

Análise da distribuição espacial de áreas verdes urbanas na qualidade térmica em região de clima semiárido

Analysis of the spatial distribution of urban green areas in thermal quality in a semi-arid climate region

Article Info:

Article history: Received 2021-03-29 / Accepted 2021-03-29 / Available online 2021-03-30

doi: 10.18540/jcecv17iss1pp12019-01-09e

Jéssica Daiane Santos Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4974-416>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: jessicadaiane_arquitetura@hotmail.com

Luana Karla de Vasconcelos Brandão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5989-4502>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: luana.arquiteta@outlook.com

Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4971-6037>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: rvictor@fau.ufal.br

Resumo

As implicações do crescimento das cidades, que ocorre de forma a subjugar os espaços naturais, têm se tornado evidentes nas últimas décadas. Dessa forma, buscou-se analisar a relação entre as configurações das áreas verdes com arborização na redução da temperatura do ar e manutenção da umidade específica, em condições climatológicas de dia quente e seco. Para isso, foram elaborados cinco cenários parametrizados que apresentam áreas verdes em 10% da área geral da gleba, em diferentes formas de espacialização: central, distribuída, linear, mista e periférica. Todos os cenários parametrizados foram modelados no software ENVI-Met 4.0 para gerar as simulações demonstrativas do comportamento higrotérmico dos cenários. A análise comparou, entre as cinco tipologias, qual a área de influência máxima alcançada pela menor temperatura do ar e maior umidade específica do ar presente simultaneamente em todos os cenários. Os resultados mostraram que a espacialização da área verde arborizada promove diferentes áreas de influência sobre o espaço simulado.

Palavras-chave: Clima urbano. Planejamento urbano. Microclimas. Desempenho térmico. Semiárido.

Abstract

The implications of the growth of cities, which occur in a way to subdue natural spaces, have become evident in recent decades. Thus, we sought to analyze the relationship between the configurations of green areas with afforestation in reducing air temperature and maintaining specific humidity, in hot and dry weather conditions. For this purpose, five parameterized scenarios were developed that present green areas in 10% of the general area of the land, in different forms of spatialization: central, distributed, linear, mixed and peripheral. All parameterized scenarios were modeled in the ENVI-Met 4.0 software to generate simulations demonstrating the hygrothermal behavior of the scenarios. The analysis compared, among the five typologies, which is the maximum area of influence reached by the lowest air temperature and the highest specific air humidity present simultaneously in all scenarios. The results showed that the spatialization of the green wooded area promotes different areas of influence on the simulated space.

Keywords: Urban climate. Urban planning. Microclimates. Thermal performance. Semi-arid.

1. Introdução

O processo de crescimento das cidades promove alterações nos espaços naturais. Estudos recentes apontam a importância de atribuir maior atenção às questões relacionadas às mudanças no desempenho microclimático da cidade sob influência da estrutura urbana, principalmente pela celeridade da expansão das cidades comumente priorizada em detrimento da promoção de maior qualidade ambiental do espaço urbano.

Segundo Torres (2017), no processo de planejamento das cidades, o conjunto do desenho urbano pode beneficiar seus moradores e usuários, no sentido de ser favorável para o uso cotidiano cidadão. Aspectos como a densidade da construção e uso do solo, são fatores que influenciam na busca por usos favoráveis do ambiente urbano e que podem gerar, em conjunto com outros fatores, diferentes apropriações dos espaços de uso coletivo.

Para garantir o ordenamento do solo urbano faz-se necessário o uso de instrumentos de caráter regimental, que levem em consideração as peculiaridades locais, como os aspectos relacionados ao relevo e clima, uma vez que essa prática maximiza a probabilidade de se projetar cidades que propiciam espaços urbanos mais eficientes. Dessa forma, leis que delimitem o uso e ocupação do solo urbano em colaboração com outros de objetivo semelhante, passam a ser de fundamental importância quando se busca cidades que promovam maior qualidade de vida aos seus habitantes (Carbone et al., 2015; Barros et al., 2017; Pereira e Barbosa, 2019).

Dessa forma, busca-se contribuir com desenvolvimento urbano através de estudos prévios que permitam conceber a construção/implantação de espaços cidadãos mais saudáveis, principalmente no que concerne às características ambientais, adequando o espaço habitado aos meios naturais. Conforme a produção científica destina-se a apoderação da realidade com o objetivo de compreendê-la e, a posteriori, consubstanciar transformações, as questões acerca das configurações das áreas verdes urbanas envolve grandes vertentes práticas. Nesse cenário, a elaboração de estudos sobre planejamento urbano e áreas verdes faz parte do processo de transformação das cidades, garantindo assim, a conformação dos espaços arquitetônicos, urbanísticos e paisagísticos (Barbosa, 2005; Pereira e Barbosa, 2016).

A existência de áreas verdes nas grandes cidades e sua relação com o conforto térmico urbano foi objeto de diversos estudos. Segundo Bargas e Matias (2011) a conservação das áreas verdes sempre foi ancorada em seu potencial de melhorar a qualidade ambiental das cidades, cuja presença acaba interferindo diretamente nas características urbanas e no que concerne à sua relação com os habitantes através de funções (sociais, estéticas e/ou educacionais), pois a presença das áreas verdes buscam apaziguar as consequências negativas do processo de urbanização.

As áreas verdes urbanas promovem equilíbrio na temperatura ambiente, umidade do ar e sombra nos dias ensolarados, garantindo ambientes urbanos mais saudáveis. Como a paisagem urbana progride gradativamente para um cenário onde as áreas verdes são suprimidas e porções de solo são cada vez mais impermeáveis, verifica-se expressiva influência na qualidade do conforto térmico em espaços externos, uma vez que o principal ganho de calor nos centros urbanos seja através da radiação solar (Barbosa, 2005). Desse modo, a arborização urbana pode ser considerada como um aspecto natural que compõe o ecossistema urbano e deve integrar os processos de planejamento urbano das cidades, pois sua presença garante qualidade de vida à população (Peres et al., 2013; Sales e Candian, 2012).

Um estudo realizado na Holanda por Maas et al. (2006), com 250.782 pessoas, mostrou a relação entre a saúde auto avaliada dos usuários e a presença de áreas verdes em um raio de até 3 km de distância de suas residências. Os entrevistados mensuraram sua saúde numa escala com as seguintes categorias: muito bom / bom / nem bom nem ruim / ruim / muito ruim. Segundo o estudo, o número de pessoas que apontou sua saúde como muito bom ou bom residiam num raio de proximidade maior com as áreas verdes, ou seja, o percentual de espaços verdes na vida das pessoas tem uma associação positiva direta com a saúde geral percebida dos residentes e, segundo os autores do estudo, o desenvolvimento do espaço verde deve receber uma posição mais central na política de planejamento espacial (Maas et al., 2006).

Estudos apontam ainda a relação entre a diminuição do rigor térmico e a “cobertura vegetal arbórea” (CVA) de uma área verde, que pode ser calculada a partir do chamado “índice de áreas verdes” (IAV) (Harder et al, 2006; Lucon et al, 2013; Santos, 2018). Este se trata de um indicador, apresentado em metro quadrado, que considera o somatório das áreas verdes dividido pelo número de habitantes da área urbana na qual as áreas verdes estão inseridas. Diante dessas considerações, Nucci (2008 apud Silva, 2018) afirma que um espaço só pode ser classificado como área verde se o mesmo atender a questões estéticas, ecológicas e de lazer e possuir, predominantemente, solo permeável e cobertura vegetal na proporção de 70% da referida gleba.

Uma análise sobre diferentes configurações espaciais de áreas verdes urbanas e qual a melhor opção de vegetação a ser utilizada para se conseguir o amortecimento da temperatura do ar a nível do usuário, foi realizada usando o local do antigo aeroporto de Berlim, próximo ao centro da cidade como objeto de estudo. Sodoudi et al. (2018) criaram 25 cenários hipotéticos, utilizando a área do aeroporto desativado, com configurações espaciais e de vegetação distintas e os resultados simulados mostraram que o grau de fragmentação, a complexidade da forma de distribuição das áreas verdes, orientação do cinturão verde em relação aos ventos e o tipo de vegetação (arbóreo, arbustivo ou gramínea), trazem efeitos de resfriamento diferentes na área circundante, principalmente no horário de maior temperatura do ar registrado na pesquisa (às 14:00 horas). Segundo os autores, o efeito de sombreamento é o fator condicionante para os resultados obtidos, tanto no resfriamento da temperatura do ar quanto dos resultados referentes ao conforto térmico humano.

2. Procedimentos metodológicos

O município de Arapiraca está localizado a 132 km da capital Maceió, nas coordenadas geográficas 9°75’25 de latitude Sul e 36°60’11 de longitude Oeste, pertencendo a mesorregião alagoana denominada agreste, onde, segundo IBGE (2010), representa o setor de transição entre a faixa litorânea e o sertão no Estado, sendo considerada a segunda cidade mais importante do ponto de vista socioeconômico (Figura 01).

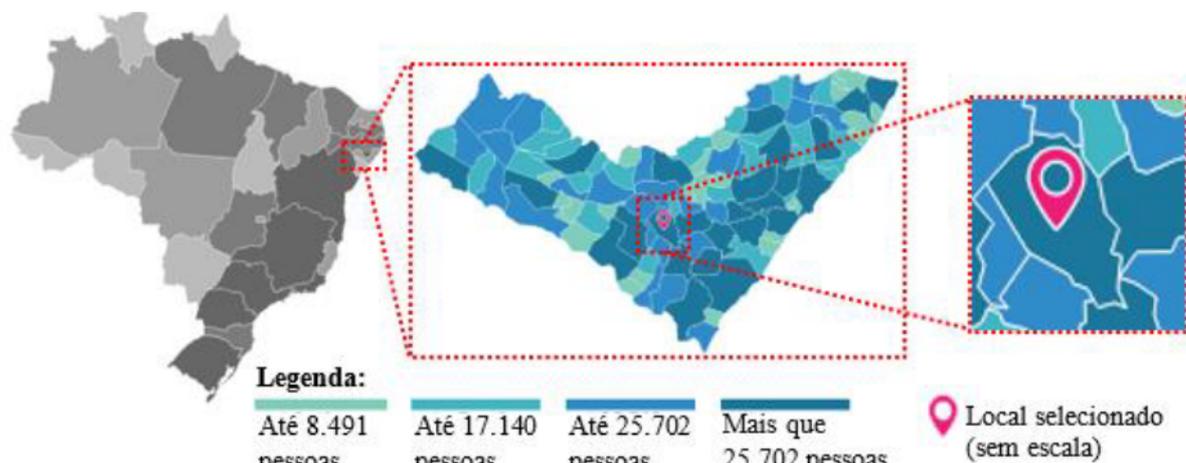


Figura 1 - Localização do município de Arapiraca (AL) e relação populacional no Estado.
Fonte: IBGE, 2010 (adaptado).

Em relação as estratégias bioclimáticas recomendadas para o município, Silva (2019) aponta que as mais indicadas ao longo do ano inteiro são o sombreamento e a ventilação. Além dessas, em relação as estações do ano, a autora relata que durante a primavera recomenda-se a alta inércia para resfriamento; para o verão, o resfriamento evaporativo; para o outono, é indicado o resfriamento artificial; e no inverno, a junção da alta inércia térmica para aquecimento e o aquecimento solar.

Para estabelecer as dimensões da gleba de referência, utilizou-se as definições presentes na Lei Municipal Nº 2.770/2011 (Arapiraca, 2011), que dispõe sobre o parcelamento de solo urbano no município de Arapiraca, o Código de Obras de Arapiraca (Arapiraca, 2001), além das

configurações do software de simulação a ser utilizado (ENVI-Met 4.0). Dessa forma, a gleba de referência foi modelada no software AutoCAD 2019, cujas dimensões são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Definições da gleba de referência para elaboração cenários parametrizados.

Definições		Valores
Dimensão da gleba (m)		296,00 x 248,00
Área da gleba (m ²)		75.040
Dimensões do lote (m)		8,00 x 18,00
Dimensões (m)	Ruas	8,00
	Calçadas	2,00

Da área total de 75.040 m², uma parcela de 10% foi destinada à implantação de área verde, conforme o percentual mínimo estabelecido na Lei Municipal N° 2.770/2011 sobre Parcelamento do Solo Urbano (Arapiraca, 2011). Seguindo esses percentuais, a área verde proposta teria 7.504 m² de área total do terreno, disposta na gleba hipotética nas cinco formas diferentes preestabelecidas (Central, Distribuída, Linear, Mista e Periférica) (Tabela 2).

Tabela 2 - Extensões gerais das áreas verdes nos cenários parametrizados.

		Cenários parametrizados				
		Central	Distribuída	Linear	Mista	Periférica
Área verde	Área verde mínima (m ²)	7.504				
	Área verde simulada (m ²)	8.064	8.064	7.680	8.448	7.776

A partir dos estudos analisados, foi considerado que 70% dos espaços destinados para área verde receberia cobertura vegetal arbórea e sua totalidade permaneceria de solo permeável com gramíneas. Com base nas espécies presentes no software ENVI-Met 4.0, foi definido um padrão para árvores de pequeno, médio e grande portes, baseando-se na altura da espécie e no diâmetro da copa. Assim, as espécies arbóreas utilizadas foram o Álamo-branco (pequeno porte), o Jacarandá (médio porte) e o Cárpino (grande porte). As propriedades dos materiais das edificações eram tijolo queimado (paredes) e telhado de terracota.

Para iniciar os processos de simulação dos cenários parametrizados, foi necessário configurar os parâmetros de entrada no software ENVI-Met 4.0, utilizando os valores das variáveis climáticas de temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos registradas pela estação do INMET, localizada no município de Arapiraca. Esses dados foram utilizados com base no estudo de Silva (2019) que, após análise das características microclimáticas do município (temperatura do ar, umidade relativa, precipitação e curvas de radiação), mostra o dia 26/11/2015 como representativo do período quente e seco.

Para iniciar as simulações, faz-se necessário o uso das seguintes variáveis: dados de umidade relativa registrados por hora no dia representativo; conversão dos valores de temperatura do ar (de graus Celsius para a escala Kelvin) do dia representativo do período quente e seco baseado nos dados de Silva (2019) e Torres (2017).

A partir dos arquivos resultantes das simulações dos cenários parametrizados, foi utilizado uma extensão do ENVI-Met 4.0 de nome Leonardo, para produzir imagens bidimensionais que representa o cenário parametrizado simulado. Como cada célula que compõe a imagem armazena

as informações das variáveis disponíveis de maneira independente, é possível saber o número de células nas quais determinados valores estão registrados através da filtragem dos dados em planilhas. Sabendo-se as dimensões das células, foi possível examinar a área de influência e os valores absolutos das variáveis analisadas através das planilhas. Dessa forma, foram elaborados mapas representativos da temperatura do ar e umidade específica do período quente e seco, de cada cenário com arborização, às 09:00 e às 15:00, a partir da visualização dos eixos X-Y, com o eixo z igual a 1,50 metros.

3. Análise dos resultados

Para classificação do intervalo de temperatura do ar mínima, considerou-se o valor mínimo comum encontrado nos cinco cenários, o que se denominou temperatura do ar mínima comum ($TA_{mínC}$). Da mesma forma, para classificação do intervalo de umidade específica máxima do ar, considerou-se o valor máximo comum encontrado nos cinco cenários, o que se denominou umidade específica máxima comum ($UE_{máxC}$).

3.1 Análise da temperatura do ar mínima comum ($TA_{mínC}$)

A partir dos mapas obtidos, observou-se que, às 09:00 horas, o menor intervalo de temperatura do ar comum em todos os cenários ($TA_{mínC}$), de 29,2°C a 29,9°C, apresenta-se bastante diferente em cada tipologia de espacialização, com destaque para o cenário Distribuído, cuja área de influência envolveu 42,1% da área total do cenário. Esse resultado corresponde a uma área 17,7% maior em comparação aos demais cenários, identificando a tipologia com as áreas verdes distribuídas com melhor desempenho neste horário. Este resultado pode ser justificado pela espacialização subdividida da área verde em toda porção do cenário. Os cenários Linear e Misto seguem, respectivamente, com a influência da área verde ocupando 41,6% e 37,1% de suas áreas gerais, de forma difundida a sota-vento das mesmas, enquanto que o posicionamento da área verde nos cenários Periférico e Central pouco auxiliou para difundir sua influência nos cenários, ocupando apenas 28,6% e 24,4% das áreas totais de cada tipologia, respectivamente (Tabela 3).

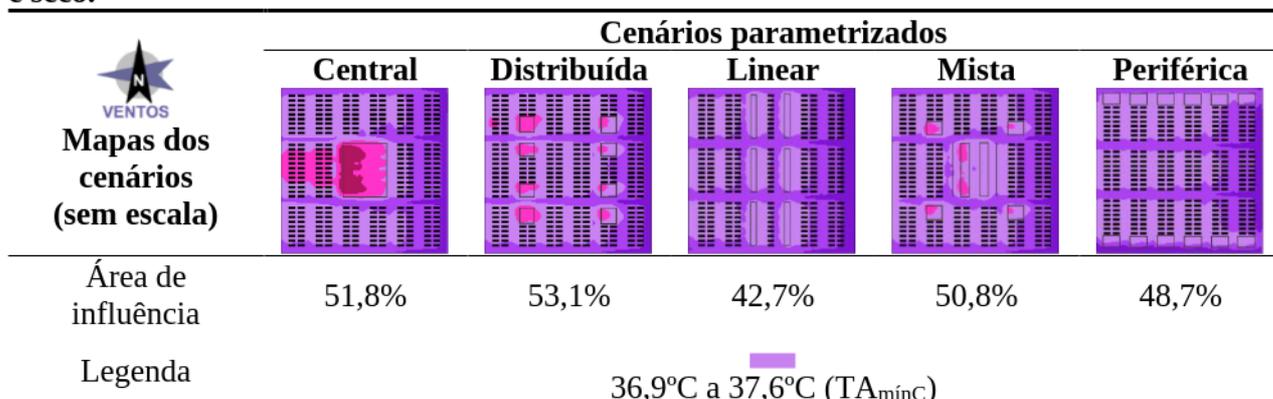
Tabela 3 - Mapas dos cinco cenários parametrizados com identificação da temperatura do ar mínima comum ($TA_{mínC}$) e sua área de influência, às 9h, a 1,50m do solo, no período quente e seco.

Mapas dos cenários (sem escala)	Cenários parametrizados				
	Central	Distribuída	Linear	Mista	Periférica
Área de influência	24,4%	42,1%	41,6%	37,1%	28,6%
Legenda	 29,2°C a 29,9°C ($TA_{mínC}$)				

Às 15:00 horas, no contexto marcado pelo intervalo com a menor temperatura do ar comum ($TA_{mínC}$), de 36,9°C a 37,6°C, o cenário Distribuído apresentou maior área de influência, ocupando 53,1% do total, explicado pela divisão da área verde pelo cenário. Os cenários Central e Misto apresentaram resultados semelhantes, com redução de até 2,3% no percentual de área de influência em relação ao cenário Distribuído. No cenário Periférico, a influência da área verde foi estendida às quadras centrais, ocupando 48,7% da área total, enquanto no cenário Linear teve influência 6%

menor que a tipologia Periférica, ambos resultados justificados pelas espacializações desses cenários que promoveram um efeito de barreira contra os ventos (Tabela 4).

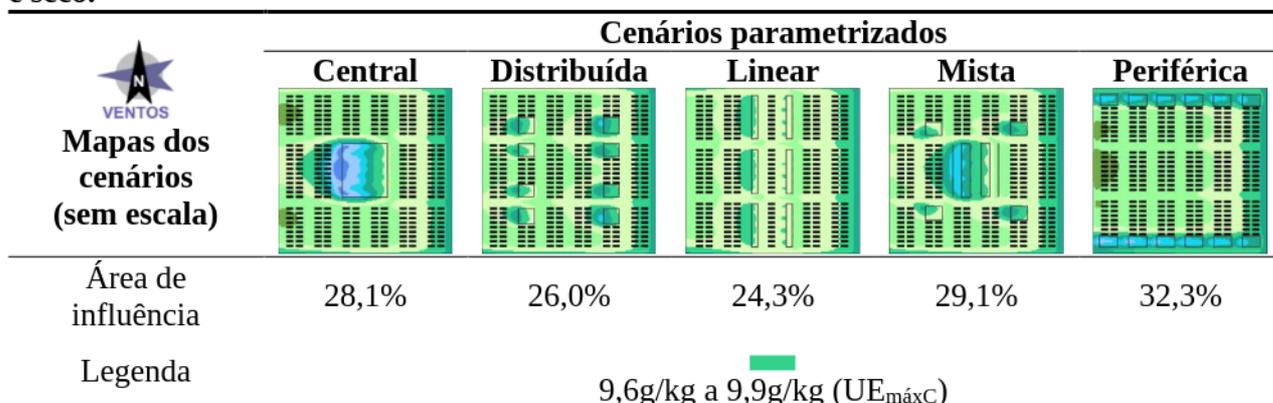
Tabela 4 - Mapas dos cinco cenários parametrizados com identificação da temperatura do ar mínima comum ($TA_{\text{mínC}}$) e sua área de influência, às 15h, a 1,50m do solo, no período quente e seco.



3.2 Análise da umidade específica máxima comum ($UE_{\text{máxC}}$)

Às 09:00 horas, o maior intervalo de umidade específica presente em todos os cenários ($UE_{\text{máxC}}$), de 9,6g/kg a 9,9g/kg, ocupa 32,3% do cenário Periférico, sendo a tipologia com maior percentual registrado, porém sua atuação está limitada às próprias áreas verdes e as quadras da margem leste do cenário, cuja ação dos ventos é maior. Os cenários Misto e Central apresentaram redução da área de influência em torno de 3,2% e 4,2%, respectivamente, quando comparados aos percentuais apresentados pelo cenário Periférico, porém com atuações nas quadras a sota-vento dos espaços verdes, com extensão maior na direção oeste no cenário Central, justificado pela espacialização centralizada de área verde semelhante nas tipologias espaciais. Já os cenários Distribuído e Linear apresentaram as menores áreas de influência do horário matutino, com redução na área de até 8% quando comparados aos percentuais apresentados na tipologia Periférica, justificado pelas dimensões das áreas verdes que comportam agrupamentos arbóreos de menor densidade, principalmente na tipologia Linear (Tabela 5).

Tabela 5 - Mapas dos cinco cenários parametrizados com identificação da umidade específica máxima comum ($UE_{\text{máxC}}$) e sua área de influência, às 09h, a 1,50m do solo, no período quente e seco.



Quanto aos resultados das 15:00 horas, o maior intervalo de umidade específica comum em todos os cenários ($UE_{\text{máxC}}$), de 7,8g/kg a 8,1g/kg, apresenta-se na tipologia Periférica com maior área, ocupando 32,5% do cenário sob essa influência, mesmo sua atuação sobre as quadras edificadas sendo limitada. No cenário Misto, a área de $UE_{\text{máxC}}$ é de 27,4%, sendo 5,1% menor que na tipologia Periférica no horário vespertino, mesmo sua atuação sendo dispersa, principalmente,

nas zonas a sota-vento das porções de área verde existentes no espaço analisado. Os cenários Central e Distribuído apresentam área de $UE_{máxC}$ de 25,9% e 25%, respectivamente, sendo até 7,5% menor que a tipologia Periférica, com ambas atuando apenas a sota-vento da área verde, porém de modo disperso. Já o cenário Linear apresentou o menor percentual de área de influência, sendo 10,5% menor em relação a tipologia Periférica, com atuação limitada devido a espacialização das quadras e a interferência dos ventos (Tabela 6).

Tabela 6 - Mapas dos cinco cenários parametrizados com identificação da umidade específica máxima comum ($UE_{máxC}$) e sua área de influência, às 15h, a 1,50m do solo, no período quente e seco.

Mapas dos cenários (sem escala)	Cenários parametrizados				
	Central	Distribuída	Linear	Mista	Periférica
Área de influência	25,9%	25,0%	22,0%	27,4%	32,5%
Legenda	7,8g/kg a 8,1g/kg ($UE_{máxC}$)				

4. Discussões dos resultados

Com base nos resultados apresentados, a influência da área verde arborizada na temperatura do ar e na umidade específica está diretamente ligada as espacializações dessas áreas na malha urbana. Além disso, verifica-se que no período quente e seco, as maiores diferenças dos percentuais de área de influência da temperatura do ar mínima comum ($TA_{mínC}$) e de umidade relativa máxima comum ($UE_{máxC}$) apresentados pelos cenários, são registradas no turno matutino. Esse panorama pode ser explicado pelo processo de desempenho térmico diferenciado no padrão de aquecimento dos ambientes urbanos durante o período da manhã.

O cenário Central apresentou as menores temperaturas do ar e maiores valores de umidade específica, registrando bom desempenho no período analisado, possivelmente justificado pela sua aglomeração da massa vegetal. Esses registros estão localizados na região a sota-vento da mesma, com pouca dispersão da influência em outras partes do cenário no período diurno.

Um dos cenários em evidência na análise foi o Distribuído, cuja área verde é espalhada pelo espaço proposto, formando agrupamentos arbóreos nas quadras loteadas, o que garantiu a influência da diminuição da temperatura do ar e maiores valores de umidade específica nas adjacências dos espaços arborizados, de maneira igualmente difundida nos horários matutino e vespertino.

Outro cenário em destaque na análise foi o Misto, cuja espacialização sendo uma mescla entre os cenários Central e Distribuído, apresentou temperatura do ar menor e maior umidade específica na concentração arbórea da região central do espaço proposto, além de variáveis com considerável influência nas adjacências de todas as porções de área verde existentes no modelo. Quanto aos cenários Linear e Periférico, verificou-se que suas áreas de influência da $TA_{mínC}$ e da $UE_{máxC}$ foram as menores no período vespertino, horário com os valores máximos das variáveis citadas, demonstrando menor influência nos cenários quando comparados aos cenários Central, Distribuído e Misto. Esse resultado pode ser explicado pela espacialização das áreas verdes nos cenários, que promovem um agrupamento arbóreo de menor densidade e, conseqüentemente, menor área de sombreamento. Além disso, seu posicionamento em relação aos ventos também pode ter promovido menor influência das áreas verdes nesses dois cenários.

5. Conclusões

Diante desses apontamentos, é notório que a espacialização adotada para áreas verdes está diretamente relacionada ao desempenho térmico das áreas urbanas, uma vez que promove diferentes áreas de influência na malha ao longo do dia. Destaca-se os desempenhos dos cenários Distribuído e Misto nos horários diurnos analisados, que apresentaram grandes percentuais de área de influência, tanto de temperatura do ar mínima comum ($TA_{mínC}$) como de umidade específica máxima comum ($UE_{máxC}$), no período quente e seco. Já os cenários Linear e Periférico, apresentaram resultados inferiores em comparação à influência observada nos demais cenários, o que pode ser justificado pelas suas espacializações que promovem menor densidade arbórea e/ou pela sua localização em relação aos ventos.

Como uma forma de complementar esse estudo recomenda-se, para trabalhos futuros, a análise dos mesmos cenários inseridos no contexto do período quente e úmido do município de Arapiraca-AL, uma vez que as variáveis apresentadas podem trazer resultados distintos do período quente e seco. No período chuvoso, a temperatura do ar local é reduzida (em comparação a estação seca) e a umidade específica apresenta-se mais elevada, o que poderá ser refletido nos cenários parametrizados.

É importante ressaltar que, mesmo o efeito de sombreamento sendo conseguido por outros meios, como a verticalização da malha urbana, a presença de espaços arborizados nas cidades promove outros benefícios como áreas de drenagem de águas pluviais, amortecimento do rigor térmico, amplia o processo de evapotranspiração que absorve calor e libera vapor d'água para a atmosfera, etc. Como o processo de crescimento das cidades é quase ininterrupto, principalmente por meio de condomínios e loteamentos habitacionais, projetar espaços urbanos coerentes com a realidade local é de suma importância quando se busca maior salubridade urbana.

Referências

- ARAPIRACA. Lei nº 2.221/2001, de 31 de dezembro de 2001. (2001). *Institui o Código Municipal de Meio Ambiente e dispõe sobre a administração do uso dos recursos ambientais e ordenação do uso do solo do território do município de Arapiraca*. Departamento de Serviços Gerais da Secretaria de Administração do Município de Arapiraca, Arapiraca, AL, 31 dez. 2001.
- ARAPIRACA. Lei nº 2.770/2011, de 19 de outubro de 2011. (2011). *Dispõe sobre parcelamento de solo urbano no Município de Arapiraca, amplia o perímetro urbano e dá outras providências*. Departamento Administrativo da Secretaria Municipal de Administração e Recursos Humanos, Arapiraca, AL, 19 out. 2011.
- BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas em Maceió (AL). (2005). 135 f. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.
- BARGOS, Danúbia Caporusso. MATIAS, Lindon Fonseca. (2011). Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba-SP*, 6(3), 172-188.
- BARROS, Alexandre Patrício Silva; AZEVEDO, Aline Cristina Jacob de; DIAS, Emily Regina Siqueira; OLIVEIRA, Helbert Michel Pampolha de. (2017) Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida: uma análise comparativa entre os Bairros Terra Firme e Cidade Velha – Belém/PA. *Revista Eletrônica Georaguaiá*, 7(2), 68 – 85. ISSN 2236-9716.
- CARBONE, Amanda Silveira. COUTINHO, Sonia Maria Viggiani; TOMERIUS, Stephan; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. (2015). Gestão de áreas verdes no município de São Paulo: ganhos e limites. *Revista Ambiente & Sociedade*, 18(4), 201-220. ISSN 1809-4422.
- HARDER, Isabel Cristina Fialho Harder; RIBEIRO, Roberval de Cássia Salvador; TAVARES, Armando Reis. (2006). Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do Município de Vinhedo, SP. *Revista Árvore*, 30(2), 277-282. ISSN 1806-9088.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Panorama do Município*

- de Arapiraca, 2010. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/arapiraca/panorama>. Acesso em 29 de Agosto de 2019.
- LUCON, Thiago Nogueira; PRADO FILHO, José Francisco do; SOBREIRA, Frederico Garcia. (2013). Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de Ouro Preto – MG. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU*, 8(3), 63-78. ISSN 1980-7694.
- MAAS, Jolanda; VERHEIJ, Robert A.; GROENEWEGEN, Peter P.; VRIES, Sjerp de; SPREEUWENBERG, Peter. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60(7), 587–592. DOI: 10.1136/jech.2005.043125. ISSN: 1470-2738.
- PEREIRA, Jéssica Daiane Santos. BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. (2016). Análise das áreas verdes urbanas e sua influência na redução do rigor térmico em cidade de clima semiárido. 12p. Anais do 7º Congresso Luso Brasileiros para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável – PLURIS 2016. Maceió-AL.
- PEREIRA, Jéssica Daiane Santos. BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. (2019). Diagnóstico da influência de áreas verdes urbanas na redução do rigor térmico em cidade de clima semiárido. 23p. Anais do XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ENANPUR 2019. Natal-RN.
- PERES, Ângela R. A. BREY, Gabriella M. W. MAGALHÃES, Natália A. DURANTE, Luciane C. NOGUEIRA, Marta C. J. A. (2013). A influência da vegetação e diferentes tipos de revestimentos do solo sob a ótica das condições ambientais e dos microclimas em praças na cidade de Cuiabá-MT. 517-526. Anais do XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC 2013 e VIII Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído – ELACAC 2013. Brasília-DF.
- SALES, A. CANDIAN, M. (2012). Árvores urbanas: técnica não-destrutiva para o manejo e planejamento. 206(11). *Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, 6(6).
- SANTOS, Rossana Alcântara. Cobertura vegetal e a temperatura de superfície no meio intraurbano: um estudo em Salvador. (2018). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.
- SILVA, Laira Cristina da. O mapeamento das áreas verdes urbanas de Uberlândia (MG): análise da concentração de investimentos públicos. (2018). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Catalão, Brasil.
- SILVA, Mônica Ferreira da. Estratégias bioclimáticas para seis cidades alagoanas: contribuições para a adequação da arquitetura ao clima local. (2019). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil.
- SODOUDI, Sahar; HUIWEN, Zhang; XIAOLI, Chi; FELIX, Müller; HUIDONG, Li. (2018). The influence of spatial configuration of green areas on microclimate and thermal comfort. *Urban Forestry and Urban Greening*, 34, 85-96.
- TORRES, Simone Carnaúba. Forma e conforto: estratégias para (re)pensar o adensamento construtivo urbano a partir dos parâmetros urbanísticos integrados à abordagem bioclimática. (2017). Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.