

COMPORTAMENTO TÉRMICO DE ESPAÇOS EXTERNOS URBANOS EM AMBIENTE TROPICAL ÚMIDO: EFEITOS DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MICROCLIMA DE RUAS E PRAÇAS

**Paula Duque Rangel; Martha Gabrielle Miranda Gomes; Jessica Muniz Costa (1)
Gianna Melo Barbirato (2)**

(1) Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFAL, paularangel.arq@gmail.com, martha.miranda94@gmail.com, jessica.munizcosta@hotmail.com.

(2) Doutora, Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, gmb@ctec.ufal.br
Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Campus A C Simões, Maceió - AL, 57072 970, Tel.: (82) 3214 1266

RESUMO

O adensamento construtivo, a inserção de áreas verdes, as propriedades das superfícies, a proporção das vias existentes e o revestimento destas são fatores contribuintes para a qualidade microclimática de recintos urbanos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento microclimático de ruas e praças no centro de comércio e serviços da cidade de Maceió - AL, local de intensa movimentação diária de pedestres. Os procedimentos metodológicos apoiaram-se em simulações computacionais com o auxílio do programa computacional ENVI-met. Foi realizada uma análise do ambiente térmico de recintos que apresentavam características distintas, tendo como parâmetros de avaliação o desenho urbano existente, identificando como tipologias distintas contribuem para formação de diversos microclimas, levando em conta a influência das características térmicas dos materiais que compõem as superfícies circundantes. Os resultados obtidos mostraram uma correlação importante entre a configuração urbana e características das vias e praças estudadas, e o ambiente térmico resultante, especialmente as propriedades térmicas das superfícies do revestimento do solo e entorno, e a orientação em relação aos ventos dominantes. Conclui-se que estudos microclimáticos são importantes para um desenho urbano mais adaptado às características do lugar, refletem a realidade climática contrastante entre áreas próximas, condicionadas a parâmetros microclimáticos locais e evidenciam, principalmente, a inadequação climática dos espaços de convívio na cidade estudada, mostrando a necessidade de uma melhor atuação nessa área.

Palavras-chave: microclimas urbanos; espaços externos urbanos; simulação computacional

ABSTRACT

The constructive density, the presence of green areas, the surface properties, the proportion of existing roads and their pavement covering are contributing factors to the microclimatic quality of urban precincts. Thus, this study aimed to evaluate the microclimatic behaviour of streets and squares in Maceió - AL located in the commerce and services city centre, where there are intense daily movement of pedestrians. The methodological procedures based on computer simulations with ENVI-met computational program. In this thermal study, different street and squares located in the city centre of commerce and services were analysed, based on the existing urban design, identifying how distinct urban precincts contribute to the various urban microclimates, taking into account the influence of thermal characteristics of the surrounding surfaces materials. The results showed a significant correlation between the urban configuration and the thermal performance of the precincts, especially thermal properties of covering surfaces and wind orientation. Thus, it's concluded that microclimatic studies are important for the guidance of a more appropriate urban design, and also reflect the contrasting climatic behaviour even between nearby areas, conditioned to local microclimatic parameters and show mainly the climatic inadequacy in mostly living spaces in the studied city, showing the need for better performance in this area.

Keywords: urban microclimate; outdoor urban spaces; computational simulation.

1. INTRODUÇÃO

A importância do clima para o planejamento urbano já pode ser considerada como um consenso na literatura especializada (OKE, 1996; KATZCHNER, 1997). Entretanto, ainda é um desafio a incorporação das recomendações fundamentadas nas análises climáticas do meio urbano nas atividades relacionadas às ações de planejamento urbano. No contexto brasileiro, os instrumentos de planejamento urbano raramente revisam e incorporam prescrições baseadas nas condições climáticas locais.

A superfície urbana apresenta um aspecto mais rugoso que as superfícies não construídas, ocasionando maior atrito entre a superfície e os ventos que a atravessam. Ao mesmo tempo, as superfícies das edificações atuam como refletoras e irradiadoras que, em seu conjunto, aumentam os efeitos da radiação incidente. O clima urbano é resultante da ação antropogênica sobre o espaço urbano por meio de supressões e/ou inserções ambientais, fomentando alterações na rugosidade, porosidade e permeabilidade do solo, alterando a cobertura vegetal e o relevo.

Essa combinação de elementos torna a cidade composta por microclimas diferenciados. Nesse contexto, segundo Romero (2011), a vegetação tem papel preponderante no conforto ambiental dos espaços urbanos, pois interfere diretamente na redução de temperatura do ar, de superfícies sombreadas, na umidade do ar e na redução da poluição atmosférica.

As praças e ruas, por serem considerados espaços públicos de relevância para as cidades, merecem atenção especial. As praças, além das funções de lazer que desempenham, contribuem de maneira significativa como um espaço privilegiado de inserção da vegetação no meio urbano (ROMERO, 2001; SHINZATO, 2009; OLIVEIRA, 2011).

As vias urbanas, conformadoras do sistema viário, são espaços projetados para o deslocamento dos usuários e devem incluir, além do leito carroçável, calçadas e entorno nos quais devam ser previstos espaços sombreados, arborizados, com o correto controle da temperatura e umidade relativa do ar. O sistema viário é entendido aqui como local de encontro de fluxos de toda ordem – pessoas, mercadorias, veículos, informações – reunindo uma variada quantidade de atividades terciárias (comércio e serviços, cultura, lazer, educação, saúde, administração pública, turismo, etc.). Assim, percebe-se que esse possui grande relevância dentro os sistemas urbanos. (SILVA, 2009).

A via pública é o principal elemento de composição da forma urbana, enquanto o lote e a edificação são interpretados como entorno imediato. Segundo o conceito de Romero (2001), é a superfície fronteira do principal espaço livre de uso público, onde se estabelecem inúmeras relações e interferências ambientais. Vê-se que grandes problemas urbanos se dão pelo contínuo tratamento incoerente entre a configuração, o clima e as superfícies. O símbolo da configuração urbana é representado pelas vias, sendo o microclima o contexto climático para escala da rua, tendo como principal estratégia bioclimática a arborização urbana.

O planejamento de desenho urbano de novas praças e vias em uma cidade, assim como a requalificação de espaços já existentes, devem prever adequadas áreas públicas de passagem e convivência sob o ponto de vista climático, visto que são espaços fundamentais para a vitalidade urbana (GEHL, 2014).

O presente estudo leva em consideração a escala microclimática, que, muitas vezes, é voltada apenas para a edificação. Nesse contexto, concentra-se na arquitetura o enfoque bioclimático. Assim, estudos que categorizem os microclimas são de suma importância para a orientação de um desenho urbano mais adaptado às características do lugar (OLGYAY, 1998; LAMAS, 2000).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar os efeitos microclimáticos de espaços públicos urbanos (ruas e praças) do centro histórico e de serviços da cidade de Maceió – AL, local de intensa movimentação de pedestres, a partir da análise do comportamento térmico nesses recintos de padrão de ocupação do solo diferenciados.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em duas etapas principais:

1. Definição dos recintos urbanos (as praças e as vias) a serem estudados;
2. Simulação computacional utilizando o programa Envi-Met (BRUSE, 2007).

3.1. Definição dos recintos urbanos

Foram escolhidos recintos urbanos com características distintas, para a análise microclimática a partir de mapeamento da área, identificando os espaços verdes existentes, a análise das edificações do entorno e sua caracterização topográfica. Através da análise qualitativa da região, procurou-se selecionar locais de

diferentes tipologias, com padrões de uso e ocupação do solo diversificado, e que permitissem a fácil locomoção em período curto de tempo para otimização das medições móveis.

3.1.1. Caracterização da área de estudo

A área escolhida para a análise microclimática foi o centro de comércio e serviços da cidade, que se localiza na Zona Especial de Proteção 2, segundo o zoneamento do Plano Diretor (MACEIÓ, 2005). É um dos bairros que concentra a maior parte das atividades financeiras, comerciais e de administração pública e boa parte dos empregos urbanos. Está situado a sul da cidade, e não no centro como o próprio nome insinua. O bairro encontra-se entre um riacho e o mar, tendo ligações com diversos bairros. A predominância de ruas pavimentadas e a ausência de vegetação em grande parte do bairro refletem a ausência de sombreamento das calçadas provenientes das edificações comerciais e influenciam diretamente a sensação térmica dos ambientes.

A Figura 1 mostra a região do centro de Maceió e os ambientes urbanos escolhidos para análise.

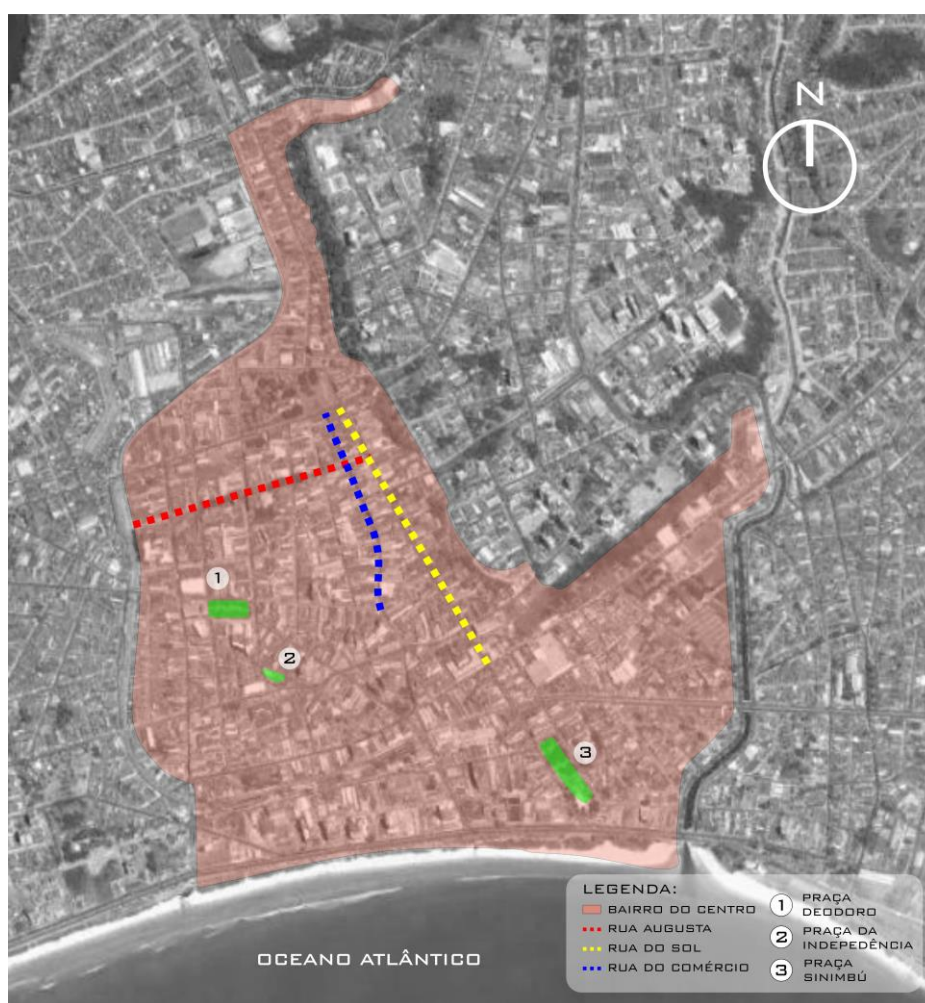


Figura 1- O Centro da cidade de Maceió e os ambientes urbanos estudados.

Com o crescimento urbano, o planejamento do espaço público tem se dado de forma desarticulada entre a paisagem urbana e seu contexto físico, social e ambiental. Toda a configuração urbana e, principalmente, sua conformação por materiais urbanos, contribuem na formação dos microclimas diferenciados.

3.1.2. Caracterização dos recintos estudados

A partir da escolha da área de estudo, o centro de Maceió, foram selecionados recortes pontuais na forma de ruas e praças, mostrados nas Figuras 2 a 7 a seguir.



Figura 2 – Praça Sinimbu.



Figura 3 – Rua do Sol.



Figura 4 – Rua do Comércio.



Figura 5 – Rua Augusta.



Figura 6 – Praça Deodoro.



Figura 7 – Praça da Independência.

A **Praça Sinimbu** (Figura 2) tem por característica principal a presença de inúmeras árvores de grande porte, ruas asfaltadas e edificações verticais no entorno. Possui em toda a sua extensão a presença de mobiliário urbano (equipamentos para lazer infantil). No passado tal praça foi cenário de grandes reuniões e lugar de importante convívio para a população local. É uma das poucas praças nos limites do centro da cidade que possuem arborização, o que a torna singular e de importante valor para o bairro.

Uma das principais ruas que compõem a malha urbana do centro da cidade é a **Rua do Sol** (Figura 3), rua de aproximadamente 26.360m², que remete à época modernista, com grande fluxo de carros e pedestres. Asfaltada e com calçadas estreitas, a Rua do Sol é composta por edificações predominantemente comerciais e verticalizadas (até 8 pavimentos) e não possui a presença de árvores e/ou arbustos ao longo de sua extensão.

A **Rua do Comércio** (Figura 4), possui atividades exclusivamente comerciais, fluxo intenso de transportes coletivos e pedestres, e é composta por edificações mistas térreas e de 2 a 4 pavimentos. A

vegetação é ausente, e possui leito carroçável impermeabilizado por asfalto.

A **Rua Augusta** (Figura 5) possui atividades predominantemente comerciais e institucionais, fluxo intenso de automóveis e pedestres, é composta também por edificações mistas que chegam até 4 pavimentos, a vegetação existente é de grande porte (oitizeiros), e possui também superfície carroçável impermeabilizada (asfalto).

A **Praça Deodoro** (Figura 6) é uma das mais centrais e históricas da cidade. Ainda hoje é local de encontro e de algumas manifestações folclóricas e culturais. É composta por árvores de grande porte, e apresenta mobiliário urbano diversificado, permitindo assim a sua ocupação.

A **Praça da Independência** (figura 7) localiza-se em frente ao Quartel da Polícia Militar, e abriga no seu entorno edificações comerciais ou estacionamentos. Não apresenta mobiliário urbano, o que impede o seu uso para o lazer. Além de apresentar pouca vegetação arbórea, é um local de passagem, não estimulando a permanência das pessoas no local.

3.2. Simulações computacionais dos recintos

As simulações computacionais dos recintos estudados foram realizadas através do programa Envi-Met (BRUSE, 2007), com o objetivo de identificar o ambiente térmico de cada um deles, relacionando-o com as características morfológicas locais.

O programa Envi-Met tem por principal objetivo fornecer ao usuário uma representação de um ambiente térmico a partir das características e configurações morfológicas do contexto urbano, avaliando a interação entre clima e espaço e as consequências que essa interação pode exercer sobre os usuários. A modelagem do programa baseia-se nas leis fundamentais da dinâmica dos fluídos e termodinâmica, e possui uma extensão denominada Leonardo que permite visualização gráfica dos resultados. Este programa é de livre acesso e encontra-se em constante desenvolvimento. Vem sendo utilizado em diversas pesquisas como auxílio à climatologia urbana, planejamento urbano e ambiental e projetos de edificações (SILVA, 2009; NAKATA, 2010; DACANAL, PEZZUTO, LABAKI E MATSUMOTO, 2010; MASCARENHAS et al., 2012 entre outros).

O mês de abril foi escolhido para as simulações computacionais, com calibração feita a partir de coleta de dados *in loco*, para melhor representação das informações dos dados para a entrada no programa de simulação. Essa coleta de dados, na forma de medições móveis nos distintos recintos, foram realizados em três dias não consecutivos no mês de abril de 2014, às 9h00min; 15h00min e 21h00min utilizando-se *data loggers* portáteis (do tipo HOBO U23-001 Pro V2, específico para uso externo) com registro de dados de temperatura do ar (bulbo seco), umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, seguindo-se as recomendações quanto à proteção de insolação direta dos sensores e altura de medição a 1,10m do solo para a obtenção de dados no nível de usuário. A Tabela 1 mostra os dados de entrada para configuração básica dos espaços estudados no programa ENVI-Met.

Tabela 1: Dados de entrada para configuração básica dos espaços no programa ENVI-Met

CONFIGURAÇÃO		REFERÊNCIA
Hora inicial da simulação	21:00	(Horário de estabilidade atmosférica)
Total de horas simuladas (h)	48	Sugestão padrão Envi-MET
Velocidade do Vento (m/s)	3,28	INMET (BRASIL, 1992)
Direção do vento (°)	150	INMET (BRASIL, 1992)
Comprimento de rugosidade	0,1	Sugestão padrão Envi-MET
Nebulosidade (oitavas)	5,0	INMET (BRASIL, 1992)
Umidade Específica a 2500m (g/kg) - Recife	6,0	Department of Atmospheric Science – UWYO (2015)
Umidade de 0 - 20cm abaixo do solo (%)	20	INPE (2015)
Umidade de 20 - 50cm abaixo do solo (%)	20	INPE (2015)
Umidade de 50 - 200cm abaixo do solo (%)	40	INPE (2015)
Umidade de 200cm ou mais abaixo do solo (%)	60	INPE (2015)
Nível acima do mar	5	Base Cartográfica de Maceió (MACEIÓ, 2005)

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir são apresentados alguns exemplos dos resultados obtidos nesta pesquisa. Os dados pontuais observados *in loco* serviram como dados de entrada para a calibração do programa computacional, que geraram dados horários do período. As áreas estudadas foram modeladas tomando como base a análise do trecho urbano no nível do usuário, considerando a influência não só das tipologias das edificações e da configuração da malha urbana, mas também dos revestimentos do solo e orientações geográficas. A partir destes, foram gerados resultados para cada *grid* da malha e visualizados pelo programa Leonardo.

O Programa gerou mapas para todos os horários do dia. Foram analisadas as variáveis temperatura, umidade relativa e a velocidade, direção e predominância dos ventos para cada um dos recintos selecionados, nos diversos horários, a partir da visualização dos mapas. Os dados obtidos foram representados por faixas de variação de diferentes colorações, tendo cada mapa uma legenda própria para cada faixa de cor. Os tons magentas, vermelhos e amarelos representam os locais mais quentes e mais úmidos, enquanto os tons frios (azuis, cianos e verdes) representam os locais menos quentes e menos úmidos. A cor preta dos mapas representa a presença de edificação no espaço analisado. Para a variável velocidade do vento, os tons de verde escuro representam os locais em que a ventilação atinge maior velocidade, enquanto os tons de verde claro representam os locais cuja ventilação possui menores velocidades.

4.1. Praça Sinimbu

A figura 8 apresenta um exemplo de mapa gerado das simulações realizadas para a Praça Sinimbu e seu entorno, evidenciando o comportamento térmico do recorte em horário do período da tarde. Percebem-se variações entre 23° C e 28° C com temperaturas mais amenas no centro da praça. Os pontos com maiores valores de temperaturas correspondem às vias que circundam a praça, asfaltadas e de intenso tráfego de veículos. Os pontos localizados dentro do perímetro da praça apresentam temperaturas mais amenas, devido à existência de vegetação. Quanto à velocidade dos ventos, as áreas livres concentram maior fluxo de vento, sendo a praça o ambiente de maior fluxo de ar. Os valores de umidade apresentam variações entre 62% (à tarde) e 90% (à noite), tendo por área de maior umidade a praça, mais precisamente sob as copas das árvores existentes. As áreas de menor umidade concentram-se nas vias e entre as edificações.

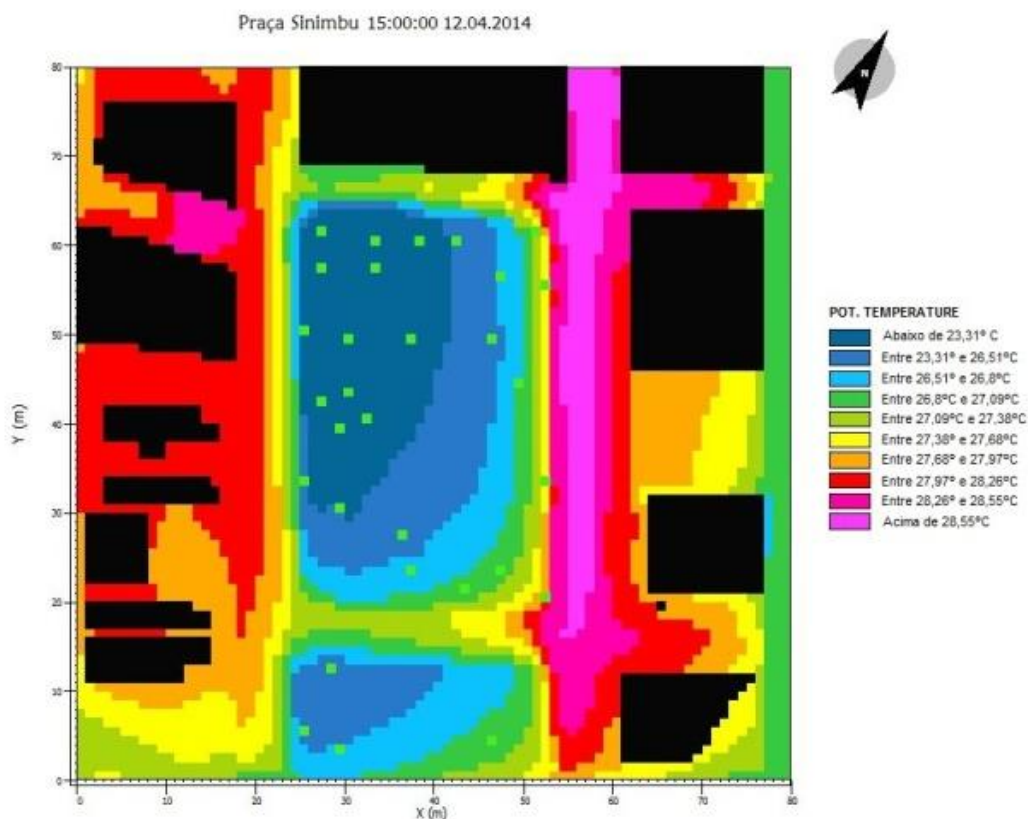


Figura 8 – simulações computacionais da Praça Sinimbu, para a variável temperatura, às 15h

4.2. Rua do Sol

A Figura 9 mostra um exemplo de mapa térmico gerado das simulações realizadas para a Rua do Sol em um horário da noite. Percebe-se aí pequena variação de temperatura no trecho, entre 26 °C e 27 °C. Por ser uma rua de intenso tráfego de pessoas e veículos, asfaltada e cercada por edificações verticais, foram verificados valores máximos de temperaturas ao longo da via principal, de até 32° C em outros horários do período da tarde.

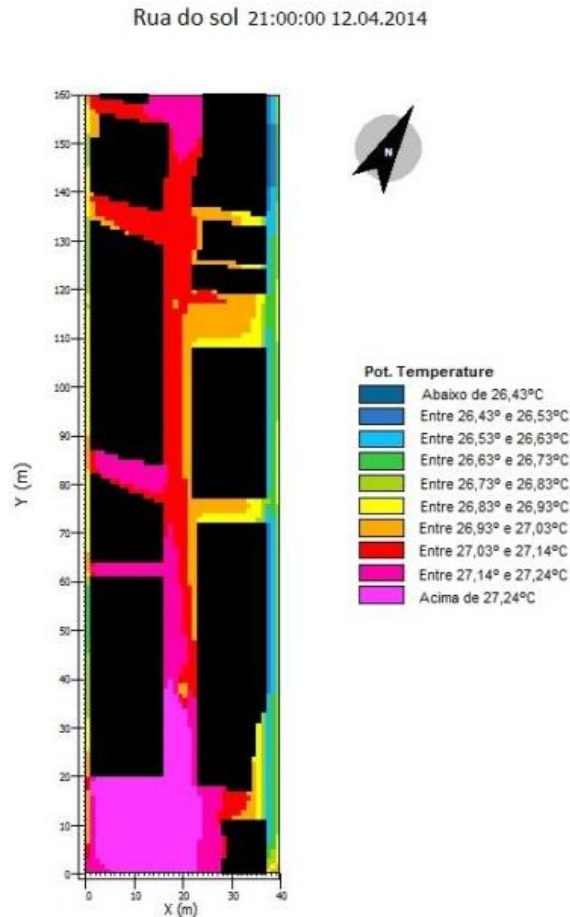


Figura 9 – simulações computacionais da Rua do Sol, para a variável temperatura

4.3. Rua do Comércio e Rua Augusta

As figuras 10 e 11 mostram exemplos dos resultados das simulações computacionais de velocidade do ar efetuadas na Rua do Comércio e Rua Augusta, respectivamente, para um mesmo horário (15h00min). Observa-se no mapa correspondente à Rua Augusta maior predominância de tons de verde claro, que representam os locais cuja ventilação possui menores valores de velocidades, devido à obstrução das árvores existentes. Os tons de verde escuro (que representam os locais em que a ventilação atinge maior velocidade) predominam na rua do Comércio, onde não há obstruções, e cujo sentido favorece a ventilação (sudeste). A Rua do Comércio, apesar de mais seca, apresenta melhores condições de resfriamento das superfícies que a rua Augusta, pelo sentido de sua orientação, mais favorável à ventilação.

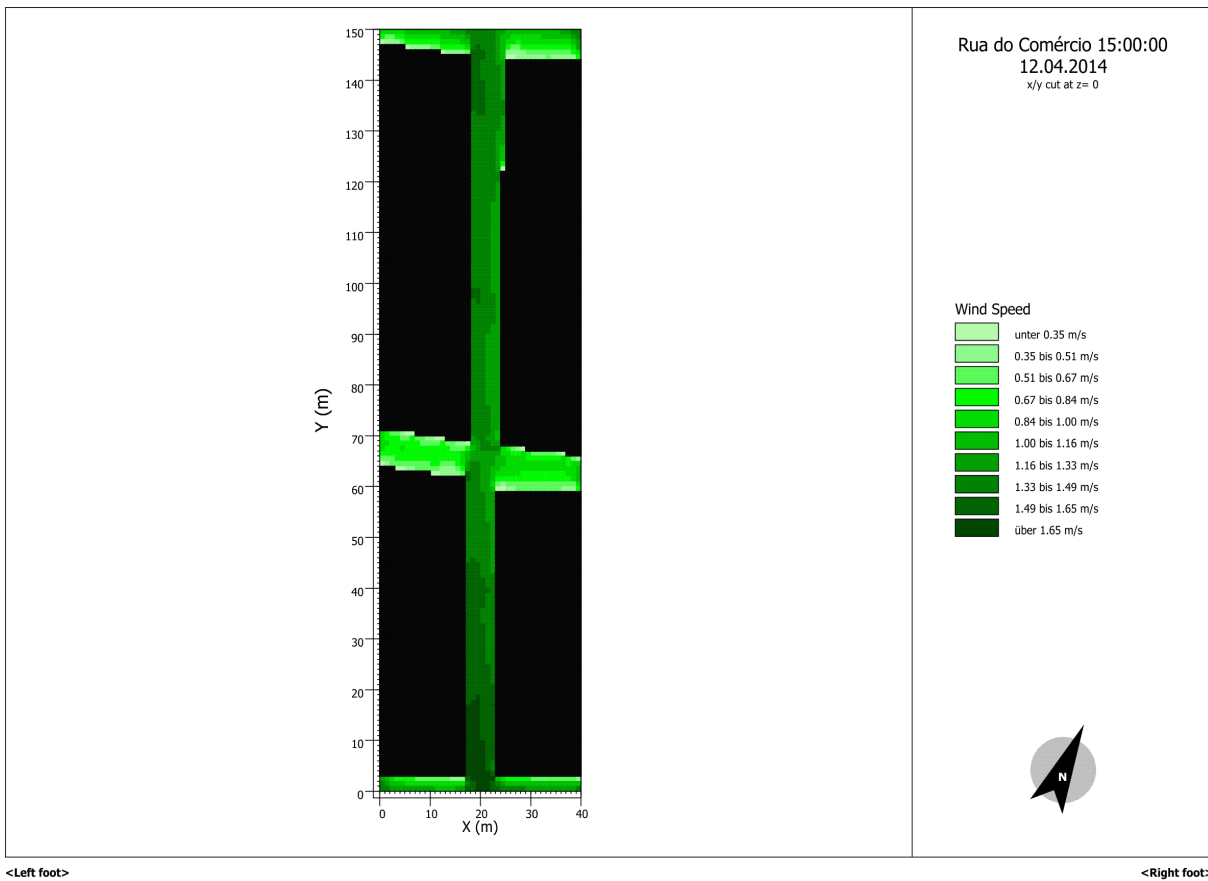


Figura 10 – simulações computacionais da Rua do Comércio, para a variável velocidade do vento

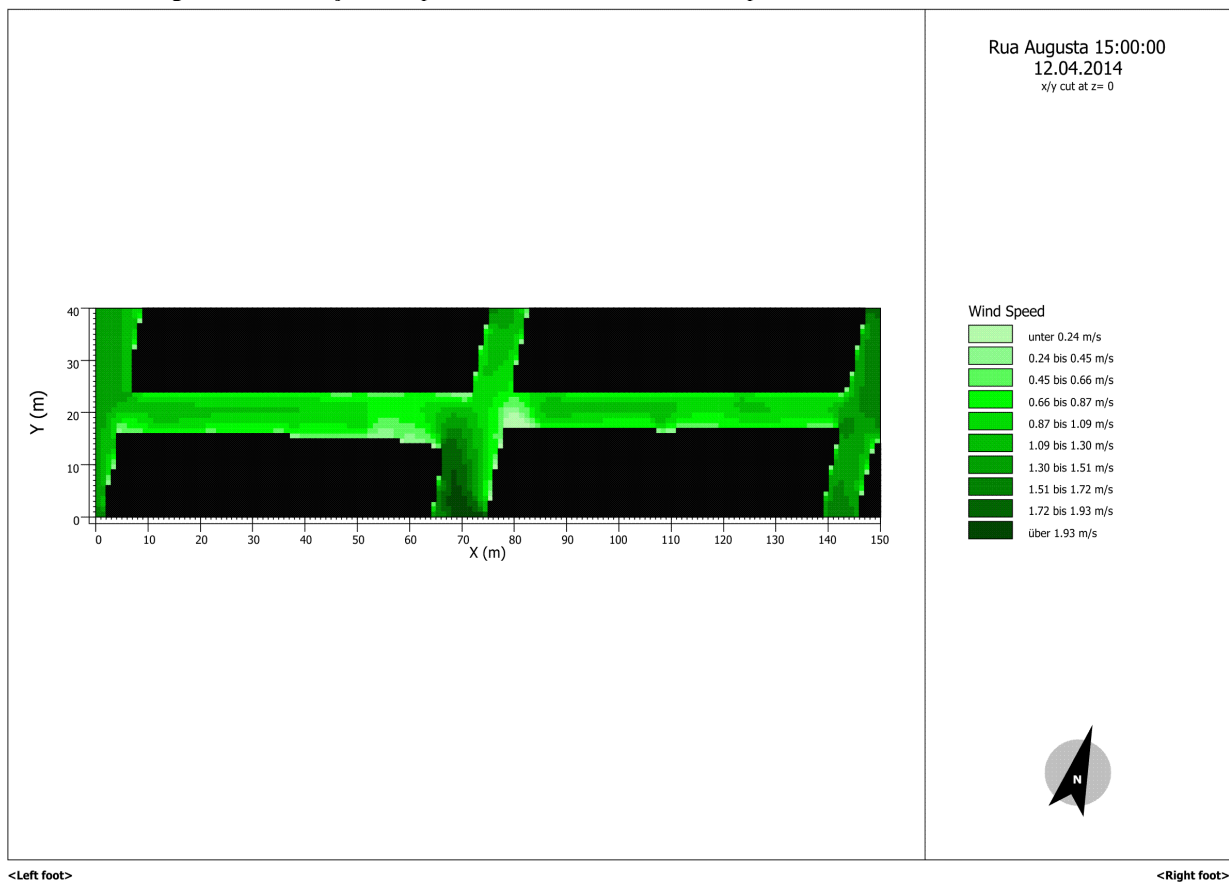


Figura 11 – simulações computacionais da Rua Augusta, para a variável velocidade do vento

4.4. Praça Deodoro e Praça da Independência

A Figura 12 evidencia o comportamento térmico da Praça Deodoro, às 9h00min. Observam-se valores de temperatura em torno de 25° C a 27° C. Os pontos onde se localizam as árvores apresentam temperatura inferior. No período da manhã, as diferenças de temperatura entre os pontos variaram em torno de 2,5° C, com os maiores valores de temperaturas nas ruas circundantes e as menores na área central da praça.

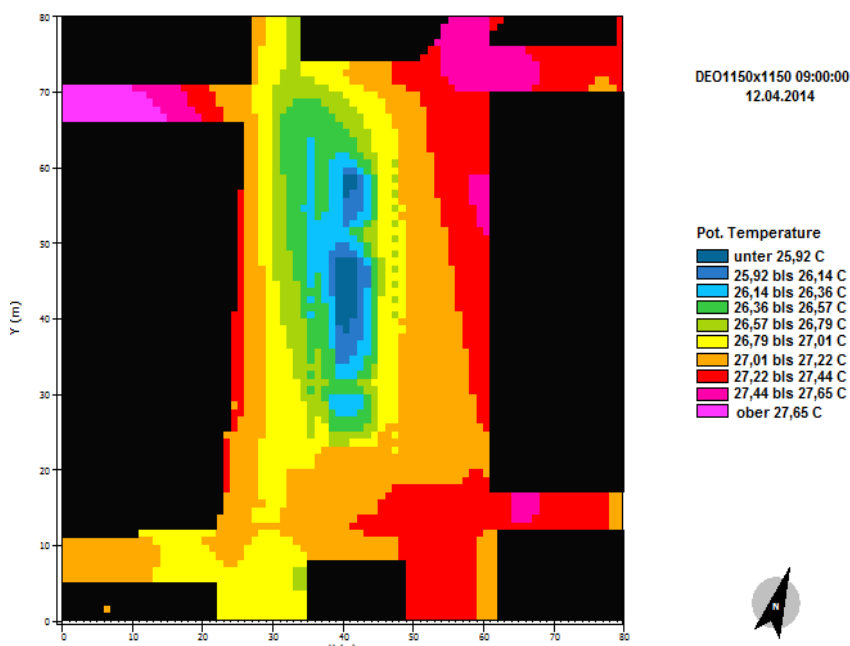


Figura 12 – simulações computacionais da Praça Deodoro, para a variável temperatura

A Figura 13 mostra exemplo de valores de umidade relativa na Praça da Independência: às 7h00min. Observam-se pequenas diferenças de valores de umidade, entre 75 e 73 %, sendo os mais altos em áreas mais afastadas. No decorrer do dia, esses valores diminuem (58 % no horário das 10h, e 44% às 15h00min).

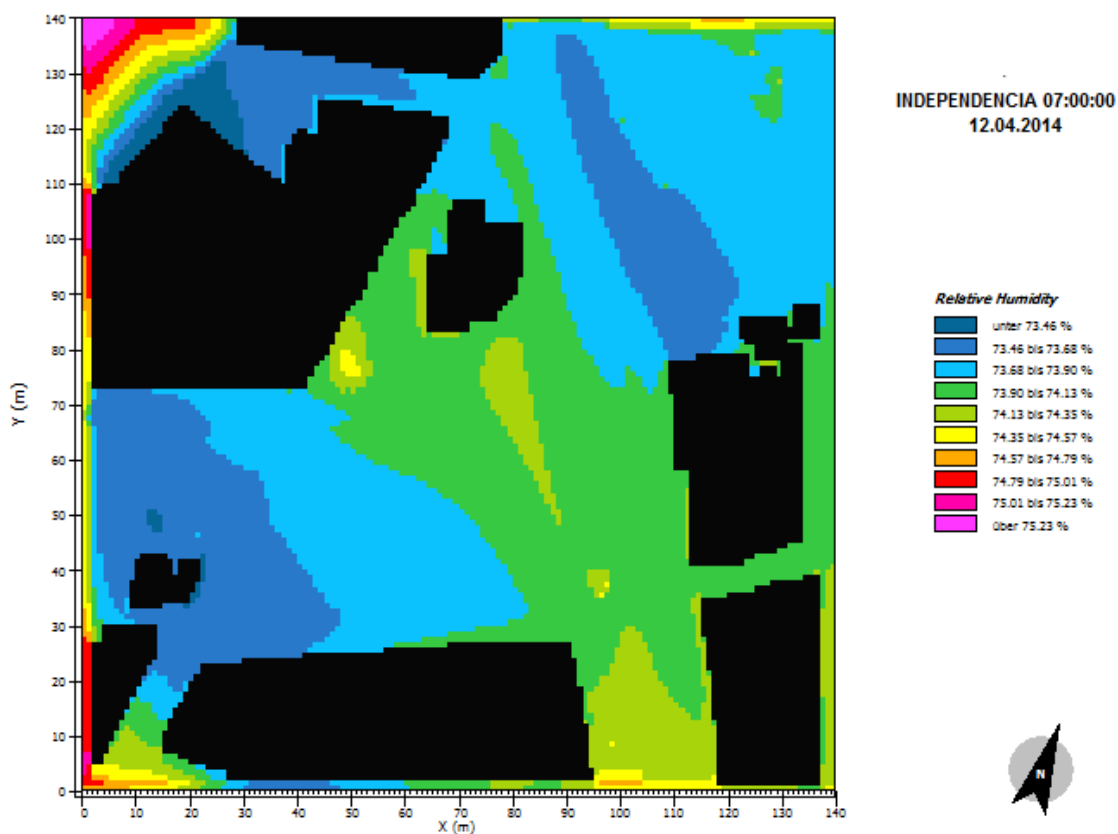


Figura 13 – simulações computacionais da Praça da Independência, para a variável umidade relativa

5. CONCLUSÕES

As análises efetuadas permitiram correlações entre valores de temperatura do ar, umidade e velocidade dos ventos, evidenciando diferenças a partir de comparações entre as avenidas e vias estudadas. Evidenciaram a importância de intervenções bioclimáticas que podem ser otimizadas com o auxílio da inserção da vegetação e de materiais adequados que proporcionem condições microclimáticas mais agradáveis.

Sabe-se que o Centro de Maceió constitui uma fração urbana diferenciada no tecido urbano da cidade. Diante das crescentes discussões a respeito da otimização dos seus espaços urbanos, torna-se necessária a intensificação de pesquisas sobre a importância do desenho urbano para readequação dos espaços públicos ao microclima local, promovendo a criação de ambientes termicamente eficientes e agradáveis.

Quanto à utilização da vegetação em espaços urbanos, deve-se evitar a aproximação demasiada entre as árvores, a fim de evitar o fechamento entre suas copas, o que ocorre na Rua Augusta, dificultando a dissipação de calor, principalmente no horário noturno, criando um túnel arborizado e desconfortável. A inserção de arborização na calçada lateral seria uma alternativa mais adequada, ou inserção em ambos os lados, com o cuidado de se evitar a união das copas.

O programa computacional utilizado para as simulações do desempenho térmico dos recintos mostrou-se satisfatório para os objetivos da pesquisa. Requer, entretanto, cuidados na inserção de dados para o alcance de resultados confiáveis. É importante ressaltar aqui que alguns parâmetros dos modelos de simulação efetuados foram estimados de referências anteriores. Destaca-se os valores de temperatura do solo, estimados de arquivos de estações meteorológicas localizadas fora da área urbana da cidade e, portanto, diferentes do que se obteria no terreno estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET, 1992. 84p.
- BRUSE, M. **ENVI-Met® model homepage**. 2007. Disponível em <www.ENVI-Met.com>. Acesso em: 30 março. 2014.
- 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.
- GEHL, J. **Cidade para pessoas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2013.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados de meteorologia para agricultura**. Disponível em <http://agricultura.cptec.inpe.br/umidade.shtml#>. Acessado em: 03/03/2015. 2015.
- KATZSCHNER, L. Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: FAU/UFBA – ANTAC, 1997. p. 49-58.
- LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Fundação Calouste Gulbekian. Lisboa, 2000
- MACEIÓ, Prefeitura Municipal de. **Base Cartográfica de Maceió**. Maceió, 2005.
- MACEIÓ. **Documento de informações básicas do plano diretor de Maceió**. Prefeitura Municipal de Maceió. v. 2, 2005.
- MASCARENHAS, J.R.; CRUZ, M. da S.; BARBIRATO, G. M. Análise do ambiente térmico urbano como subsídio para o planejamento: estudos em espaços urbanos de Maceió - AL. In: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS 2012: Reabilitar o Urbano, 2012. v. 1. p. 1-9.
- NAKATA, C. M. **Comportamento do pedestre e ambiente térmico urbano**. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2010.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Routledge, 1996.
- OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima. Manual de Diseño Bioclimático Para Arquitectos y Urbanistas**. Barcelona, Editora Gustavo Gili Sa, 1998.
- OLIVEIRA, A. O. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. Tese (doutorado). Cuiabá-MT, 2011. 162 p. Instituto de ciências exatas e da terra, Universidade Federal do Mato Grosso.
- ROMERO, M.A.B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília-DF, Editora Universidade de Brasília, 2001, 226 p.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo, ProEditores, 2001, 128p. il. 2ª edição.
- SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. Dissertação (mestrado). São Paulo-SP, 2009. 173 p. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo
- SILVA, C. F. **Caminhos Bioclimáticos: Desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina - PI**. Dissertação de mestrado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2009
- UWYO. University of Wyoming. **Department of Atmospheric Science**. Disponível em: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. Acessado em: 15/03/2015. 2015

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Alagoas, pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto; e ao CNPq e UFAL, pelas bolsas de iniciação científica concedidas.