VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS E CONFORTO TÉRMICO EM UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO[1]

MORSCH, M. R. S., Universidade de Passo Fundo, e-mail: arq.maiaramorsch@gmail.com; SILVOSO, M. M., Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: silvoso@fau.ufrj.br; NIEMEYER, M., L., Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: lygianiemeyer@gmail.com, SIQUEIRA, B. M., Universidade de Passo Fundo, e-mail: 152150@upf.br, TIBOLLA, L., Universidade de Passo Fundo, e-mail: 152182@upf.br

ABSTRACT

The urban environment allows changing the climate on the local scale, forming in the cities a mosaic of different microclimates. The phenomenon of heat island is seen in large metropolises where there is a total density that has a capacity to store heat not urban canopy. The oposite occurs in densely vegetated areas with low indexes built, where islands of freshness are detected. Several studies have been carried out in large cities, but it is common to observe this variability also in medium cities. In this way, the objective of this research is to evaluate the urban microclimate in a medium sized city in order to verify the influence of different urban compositions in the conditions of thermal comfort, since the change in the climate directly affects the pedestrian and the efficiency buildings. As a case study, an investigation was carried out in the city of Passo Fundo, Rio Grande do Sul, using the mobile transect method.

***Keywords**: Microclimate. Thermal comfort. Urban enclosure.*

1 INTRODUÇÃO

A urbanização altera significativamente a paisagem transformando o território natural em um ambiente construído com uma interpolação de tecnologias, tipologias, densidades, culturas e diferentes recortes de história. Esta mistura confere o caráter de cada cidade, mas por outro lado gera problemas ambientais aonde, dentre várias vertentes, se inclui a alteração do clima dentro do ambiente urbano. O clima urbano é caracterizado como microclima, e este efeito é amplamente discutido há décadas por autores como Monteiro, Oke, Garcia e Mascaró.

Independente do porte é comum percorrer a cidade e obter sensações diferentes conforme a paisagem muda. Dentro desta perspectiva está o aumento do consumo de energia elétrica em prol do conforto térmico humano, que é evidente no fato de que as edificações são responsáveis por 50% do consumo de energia produzida no país. Com as temperaturas batendo recorde em diversas cidades, o uso excessivo de ar-condicionado nas edificações contribui diretamente para o aquecimento global (ANEEL, 2015; GBC Brasil, 2015; PBMC, 2016).

Com o intuito de avaliar a variação dos dados de temperatura e de unidade e do conforto térmico em diferentes paisagens, esta pesquisa tem como

[1] MORSCH, M. R. S., *et al*. Variações microclimáticas e conforto térmico em uma cidade de porte médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

objetivo geral avaliar o microclima urbano em uma cidade de porte médio. Esta pesquisa faz parte de uma tese de doutorado em andamento. A cidade escolhida como estudo de caso foi a cidade de Passo Fundo, que se caracteriza por verões quentes e invernos frios, possui clima subtropical úmido com chuva bem distribuída durante o ano, temperatura anual média das máximas de 23,6°C e média das mínimas de 13,2°C de acordo com as normais climatológicas de 1961-1990. Ela está geograficamente localizada no norte do Rio Grande do Sul com latitude -28.2612° e longitude -52.4083° e 687 m de altitude e se insere em uma área de 783,42 km², com uma população de 184.826 habitantes. Passo Fundo é um polo de desenvolvimento socioeconômico regional. Seu índice de urbanização chega a 97,45% da população concentrada na área urbana, ocasionado pelo crescimento desordenado ocorrido na década de 1970, o que gerou reflexos negativos ao meio ambiente do seu território (IBGE, Censo 2010).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O microclima no ambiente urbano

A interação entre os sistemas ambientais e os elementos urbanos modificam os fluxos de energia, umidade e ventos e conformam o microclima (MONTEIRO, 1976). Estas modificações em conjunto alteram o mesoclima e influenciam a atmosfera, dividindo-a em camadas, aonde a camada limite urbana paira acima dos edifícios em consequência ao deslocamento do ar, formando a pluma urbana sobre a área rural e a camada intra-urbana entre o solo e o topo dos edifícios configura o cânion urbano (OKE, 1998; GARCIA, 1999). Observa-se que o aquecimento gerado nesta escala influencia na sensação de conforto dos indivíduos e dão origem a um aumento na intensidade de ilha de calor, que consequentemente leva à maior demanda de energia para resfriamento.

A interferência de todos os fatores que se processam sob a camada limite urbana agem no sentido de alterar o clima em escala local e geram um clima próprio na cidade(MONTEIRO, 1976). Desta forma os fatores climáticos locais, que incluem a topografia, vegetação, superfície do solo, elementos naturais e elementos construídos, determinam o microclima, o qual é verificado em um ponto restrito da cidade, bairro ou rua (ROMERO, 1988; MASCARÓ e MASCARÓ, 2009).

O Brasil possui uma população estimada em 190 milhões, hoje 81% de seus habitantes vivem em cidades (IBGE, 2010; ONU, 2014). Estima-se que até meados do século XXI 10 bilhões de seres humanos estejam presentes na terra, sendo que a população que vive em áreas urbanas irá quase dobrar (MUSEU DO AMANHÃ, 2016). O aumento populacional em conjunto com o aumento da urbanização levará a cidade a se tornar um dos mais importantes vetores do aumento das emissões de gases do efeito estufa (PBMC, 2016). Reconhecer a necessidade da requalificação e manutenção dos elementos naturais e artificiais presentes no meio urbano é valorizar o território, as pessoas e promover a sustentabilidade urbana.

2.2 Avaliação do Microclima

Segundo Gartland (2010) existem cinco métodos básicos para medir o microclima da cidade e observar a variação microclimática que ocorre nas diferentes paisagens da cidade, que incluem a inserção de estações fixas, o sensoriamento remoto, o sensoriamento vertical, o balanço de energia e o uso de transectos móveis, que consiste em determinar um caminho significativo e percorre-lo parando em locais representativos para obter medidas com um instrumento meteorológico.

O percurso pode ser feito a pé, de bicicleta ou de carro, dependendo do tamanho da área, sendo fundamental ser aguardado o tempo do equipamento para aferição dos dados. O período de medição deve ser o mais curto, em menos de uma hora, aonde não aconteçam variações climáticas. O ideal é que o percurso que seja feito no passeio público ou mais afastado das rodovias, pois o calor do transito pode interferir no resultado. Neste sentido, se o percurso for feito à pé, o trajeto deverá ter em média um quilometro para que o tempo de caminhada de um ponto ao outro não seja longo (OKE e MAXWELL, 1975; AMORIM et al., 2009; GARTLAND, 2010; SODOUDI et al., 2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Escolha da área de estudo

A escolha da área de estudo foi resultado de uma seleção territorial a partir de pré-requisitos estabelecidas que contemplaram a diversidade ambiental e morfológica do recinto. Foram consideradas as diferentes paisagens presentes na cidade, como a tipologia construtiva, a densidade de construções e de vegetação arbórea. Baseado no estado da arte realizado definiu-se realizar a análise do microclima em dois quarteirões urbanos com características distintas que fossem próximos o suficiente para se realizar o deslocamento entre eles em um curto espaço de tempo. O objetivo é verificar a variação climática em um percurso à pé a partir do levantamento por transecto móvel.

O caminho escolhido inicia em um bairro de uso misto, onde há grande quantidade de vegetação; ao longo da rota, a área de estudo adquire um aspecto mais denso, com mais edifícios em altura e um grande fluxo de veículos. O quarteirão 1 (figura 1) se localiza no centro da cidade em um local estratégico, sendo envolto por duas avenidas, a Avenida Brasil e a Avenida Sete de Setembro, além das Ruas Quinze de Novembro e Paissandu. O local apresenta alta densidade construtiva, com alto trafego de veículo e nenhuma presença de vegetação. O quarteirão 2 (figura 1) se localiza no bairro residencial Vergueiro e por isso se caracteriza por uma menor densidade construtiva, menor trafego de veículos e vazios vegetados. Entre os dois quarteirões mais o seu contorno foi possível traçar um percurso de em média um quilometro.

Figura 1 – Percurso de avaliação



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018)

Além do levantamento do transecto móvel, buscou-se os dados registrados pela Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Passo Fundo-A839 a fim de se estabelecer um comparativo entre uma área sem interferências construídas com os eventos no cânion urbano. Esta estação se localiza em área rural à 3 km em linha reta do centro da cidade a uma altitude de 681 metros.

3.2 Medições das variáveis climáticas

O levantamento climático ocorreu a partir da aplicação do método de transecto móvel. O percurso selecionado foi percorrido à pé no passeio público no dia do solstício de verão (21/12/2017). O caminho foi realizado em três horários distintos, sendo pela manhã às 8:30, à tarde as 14:30 e à noite às 19:30 e teve uma duração de 1 hora para ser concluído.

Para a coleta dos dados foi utilizado equipamento da marca Instrutherm modelo THDL-400 (figura 2). Em cada ponto de coleta o equipamento foi posicionado a uma altura de 1,10 metros e à sombra e, após cindo minutos de espera para a estabilização dos dados, os números referentes à temperatura e à umidade foram registrados.

Figura 2 – Equipamento utilizado para as medições de temperatura e umidade.



Fonte: Instrutherm (2018)

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos do levantamento estão apresentados nas figuras 3 e 4, sendo que o mapa ilustra as coletas em cada ponto durante a tarde e as tabelas da figura 4 trazem os dados de temperatura e de umidade. Neste período a Estação Meteorológica, que está localizada fora da área urbana da cidade, registrou temperatura de 18°C e umidade de 95% no horário da manhã, 26,5°C e 56% respectivamente no período da tarde e 28,5°C e 49% respectivamente no período da noite.

Figura 3 – Percurso realizado durante a tarde



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018)

Figura 4 – Tabelas dos valores coletados nos turnos da manhã, tarde e noite respectivamente.

Ponto de referência	Temp. (°C)	UR (%)	Ponto de referência	Temp. (°C)	UR (%)	Ponto de referência	Temp. (°C)	UR (%)
Ponto 1	24,6	64	Ponto 1	31,4	46	Ponto 1	29,4	47
Ponto 2	24,7	64	Ponto 2	31,3	47	Ponto 2	29	45
Ponto 3	24,7	64	Ponto 3	30,7	49	Ponto 3	28,4	46
Ponto 4	24,7	65	Ponto 4	31	47	Ponto 4	28,6	47
Ponto 5	24,7	65	Ponto 5	32,5	45	Ponto 5	29,1	47
Ponto 6	24,4	64	Ponto 6	34	40	Ponto 6	29,3	47
Ponto 7	24,3	65	Ponto 7	33,7	42	Ponto 7	29,5	48
Ponto 8	23,8	68	Ponto 8	33,6	41	Ponto 8	29,6	49
Ponto 9	24,2	64	Ponto 9	33,8	41	Ponto 9	29,6	49
Ponto 10	24	66	Ponto 10	32,5	42	Ponto 10	29,7	49
Ponto 11	24	62	Ponto 11	32,3	42	Ponto 11	30	48

Fonte: Os autores

Observa-se que os valores coletados no percurso foram maiores do que os registrados pela estação. O período da manhã mantem as temperaturas mais baixas, constantemente por volta de 24°C e a umidade mais alta por volta dos 65%. No horário noturno o clima urbano esteve mais parecido com os dados meteorológicos, obtiveram-se temperaturas entre 28,4°C, registrada no ponto 3, e 30°C registrada no ponto 11 e umidade entre 45 e 49%.

Durante a tarde a temperatura se eleva em todo o percurso, estando por volta dos 31°C nos pontos 1 a 4, no entorno do quarteirão arborizado, por volta dos 32°C nos pontos 5, 10 e 11 e dos 34°C entre os pontos 6 e 9, aonde há maior densidade construtiva. A umidade se apresenta de forma inversa, sendo a mais baixa em praticamente todos os pontos, principalmente aonde ocorrem picos de temperatura. No ponto 6 a umidade fica abaixo dos 40% e aonde há mais arborização a umidade chega à 49%.

5 CONCLUSÕES

Os efeitos gerados pela urbanização no clima local são conhecidos, mas neste sentido as cidades menos populosas são despercebidas e não são alvo de preocupação no que tange o aquecimento global. Em Passo Fundo houve uma alteração geral das condições climáticas no início do dia, mas diferente do que se percebe em grandes cidades em relação ao acumulo de calor noturno (MONTEIRO, 1976, ROMERO, 1988; GARTLAND 2009), observou-se que a tendencia foi uma estabilização do clima urbano durante a noite. Esta investigação realizada na cidade média de Passo Fundo conseguiu avaliar de forma geral o comportamento do microclima urbano, mostrando que o recinto urbano sofre interferências diretas resultantes da sua ocupação. O quarteirão 2, mesmo com mais vegetação e menos ocupação, sofreu alteração na temperatura e umidade. Mas, quanto maior a concentração de elementos construídos (quarteirão 1), maior os efeitos combinados do microclima. Com vistas nesta tendência alerta-se que não é necessário esperar uma metrópole se formar para se tomar providências relacionadas com a qualidade ambiental e com o conforto térmico na

cidade, uma vez que o entorno do edifício interfere diretamente nas suas condições internas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; SANT'ANA NETO, J. L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins** [Online] – 7, 2009. Disponível em: <http://confins.revues. org/6070 ; DOI : 10.4000/confins.6070 >. Acesso em: 29 mar. 2017.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em 20 abr. de 2017.

GBC BRASIL. GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL- Conselho de Construções Verdes do Brasil. Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/detalhe-noticia.php?cod=116>. Acesso em: 02 mai. 2017.

GARCIA, C. M. **Climatología Urbana.** Textos docentes 160. Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, 1999.

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

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 abr. 2017.

KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture.** IV ENCAC ENTAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Salvador, 1997.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência Urbana – Urban Environment**. Masquatro Editora, 3° Edição- Porto Alegre, 2009.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano**. Série Teses e Monografias**, n°.26. USP/IG. São Paulo. 1976.

MUSEU DO AMANHÃ. **De onde viemos? Quem somos? Onde Estamos? Para onde Vamos?** Livro digital, 2016. Disponível em: <https://museudoamanha.org.br/sites/default/files/Livro_MdA_DIGITAL_PORTUGUES.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

NIEMEYER, M. L. A. **Conforto acústico e térmico, em situação de verão, em ambiente urbano**: uma proposta metodológica. Tese (Doutorado). Pós-graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

OKE, T. R. **Streets Design and Urban Camopy Layer Climate.** Energy and Building. v.11, p. 103-113, 1998.

OKE, T. R., MAXWELL, G.B. **Urban heat island dynamics en Montreal and Vancouver**. Atmospheric Environment, v.9, p. 191-200, 1975.

ONU. **World Urbanization Prospects.** Oganização das Nações Unidas (ONU), 2014. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>. Acesso em: 05 Jun. 2017.

PBMC. **Mudanças Climáticas e Cidades.** Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.). COPPE – UFRJ, 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9. Rio de Janeiro, 2016.

ROMERO, M. A. B. **A Arquitetura Bioclimática do Espaço Público.** Editora Universidade de Brasília. Brasília, 2001.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Projeto Editores Associados. São Paulo. 1988.

SODOUDI, S.; Shahmohamadi, P.; Vollack, K.; Cubasch, U.; Che-Ani, A. I. Mitigating the Urban Heat Island Effect in Megacity Tehran. **Advances in Meteorology,** Volume 2014, Hindawi Publishing Corporation, 2014.