



# Efeitos do Adensamento Construtivo Sobre Microclimas Urbanos: estudo de caso em Bagé/RS

Mônica Machado dos Santos<sup>a</sup>, Lisandra Fachinello Krebs<sup>b</sup>, Raischa Holz Ribak<sup>c</sup>   
e Maurício Couto Polidori<sup>d</sup> 

<sup>a</sup> Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.  
E-mail: monicamsantos@outlook.com

<sup>b</sup> Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.  
E-mail: lisandra.krebs@ufpel.edu.br

<sup>a</sup> Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.  
E-mail: raischa.h.ribak@gmail.com

<sup>b</sup> Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.  
E-mail: mauricio.polidori@gmail.com

Submetido em 6 de março de 2023. Aceito em 26 de março de 2023.  
<https://doi.org/10.47235/rmu.v11i1.289>

---

**Resumo.** Tradicionalmente, o aumento do adensamento construtivo em cidades brasileiras ocorre sem a devida atenção aos efeitos sobre os microclimas, o que potencializa a criação de espaços abertos termicamente desconfortáveis. Esse estudo analisou os efeitos do aumento da densidade construída para o conforto térmico de pedestres em Bagé-RS, cidade de médio porte de clima subtropical úmido com verões quentes. A metodologia é qualitativa com estudo de caso e simulação computacional dos microclimas em um recorte urbano central no período atual (cenário 1) e em um prognóstico de adensamento para 2060 (cenário 2). As análises foram feitas para os extremos de verão e de inverno. A análise de insolação e sombreamentos demonstrou que o cenário 2 reduz o tempo de insolação das calçadas ao longo do dia, o que diminui a TRM, desfavorável ao conforto no inverno e benéfico no verão. Os resultados demonstraram que o aumento do adensamento construtivo limitado a edificações com três pavimentos no período mais quente do dia (às 14:00h) altera minimamente o microclima na quadra analisada, sem alterações significativas nos fluxos de ventos.

**Palavras-chave.** adensamento construtivo, prognóstico, conforto térmico, pedestres, espaços abertos

---

## Introdução

Proporcionar microclimas agradáveis é essencial para incentivar os pedestres ao uso de bicicletas, a caminhar pelas ruas ou a permanecer nos espaços urbanos (Gehl, 2014). Embora a relação dos microclimas urbanos com o uso dos espaços abertos nas cidades já seja conhecida (Krüger et al., 2019; Gregoletto, 2019), este não é um aspecto prioritário na práxis do crescimento urbano no Brasil. Pelo contrário: tradicionalmente, o aumento da densidade construída em cidades

brasileiras de médio a grande porte acontece pelo foco do mercado imobiliário em zonas de interesse econômico. A alteração da morfologia urbana decorrente do aumento na densidade construída interfere nas variáveis microclimáticas locais: temperatura e umidade relativa do ar, temperatura radiante média, velocidade e direção dos ventos (Aguiar et al., 2017; Barbosa et al., 2014; Medeiros & Filho, 2021). Com a modificação dos microclimas urbanos, a sensação de conforto térmico ao nível do pedestre também é alterada.

Os climas possuem peculiaridades em que o vento pode favorecer ou desfavorecer o conforto térmico de pedestres. Em Passo Fundo-RS, Morsch e Silvosso (2017) realizaram um estudo durante o verão, comparando medições climáticas entre o Centro da cidade (mais denso), e um bairro menos urbanizado e com menor densidade. Os autores constataram o aumento de aproximadamente 2°C na temperatura e de 8% na umidade relativa do ar no centro da cidade em relação ao bairro menos denso. Outros autores estudam os microclimas de diferentes proporções de cânions urbanos que, segundo Nunez e Oke, (1977), são a combinação de superfícies horizontais (as vias), e verticais (as edificações). A Figura 1 ilustra o cânion urbano da Avenida Borges de Medeiros, em Porto Alegre-RS.



**Figura 1.** Exemplo de Cânion Urbano na Avenida Borges de Medeiros, Porto Alegre. (fonte: Omar Junior, 2008)

Muniz-Gäal et. al. (2018) e Lima (2018) estudaram cânions urbanos com relações H/W (largura da via / altura média das edificações) até 1,4 e 2,25 respectivamente, e observaram que as maiores proporções (1,4 e 2,25) favorecem o conforto térmico no verão para as cidades de Campinas/SP e Umuarama/PR, ambas com clima subtropical úmido com verões quentes - “Cfa”.

Oke et al. (2017) contam que, se por um lado o sombreamento causado pela verticalização pode favorecer o conforto térmico em climas

quentes, por outro tende a prejudicá-lo em climas com períodos frios – como o “Cfa” de Bagé. Muniz-Gäal et. al. (2018) observaram que o aumento de sombreamento nos espaços abertos de Campinas/SP reduziu a média diária do índice de conforto térmico *Physiological Equivalent Temperature* (PET)<sup>1</sup> no inverno, o que pode agravar o desconforto por frio existente naquela estação. Diferentemente, para o clima tropical de Brasília, Silva et al. (2020) observaram melhor desempenho térmico para relações W/H em que a largura da via é 3 a 7 vezes maior que a altura média das edificações. No caso de Brasília, os cânions mais profundos (relação W/H menor que 1) podem acumular calor, devido ao clima tropical, quente.

A ventilação é outro fator de grande influência sobre os microclimas. Oke (2002) conta que à medida que os edifícios se aproximam, os ventos percorrem majoritariamente alturas acima dos mesmos, sendo barrados em alguns pontos mais baixos. Em Palmas-TO, a elevação da velocidade do vento em áreas com edificações mais altas (apresentando maior rugosidade devido ao aumento das superfícies construídas) desfavorece o conforto térmico ao reduzir a umidade relativa, variável importante em climas secos (Medeiros e Filho, 2021). Diferentemente, Nogueira et al. (2018), afirmam que em Maceió, clima tropical de savana, a verticalização de quinze pavimentos é um aspecto favorável ao conforto térmico em períodos quentes. Neste caso, o aspecto favorável da verticalização se dá quando a mesma é associada à permeabilidade do vento entre as edificações.

Observando que as legislações urbanísticas são pouco fundamentadas em estudos climáticos, Barbosa et al. (2014) e Muniz-Gäal et al. (2018) apontam para a necessidade de análises para apoiar a legislação urbanística em antever impactos para o conforto térmico. Barbosa et al. (2014) chegam a esta conclusão a partir da constatação do aumento de áreas com sensação de estresse térmico por calor decorrentes das alterações na morfologia urbana pautadas por políticas urbanas ambientalmente inadequadas entre 1930 e 2010 em Copacabana/RJ.

Concordando com Gehl (2014), Krüger et al. (2019) enfatizam a importância de espaços abertos que favoreçam o conforto térmico para

a permanência das pessoas. Em estudo na Praça Japão, em Curitiba-PR, os autores identificaram uma estreita relação entre a permanência das pessoas e neutralidade térmica no local, expressa através do índice térmico PET. Em Curitiba (clima subtropical úmido com verões amenos - Cfb, na classificação Köpper), o conforto ocorre em ambientes abertos sombreados no verão e ensolarados no inverno. Para o mesmo clima (Cfb), Gregoletto (2019) conta que o sombreamento dos edifícios sobre as calçadas é visto como positivo para 71,4% dos pedestres entrevistados em Caxias do Sul/RS. Esta visão positiva é associada a um maior conforto térmico no verão. Já para os outros 35,7% dos entrevistados, o sombreamento foi avaliado como ponto negativo devido ao inverno, por gerar maior sensação de desconforto por frio e por colaborar com a umidade de pisos, tornando-os mais escorregadios. O clima Cfb, assim como o Cfa (de Bagé), apresenta períodos de frio intenso, ambos registrando as temperaturas mais baixas do Brasil.

Estudos preditivos sobre os efeitos do adensamento urbano sobre os microclimas podem contribuir para um planejamento urbano atento à qualidade de vida nas cidades e responsivo aos desafios postos pelos cenários de mudanças climáticas. Cidades de médio porte consistem em potenciais objetos de estudo devido ao seu estágio de



**Figura 2.** Localização da cidade de Bagé (fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu, 2006)

adensamento, ainda passíveis de terem desenvolvimento urbano atento às condições e implicações climáticas, diferentemente de

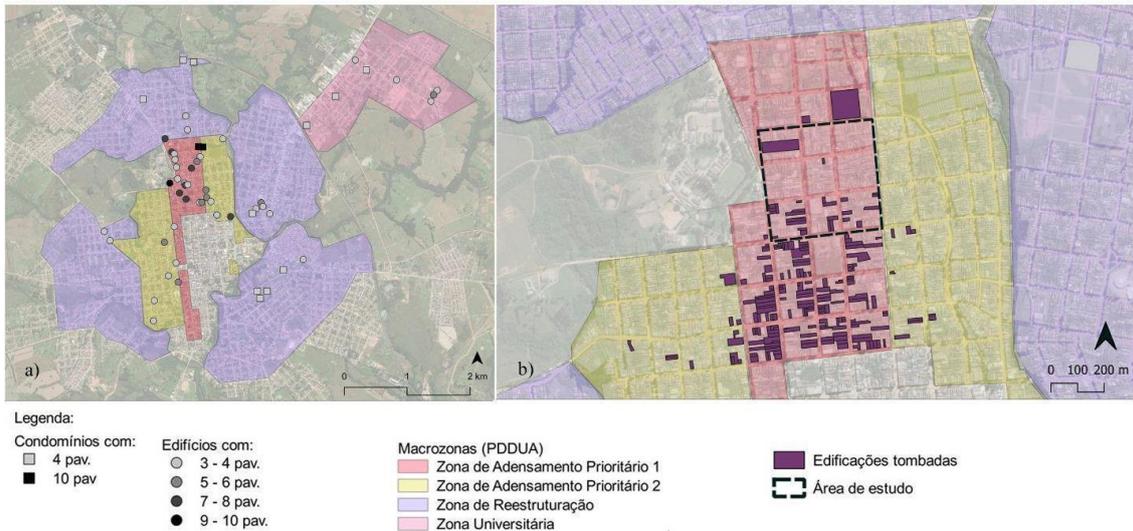
grandes centros urbanos que buscam por alternativas mitigadoras.

Este estudo analisou os efeitos do aumento do adensamento construído sobre o conforto térmico de pedestres em espaços abertos em um recorte de nove quadras na zona central de Bagé, cidade de porte médio ao Sul do Brasil (Figura 2), classificada por Köppen-Geiger como Cfa: clima subtropical úmido com verões quentes (Kotteck, 2006), que recebe ventos polares, intensificando o desconforto nos períodos frios.

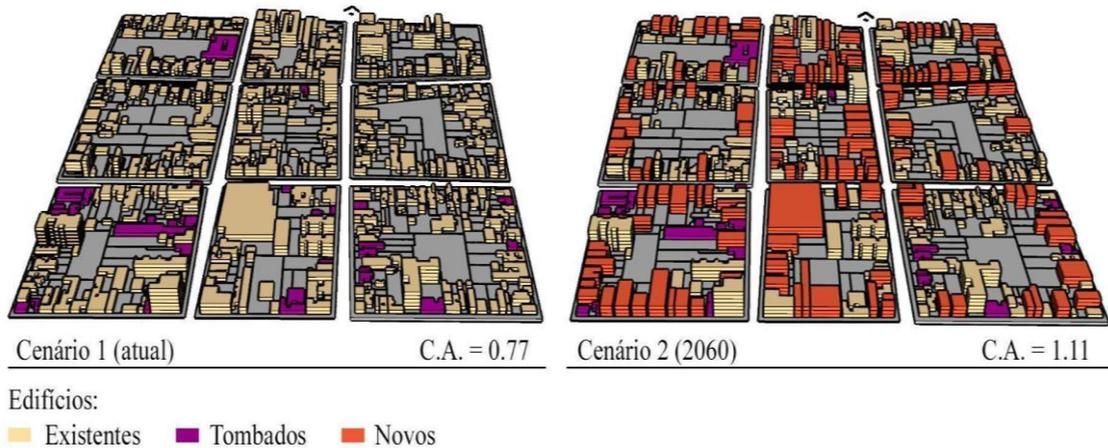
### Metodologia

Esta investigação tem caráter exploratório e método quali-quantitativo, com estudo de caso e simulação computacional de microclimas urbanos. O estudo de caso é um recorte de nove quadras com predomínio de edificações de até dois pavimentos, na zona central do tecido urbano de Bagé-RS. Para a definição do recorte, realizou-se o mapeamento de edificações com mais de dois pavimentos construídas na última década (2011-2021) com base em imagens de satélite do *Google Maps* e levantamento no local. A Figura 3.a apresenta o mapeamento realizado no programa QGIS, que demonstra a concentração de novos edifícios na Zona de Adensamento Prioritário I (ZAP1), escolhida para esse estudo. Nesta zona (ZAP1) foi selecionada para o primeiro cenário desse estudo (C1), (Figura 3.b), a área com as seguintes características: menor número de edificações tombadas; de vazios urbanos; e de edificações com mais de três pavimentos.

No segundo passo, realizou-se o levantamento da densidade construída em 2011 e 2021 no recorte delimitado e observou-se aumento de aproximadamente 10% nesse período (6,28 para 6,96). A seguir, aplicou-se essa taxa (10% por década) progressivamente até 2060 para definição do segundo cenário de estudo. Os lotes com edificações com menos de três pavimentos e não tombados foram numerados e sorteados para substituição das edificações existentes por novas com três pavimentos (nove metros de altura) até atingir-se a densidade construída para 2060. O sorteio dos lotes, também utilizado por Brandão (2020),



**Figura 4.** a) Mapa de localização de edifícios verticalizados construídos entre 2011 e 2021; b) Mapa de bens tombados e o recorte do estudo na ZAP I (elaborado pelos autores sobre imagens do Google Maps 2022, 2022)



**Figura 3.** Modelagem do cenário 1: atual e do cenário 2: prognóstico para 2060 (elaborado pelos autores, 2022)

traz o aspecto de aleatoriedade à escolha da localização das novas edificações, semelhante ao ocorrido no desenvolvimento das cidades e que dificilmente se pode prever com determinada precisão. As novas edificações não possuem recuo de ajardinamento (respeitando o predomínio das edificações da área), apresentam dois metros de recuo lateral (distanciamento mínimo para a existência de aberturas na fachada lateral conforme Plano Diretor vigente) para lotes com testada maior do que sete metros, e conservam a mesma taxa de ocupação (44%) em relação à 2021. A Figura 4 apresenta os dois cenários C1 e C2 modelados no programa *SketchUp* e suas respectivas densidades construídas, expressas pelo Coeficiente de Aproveitamento (C.A. - relação entre a área total construída e a área superficial da quadra).

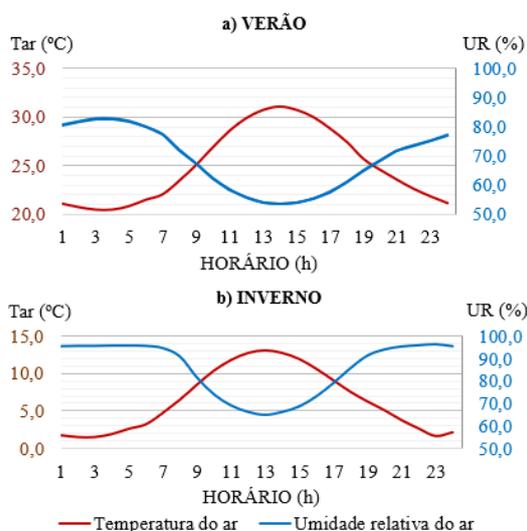
A partir dos cenários modelados, realizou-se a análise detalhada de sombreamento sobre as calçadas da quadra central ao longo do dia, para ambos cenários, no programa *SketchUp*. Esta análise foi feita para os dias 21 de dezembro (solstício de verão) e 21 de junho (solstício de inverno). A partir da observação

**Tabela 1.** Propriedades térmicas das superfícies de piso e envoltória dos edifícios (elaborado pelos autores, 2022)

	Propriedades térmicas	
	Absortância	Emissividade
<b>Paredes externas:</b>		
- Reboco interno e externo (2,5cm) de moderada insolação	0,4	0,9
- Tijolo furado (19cm)	0,6	0,9
<b>Coberturas:</b> telha cerâmica, cor terracota	0,5	0,9
<b>Calçadas e pátios:</b> concreto com desgaste (usado) cinza	0,7	0,9
<b>Vias carroçáveis:</b>		
Calçamento em Granito cinza	0,6	0,9
Asfalto escuro	0,8	0,9

da insolação e sombreamentos nas calçadas, os cenários foram modelados e seus microclimas simulados no programa *ENVI-met*, versão 5.0. A materialidade das superfícies e da envoltória das edificações foram especificadas conforme levantamento no local (Tabela 1).

As simulações foram realizadas para 24 horas do verão e do inverno, utilizando-se a média dos dados de temperatura e umidade relativa do ar das semanas extremas de verão e de inverno do Ano Climático de Referência<sup>2</sup> de



**Figura 6.** Dados horários de entrada da temperatura do ar e da umidade relativa para inverno e verão (elaborado pelos autores, 2022)

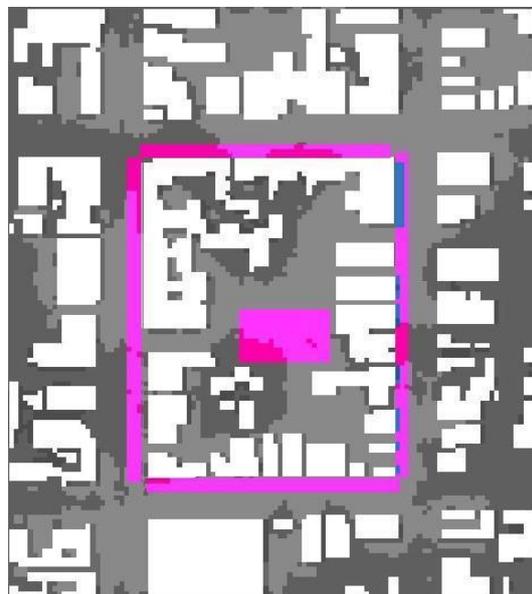
Bagé. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 5), assim como os dados de ventos e radiação solar (Tabela 2) foram calibrados nos modelos para o clima de Bagé.

**Tabela 2.** Dados de configuração do vento e da radiação solar (elaborado pelos autores, 2022)

	Verão	Inverno
Velocidade do vento a 10m (m/s)	3,2	2,8
Direção do vento (°)	45	45
Fator de ajuste solar	1,15	0,65
Fração de nuvens baixas (x/8)	2	3
Fração de nuvens médias (x/8)	0	3
Fração de nuvens altas (x/8)	0	0

Inicialmente analisou-se os resultados das simulações através de três pontos receptores localizados em cada calçada, conforme Krebs (2018), Muniz-Gäal (2020) e Brandão (2020). Neste estudo, devido aos cenários heterogêneos, verificou-se que a extração de dados por pontos receptores pode apresentar resultados divergentes do observado na análise solar, pois expressa a condição de pontos específicos que podem representar

uma exceção na calçada, como uma pequena área sombreada isolada. Em busca de resultados que melhor representem a situação real, os resultados das simulações são apresentados através da análise da Temperatura Radiante Média (TRM) e velocidade do vento no horário da temperatura



**Figura 5.** Pontos das calçadas e do meio de quadra considerados para extração dos resultados (elaborado pelos autores, 2022)

do ar mais quente do dia: 14:00h. Realizou-se a média das TRM dos pontos localizados nas quatro calçadas pertencentes à quadra central, e na área central da quadra, ao nível do observador (a 1,5m de altura), Figura 6. Esta média de TRM foi feita para os dois cenários, no inverno e no verão.

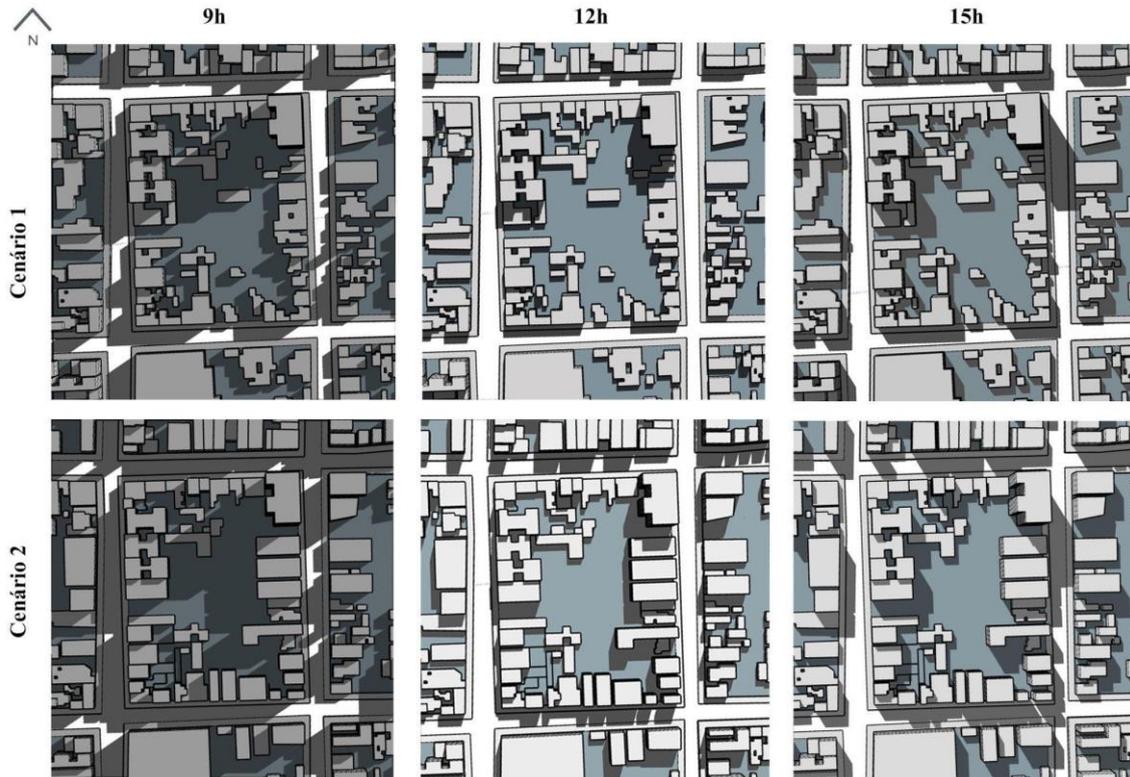
## Resultados e discussão

### Análise solar

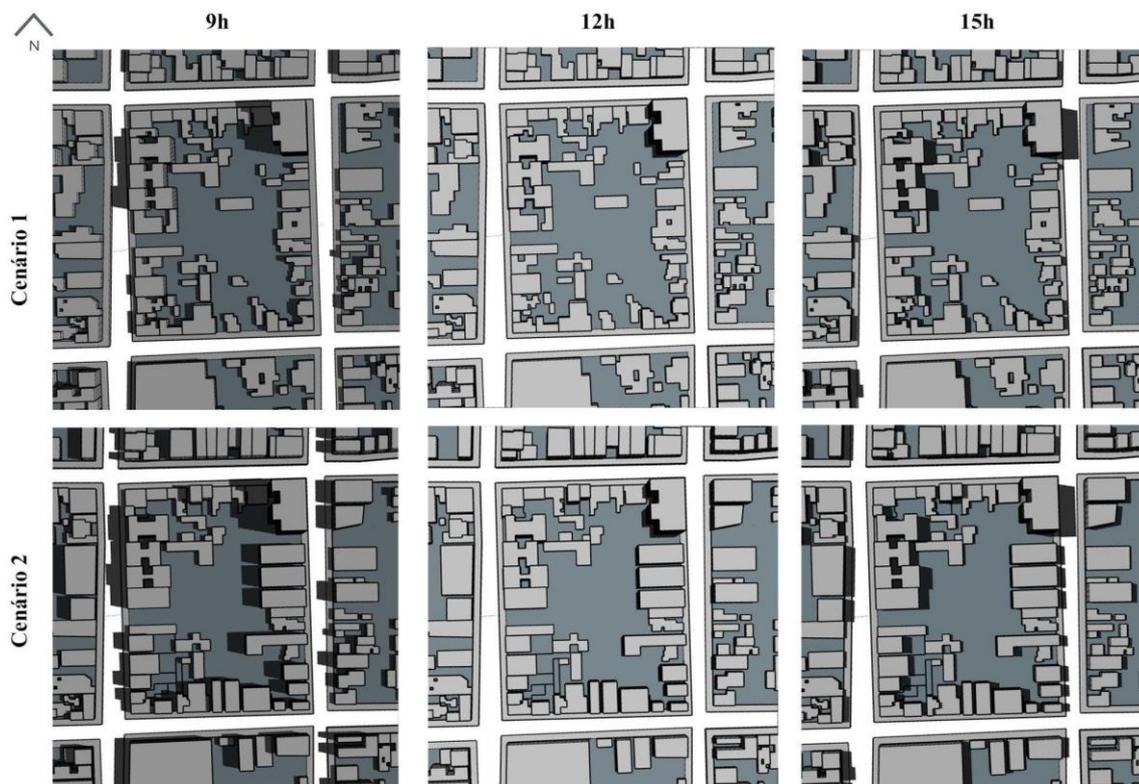
No inverno a trajetória solar é mais baixa em Bagé (31° 19' 53"S e 54° 06' 25" O) e, em função disto, as edificações com três pavimentos ainda permitem a permeabilidade à radiação solar nas calçadas em alguns períodos do dia. A trajetória solar no inverno percorre da orientação nordeste para a noroeste, o que faz com que os maiores efeitos de sombreamento sejam dos edifícios mais altos na fachada Sul da quadra vizinha sobre a calçada à Norte, o que resulta em mais períodos de desconforto térmico. A calçada Norte no cenário 2 apresenta três horas a mais de sombreamento em relação ao cenário 1 (às

9:00h, 15:00h e 16:00h), o que reduz a TRM nesses horários no local. A Figura 7 apresenta

os sombreamentos às 9:00h, 12:00h e 15:00h no inverno.



**Figura 7.** Sombreamento dos edifícios nos cenários 1 (a) e 2 (b) para o dia 21 de junho (elaborado pelos autores, 2022)



**Figura 8.** Sombreamento dos edifícios nos cenários 1 (a) e 2 (b) para o dia 21 de dezembro (elaborada pelos autores, 2022)

As calçadas à Oeste e à Leste no cenário 2 apresentaram apenas uma hora a mais de sombreamento em relação ao cenário 1 (respectivamente ao meio-dia e às 14:00h). A calçada ao Sul permanece sombreada durante o dia, sem alterações causadas pelo aumento de alturas das edificações, exceto onde não haviam edifícios construídos no cenário 1 (ao centro da fachada da quadra Sul). A área central da quadra, caracterizada predominantemente por áreas não edificadas nos dois cenários, apresentou aumento do sombreamento por apenas uma hora a mais que o cenário 1 (às 9:00h). A Figura 8 apresenta o sombreamento dos cenários 1 e 2 no período de verão.

No período de verão, a trajetória solar mais alta não projeta sombreamento dos edifícios da quadra vizinha sobre a calçada Norte. Neste período, os maiores sombreamentos acontecem sobre as calçadas Leste e Oeste. A calçada à Norte no cenário 2 tende a apresentar mínimos sombreamentos a mais que no cenário 1; o aumento de sombreamento acontece apenas no início da manhã (8:00h) e ao final da tarde (18:00h). As calçadas à Leste e à Oeste no cenário 2 apresentaram sombreamento por três horas a mais: às 7:00h, 14:00h e 15:00h e às 10:00h, 11:00h e 18:00h, respectivamente. O aumento do sombreamento acontece em horários de radiação solar mais intensa, o que resultará em reduções significativas na TRM e implicará em melhores condições de conforto térmico. O aumento da altura dos edifícios não promoveu alterações significativas no sombreamento da calçada Sul, exceto onde não haviam edifícios construídos no cenário 1 (ao centro da fachada da quadra Sul). A área central da quadra, devido ao predomínio de áreas não edificadas em ambos cenários e à

trajetória solar mais alta, também não apresentou efeitos sobre o sombreamento.

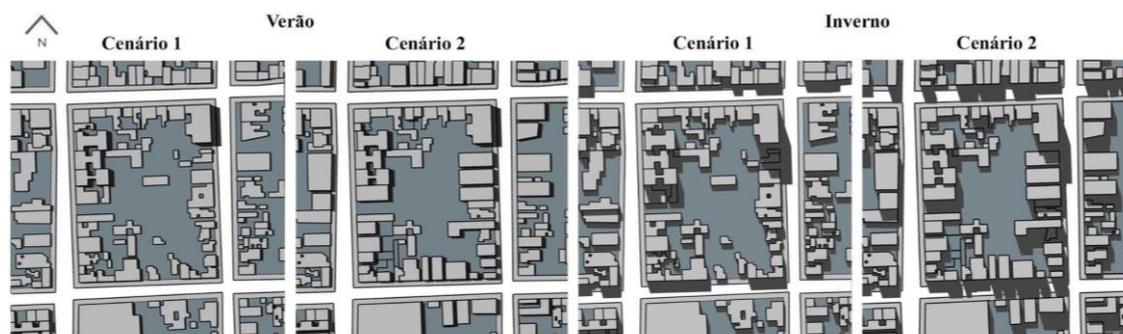
#### *Temperatura Radiante Média e Velocidade do Vento*

Os resultados de TRM às 14:00h, Tabela 3, demonstram maiores efeitos nas calçadas à Leste e ao Sul no inverno e à Leste no verão, que possuem áreas sombreadas apenas no cenário 2, Figura 9, conforme a trajetória solar. Comparando o cenário 1 em relação ao 2 no inverno, observa-se redução de 1,5°C na calçada Leste e de 2,4°C na calçada Sul, o que pode interferir negativamente na sensação de conforto térmico. No verão, observou-se redução de 1,3°C na calçada Leste, em concordância com a análise solar. Nas demais calçadas e no centro da quadra os efeitos foram mínimos devido à exposição solar no horário em ambos cenários.

**Tabela 3.** TRM (°C) às 14h para inverno e verão nos cenários 1 e 2 (elaborado pelos autores, 2022)

	Inverno		Verão	
	Cenário 1 (atual)	Cenário 2 (2060)	Cenário 1 (atual)	Cenário 2 (2060)
Norte	22,2	21,9	61,6	61,9
Sul	<b>20,1</b>	<b>17,7</b>	61,8	62,3
Leste	<b>20,6</b>	<b>19,1</b>	<b>61,2</b>	<b>59,9</b>
Oeste	22,2	21,9	61,9	62,2
Centro	21,7	21,6	61,6	62,1

Diferentemente do esperado em função da análise solar, ao considerar que radiação solar no inverno é menos intensa, as reduções de TRM ocorreram com semelhantes intensidades em ambos períodos, inverno e verão. Possivelmente, isso decorreu da maior área de calçada sombreada no inverno em relação ao verão, compensando a radiação solar mais baixa e resultando em reduções semelhantes. Nesse estudo, os resultados das simulações indicaram que novas edificações



**Figura 9.** Sombreamento dos edifícios nos cenários 1 e 2 para verão e inverno às 14:00 horas a 1,5m de altura (elaborado pelos autores, 2022)

com nove metros de altura e recuos laterais

mínimos (2 metros) foram insuficientes para resultar no barramento e canalização dos ventos. Para as duas estações, as velocidades do ar apresentaram mínimas alterações às 14:00h entre os cenários, demonstrando que, para o caso estudado, a elevação da altura de edificações para três pavimentos não implica em efeitos significativos para o conforto térmico de pedestres.

### Considerações finais

Este estudo analisou os efeitos do aumento do adensamento construído para Bagé-RS, cidade de médio porte no Sul do Brasil, no inverno e no verão. A análise de insolação e sombreamentos nas calçadas demonstrou que o cenário 2 reduz o tempo de insolação das calçadas principalmente Norte no inverno e Leste e Oeste no verão, o que reduz a TRM, desfavorável ao conforto no período frio e benéfico no verão. Os resultados demonstraram que o aumento do adensamento construtivo limitado a edificações com três pavimentos no período mais quente do dia (às 14:00h) altera minimamente o microclima na quadra analisada, sem alterações significativas nos fluxos de ventos. Nesse estudo, os maiores efeitos foram observados pontualmente nas calçadas de orientação Leste e Sul devido à posição solar às 14:00h. A área central da quadra tende a não apresentar significativas alterações no microclima em razão da baixa ocupação da área por edificações em ambos cenários (assim como observado às 14h). Em continuidade a esse estudo serão analisados os resultados de TRM nos demais horários do dia e realizada a aplicação de um índice de conforto térmico aos resultados, possibilitando resultados mais próximos dos efeitos do adensamento para o conforto térmico de pedestres.

### Agradecimentos

O presente estudo foi desenvolvido com apoio da FAPERGS e CNPq.

### Referências

Aguiar, L. F. M. C. et al. (2017) “Caracterização de Cânions Urbanos e seus Efeitos Climáticos em Área com Intenso Processo de Verticalização na Cidade de Fortaleza, Ceará.”, *Revista Brasileira de*

*Geografia Física* 10, 04, 1046-1058. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233986>

Barbosa, G. S. et al (2014) “Análise de Projeto Urbano a partir de parâmetros urbanos sustentáveis: alteração morfológica de Copacabana (1930 - 1950 - 2010)”, *urbe Revista Brasileira de Gestão Urbana* 6, 3, 275-287.

<https://periodicos.pucpr.br/Urbe/article/view/4360/4282>

Brandão, L. K. V. (2020) “Verticalização e ambiente térmico urbano análise de parâmetros urbanísticos integrados à abordagem bioclimática em Arapiraca, Alagoas”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

Gehl, J. (2014) *Cidade Para Pessoas* (Perspectiva, São Paulo)

Gregoletto, D. (2019) Edifícios altos na cidade média de Caxias do Sul: efeitos na estética urbana, nos usos de espaços abertos e na satisfação residencial, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Lima, D.C.R. (2018) “Forma e arborização em cânions urbanos: tendências de estresse térmico para o pedestre em cenários futuros de Umuarama/PR.”, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Kottek, M. et al. (2006) “World map of the Köppen-Geiger climate classification updated.” *Meteorologische Zeitschrift* 15, 3, 259-263.

[https://www.schweizerbart.de/papers/metz/de/tail/15/55034/World\\_Map\\_of\\_the\\_Koppen\\_Geiger\\_climate\\_classificat?af=crossref](https://www.schweizerbart.de/papers/metz/de/tail/15/55034/World_Map_of_the_Koppen_Geiger_climate_classificat?af=crossref)

Krebs, L. F. (2018) “Extensive green roofs in Porto Alegre, Brazil. Effect on indoor thermal comfort in residential buildings.”, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil e Lund University, Porto Alegre (Brasil) e Suécia.

Krüger, E. L. et al. (2019) “Identifying solar access effects on visitors’ behavior in outdoor resting areas in a subtropical location: a case study in Japan Square in Curitiba, Brazil” *International Journal of biometeorology* 63,

3, 301-313. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-01664-z>

Medeiros, J. M. M.; Filho, L. G. A. (2021) “Conforto ambiental em uma nova capital modernista: a verticalização na margem do Lago de Palmas”, *Anais do XVI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído* 16, 253-262. <https://www.even3.com.br/anais/encac2021/>

Morsch M. R. S.; Silvano M. M. (2017) “Avaliação microclimática de uma cidade de médio porte.”, *Anais do XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído* 14, 214-221.

Muniz-gaal, L. P. et al. (2018) “Parâmetros urbanísticos e o conforto térmico de cânions urbanos: o exemplo de Campinas, SP.” *Ambiente Construído*, 18, 2, 177-196. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000200249>

Muniz-gaal, L. P. et al. (2020) “Urban geometry and the microclimate of street canyons in tropical climate.” *Building and Environment*, 169, 106547.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106547>

Nogueira, A. M. P. et al. (2018) “Impacto da verticalização no microclima urbano: o caso do bairro Guaxuma, em Maceió-AL, Brasil.” *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 9, 2, 72-85. <https://doi.org/10.20396/parc.v9i2.8650267>

Nunez M.; Oke, T. R. (1977) “The Energy Balance of an Urban Canyon.” *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 16, 1, 11-19.

Silva, C. F. et al. (2020) *Simulação, Ambiente e Energia no Espaço Construído* (Universidade de Brasília, Brasília)

Oke, T. R. et al. (2017) *Urban climates* (Press, Cambridge University).

Oke, T. R. (2002) *Boundary Layer Climates* (Routledge, Londres).

## Tradução do título, resumo e palavras-chave

*Built density effects in urban microclimates: study case in Bagé/RS*

**Abstract** Traditionally in Brazilian cities, the built density increase occurs without proper attention to the effects on the microclimates. It boosts the formation of thermally uncomfortable open spaces. This study analysed the effects of built density increase on pedestrian thermal comfort in Bagé-RS, a medium city with subtropical climate with hot summers. The method is quali-quantitative with a case study and computational simulation of microclimates in a current urban central clipping (scenario 1) and a density prognosis to 2060 (scenario 2). The study was done in summer and winter extremes. The insulations and shadow analysis demonstrated scenario 2 reduces the insulation time on sidewalks during the day, which increases the TRM. It is unfavourable to comfort in the winter and beneficial in the summer. The results demonstrated minimal changes in microclimate in the analysed square (scenario 2) that limited the buildings to 3 storeys, at the hottest time of the day (at 2 pm).

**Keywords.** built density, prognosis, thermal comfort, pedestrian, open spaces

Editores responsáveis pela submissão: Danielly Aliprandi,  
Antonio Leandro Crespo de Godoy, Vera Tangari.

Licenciado sob uma licença Creative Commons.

