

# ANÁLISE DO IMPACTO DA DENSIFICAÇÃO URBANA EM BAIRRO LITORÂNEO DA CIDADE DE MACEIÓ/AL

Camila Araujo de Sirqueira (1);Gianna Melo Barbirato (2)

(1) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, e-mail:

[milasirqueira@gmail.com](mailto:milasirqueira@gmail.com)

(2) faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, e-mail:

[giannamelobarb@hotmail.com](mailto:giannamelobarb@hotmail.com)

## **Resumo**

*O trabalho teve como objetivo analisar o impacto da densificação urbana na qualidade microclimática do bairro de Jacarecica na cidade de Maceió/AL. Para tal, foram os efeitos térmicos e dinâmicos foram analisados por meio de simulações qualitativas e quantitativas, de diferentes arranjos construtivos urbanos. Para o referido bairro, segundo as diretrizes da legislação vigente hoje na cidade, podem-se construir edificações de até vinte pavimentos. A pesquisa fundamentou-se em análises térmicas (temperatura do ar), além das condições de insolação da área estudada, com a utilização de simulações computacionais, realizadas através do programa SKETCH UP para análise qualitativa, bem como com o programa ENVI-met, que além de simular as condições climáticas atuais do lugar, pode prever consequências térmicas de cenários futuros de ocupação. Os resultados apontaram a influência da configuração urbana nas características térmicas do lugar, e as consequências térmicas negativas de um cenário futuro para a área, com a possível implantação de edificações de vinte pavimentos. Diferenças entre o valor máximo de temperatura do ar nos cenários presentes e futuros indicam a importância de um estudo preliminar sobre as consequências climáticas que podem acontecer com o adensamento e verticalização urbana. Espera-se contribuir para a compreensão da importância das considerações climáticas na previsão das áreas de crescimento do espaço urbano, um aspecto que não é ainda muito explorado por urbanistas e ordenação.*

**Palavras-chave:** microclima urbano, paisagem urbana, simulação computacional.

## **Abstract**

*This study aimed to analyze the impact of urban densification on microclimatic conditions at Jacarecica neighborhood located at Maceio city, state of Alagoas. To this end, this study analysed thermal microclimatic effects by qualitative and quantitative computational simulations based on different constructive arrangement. According to the local urban planning requirements, one can construct buildings of up to twenty floors. The survey was based on thermal analyses (air temperature), in addition to the solar exposure conditions of the studied area, with computational simulations, carried out applying SKETCH UP software, to qualitative analysis, and the ENVI-met software, which simulates urban thermal effects the climatic conditions and also future scenarios of land use and occupation. The results pointed out the influence of the urban configuration on thermal conditions of a future scenario for the area.. Differences on air temperature between the maximum value in the present and future scenarios, indicate the importance of a preliminary study on the climatic consequences that may happen with a future scenario. It is expected to contribute to the understanding of the importance of climatic considerations in ordering urban space growth areas, an aspect that is not observed by city planners.*

**Keywords:** urban microclimate, urban landscape, computer simulation.

## 1. INTRODUÇÃO

O microclima urbano significa a condição particular, em um ambiente urbano, no qual estão refletidos os efeitos e a influência das atividades humanas sobre o entorno, sendo, portanto, um “desvio climático” de características singulares, em recintos como praça, rua, jardim, parque, etc (OKE,1981). Seu entendimento pode se constituir em ferramenta útil para o projetista na criação de edificações e espaços externos termicamente confortáveis, já que a escolha de materiais e revestimentos da envoltória das edificações e do entorno imediato externo devem ser pensados de maneira criteriosa. Em regiões de clima quente e umidade do ar elevada, por exemplo, é imprescindível o uso de matérias e revestimento com baixa capacidade de armazenamento de calor, o resfriamento dos espaços urbanos por meio da movimentação do ar e o sombreamento dos espaços.

Georgi; Dimitriou (2010) apontam a configuração topográfica do espaço, a geometria urbana, a distribuição de espaços verdes e *layout* dos edifícios, entre outros, como fatores importantes para a determinação de microclima urbano.

Hoje no meio científico internacional, como também no Brasil, tem-se utilizado modelos numéricos que procuram caracterizar termicamente a complexa superfície urbana (HUTTNER *et al.*, 2008; KATZSCHNER; THORSSON, 2009; NAKATA, 2010; DACANAL *et al.*, 2010, entre outros). Entretanto, sabe-se que ainda há uma desarticulação entre as legislações urbanísticas responsáveis pelo ordenamento das cidades e as informações fundamentadas em avaliações climáticas, e que podem subsidiar intervenções urbanas e o projeto de edificações.

No contexto de Maceió, pode-se constatar que as recomendações referenciadas em investigações climáticas dentro do meio acadêmico pouco têm influenciado nas decisões e nas definições dos padrões de ocupação urbana local. O Plano Diretor da cidade (PMM, 2006) fundamenta o zoneamento urbano especialmente em função do potencial de infraestrutura urbana, da condição de ocupação existente e da capacidade de suporte do meio físico natural, não levando em consideração, para o estabelecimento de padrões de uso e ocupação do solo, alguns aspectos importantes relacionados com as características climáticas locais. Por outro lado, estudos sobre clima urbano e alterações microclimáticas em porções ou bairros da cidade de Maceió (BARBOSA, 2005; TORRES, 2006; NOGUEIRA, 2011 entre outros) têm confirmado a importância da abordagem climática no processo de tomadas de decisões no âmbito do planejamento urbano.

Torna-se, enfim, cada vez mais importante o desenvolvimento de pesquisas que auxiliem o planejador urbano na organização dos espaços urbanos, fundamentadas em critérios ambientais, entre os quais, o de conforto térmico dos ambientes urbanos.

No presente trabalho, a porção da planície a ser estudada está situada no litoral norte Maceioense, no Bairro de Jacarecica. Esse bairro possui 3.237 Km<sup>2</sup> de área, com população de 5.093 habitantes e uso do solo predominantemente residencial (figura 1). Dentro do Plano Diretor da cidade, pertence à Zona Residencial ZR-6. Possui uma pequena área que pertence à Zona de Interesse Ambiental e Paisagístico ZIAP-6. Segundo a legislação vigente hoje, podem-se construir edificações de até vinte pavimentos em parte do bairro, o que torna importante, por conseguinte, a análise de possíveis consequências microclimáticas de uma possível ocupação máxima dessa área. Possui ainda clubes institucionais que ocupam a orla da área, além de terrenos vazios, que são utilizados como sítios, com tendência à ocupação de conjuntos habitacionais de média e alta renda, tendo em vista a potencialidade da paisagem local. A área de estudo dentro do bairro estudado é cortada pela AL-101 Norte, que é acesso litorâneo da cidade limitando o município aos seus vizinhos. A gleba analisada possui aproximadamente 1km<sup>2</sup> de área.

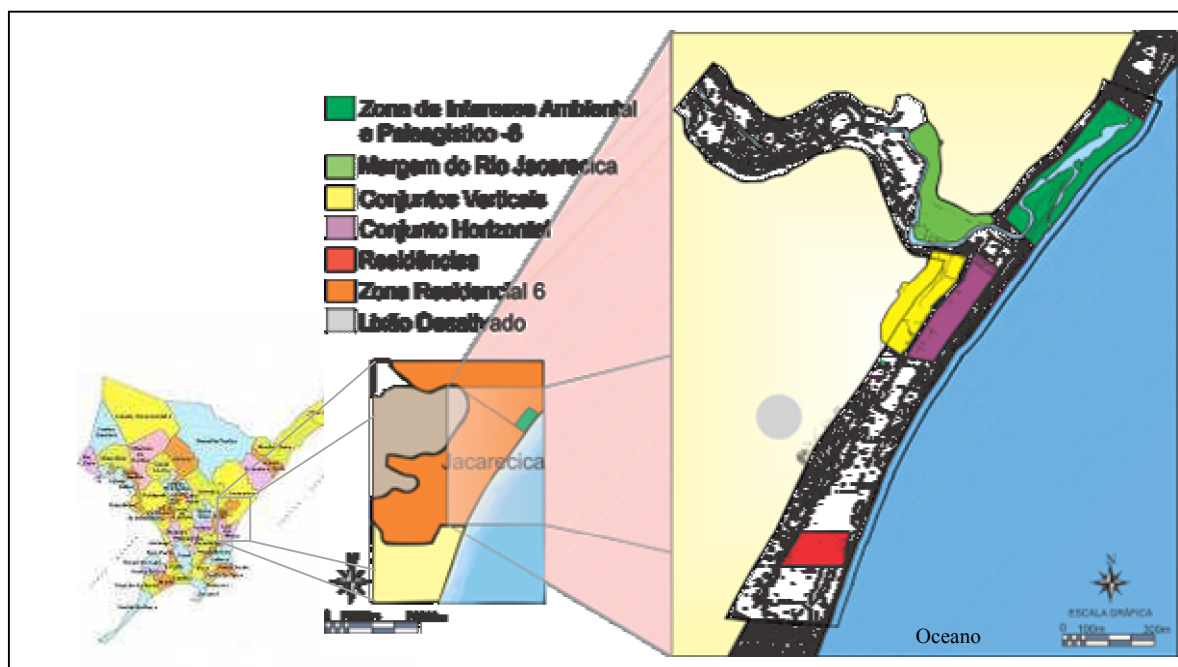


Figura 1 - recorte do município de Maceió dando ênfase ao bairro de Jacarecica, e a área de estudo com suas porções habitadas. Fonte: SIRQUEIRA, 2011.

## 2. OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo analisar a densificação urbana quanto ao microclima da porção habitada de um Bairro da cidade de Maceió – AL, denominado de Jacarecica. Para tal serão analisados os efeitos térmicos de tal densificação, por meio de simulações qualitativas e quantitativas.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho fundamentou-se em análises térmicas (temperatura), além das condições de insolação de uma porção habitada do bairro estudado, com a utilização de simulações computacionais, através do programa SKETCH UP (GOOGLE, 2010) para análise qualitativa das condições de insolação do bairro, bem como com o programa ENVI-met (BRUSE; 2010) que além de simular as condições climáticas do caso estudado, prevê consequências térmicas de cenários futuros de ocupação. A figura 2 mostra, dentro da área estudada, as porções analisadas, para cenários atuais e futuro e suas indicações em cores para a avaliação qualitativa em volumetria por simulação computacional.

Para a simulação de cenário futuro, as residências horizontais foram redesenhadas com a taxa de ocupação máxima da região, ou seja, 20% de ocupação do terreno para essa tipologia construtiva de até dois pavimentos. Também foi utilizada a taxa de ocupação máxima de 20% do terreno em áreas cujos lotes não podem ser lembrados nem desmembrados.

Cada lote cadastral do modelo redesenhado de cenário futuro foram alocados edifícios de aproximadamente 400m<sup>2</sup> de área de piso. Para cada edificação foi proposta a utilização de recuos sugeridos pelo Código de Edificações e Urbanismo da Cidade de Maceió (PMM, 2007) que correspondem a: recuo frontal de 19m, laterais e fundos de 12m, com coeficiente de aproveitamento de 3,5.

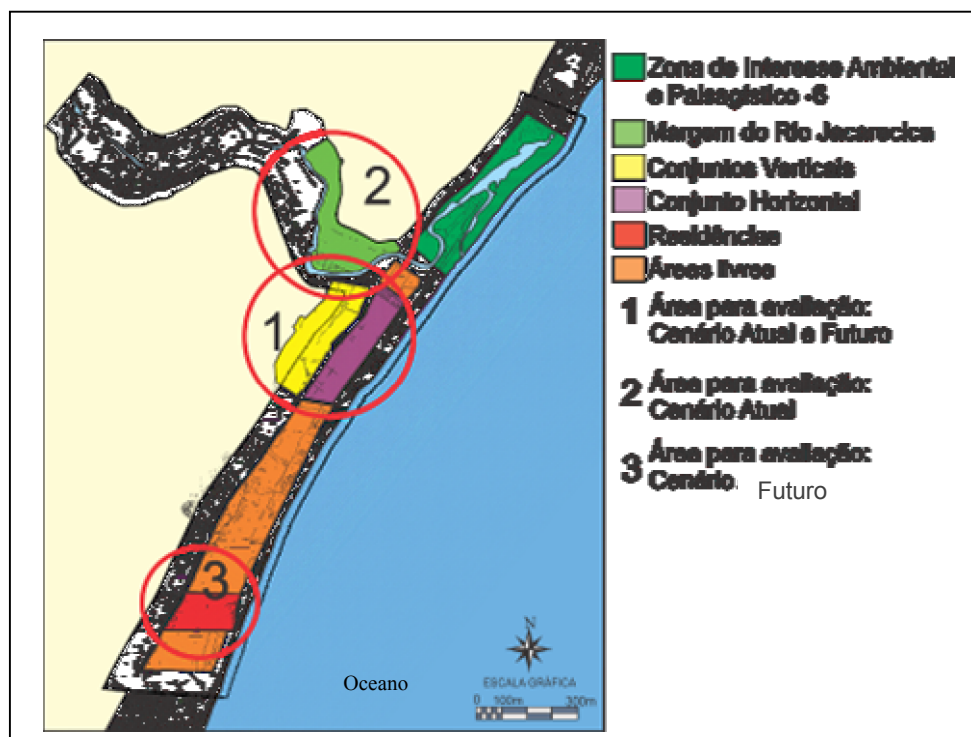


Figura 2 - Imagem ilustrando a área de estudo e seus principais pontos para avaliação. Fonte: Sirqueira (2011).

A avaliação qualitativa da área de estudo foi realizada para o solstício de verão, solstício de inverno e equinócios, nos seguintes horários: 9 horas da manhã, meio dia e 15 horas da tarde.

O sítio da área analisada possui uma leve inclinação na região da planície litorânea, sendo de no máximo 5m de inclinação, de modo que se considerou desprezível a interferência do relevo para as avaliações realizadas. As direções dos ventos considerados para qualitativa são a Nordeste (vento predominante no solstício de verão), Leste (presente em todos os períodos do ano) e a Sudeste (vento predominante no solstício de Inverno).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Avaliação Qualitativa

No Solstício de Verão, no cenário atual, observou-se que o conjunto horizontal não recebe influência do sombreamento dos conjuntos verticais já existentes. O conjunto vertical existente no bairro, em todos os horários avaliados, apresenta sombreamento entre as edificações na maior parte do dia.

Para o cenário futuro, as edificações de vinte pavimentos não influenciam as edificações já existentes quanto ao sombreamento; na maior parte do dia há sombreamento na rodovia próxima. No Solstício de inverno, há sombreamento no conjunto na maior parte do dia. Quanto à implantação das edificações de vinte pavimentos, em todos os horários há sombreamento gerado por essas edificações nas edificações já existentes, especialmente no período da tarde, quando o sombreamento atinge a orla marítima. A figura 3 mostra exemplo dos resultados simulações qualitativas realizadas no cenário atual da área estudada.

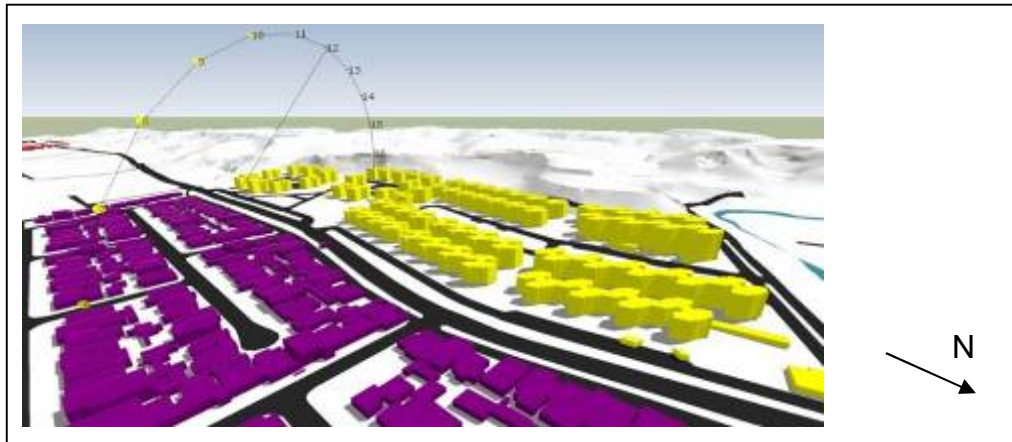


Figura 3 –simulação da área de estudo atual (conjunto horizontal – roxo; conjunto vertical – amarelo), na qual o posicionamento do transferidor indica os horários do dia pela direção leste(pontos em amarelo)/oeste. O oceano é representado em cinza.

Nos Equinócios, para o cenário atual, novamente o conjunto existente provoca sombreamento durante grande porção do dia entre as edificações, no período da tarde, que já há uma grande área sombreada, quase atingindo o conjunto horizontal. Quanto às edificações de vinte pavimentos, há pouca influência nas edificações já existentes, sendo notada apenas no período da manhã, quando atinge tanto o conjunto horizontal. Às 15 horas, há uma grande área da orla marítima sombreada por essas edificações, que pode gerar sérios problemas para o ecossistema local.

A figura 4 mostra um exemplo de simulação da área de estudo em um cenário futuro da área.

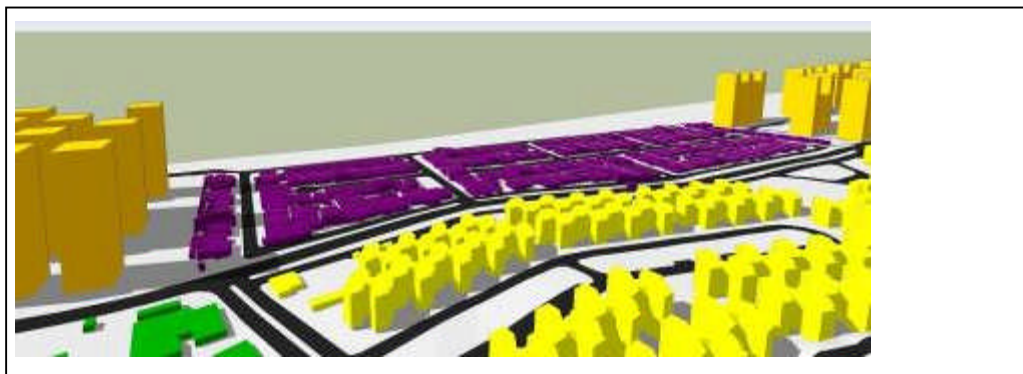


Figura 4 – Imagem ilustrando a simulação da área de estudo em cenário futuro (conjunto horizontal – roxo; conjunto vertical – amarelo, edificações verticais de até vinte pavimentos – amarelo escuro), com sombreamento na área mais espreada da do local estudado. O oceano é representado em cinza.

Para o cenário futuro, observou-se de uma maneira geral que as edificações de vinte pavimentos não influenciam as edificações já existentes quanto ao sombreamento; na maior parte do dia há sombreamento na rodovia e na região próxima. No Solstício de inverno, há sombreamento no conjunto na maior parte do dia. Quanto à implantação das edificações de vinte pavimentos, em todos os horários há sombreamento gerado por essas edificações nas

edificações já existentes, especialmente no período da tarde, quando o sombreamento atinge a orla marítima.

#### 4.2. Avaliação Quantitativa

Esta avaliação consiste de simulação computacional no programa ENVI-met (Bruse, 2010) versão 3.1. A área de estudo para essa avaliação quantitativa foi recortada em duas áreas, pois o programa computacional utilizado trabalha com pequenas áreas urbanas, por ter quantidade de *grids* já pré-estabelecidos, sendo de 100, 180 e ou 250 grids para simulação. Para o presente trabalho, foi utilizado 250x250grids, foram selecionadas duas porções da área de estudo (figura 5), para a simulação atual de ocupação do solo e outra para a simulação futura com a locação de edificações de vinte pavimentos. Os recortes foram escolhidos levando-se em consideração a complexidade espacial e diversidade de edificações. As áreas para a análise foram diferenciadas de modo a demonstrar uma porção com a locação das edificações de vinte pavimentos (cenário futuro) e uma porção com a máxima ocupação (cenário atual).

Para a alimentação dos dados de entrada no programa Envi-met, foram feitas as seguintes considerações:

- Os recortes foram escolhidos (figura 5) levando-se em consideração a complexidade espacial e diversidade de edificações na área: para o cenário atual, o recorte escolhido possui a complexidade de uma porção do conjunto horizontal existente e a presença dos dois conjuntos verticais da área de estudo, formando um recorte de 240m por 240m. Para o recorte do cenário futuro, foi selecionada uma porção com 165m por 165m de um conjunto vertical da porção estudada, além de uma porção do conjunto horizontal e a presença de supostas edificações verticais de vinte pavimentos. As áreas foram diferenciadas para mostrar uma porção que é afetada com a locação das edificações de vinte pavimentos (cenário futuro) e uma porção real saturada (cenário atual).

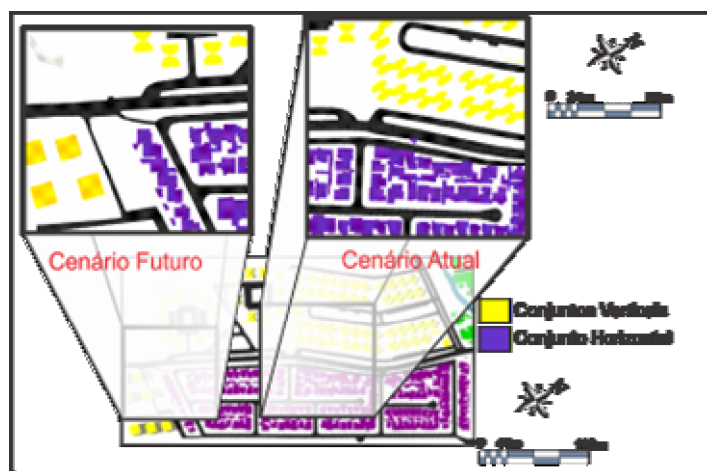


Figura 5: áreas selecionadas para simulação.

- A vegetação vertical foi desconsiderada para as avaliações, pois nas porções selecionadas da área de estudo a presença desta é escassa;
- para a pavimentação e tipo de solo foram consideradas as propriedades térmicas dos revestimentos existentes no local: asfalto, concreto, barro e areia para o entorno;

- para a temperatura do ar e umidade relativa do ar de partida para o programa, foram considerados os dados médios das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (BRASIL, 1992), para os dias 21 de dezembro e 21 de junho, solstícios de verão e de inverno, respectivamente. Por serem as estações de altas temperaturas e menor umidade (verão) e de temperaturas mais baixas e maior umidade (inverno) para o ano, e pela dificuldade de obtenção de dados reais para os dias para avaliação pelo programa, foram simuladas apenas os dias referentes a essas estações.

- As transmitâncias térmicas em  $Wm^2K$  e albedos do telhado e parede das edificações foram obtidos pela Norma Brasileira NBR 15220 (ABNT, 2005).

As figuras 6 e 7 mostram exemplos das simulações realizadas dentro do cenário atual da área de estudo. Foram observadas, nesse contexto:

- No solstício de verão: variação de até  $2,8^{\circ}C$  de amplitude nos horários estudados, e diferenças térmicas de  $8,1^{\circ}C$  ao longo das 3 horas observadas.

- No solstício de inverno: Variação de até  $1,80^{\circ}C$  de amplitude em cada horário estudado, e diferenças térmicas de até  $6,1^{\circ}C$  no decorrer das 3 horas.

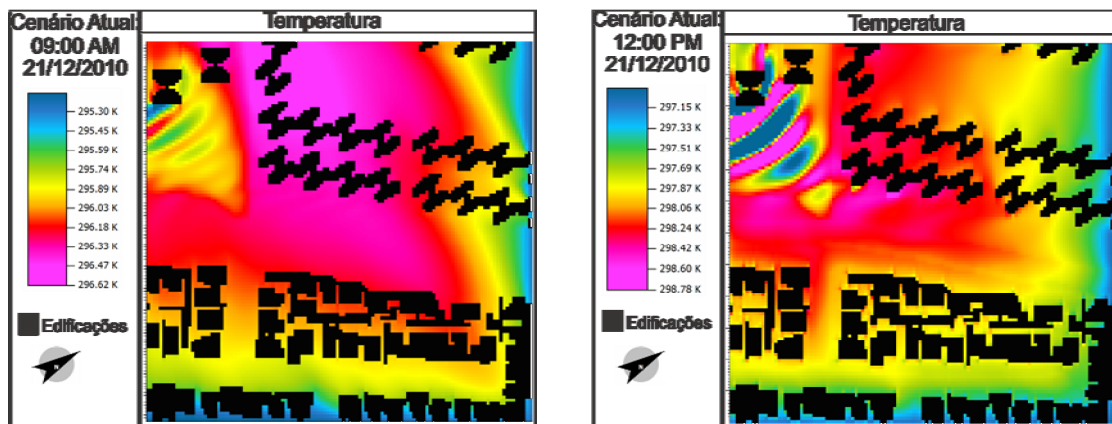


Figura 6: simulações realizadas dentro do cenário atual da área de estudo, solstício de verão.

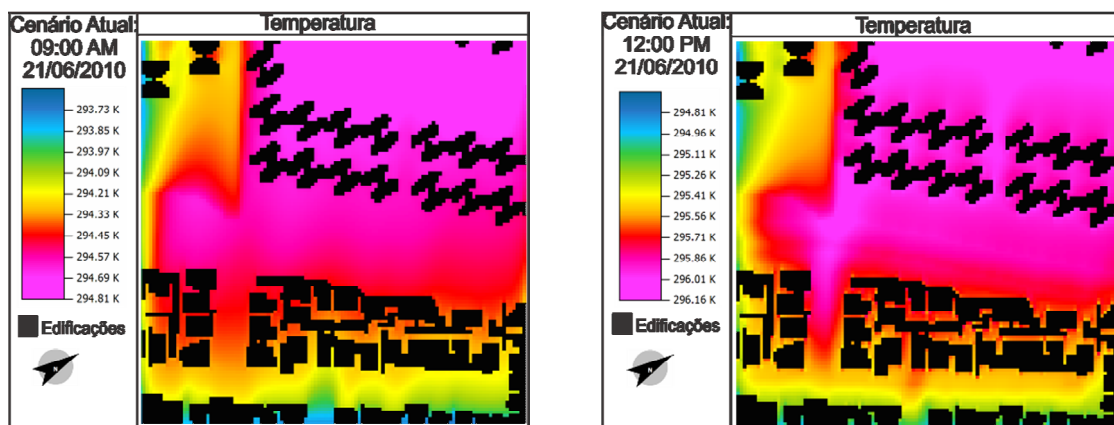


Figura 7: simulações realizadas dentro do cenário atual da área de estudo, solstício de inverno.

As figuras 8 e 9 mostra exemplo das simulações realizadas dentro do cenário futuro da área de estudo. Foram observadas, nesse contexto:

- No solstício de verão: variação de até  $1,5^{\circ}\text{C}$  de amplitude nos horários estudados, e diferenças térmicas de  $6,2^{\circ}\text{C}$  ao longo das 3 horas observadas.
- No solstício de inverno: Variação de até  $1,0^{\circ}\text{C}$  de amplitude em cada horário estudado, e diferenças térmicas de até  $5,5^{\circ}\text{C}$  no decorrer das 3 horas.

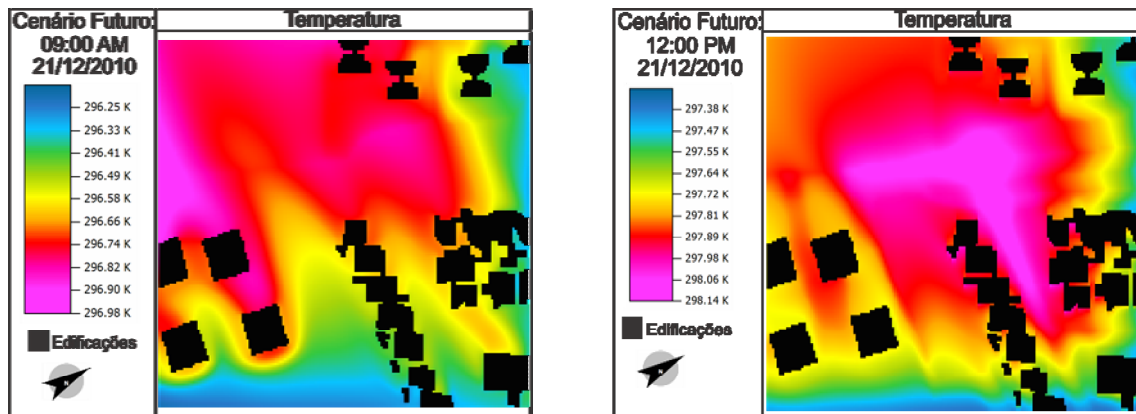


Figura 8 - simulações realizadas de cenário futuro na área estudada, no solstício de verão

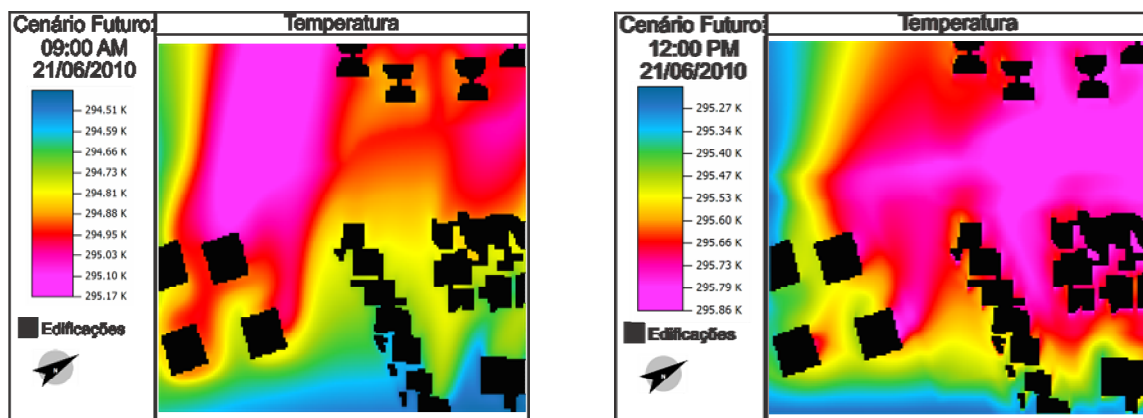


Figura 9 - simulações realizadas de cenário futuro na área estudada no solstício de inverno

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma maneira geral, os resultados apontaram a influência da configuração urbana nas características térmicas do lugar. Apontam também, para diferenças térmicas sazonais (verão e inverno) desse comportamento.

Com as avaliações qualitativas, observou-se a inadequação da disposição das edificações desse conjunto além das consequências de um cenário futuro para a área, com a possível implantação de edificações de vinte pavimentos, permitidas pela legislação vigente. Essa implantação, por um lado, pode amenizar a insolação direta em certas regiões da área de estudo, mas também pode causar sombreamento excessivo em alguns pontos do conjunto horizontal, o que pode também interferir negativamente na fauna e flora locais, pois grande parte da orla fica sombreada com essa implantação.

As simulações mostraram que se deve ter cuidado ao adensar áreas, sem um estudo prévio sobre as consequências microclimáticas que possam acontecer no local. Com a verticalização



máxima permitida para a área, foi possível ver a influência das edificações de vinte pavimentos sobre as já existentes.

Quanto às limitações do presente estudo, vale salientar que as simulações feitas para este trabalho são para um dia específico, com dados de entrada também específicos, e muitos deles definidos pelo próprio programa utilizado. Isso explica algumas distorções por vezes geradas nos mapas, de grandes diferenças de temperatura, para um mesmo ponto, nos horários analisados. Nesse sentido, tem-se que o programa ENVI-met tem sido bem aceito na área de conhecimento, mas é preciso que se tenha cuidado ao utilizá-lo, de modo a se obter dados fiéis à realidade sobre a qual se está estudando. Aponta-se, portanto, como desdobramento do trabalho a complementação de análises através de medição in loco, de modo a tornar possíveis as análises comparativas de dados reais e simuladas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BARBOSA, R.V.R. **Áreas verdes e qualidade térmica urbana: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET, 1992. 84p.

BRUSE, Michel. **Programa Computacional ENVI-met, versão 3.1 beta5**. Disponível em : <http://www.envi-met.com/>. Acesso em nov. 2010.

DACANAL, C.; PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L.; Matsumoto, E. Avaliação do efeito da ventilação nos espaços urbanos abertos através de simulações e medições experimentais. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Canela-RS, 2010. **Anais...**Canela, 2010.

GEORGI, J. N.; DIMITRIOU, D. The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. **Building and Environment**, Volume 45, Issue 6, June 2010, p. 1401-1414

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

HUTTNER, S., BRUSE, M. E DOSTAL, P. Using ENVI-met to simulate the impact of global warming on the microclimate in central European cities. 5<sup>th</sup> Japanese-German Meeting on Urban Climatology, **Proceedings**, 2008. Disponível em: [http://www.envi-met.com/documents/papers/Huttner\\_etal\\_2008.pdf](http://www.envi-met.com/documents/papers/Huttner_etal_2008.pdf). Acesso em 10/03/2011.

KATZCHNER, L. E THORSSON, S. Microclimatic Investigations as Tool for Urban Design. ICUC-International Conference on Urban Climate. **Proceedings**, Yokohama, Japan, 2009.

NOGUEIRA, A.M.P. **Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió-Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, 2011. 184f.

NAKATA, C. M. **Comportamento do pedestre e ambiente térmico urbano**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2010.

OKE, T. R. **Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations**. Journal of Climatology, v. 1, p. 237-254, 1981.

PMM -PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ. **Plano Diretor de Maceió-AL**. Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento, dez.2006.

SIRQUEIRA, Camila Araujo de. **Avaliação da qualidade microclimática de uma porção habitada do bairro de Jacarecica – Maceió, Alagoas**. Maceió, 2011. **Trabalho Final de Graduação**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo: Universidade Federal de Alagoas, 2011.

**TORRES, Simone C. Arranjos Construtivos Urbanos: um estudo sobre a influência da configuração de conjuntos habitacionais verticais na qualidade térmica de edificações em Maceió-AL.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura – Dinâmicas do Espaço Habitado). Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2006.