

A VARIABILIDADE CLIMÁTICA CAUSADA PELO ADENSAMENTO URBANO – estudo de caso na cidade de Pelotas-RS

RAISCHA HOLZ RIBAK; ¹ LISANDRA FACHINELLO KREBS ²

¹Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo –
raischa.h.ribak@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo –
lisandra.krebs@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O aumento na densidade construída modifica o tecido urbano, alterando o uso e a permeabilidade do solo (ACIOLY, C.; DAVIDSON, F., 1998). Além disso, influencia diretamente na qualidade do ambiente construído, com consequências diretas nas variáveis climáticas como a direção e velocidade dos ventos, na umidade relativa do ar e na temperatura do ar, principalmente na temperatura radiante média - TMR (DOS SANTOS *et al.*, 2022). A verticalização dos edifícios é uma das alternativas mais utilizadas para o aumento da densidade construída em centros urbanos médios e grandes brasileiros (CASTRO, 1998) e, com isso, o impacto da temperatura radiante média (TMR) é percebido ao nível do pedestre nas calçadas e em miolos de quadras.

Atualmente existe uma quantidade limitada de estudos a respeito dos efeitos da morfologia urbana sobre os microclimas do Sul do Brasil (DOS SANTOS, *et al.*, 2022). Este trabalho busca contribuir com a produção de conhecimento a respeito dos efeitos do aumento na densidade urbana em cidades médias desta região. A cidade selecionada para o estudo é Pelotas, ao Sul do estado. Ela pertence à Zona Bioclimática 2 (ABNT, 2005) e possui classificação Cfa - Clima Temperado, sem estação seca e de verão quente (KOTTEK, M. *et al.*, 2006), com grande amplitude térmica diária e entre estações.

O local escolhido foi uma quadra no bairro Fragata onde há um adensamento ocorrendo através de um empreendimento contrastante com a densidade populacional do entorno. Simulações computacionais foram realizadas no programa ENVI-met. 5.0., para o dia típico de inverno, os dados climáticos foram coletados a partir do arquivo climático TMY, a qual realiza a coleta os dados climáticos durante 10 anos e fornece uma tabela hora a hora de todos os dias do ano, a partir de uma média dos dados (CLIMATE ONE BUILDING, 2022), no programa ENVI-met. 5.0.

O objetivo deste recorte do estudo é analisar os efeitos sobre a variável climática da temperatura radiante média (TMR), ao nível do pedestre, no miolo da quadra durante o período do inverno. Na próxima etapa do trabalho será realizada a análise de todas as variáveis climáticas e o impacto delas no conforto térmico em ambientes abertos.

2. METODOLOGIA

O trabalho é um caso de estudo de uma quadra que está passando por um processo de verticalização. A quadra em situação atual e prevista foi modelada e

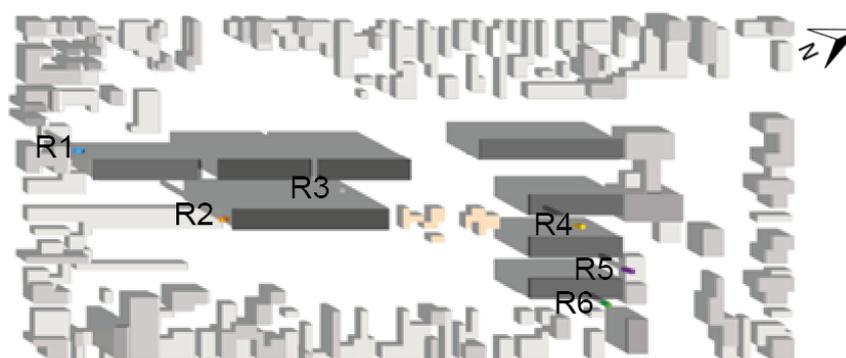
simulada para que houvesse uma análise da variabilidade da temperatura radiante média. Simulações computacionais com o programa ENVI-met, versão 5.0.2, foram feitas para o dia típico de inverno. O método foi composto por três etapas: 1) Estudo da quadra; 2) Modelagem e simulação computacional; e 3) Análise dos resultados.

A primeira etapa foi a escolha da área para este estudo. A quadra analisada está em processo de adensamento com a construção de um condomínio com mais de 400 apartamentos, em blocos de cinco e oito pavimentos, implantados na parte central da quadra. Atualmente o entorno possui edificações térreas e com dois pavimentos, com apenas uma exceção: um edifício com quatro pavimentos. A futura densificação valida o interesse no estudo dos efeitos deste empreendimento para o microclima do entorno.

A segunda etapa foi a modelagem e simulação da quadra para os cenários, atual (C.1) e futuro (C.2), que reproduz o adensamento previsto com a construção do condomínio. A modelagem (Figura 1) foi realizada para os X, Y e Z os quais possuem um grid de três metros. O eixo Z foi determinado a partir da padronização da altura de um pavimento e os eixos X e Y, foram decididos a partir do levantamento das edificações e um cálculo para encontrar o grid que menos alteraria a morfologia urbana real. O recorte analisado neste estudo é o miolo da quadra, por esse motivo, as calçadas e ruas não foram modeladas.

A fim de reduzir o número de variáveis para a simulação, foi feita uma padronização da materialidade das edificações. Pela mesma razão, as vegetações não foram levadas em consideração nessa etapa do trabalho. Os Pontos receptores – pontos para a coleta das variáveis ambientais – foram alocados de maneira a facilitar a análise e compreensão dos efeitos causados pelo adensamento na quadra. Para a definição da localização dos pontos receptores fez-se uma análise da insolação solar em diferentes horários no inverno, no programa *SketchUp*. Esta análise permitiu a visualização dos pontos onde ocorreria maior sombreamento, impactando a TMR de forma mais notável. (Figura 1)

Figura 1: Posição dos receptores. (fonte: autoras)



Nota: Sombreamento no equinócio de inverno as 9h.

Para a simulação dos cenários, foram utilizadas as médias das variáveis climáticas na semana mais fria do ano típico de 13 a 19 de junho. Os dados de entrada foram: Temperatura máxima do ar de 12.66°C e mínima de 6.39°C; Umidade

relativa máxima de 90.57% e mínima de 62.29%, velocidade do vento a 3.4m/s² e direção do vento igual a 0°. A incidência solar direta e nebulosidade foram ajustadas a partir do fator solar (0.5).

A simulação ocorreu em um ciclo diário (24h) e a análise ocorreu das 9h às 16h, devido a maior incidência solar durante esse período – informação confirmada na tabela TMY de Pelotas - com isso a maior variabilidade do dado climático, e o maior impacto no futuro estudo do conforto térmico, com isso a variável estudada nesse recorte é a TMR. A etapa de análise foi realizada sob os dados coletados pelos receptores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos do adensamento para o microclima no centro da quadra foram confirmados. A redução da TMR indica um aumento da sensação de frio nos locais analisados. A partir da análise do gráfico da TMR no C.1 (Figura 2), é possível perceber que o único receptor que apresentou variação foi o R5, que recebe o sombreamento de uma edificação de dois pavimentos das 9h às 10h da manhã.

Figura 2: Gráfico da TMR no C.1 (fonte: autoras)

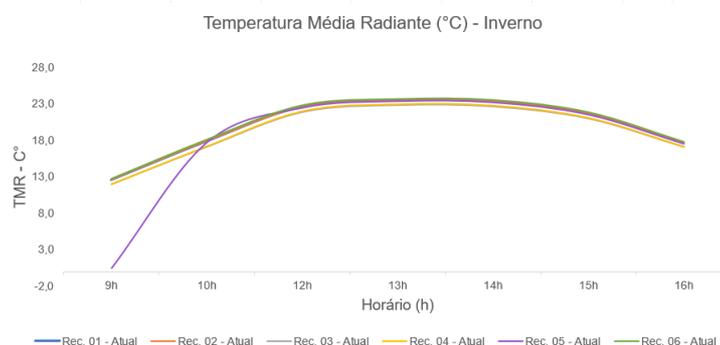
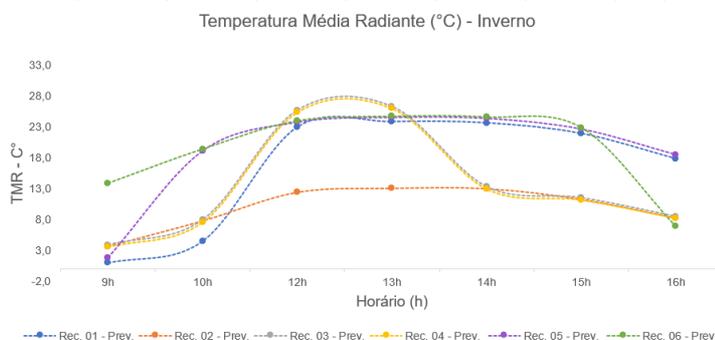


Figura 3: Gráfico da TMR no C.2 (fonte: autoras)



Já no C.2 (Figura 3), percebe-se que o R1 apresentou variação no início da manhã, se mantendo constante no período da tarde. O R2 apresentou uma redução significativa da temperatura durante todo o período analisado. Os receptores R3,

R4 e R6 apresentaram variação semelhante das 12h às 13h, onde houve um aumento da TMR. Por fim, o R5 manteve-se com comportamento semelhante ao C.1. Todas essas reduções na TRM aconteceram em zonas de sombreamento geradas pelas edificações de grande altura, e os picos de temperatura ocorreram no período mais alto do sol, onde não havia projeção de sombra na altura do pedestre.

Com isso espera-se resultados negativos de conforto térmico nas zonas de sombreamento para a época fria do ano, e acredita-se que as zonas que aumentaram o TMR seriam aquelas escolhidas pelos usuários para permanecerem, porém para comprovar isso deve ser realizada a análise das demais variáveis e posteriormente a análise do conforto térmico.

4. CONCLUSÕES

O trabalho em desenvolvimento tem por objetivo o estudo dos efeitos do adensamento no microclima urbano, na altura do pedestre em uma quadra na cidade de Pelotas. O método utilizado se mostrou eficaz para a análise preditiva destes efeitos. Os resultados indicaram efeitos negativos do adensamento no período do inverno para o recorte estudado, com um aumento no frio nos locais analisados. A continuação do estudo prevê a análise completa no período de inverno e para o período do verão, assim como a análise do conforto térmico com utilização do índice PET (*Physiological Equivalent Temperature*).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidades urbanas: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. São Paulo: Mauad, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Desempenho Térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. NBR 15220-3. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BRA_RS_Pelotas-Lopes Neto.Intl.AP8398550_TMYx.2007-2021 em CLIMATE ONE BUILDING, 2022. Disponível em: https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html

CASTRO, Luiz Guilherme Rivera. Adensamento e Dinâmicas de transformação urbana. **IV enanparq**. Porto Alegre, 2016.

SANTOS, M. M. d; KREBS, L. F.; RIBAK, R. H. INFLUÊNCIA DO ADENSAMENTO CONSTRUTIVO SOBRE OS MICROCLIMAS: Estudos brasileiros e singularidades do Sul. **Revista PIXO**. V. 6, n.21 p. 198-204. Outono, 2022.

SANTOS, M. M. d; KREBS, L. F.; RIBAK, R. H. Urban verticalization: predicting the effect of a Master Plan on microclimate in Bagé, Brazil. **PLEA SANTIAGO**, 2022. (Aceito para publicação)

KOTTEK, M. et al. **World map of the Köppen-Geiger climate classification updated**. Meteorologische Zeitschrift, v.15, n.3, p.259-263, 2006.