da temperatura do ar ao longo de todo o mês, entre o modelo sem entorno e com entorno máximo, o que evidencia a influência do entorno no desempenho térmico interno. Comparando-se o mês de verão (março) com o de inverno (julho), observa-se também, uma leve queda na temperatura, mantendo a mesma diferença entre o modelo com entorno e sem entorno.



■ CENÁRIO I_SEM PROTEÇÃO

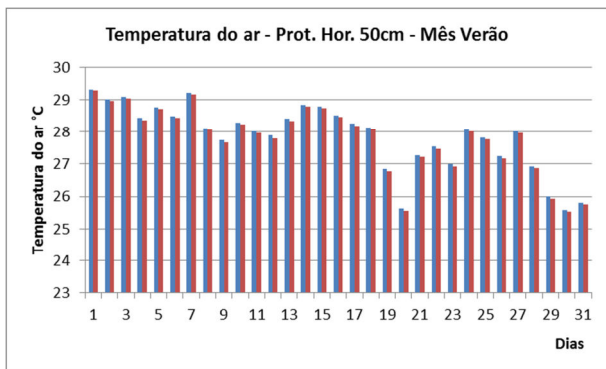


■ CENÁRIO II_SEM PROTEÇÃO

Figura 9 – Gráfico da temperatura do ar para o mês de verão

Figura 10 – Gráfico da temperatura do ar para o mês de inverno

Ao simular o modelo com elemento de proteção solar horizontal nas janelas observa-se uma pequena redução nos valores de temperatura, comparado ao modelo sem proteção solar. Através desses gráficos, é possível verificar mais uma vez a influência do entorno na temperatura do ar interna. As figuras 11 e 12 mostram os resultados referentes ao comparativo entre os modelos com proteção solar horizontal sem entorno e com entorno para os meses de março e julho, respectivamente.



■ CENÁRIO I_PROTEÇÃO HOR. 50CM ■ CENÁRIO II_PROTEÇÃO HOR 50CM

Figura 11 – Gráfico da temperatura do ar para o mês de verão

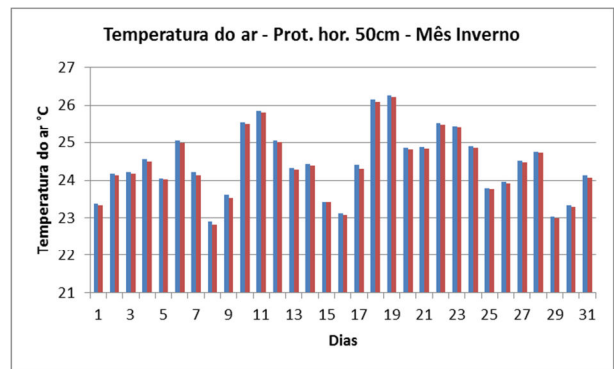
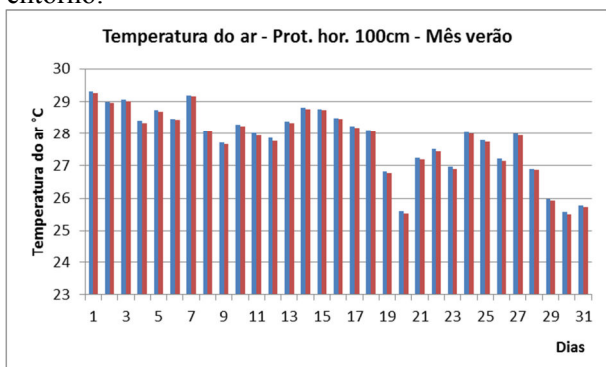


Figura 12 – Gráfico da temperatura do ar para o mês de inverno

As figuras 13 e 14 mostram os resultados referentes ao comparativo entre os modelos com e sem entorno com proteção solar horizontal de 100cm de profundidade, observa-se novamente a influencia do entorno.



■ CENÁRIO I_PROTEÇÃO HOR. 100CM ■ CENÁRIO II_PROTEÇÃO HOR. 100CM

Figura 13 – Gráfico da temperatura do ar para o mês de verão

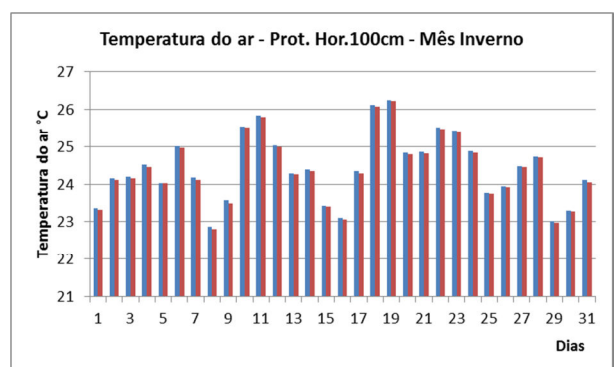
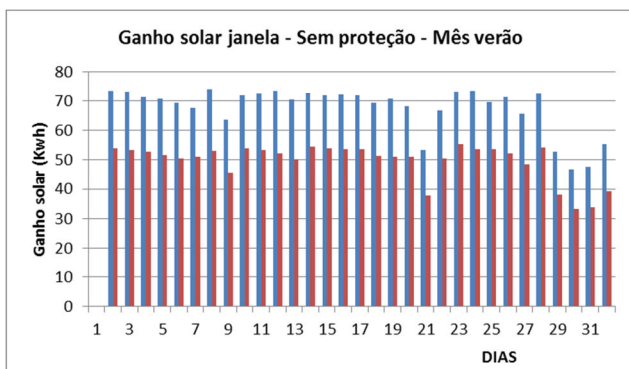


Figura 14 – Gráfico da temperatura do ar para o mês de inverno

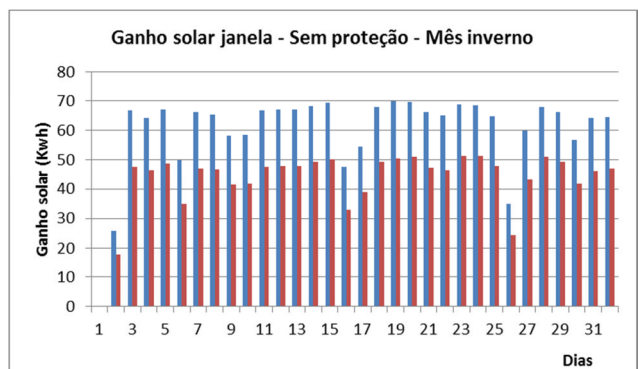
4.2.2. Ganho solar Janelas externas

É através dos fechamentos das edificações que ocorrem as trocas térmicas entre o ambiente interno e externo. Os resultados referentes aos ganhos solares pelas janelas externas mostram claramente a influencia do entorno nos ambientes internos. A presença de outras edificações pode ser considerado um ponto positivo nesse sentido, visto que, esse adensamento possibilita uma menor penetração da radiação solar pelas janelas nos ambientes interno. Porém, vale ressaltar que, muitos estudos já mostraram que esse mesmo adensamento provoca uma diminuição do fluxo de ventilação natural, elemento este que não foi alvo do presente estudo. As figuras 15 e 16 mostram o comparativo entre o modelo sem proteção solar sem entorno e com entorno, observa-se uma diferença de cerca de 20kW entre eles, tanto no mês de verão quanto no de inverno.



■ CENÁRIO I_SEM PROTEÇÃO

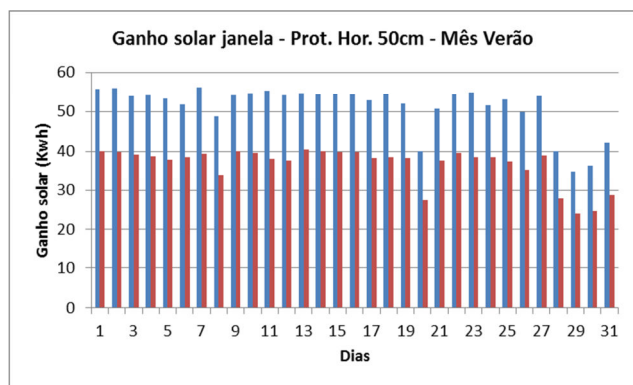
Figura 15 – Gráfico do ganho solar pelas janelas – Mês Verão



■ CENÁRIO II_SEM PROTEÇÃO

Figura 16 – Gráfico do ganho solar pelas janelas – Mês Inverno

As figuras 15 e 16 retratam os mesmos resultados anteriormente citados, ressaltando mais uma vez a influencia do entorno, vale ressaltar a diminuição do ganho solar ao inserir a proteção solar horizontal de 50cm de profundidade, ao comparar a figura 17 com a 18, essa diferença fica evidente, uma diferença de cerca de 15kW entre os dois modelos.



■ CENÁRIO I_PROTEÇÃO HOR. 50CM ■ CENÁRIO II_PROTEÇÃO HOR 50CM

Figura 17 – Gráfico do ganho solar pelas janelas – Mês Verão

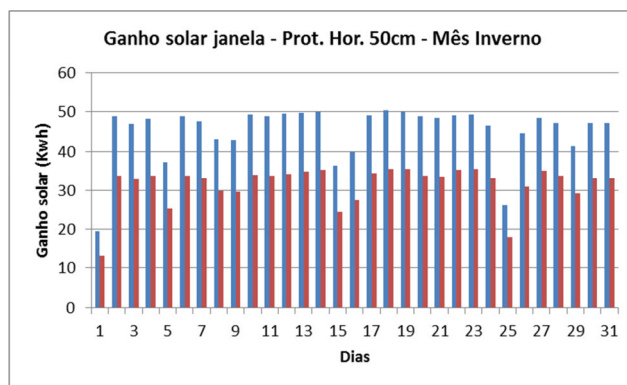
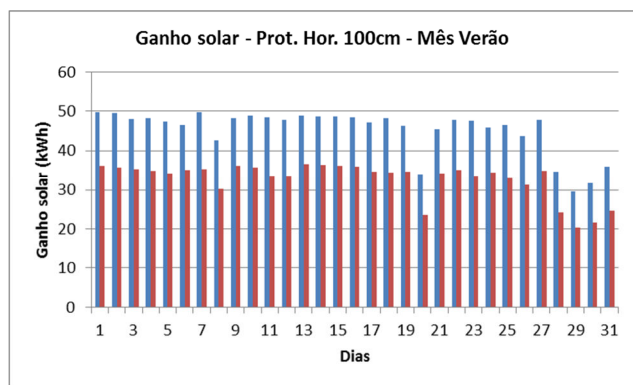


Figura 18 – Gráfico do ganho solar pelas janelas – Mês Inverno

As figuras 19 e 20 mostram os resultados do comparativo entre os modelos com e sem entorno com proteção solar de 100 cm de profundidade, além dos resultados já comentados anteriormente vale ressaltar dessa comparação a diminuição de cerca de 10kW comparado aos modelos com proteção solar horizontal com 50cm de profundidade.



■ CENÁRIO I_PROTEÇÃO HOR. 100CM ■ CENÁRIO II_PROTEÇÃO HOR. 100CM

Figura 19 – Gráfico do ganho solar pelas janelas – Mês Verão

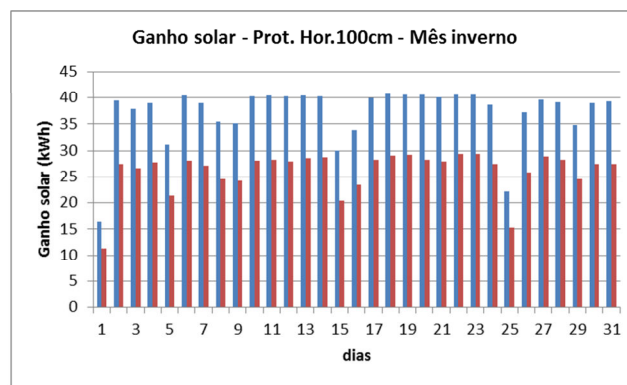


Figura 20 – Gráfico do ganho solar pelas janelas – Mês Inverno

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos com a presente pesquisa é possível ressaltar a importância dos elementos construtivos no desempenho térmico das edificações. A partir dos resultados obtidos é possível verificar a importância das normas que regem a construção civil, no intuito de orientar e incentivar o uso de proteção solar nas edificações, assim como, diretrizes de uso e ocupação do solo.

Destaca-se também, a versatilidade e importância do uso de programas de simulação térmica durante o processo projetual, onde é possível avaliar o desempenho daquelas edificações variando seus elementos construtivos, para então definir o melhor a ser usado, buscando aperfeiçoar o conforto dentro dos ambientes.

A variação do entorno revelou a sua importância na redução das temperaturas internas quanto nos ganhos solares pelas janelas externas. A ausência do entorno representou um aumento de cerca de 20kW em relação ao modelo inserido numa malha urbana adensada e verticalizada.

Os protetores solares contribuíram na redução da temperatura interna e, principalmente, na redução dos ganhos solares, representando uma redução de cerca de 25kW entre o modelo sem proteção solar e com proteção solar horizontal com profundidade de 100cm.

Diante dos resultados encontrados, observa-se a importância em se estabelecer critérios construtivos de acordo com a realidade climática de a edificação será inserida, pois a desconsideração de certos aspectos pode vir a significar um baixo desempenho térmico do edifício.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. **NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos –Desempenho**. Rio de Janeiro, 2008.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.
- LAMBERTS, Roberto; TRIANA, Maria Andrea. Documento 2.2: **Levantamento do estado da arte: Energia. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**. Projeto Finep 2386/04. São Paulo, 2007.
- LIMA, Raffaëla Germano de. **A Influência do Sombreamento e da Absortância da Envoltória no Desempenho Termoenergético de Edifícios Residenciais na cidade de Maceió-AL**. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado. Universidade Federal de Alagoas. Maceió-AL, 2010.
- MOREIRA, Raphaela Cristhina Claudino. **A questão do gabarito na orla marítima de João Pessoa (bairros de Manaíra, Tambaú e do Cabo Branco)**. Disponível em: www.vitruvius.com.br/arquitextos/numeros/numeros_080. Acesso em: 06/11/2012.
- TAVARES, Sérgio Fernando. **Metodologia De Análise Do Ciclo De Vida Energético De Edificações Residenciais Brasileiras**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2006.
- VENÂNCIO, Raoni. **Treinamento para o Programa DesignBuilder – versão 2**. Laboratório de Conforto Ambiental, UFRN, 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à À Capes, pelo auxílio financeiro, através de bolsa de estudo.