



## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm intensificado eventos extremos como enchentes, estiagens e deslizamentos, afetando de forma desproporcional populações vulneráveis, especialmente em áreas urbanas periféricas (IPCC, 2021; Pellow, 2017; Klein, 2015). Esse cenário revela a urgência de soluções tecnológicas que aliem sustentabilidade, justiça social e capacidade preditiva.

A Inteligência Artificial (IA) tem se destacado como uma ferramenta promissora para a mitigação dos impactos climáticos, ao possibilitar a análise de grandes volumes de dados climáticos, geoespaciais, socioeconômicos e ecológicos em tempo real (Wamba & Queiroz, 2019; Rolnick *et al.*, 2022). Ferramentas baseadas em IA já demonstram aplicações relevantes na previsão de desastres naturais, gestão de recursos ambientais e modelagem de riscos (Luccioni *et al.*, 2021; Maher *et al.*, 2022). Além disso, a integração de dados bióticos como cobertura vegetal, fauna urbana e espécies bioindicadoras, tem potencial para aprimorar a precisão dos modelos ao refletir a resiliência ecológica das áreas analisadas (Araújo *et al.*, 2011; Lundholm & Richardson, 2010).

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão teórica estruturada sobre o uso da Inteligência Artificial na mitigação das mudanças climáticas, com ênfase em abordagens aplicadas à previsão de eventos extremos e ao fortalecimento da justiça climática. A partir dessa base conceitual, propõe-se o desenvolvimento de um modelo preditivo aplicado à cidade de Caxias do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Revisão Teórica

- Levantamento de literatura nacional e internacional sobre o uso da IA na gestão ambiental e climática;
- Análise crítica dos modelos existentes, destacando seus potenciais, limitações e implicações sociais.

### 2. Proposta de Aplicação Prática

- Coleta de Dados



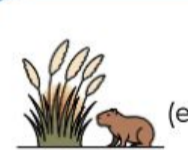
Climáticos:  
INMET, CPTEC/INPE  
(temperatura, precipitação, umidade)



Socioeconômicos:  
IBGE  
(renda, escolaridade,  
infraestrutura urbana)



Geoespaciais:  
Google Earth Engine, GeoCaxias  
(imagens e mapas)



Bióticos:  
Herbário UCS, SpeciesLink, GBIF  
(espécies bioindicadoras, cobertura  
vegetal, fauna urbana).

- Processamento e Modelagem
- Normalização, georreferenciamento (SIRGAS 2000), redução de dimensionalidade (PCA);
- Algoritmos: ARIMA, LSTM, Random Forest (previsão); SVM e Redes Neurais (classificação); K-Means e DBSCAN (análise espacial e ecológica);
- Validação com divisão treino/teste (80/20) e métricas: acurácia, ROC-AUC, MAE, MSE.

### 3. Ferramenta Tecnológica

- Desenvolvimento de uma plataforma interativa com visualização de mapas de risco, alertas e relatórios gerados a partir do modelo de IA.

## RESULTADOS

A crise climática tem se intensificado nas últimas décadas, trazendo impactos severos para o meio ambiente e, principalmente, para populações vulneráveis que vivem em áreas urbanas de risco. Enchentes, deslizamentos e eventos extremos tornam-se mais frequentes e imprevisíveis, exigindo novas estratégias para prevenção e resposta. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, oferecendo soluções tecnológicas capazes de processar grandes volumes de dados e antecipar cenários de risco com maior precisão (Wamba; Queiroz, 2019; Rolnick *et al.*, 2022).

## RESULTADOS

A literatura aponta diversas formas de aplicação da IA na gestão ambiental: desde a previsão de desastres naturais, como secas e enchentes, até o monitoramento de desmatamento, qualidade do ar e alterações no uso do solo (Luccioni *et al.*, 2021; Maher *et al.*, 2022). Modelos como redes neurais artificiais, LSTM, ARIMA e Random Forest já são utilizados para prever padrões climáticos e orientar decisões em tempo real (Hochreiter; Schmidhuber, 1997; Breiman, 2001; Box; Jenkins, 1976). Além disso, plataformas como o *Climate Change AI Toolkit* exemplificam como esses sistemas podem ser aplicados para gerar mapas de risco, simulações futuras e orientar políticas públicas (Rolnick *et al.*, 2022).

Entretanto, os estudos também alertam para desafios éticos no uso da IA, como a exclusão de dados relacionados a comunidades vulneráveis ou a ausência de variáveis ecológicas nos modelos preditivos (Eubanks, 2018; Noble, 2018; Floridi *et al.*, 2018). A inclusão da biodiversidade urbana — como espécies bioindicadoras, fauna local e cobertura vegetal — é destacada como um ponto de inovação metodológica, pois pode sinalizar alterações microclimáticas e ampliar a precisão das previsões ambientais (Araújo *et al.*, 2011; Lundholm; Richardson, 2010).

## RESULTADOS ESPERADOS

Com base nesse levantamento teórico, este trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo de IA voltado à realidade urbana de Caxias do Sul. A proposta consiste em integrar dados climáticos, geoespaciais, socioeconômicos e bióticos para prever eventos extremos e mapear áreas de maior vulnerabilidade. A ferramenta será construída a partir de bases públicas e científicas, como INMET, IBGE, Google Earth Engine (Gorelick *et al.*, 2017), SpeciesLink e Herbário UCS, utilizando algoritmos avançados para análise preditiva e espacial.

Entre os resultados esperados estão: a construção de uma base de dados integrada e georreferenciada; a identificação de regiões com maior risco ambiental e social; e a criação de uma plataforma digital acessível, que apoie gestores públicos na tomada de decisões preventivas. Espera-se que a integração entre tecnologia, ecologia e justiça social permita respostas mais rápidas, eficazes e justas aos efeitos das mudanças climáticas. A proposta reforça a importância de desenvolver soluções que combinem inovação científica com responsabilidade ética e ambiental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A IA oferece um caminho promissor para fortalecer a capacidade adaptativa das cidades frente à crise climática, desde que aplicada de forma ética, inclusiva e baseada em evidências. Ao integrar variáveis bióticas aos modelos computacionais, este trabalho propõe uma abordagem inovadora que considera a biodiversidade como elemento-chave na construção de cidades mais resilientes e justas. A proposta também reforça a importância do conhecimento científico como base para soluções tecnológicas ambientalmente eficazes e socialmente responsáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. B. *et al.* Using species distribution models as ecological indicators for monitoring biodiversity. *Ecological Indicators*, v. 11, n. 2, p. 442-453, 2011.
- GORELICK, N. *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18-27, 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico 2022: Panorama*. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Dados meteorológicos históricos*. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- IPCC. *Sixth Assessment Report – The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- KLEIN, N. *Isso muda tudo: Capitalismo vs. clima*. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.
- LUNDHOLM, J.; RICHARDSON, P. Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. *Journal of Applied Ecology*, v. 47, p. 966-975, 2010.
- LUCCIONI, A. *et al.* Using Artificial Intelligence to Visualize the Impacts of Climate Change. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2021.
- MAHER, H. *et al.* How AI Can Be a Powerful Tool in the Fight Against Climate Change. *Boston Consulting Group*, 2022. Disponível em: <https://web-assets.bcg.com>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- PELLOW, D. N. *What is Critical Environmental Justice?* Cambridge: Polity Press, 2017.
- ROLNICK, D. *et al.* Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys*, v. 55, n. 2, p. 1-96, 2022.
- WAMBA, S. F.; QUEIROZ, M. M. Responsible Artificial Intelligence Strategy for Sustainability in the Era of Big Data. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 67, p. 1339-1349, 2019.