ISSN: 1984-8781 - Anais XVIII ENANPUR 2019. Código verificador: **dwyXz73wNinL** verificar autenticidade em: http://anpur.org.br/xviiienanpur/anais

A influência da verticalização no comportamento microclimático em cidade de clima semiárido

Autores:
Luana Karla de Vasconcelos Brandão - Universidade Federal de Alagoas - luana.arquiteta@outlook.com
Armyson Rafael - Universidade Federal de Alagoas - armysonrafael@gmail.com
RICARDO VICTOR RODRIGUES BARBOSA - Universidade Federal de Alagoas - rvictor@arapiraca.ufal.br

Resumo:

O processo de urbanização nas cidades brasileiras, em sua maioria, não é norteado por um Planejamento Urbano, gerando um microclima urbano caracterizado pelas ilhas de calor. A Climatologia Urbana apresenta estratégias e diretrizes com potencial de orientar uma melhor adequação do clima local com a configuração e uso do espaço urbano. Diante deste cenário, o presente trabalho teve como objeto de estudo a cidade de Arapiraca/AL, cujo processo de urbanização está em fase inicial de verticalização, todavia sua legislação urbanística não apresenta parâmetros urbanísticos equivalentes a este desenvolvimento urbano. Assim, buscou-se: entender como o clima regional, o semiárido, comporta-se com a morfologia urbana já existente; e analisar possíveis cenários urbanos futuros, com os parâmetros urbanísticos em vigor e os propostos pela pesquisa. Isso foi possível por meio de simulações computacionais com o software ENVI-met. Como resultado, comprovou-se a necessidade de novos parâmetros urbanísticos serem incorporados no atual Código de Edificações, e evidencia a importância da Climatologia Urbana como ferramenta para o Planejamento Urbano.

A influência da verticalização no comportamento microclimático em cidade de clima semiárido

RESUMO

O processo de urbanização nas cidades brasileiras, em sua maioria, não é norteado por um Planejamento Urbano, gerando um microclima urbano caracterizado pelas ilhas de calor. A Climatologia Urbana apresenta estratégias e diretrizes com potencial de orientar uma melhor adequação do clima local com a configuração e uso do espaço urbano. Diante deste cenário, o presente trabalho teve como objeto de estudo a cidade de Arapiraca/AL, cujo processo de urbanização está em fase inicial de verticalização, todavia sua legislação urbanística não apresenta parâmetros urbanísticos equivalentes a este desenvolvimento urbano. Assim, buscou-se: entender como o clima regional, o semiárido, comporta-se com a morfologia urbana já existente; e analisar possíveis cenários urbanos futuros, com os parâmetros urbanísticos em vigor e os propostos pela pesquisa. Isso foi possível por meio de simulações computacionais com o *software* ENVI-met. Como resultado, comprovou-se a necessidade de novos parâmetros urbanísticos serem incorporados no atual Código de Edificações, e evidencia a importância da Climatologia Urbana como ferramenta para o Planejamento Urbano.

Palavras-chave: Climatologia Urbana. Planejamento Urbano. ENVI-met.

ABSTRACT

The process of urbanization in Brazilian cities, for the most part, is not guided by urban planning, generating an urban microclimate characterized by heat islands. Urban Climatology presents strategies and guidelines with the potential to guide a better adaptation of the local climate with the configuration and use of urban space. In view of this scenario, the present study had as object of study the city of Arapiraca / AL, whose urbanization process is in the

initial stage of verticalization, however its urban legislation does not present urban parameters equivalent to this urban development. Thus, we sought to understand how the regional climate, the semi-arid, behaves with the existing urban morphology; and to analyze possible future urban scenarios, with the urban parameters in force and those proposed by the research. This was made possible through computer simulations with the ENVI-met software. As a result, it was verified the need for new urban parameters to be incorporated in the current Building Code, and highlights the importance of Urban Climatology as a tool for Urban Planning.

Keywords: Urban Climatology. Urban planning. ENVI-met.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização, quando não planejado, traz como consequência a redução da qualidade de vida na cidade, seguida também de inúmeros impactos ambientais, como inundações, poluição, etc. Destarte, a configuração urbana conforma um clima próprio, denominado Clima Urbano, devido às interferências nas construções, dos revestimentos do solo, da emissão de poluentes e da geração de calor (NOGUEIRA, 2011).

A fim de melhorar a qualidade de vida nas cidades, é preciso adotar um Planejamento Urbano pautado em estratégias bioclimáticas. Logo, a cidade que em seu Planejamento Urbano se utiliza da bioclimatologia estimula o aproveitamento de seus recursos naturais, como a ventilação e a iluminação natural, beneficiando a qualidade ambiental urbana e o bem-estar de seus habitantes. Este processo foi conceituado por Higueras (2006) de Urbanismo Bioclimático. Segundo Barbirato; Torres; e Barbosa (2015), o Urbanismo Bioclimático se revela como disciplina com elevado potencial para a determinação de estratégias e diretrizes para a ocupação urbana de menor impacto ambiental, a partir do estabelecimento de padrões de adequação climática de assentamentos construtivos, podendo subsidiar soluções de morfologia urbana.

Assim, por meio deste trabalho, realizou-se estudo sobre microclimas na cidade de Arapiraca-AL, tendo como premissa o processo de verticalização, que se encontra em fase inicial, a fim de gerar um aprimoramento no Planejamento Urbano local e seu atual Código de Edificações, que não apresenta parâmetros urbanísticos suficientes para gerar um ambiente urbano sustentável e que proporcione qualidade de vida para seus habitantes.

Nesse sentido a presente pesquisa teve como objetivo geral analisar o impacto da verticalização em microclimas urbanos, tomando a cidade de Arapiraca/AL como estudo de caso. E como objetivos específicos: Analisar o impacto de diferentes configurações espaciais

de edificações e áreas livres no comportamento climático de cidade de médio porte localizada em região de clima semiárido; Verificar o potencial de predição do software ENVI-Met® para cidade de médio porte no contexto do clima semiárido; Verificar a eficiência dos parâmetros urbanísticos atualmente em vigor e os propostos pela pesquisa, a partir da análise de possíveis cenários urbanos, por meio de simulação com o software ENVI-met, visando uma expansão urbana sustentável.

METODOLOGIA

A metodologia adotada está baseada fundamentalmente na análise quantitativa, ilustradas em mapas e cortes elaborados no programa Leonardo 2014, interface do ENVI- met, a fim de analisa-los comparativamente. Segue-se os procedimentos metodológicos aplicados o desenvolvimento da metodologia aqui proposta.

Na Escolha da Tipologia Espacial, foi preciso selecionar uma tipologia espacial da cidade que demonstra tendência a se verticalizar. Essa escolha foi feita a partir de visitas *in loco* na cidade, que apontaram o perímetro que configura a Avenida Deputada Ceci Cunha, uma área valorizada na cidade, cujos bairros que se agregam a ela são: Alto do Cruzeiro, Brasília, Itapoã e Novo Horizonte. De acordo com o IBGE (2010), o Bairro Alto do Cruzeiro apresenta uma população de 6.102 habitantes; enquanto o Bairro Brasília, de 14.737 habitantes; já o Bairro Itapoã apresenta 2.246 habitantes; e, por fim, o Bairro Novo Horizonte com 2.389 habitantes. No total, temos uma população de 25.474 habitantes, trata-se de uma área que apresenta um equilíbrio entre o uso comercial e residencial do solo e são bastante valorizadas economicamente.

Atualmente, no perímetro urbano equivalente a Avenida Deputada Ceci Cunha, pode ser observado algumas edificações verticalizadas, todas com número de pavimentos diversificados, como é possível comprovar com as fotografias abaixo.

Figura 1. Edificações Verticalizadas Av. Deputada Ceci Cunha

FONTE: Google *Maps*

Um dado preocupante, no caso do município de Arapiraca, é que o crescimento verticalizado da cidade não é acompanhado por um Planejamento Urbano no processo de elaboração do projeto arquitetônico. O Código de Obras do município nada especifica sobre edifícios verticalizados. Assim, os padrões gerais de construção (ver quadro abaixo) vale tanto para uma residência de 02 (dois) pavimentos, como também para um edifício de 20 (vinte) pavimentos, desconsiderando que seus impactos no microclima são bastante diferentes.

Quadro 01: Alguns Parâmetros Construtivos do Código de Edificações do Município de Arapiraca

Especificação	Metragem Determinada (m)
Recuo Frontal	3,0 m
Recuo Lateral com Abertura	1,5 m
Recuo Posterior	1,5 m

De forma mais específica, a área a ser estudada está ilustrada abaixo:

Figura 2. Tipologia Espacial Selecionada

FONTE: A autora, adaptado do Google *Maps*

O perímetro em questão apresenta alguns pontos positivos, como: os lotes são maiores, com isso as edificações possuem recuos maiores; presença de áreas verdes e algumas ruas ainda não são asfaltadas, este ponto é interessante porque apesar de ser um ponto positivo para a permeabilidade do solo e para o albedo, a população o considera como negativo. O comprimento médio das ruas é de 8m e das calçadas é de 1,5m.

No que tange a preparação para as simulações computacionais das variáveis climáticas, o desenvolvimento das modelagens a serem simuladas, foi levado em consideração o Coeficiente de Aproveitamento (CA), e os Recuos. Esses parâmetros urbanísticos são essenciais ao desenvolvimento urbano, e aqui serão analisadas a relação destes com as taxas de conforto térmico.

Assim, os parâmetros simulados foram: o cenário atual de ocupação para a Tipologia Espacial selecionada; um cenário futuro, considerando uma ocupação com baixo CA e pouco recuo; outro cenário futuro, considerando alto CA e pouco recuo; e por fim, um último cenário futuro, considerando alto CA e recuo progressivo.

Quadro 02: Padrões Urbanísticos

Recuo Progressivo Usado na Pesquisa

Número de Pavimentos	Frontal (m)	Laterais e de Fundo (m)
1 ou 2	3	1,5
3 ou mais	R= 3+(n-2)/2	R=1,0+(n-2)/2
R: recuo n: número de pavimentos		

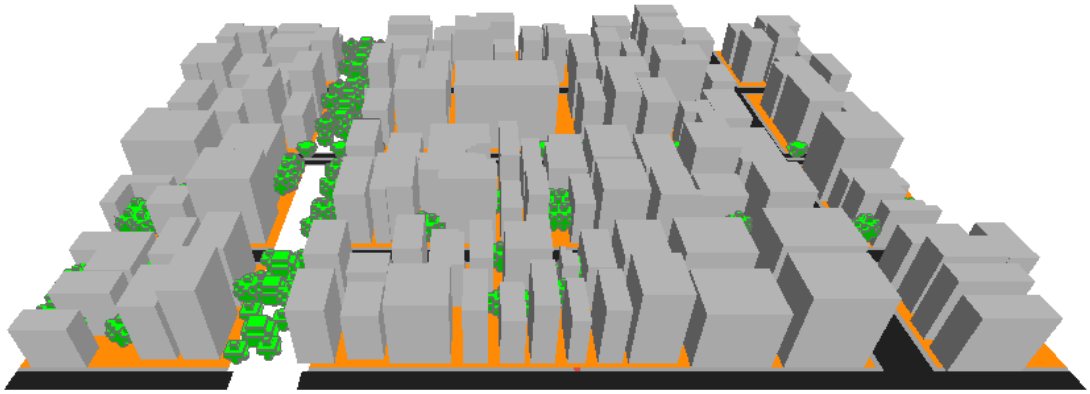
A Figura abaixo apresenta a imagem em extensão .BMP do cenário descrito anteriormente da primeira tipologia espacial, como também a modelagem dos dados de entrada no programa ENVI-met, que configuram os futuros cenários.

Figura 3. Modelagens da Tipologia Espacial Selecionada

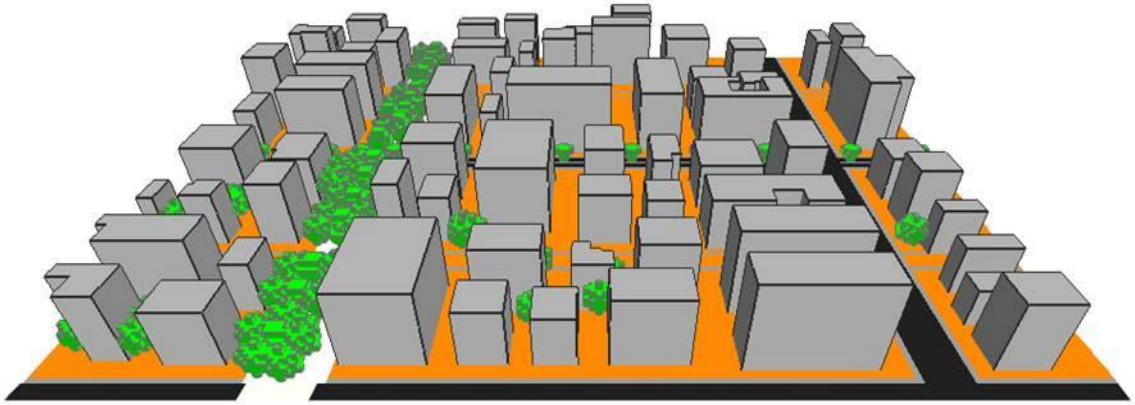
Extensão .BMP da Primeira Tipologia Espacial.

Modelagem com Cenário Atual.

Modelagem com Ocupação de Baixo CA e Pouco Recuo.



Modelagem com Ocupação de Alto CA e Pouco Recuo.

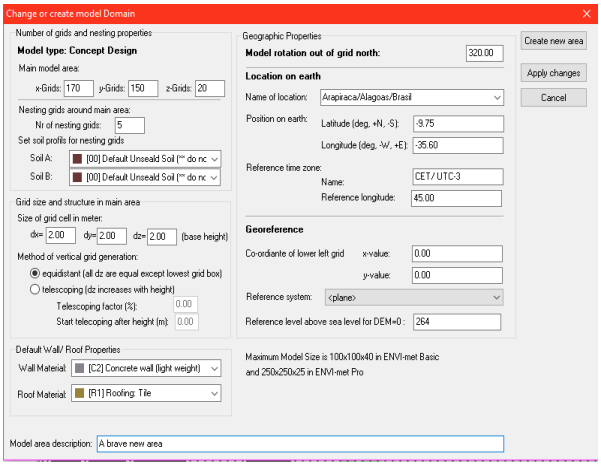


Modelagem com Ocupação de Alto CA e Recuo Progressivo.

FONTE: Autora

Houve, também, outros dados configurados, como mostra a figura abaixo.

Figura 4. Dados para Configuração da Área



Quadro 04: Dados para Configuração Básica do Programa ENVI-met			
DATA DO INÍCIO DA SIMULAÇÃO			01.01.2017
Hora do Início da Simulação	21:00	Umidade Específica do Ar a 2500m (g/kg)²	8.53
Total de Horas Simuladas	48	Umidade Relativa Média a 2m (%)	72,4
Velocidade do Vento a 10m (m/s)	3	Umidade Mínima (às 15hr) / Máxima (às 6hr)	41,4/94,6
Direção do Vento (0:N; 90:E; 180:S; 270:W)	Leste 135	Temperatura Mínima (às 6hr) / Máxima (às 15hr)	294.6/305.6
Rugosidade	0,1	Temperatura Atmosférica (K)	299

FONTE: Autora

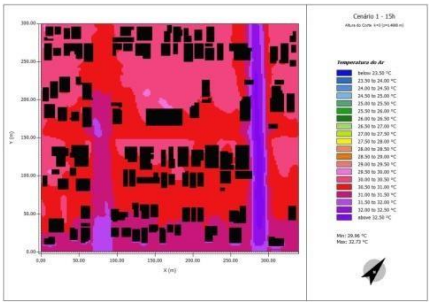
A configuração das simulações obedeceu a uma sequência de horários. O dia e os horários das simulações foram definidos de acordo com o dia estabelecido como representativo da pesquisa de campo. E os dados gerados nesta etapa do ENVI-met foram transferidos para a

interface Leonardo, que gera os mapas de visualização para os parâmetros configurados.

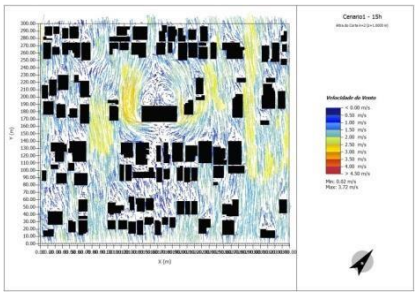
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos mapas gerados pelo programa Leonardo 2014, vinculado ao ENVI-met 4.0, é possível analisar nas simulações em corte a 1,4m do solo, às 15h (figura 19, 20, 21 e 22), que os maiores valores de temperatura se concentram nos pontos caracterizados pelo revestimento do solo com presença de asfalto e concreto, e na proximidade de edificações a sotavento, inflenciadas pelas barreiras construtivas em relação ao fluxo de ar predominante da direção leste.

Figura 4. Resultado da simulação da temperatura potencial máxima (a) e velocidade e direção dos ventos (b), da Tipologia Espacial 1 (Cenário atual em Arapiraca/AL), para uma condição de verão, às 15h



a



b

FONTE: A Autora

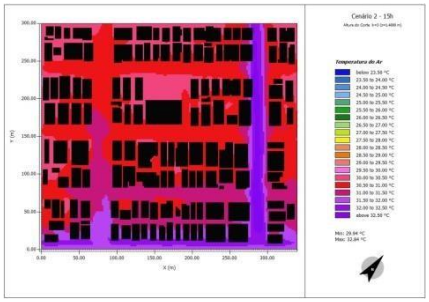
No caso da Tipologia Espacial 1, nota-se que os valores máximos de temperatura distribuem-se nas vias de direção noroeste-sudeste e nordeste-sudoeste, com presença de asfalto. A orientação da via, influencia consequentemente na parcela de radiação solar que penetra no espaço externo, provocando o acúmulo de calor. Partindo para as condições de distribuição dos fluxos de ar no mesmo horário (figura 19b), percebe-se que na mesma via são registrados os maiores valores de velocidade do fluxo de ar, não influenciando diretamente na redução da temperatura do ar. (figura 19a).

Sobre a influência da morfologia urbana e da densidade construtiva, vale ressaltar que as temperaturas mais amenas são registradas nas vias que ainda não são asfaltadas, nos espaços onde há presença de espaços verdes e nos espaços com recuo satisfatório, este último gera uma melhor distribuição dos fluxos de ar de maior velocidade. Com relação aos fluxos de ar, observa-se uma significativa perda de velocidade nas áreas a sotavento, e a formação de áreas de estagnação de ar, estando este fato mais nítido na fachada posterior do edificação verticalizada que se encontra ao

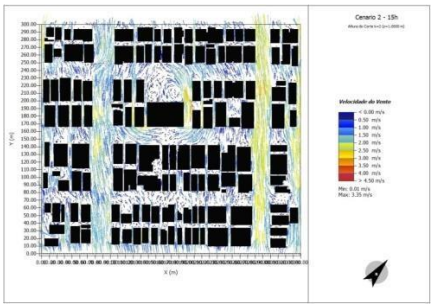
centro da área simulada.

A análise das Tipologias Espaciais, a seguir, demonstraram os efeitos de possíveis cenários urbanos futuros sem e com o devido Planejamento Urbano, que considera os aspectos climáticos locais.

Figura 5. Resultado da simulação da temperatura potencial máxima (c) e velocidade e direção dos ventos (d), da Tipologia Espacial 2 (Ocupação de baixo CA e pouco Recuo), para uma condição de verão, às 15h



c



d

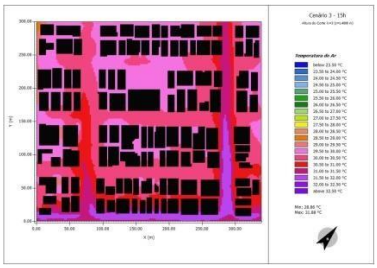
FONTE: A Autora

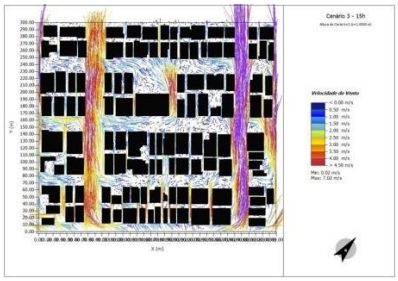
Na Tipologia Espacial 2, os valores máximos de temperatura continuam distribuídos nas vias de direção noroeste-sudeste e nordeste-sudoeste, por conta da presença de asfalto. Todavia, é possível observar que houve um aumento na temperatura do ar em diversos pontos da partícula urbana selecionada, demonstrado pela expansão da cor vermelha, que indica de 30,5°C a 31°C, o que configura desconforto térmico.

Na figura acima, nota-se duas vias de sentido sudeste-noroeste, a que se encontra à direita apresenta altas temperaturas do ar, chegando aos 32.5°C, enquanto que a outra, à esquerda, apresenta temperaturas do ar bem mais amenas. Isso porque na primeira há somente a presença do asfalto, enquanto na segunda via a cobertura ainda é natural – e ainda há espaços com arborização no local (a Área Verde). Sendo assim, torna-se importante optar por revestimentos com melhor taxa de albedo e preservar os espaços com vegetação, de forma a garantir conforto térmico na malha urbana.

Outro ponto importante sobre a morfologia urbana na Tipologia 2, foi o pouco recuo e como o mesmo afetou, de maneira negativa, na ventilação natural, pois os corredores de velocidade dos ventos demostram a canalização das vias com orientação noroeste-sudeste, ocasionando uma maior estagnação do ar no interior das quadras e nas vias orientadas para o eixo nordeste-sudeste (figura 20d).

Figura 6. Resultado da simulação da temperatura potencial máxima (e) e velocidade e direção dos ventos (f), da Tipologia Espacial 3 (Ocupação de alto CA e pouco Recuo), para uma condição de verão, às 15h


e


f

FONTE: A Autora

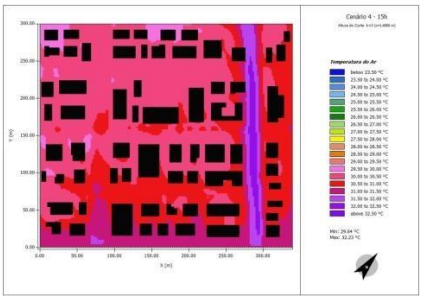
A Tipologia Espacial 3, com ocupação de alto CA e pouco recuo, as vias com revestimento asfáltico permanecem como pontos onde as temperaturas estão mais elevadas, principalmente na via sentido noroeste-sudeste. E todos os lotes situados às margens desta via sofrem o dano direto das altas temperaturas. Também é possível observar que no interior das quadras, as temperaturas chegam a atingir 31,5°C, todavia as quadras mais próximas a área verde apresentam temperaturas mais amenas, como de 29°C, evidenciando a importância da adoção de espaços verdes e de recuos progressivos.

Ainda sobre a análise da temperatura do ar na Tipologia Espacial 3, vale ressaltar que, apesar das edificações apresentarem alto CA e pouco recuo, as temperaturas máxima e mínima demonstraram valores melhores que nas Tipologias anteriores. Isso se deve ao sombreamento causado pelas edificações verticalizadas, que ameniza o ganho de calor. Em contrapartida a este dado, o sombreamento gera a necessidade de iluminação artificial, aumentado o consumo de energia elétrica – ponto negativo à sustentabilidade urbana.

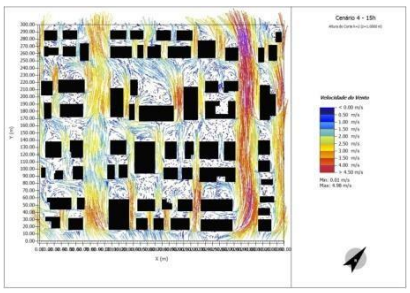
Aliada à análise da temperatura do ar, tem-se a da velocidade do vento, levando em consideração também sua direção. Na Tipologia Espacial 3 este dado apresentou os piores valores, como é possível observar na figura 21f, chegando a velocidade de 7,02 m/s em diversos pontos da partícula urbana em questão. É possível perceber que esses pontos estão configurados nas duas vias de sentido noroeste-sudeste, formando verdadeiros canais de ventilação urbana, provocando estagnação do ar no interior das quadras e nas vias com orientação nordeste-sudoeste.

Apesar das taxas de temperaturas serem mais favoráveis, a ventilação está dramaticamente prejudicada pelo uso e ocupação do solo com alto CA e pouco recuo, provocando um ambiente desconfortavel, climaticamente. Agora, partiremos para a análise da última Tipologia Espacial.

Figura 7. Resultado da simulação da temperatura potencial máxima (g) e velocidade e direção dos ventos (h), da Tipologia Espacial 4 (Ocupação de alto CA e pouco Recuo Progressivo), para uma condição de verão, às 15h



g



h

FONTE: A Autora

Na Tipologia Espacial 4, com ocupação de alto CA e recuo progressivo, um ponto a ser ressaltado é que, apesar da Tipologia 4 apresentar temperaturas mais elevadas que a anterior, ao longo da fração urbana, a temperatura do ar se manteve com padrões estáveis, tendo seus níveis mais elevados apenas nas vias com revestimento asfáltico, e em seu entorno, evidenciando o efeito positivo do recuo progressivo. Também é nítido como a temperatura do ar é mais amena nas proximidades da Área Verde, e onde o revestimento do solo ainda é natural, chegando aos 30,5°C (como mostra na figura 22g).

Do mesmo modo que na Tipologia Espacial 3, as edificações verticalizadas favoreceram ao sombreamento (ponto positivo para obter temperaturas do ar mais amenas), o mesmo aconteceu na Tipologia Espacial 4. Logo, o sombreamento dos edifícios associado à melhora da circulação dos fluxos de ar com maior velocidade (por conta do recuo progressivo), e a presença de arborização, contribuem para o favorecimento do desempenho térmico.

O recuo progressivo foi um fator chave para a potencialização da ventilação natural, nota-se a formação de inúmeros canais de ventilação urbana que diminuiram drasticamente os pontos com estagnação do ar no interior das quadras. Além disso, é possível observar na figura 22h, diversos pontos de turbulência de vento, isso em cidades de clima quente – como é o caso de Arapiraca/AL – traz conforto térmico ao pedestre, como também dispersas os poluentes presentes no ambiente citadino.

Assim, comprova-se a efetividade da adoção da ocupação e uso do solo urbano com alto Coeficiente de Aproveitamento e Recuo Progressivo, de maneira a proporcionar um clima urbano com conforto térmico, e assim, gerar qualidade de vida aos moradores do município de Arapiraca/AL.

CONCLUSÕES

Tendo em vista que o desenho impróprio da cidade é uma consequência da ausência de regulamentação, da presença de normas incorretas ou omissas e da tomada de decisões que não levam em conta a interação entre o clima e a cidade (SILVA, 2011, p.12), fica, assim, evidente a importância da Climatologia Urbana como instrumento para o Planejamento Urbano, tendo por fim um Urbanismo Sustentável.

Neste processo é essencial compreender as alterações no clima urbano específico da cidade, pois o mesmo varia bastante, devido à particularidades de sua morfologia urbana, presença de áreas verdes, o clima, e suas características geográficas. A partir desse estudo será possível que os gestores públicos possam elaborar legislações urbanísticas mais coerentes com as condições climáticas locais. E, assim, trazer uma melhor qualidade de vida para seus habitantes.

No caso de Arapiraca foi possível constatar sua emergencial necessidade de revisão e refinamento do seu Código de Edificações e do seu Plano Diretor, que norteiam o processo de urbanização do município. Visto que, mediantes as simulações computacionais anteriormente analisadas, de cenários futuros com base nos parâmetro construtivos em vigor atualmente, fica claro que, caso seus gestores públicos permaneçam inertes apesar de todo o aparato de estudos e pesquisas referentes à importância do Urbanismo Bioclimático, os arapiraquenses sofrerão com um clima desagradável.

Deste modo, o presente trabalho testou a eficiência de proposta alguns parâmetros urbanísticos, por meio de simulações computacionais, realizadas com o programa ENVI- met, de cenários futuros hipotéticos. Neste processo foi avaliado quais fatores condicionantes do clima urbano deve-se observar com maior cuidado, como é o caso dos recuos, juntamente com o aspecto que trata da densidade construtiva da cidade, como é ocaso do coeficiente de aproveitamento.

Contudo, o Planejamento Urbano é uma importante ferramenta para mitigar os danos ambientais já presentes em nosso clima e propor um caminho para que o futuro nos traga uma condição de vida melhor, tendo em vista que o desenvolvimento da cidade de Arapiraca está apenas começando, e seu processo de verticalização também.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. de C. T; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; ANA NETO, J. L. S. **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio:** exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França).

CONFINS, Número 7, 2009.

ARAPIRACA, Lei n. 2.220, de 2001. **Institui Código de Obras e Edificações no Município de Arapiraca e dá outras Providências.** Disponível em: < http://web.arapiraca.al.gov.br/leis/codigo-de-obras-e- edificacoes-e-alteracoes/ >. Acessado em: 21/12/2016.

A Cidade do Futuro: Agenda 21 Arapiraca. Romão, S. R. L.; Almeida, J.; Lira, R. M. A. de O.. Maceió: IDEARIO, 2008.

BARBIRATO, G. M., TORRES, S. C., BARBOSA, R. V. R. **Espaços Livres e Morfologia Urbana:** Discussões sobre influências na qualidade climática e sustentabilidade urbana a partir de estudos em cidades no estado de Alagoas – Brasil. In: Paisagem e Ambiente, nº 36, 2015, pp. 49-68. São Paulo: Fau/Usp.

BARNABÉ, A. C. A.; ALVAREZ, C. E. de; SOUZA, A. D. S. **Verticalização Eficiente:** proposta de uma edificação verticalizada para a cidade de Vitória (ES) alicerçada nos conceitos da sustentabilidade em arquitetura. V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (ELECS), 2009.

BRANDÃO, R. S. **As interações espaciais urbanas e o clima:** Incorporação de análises térmicas e energéticas no Planejamento Urbano. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

BRUSE, M. **Updated Overview Over ENVI-met 4.0 BASIC.** Disponível em: www.envi-met.com. Acessado em 21/06/2016.

DUARTE, D. H. S. **Padrões de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

DRUMM, F. C.; GERHARDT, A. E.; FERNANDES, G. D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M. S.;

KEMERICH, P. D. da C. **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Digital - v. 18 n. 1, p. 66-78, Abril 2014.

DUMKE, E. M. S. **Clima Urbano/Conforto Térmico e Condições de Vida na Cidade:** uma Perspectiva a partir do Aglomerado Urbano Da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC). Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

GARCÍA, M. C. M. **Climatologia Urbana.** Textos Docents (Universidade de Barcelona), 160. Text-Guia, 1999.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor:** como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos 2010.

GIVONI, B. **Comfort climate analysis and building design guidelines, Energy and Buildings.** 18(1), 11- 23, 1992.

GONÇALVES, J. C. S; BODE, K. Edifício Ambiental. In: MELLO, M.; MIANA, C.; ROSA, M. L. **Edifícios Altos e Forma Urbana.** São Paulo: Oficina de Textos ,2015.

JOHANSSON, Erik. **Urban Design and Outdoor Thermal Comfort in Warm Climates. Studies in Fez and Colombo.** Lund University, 2006.

LIMA, N. R. de; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano no Brasil:** Análise e Contribuição da Metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.626 – 638 , 2012.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 1985, 244p.

MIANA, C. O impacto de canyons urbanos no desempenho ambiental de edifícios. In: Gonçalves, J. C. S.; Bode, K. **Edifício Ambiental.**ed. 1. Brasil: Oficina de Textos, 2015. P. 182-199.

MINELLA, F. O.; KRÜGER, E. L. **IMPACTOS DA GEOMETRIA URBANA NO MICROCLIMA.**

Projeto Universal 474358/2007-0, Universal 2007, FaixaB.

NOGUEIRA, A. M. P. **Configuração Urbana e Microclimas:** Estudo em Loteamento Horizontal de Maceió- Alagoas. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2011.

OKE, T. R. **Canyon Geometry and the Noctural Urban Heat Island:** comparison of scale model and field observations. International Journal of Climatology, 1981.

OLIVEIRA, P. M. P. de. **Cidade Apropriada ao Clima:** A forma urbana como instrumento de controle do Clima Urbano. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília. Brasília, 1985.

ROCHA, J. P. **Uso de SIG no estudo das correlações entre atributos da morfologia urbana e o clima local: a formação de ilhas de calor no Bairro de Manaíra.** Relatório Final, PIBITI/CNPq. IFPB, 2009.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Correlação entre o Microclima Urbano e a Configuração do Espaço Residencial de Brasília.** Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 9-22, 2011.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. **Vegetation as a Climatic Component in the Design of an Urban Street An Empirical Model for Predicting the Cooling Effect of Urban Green Areas with Trees.**

ELSEVIER, Energy and Buildings 31 2000 221–235

SILVA, E. de S. **Análise do Ambiente Térmico Urbano através do Fator de Visão do Céu:** Estudo em São José dos Campos, SP. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas.

Campinas, 2011.

TEIXEIRA, E. C.; FELTES, S.; SANTANA, E. R. R. de. **Estudo das Emissões de Fontes Móveis na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.** Quim. Nova, Vol. 31, No. 2, 244-248, 2008.