

# ADENSAMENTO URBANO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SUL GLOBAL: ESTUDOS PREDITIVOS DOS EFEITOS SOBRE MICROCLIMAS NA CIDADE DE PELOTAS, BRASIL

JAIRLAN DA SILVA ANDRADE<sup>1</sup>;  
LISANDRA FACHINELLO KREBS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas– [arq.jairlan.andrade@gmail.com](mailto:arq.jairlan.andrade@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [lisandra.krebs@ufpel.edu.br](mailto:lisandra.krebs@ufpel.edu.br)

## 1. INTRODUÇÃO

O adensamento urbano é uma característica crescente em cidades de porte médio no Brasil, impulsionado pela expansão populacional, pela demanda por habitação e pela concentração de atividades econômicas. Esse processo altera significativamente o microclima urbano, impactando variáveis como temperatura, umidade, ventilação e sombreamento, que por sua vez influenciam diretamente o conforto térmico e a qualidade ambiental das cidades. A cidade de Pelotas, localizada no extremo sul do Brasil e inserida em uma zona de clima subtropical, apresenta peculiaridades históricas e arquitetônicas que, combinadas ao crescimento urbano recente, tornam-se particularmente relevantes para a análise das transformações microclimáticas.

Pesquisas consolidadas na climatologia urbana apontam que fatores como a densidade construída, a geometria das edificações e a presença de áreas verdes moldam de forma decisiva os microclimas locais (ASSIS, 2006; OKE apud DUARTE, 2000). Estudos aplicados em contextos brasileiros, como os de GUSSON (2020) em São Paulo e KREBS (2018) em Porto Alegre, reforçam a importância da orientação solar e da arborização como determinantes do conforto térmico ao nível do pedestre. As peculiaridades arquitetônicas de Pelotas, aliadas ao adensamento urbano, podem criar ilhas de calor, alterar padrões de circulação de ar e influenciar a dispersão de poluentes. Entretanto, ainda são escassas as investigações em cidades de médio porte do Sul do Brasil, onde a progressão climática acentuada torna o tema ainda mais desafiador.

Neste cenário, o presente trabalho propõe investigar os efeitos do adensamento urbano sobre o microclima ao nível do pedestre em Pelotas, a partir de simulações computacionais e medições empíricas. A pesquisa parte da compreensão de que o planejamento urbano pode se beneficiar da integração entre estratégias de desenho urbano e diretrizes de eficiência energética, articulando diferentes escalas de análise — do edifício à cidade — no enfrentamento das mudanças climáticas. O objetivo central é avaliar como diferentes cenários de densificação influenciam as condições microclimáticas, subsidiando a formulação de políticas públicas e diretrizes projetuais voltadas à promoção de um ambiente urbano mais sustentável, resiliente e confortável para a população.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa será estruturada em etapas integradas que combinam revisão teórica, análise documental do Plano Diretor e Código de Obras de Pelotas, modelagem computacional e validação empírica. O trabalho prevê definição de recortes espaciais estratégicos, coleta de dados de campo com

equipamentos de precisão, calibração do modelo computacional e, posteriormente, simulações de cenários de adensamento, com o intuito de avaliar os impactos do adensamento urbano sobre o microclima ao nível do pedestre em Pelotas. O método tem como base estudos anteriores que exploraram a climatologia urbana com suporte de modelos paramétricos, como BIANCHI (2024).

Inicialmente, será realizada uma revisão de literatura, contemplando os principais conceitos e estudos sobre adensamento urbano e mudanças climáticas, com ênfase nos trabalhos do grupo de pesquisa *Cidades de Médio Porte do Extremo Sul do Brasil e em Zona de Fronteira: Qualificação e Proposição de Espaços Públicos Sensíveis às Relações Intergeracionais, Inclusivas e Sustentáveis*. Paralelamente, será conduzida a análise do Plano Diretor e do Código de Obras vigentes de Pelotas – RS, com o objetivo de identificar diretrizes urbanísticas relevantes, concomitante aos estudos de capacitação da plataforma de simulação ENVI-met, utilizada para modelagem tridimensional de cenários urbanos e obtenção de variáveis climáticas, apoiada em aprendizagem formal e em referências bibliográficas especializadas

A etapa de definição dos recortes urbanos a serem experimentados, integrará a pesquisa em desenvolvimento, coordenada pela Prof.<sup>a</sup> Dra. Lisandra Fachinello Krebs, em conjunto com grupo de pesquisa em microclimas urbanos, pertencente à linha Cidade e Sociedade do PROGRAU, e contará com o apoio institucional da Prefeitura Municipal de Pelotas. Partindo do Mapeamento da Temperatura da Superfície Terrestre, com o objetivo de identificar a existência de áreas com potencial risco na cidade (áreas com maior exposição ao calor com concentração de população em vulnerabilidade socioeconômica). Consequentemente o Mapeamento das Características Físicas de áreas com maior contribuição para o desconforto térmico ao nível do pedestre, na qual as zonas de estudo de Pelotas serão identificadas através do levantamento das zonas mais quentes

Propõe-se agregar o estudo assertivo de Santos (2023) realizado sobre a cidade de Bagé, para analisar os efeitos do aumento do adensamento construtivo sobre o conforto térmico de pedestres em espaços abertos na cidade, onde se evidenciou a necessidade de estudos que investiguem o aumento do adensamento construtivo somado aos efeitos das projeções de mudanças climáticas globais sobre os microclimas de cidades de médio porte, tendo em vista não só o conforto térmico, mas também a saúde humana.

Por fim, os resultados obtidos nas simulações e medições serão comparados com índices de conforto térmico reconhecidos, permitindo avaliar a adequação das diferentes configurações urbanas e fundamentar a elaboração de diretrizes urbanísticas voltadas à mitigação dos impactos climáticos em cidades de médio porte. As análises terão como foco compreender os efeitos do calor urbano sobre os moradores da cidade de Pelotas, em cenários climáticos atual e futuros.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a serem obtidos demonstrarão o progresso das diferentes etapas previstas na pesquisa, evidenciando avanços significativos na compreensão dos conceitos teóricos, na análise documental e no domínio das ferramentas computacionais.

A revisão de literatura permite consolidar os principais estudos sobre adensamento urbano e mudanças climáticas, onde compreende-se que, diante das projeções do IPCC, que indicam o aumento da frequência de eventos extremos, alterações nas temperaturas médias e mudanças nos regimes de precipitação nas

próximas décadas, é possível inferir que o desempenho térmico, energético e funcional das edificações contemporâneas será diretamente impactado.

Paralelamente, a análise do Plano Diretor e do Código de Obras de Pelotas – RS possibilita identificar diretrizes urbanísticas que orientam o planejamento municipal. Conforme destacam Comarú, Moretti e Klink (2009), a maior parte das cidades não foi planejada previamente, convivendo com múltiplos problemas urbanos complexos, o que dificulta a adaptação e transformação dessas estruturas urbanas estabelecidas diante dos desafios ambientais e sociais atuais. Estabelecendo a base teórica e revisão documental do Plano Diretor e Código de Obras de Pelotas, para as etapas subsequentes.

O estudo aplicado da plataforma de simulação ENVI-met, proporciona a capacitação necessária para a modelagem tridimensional de cenários urbanos e a análise das variáveis climáticas. Esses avanços iniciais constituem o alicerce para a realização das próximas etapas, incluindo o estudo do recorte espacial, medições in loco, calibração do modelo e análise detalhada dos dados obtidos.

Nas áreas de potencial risco à exposição climática, serão realizadas medições in loco de variáveis ambientais, como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção dos ventos, utilizando equipamentos de alta precisão. Com base nas medições in loco, o modelo será calibrado para aumentar a precisão das simulações, garantindo maior confiabilidade na representação das condições reais dos microclimas urbanos.

A análise detalhada dos dados obtidos permitirá identificar padrões de variação climática entre os diferentes cenários estudados, evidenciando os impactos do adensamento urbano e das mudanças climáticas sobre as variáveis ambientais e os índices de conforto térmico. Essa etapa possibilitará, ainda, a construção de um diagnóstico robusto, capaz de subsidiar recomendações práticas para gestores públicos e planejadores urbanos, fortalecendo a tomada de decisão em direção a estratégias de adaptação mais eficazes e sustentáveis.

#### **4. CONCLUSÕES**

A abordagem adotada nesta pesquisa representará um avanço inovador ao integrar cenários futuros de mudanças climáticas à análise dos microclimas urbanos da cidade de Pelotas, mantendo como referência as atuais condições de morfologia e arborização. Tal perspectiva permite consolidar uma metodologia capaz de avaliar de os impactos potenciais do adensamento urbano e das mudanças climáticas sobre variáveis ambientais e índices de conforto térmico.

A revisão de literatura, associada à análise documental e ao domínio progressivo das ferramentas de simulação, constituirá um alicerce robusto para a etapa empírica, na qual a calibração do modelo e a análise detalhada dos dados obtidos asseguram maior confiabilidade aos resultados. A integração entre medições in loco e simulações computacionais, aliada à construção de cenários prospectivos, possibilitará compreender o impacto configuração urbana no desconforto térmico ao nível do pedestre.

Dessa forma, os resultados obtidos ampliarão o conhecimento científico e, ao mesmo tempo, fornecerão subsídios aplicáveis ao planejamento urbano local, orientando políticas e diretrizes voltadas à construção de uma cidade mais resiliente e confortável. A pesquisa, portanto, contribuirá de maneira inovadora para o avanço do planejamento urbano sustentável, oferecendo apoio estratégico a gestores públicos e planejadores no enfrentamento dos desafios climáticos

emergentes e reforçando a necessidade de incorporar análises microclimáticas nas políticas de desenvolvimento urbano.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Artigo

ASSIS, E. S. Aplicações da climatologia urbana no planejamento da cidade: revisão dos estudos brasileiros. **Rua: Revista de Urbanismo**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 20-25, jan./jun. 2006.

### Tese/Dissertação/Monografia

DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. 2000. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GUSSON, C. S. **O impacto da verticalização no microclima urbano e no conforto térmico na escala do pedestre: o papel da geometria e da envoltória dos edifícios**. 2020. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

KREBS, L. F. **Extensive green roofs in Porto Alegre, Brazil: effect on indoor thermal comfort in residential buildings**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia) – Lund University, Lund, 2018.

SANTOS, M. M. **Efeitos do adensamento construtivo sobre microclimas urbanos: estudo em uma cidade de porte médio no sul do Brasil**. 2023. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

### Resumo de Evento

BIANCHI, G. C.; KREBS, L. F. Efeito do adensamento construtivo no conforto térmico do pedestre: estudo de caso na zona portuária de Pelotas. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPEL (CIC)**, 33., 2024, Pelotas, 2024.

### Documentos eletrônicos

COMARÚ, F.; MORETTI, R.; KLINK, J. **O aquecimento e as cidades brasileiras**. Revista Sustentabilidade. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/o-aquecimento-e-as-cidades-brasileiras>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>.