

APLICAÇÃO DE MODELOS E ANÁLISE DE DADOS

Sofia Knabben Niveiros, Maria Julia dos Santos Yamada, Beatriz Michielin Schmidt,
Fernando dos Santos Calvetti.

INTRODUÇÃO

O presente resumo apresenta os resultados mais recentes de uma pesquisa que tem como objetivo desenvolver um modelo automático para analisar o processo de espraiamento urbano na região Sul catarinense. Esse fenômeno, caracterizado pela expansão desordenada das cidades, gera altos custos ao poder público, que não consegue investir em infraestrutura adequada no mesmo ritmo dessa expansão.

DESENVOLVIMENTO

Para a criação do modelo escolhemos o algoritmo *Random Forest* (RF) por sua robustez e alta capacidade de precisão. Esse método constrói múltiplas árvores de decisão, cada uma treinada com um subconjunto diferente dos dados e com um conjunto aleatório de variáveis, característica ideal para a análise das imagens coletadas (Gislason; Benediktsson; Sveinsson, 2006). O script foi desenvolvido utilizando índices extraídos das bandas espectrais, que indicam a presença de vegetação. Esses índices foram empregados para identificar manchas urbanas: valores próximos de 1 representavam maior intensidade nos índices, correspondendo a áreas urbanizadas; enquanto valores próximos de 0 indicavam predominância de vegetação, classificando-as como áreas não urbanas. Inicialmente, o programa foi testado para gerar imagens referentes ao ano de 2025, obtendo resultados satisfatórios e alta taxa de precisão, verificada por comparações diretas. A partir desses resultados, foram elaboradas projeções para os anos de 2050, 2075 e 2100, a fim de observar a evolução do espraiamento urbano ao longo do tempo. Entretanto, para as previsões futuras, foi necessário adaptar o algoritmo. Foram consideradas duas alternativas: (1) utilizar outros modelos de aprendizado mais complexos, como observado em estudos analisados na revisão bibliográfica (Kamusoko; Gamba, 2015; Liu *et al.*, 2022; Laurentino, 2024); ou (2) manter o modelo RF, utilizando imagens de um ano como base para gerar a do ano seguinte, por exemplo, a imagem de 2025 serviria para gerar a de 2026, e assim sucessivamente. Optou-se pela segunda alternativa por sua simplicidade, embora ela apresente a limitação de propagar e amplificar pequenos erros iniciais ao longo das projeções, especialmente nos cenários mais distantes (Laurentino, 2024).

RESULTADOS

O primeiro teste, referente à mancha urbana projetada para 2025, apresentou alta taxa de precisão, conforme ilustrado na Figura 1. A comparação com imagens do Google Earth confirma a correspondência entre as áreas urbanas identificadas pelo algoritmo e a localização real das cidades. A escala foi mantida ampla para preservar as dimensões originais das bandas espectrais analisadas, conforme recomendado na literatura para garantir a integridade dos dados. Na Tabela 1, são apresentadas as projeções para os anos

de 2025, 2050, 2075 e 2100. No entanto, observa-se que os resultados iniciais superestimam a expansão urbana, identificando grandes áreas como urbanizadas, o que não condiz com a realidade esperada nem com cenários plausíveis segundo estudos anteriores sobre crescimento urbano (Kamusoko; Gamba, 2015). Essa limitação está relacionada ao método adotado para gerar as imagens futuras, no qual eventuais erros de classificação tendem a se propagar e amplificar ao longo das projeções. Apesar dessa limitação, os testes demonstram que o modelo apresenta potencial para monitorar e prever tendências de espraiamento urbano, sobretudo em horizontes temporais de curto prazo. Atualmente, o script está em processo de ajustes e calibração, visando reduzir a margem de erro e tornar as projeções de longo prazo mais realistas e consistentes com o embasamento teórico levantado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o objetivo final da pesquisa ainda não tenha sido plenamente atingido, os resultados obtidos até o momento indicam que o método proposto possui potencial para cumprir a finalidade estabelecida. Os testes realizados demonstraram boa precisão nas análises de curto prazo e forneceram subsídios importantes para o aprimoramento do script, o que reforça a viabilidade de alcançar projeções mais consistentes nos próximos estágios do estudo.

Palavras-chave: machine learning; espraiamento urbano; random forest; sul catarinense.

ILUSTRAÇÕES

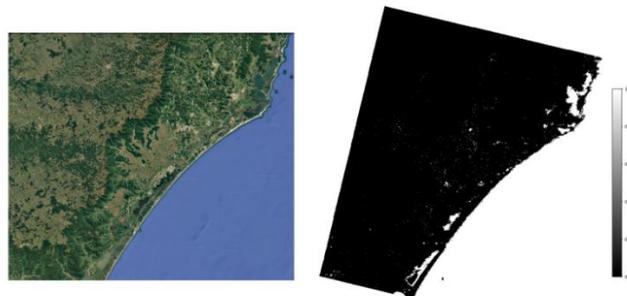
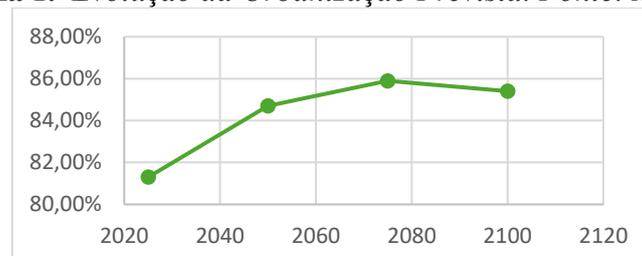


Figura 1. Comparação entre mapa atual e mapa gerado pelo modelo. Fonte: Autores

Tabela 1. Evolução da Urbanização Prevista. Fonte: Autores.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GISLASON, Pall Oskar; BENEDIKTSSON, Jon Atli; SVEINSSON, Johannes R. Random Forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*, v. 27, p. 294-300, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.08.011>. Acesso em: 18 ago. 2025.

KAMUSOKO, Courage; GAMBA, Jonah. Simulating Urban Growth Using a Random Forest-Cellular Automata (RF-CA) Model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 4, p. 447-470, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi4020447>. Acesso em: 18 ago. 2025.

LAURENTINO, Carla Milena de Moura. Mapeamento pretérito e prognóstico da expansão urbana de Montes Claros/MG usando machine learning. 2024. 55 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2024. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.159>.

LIU, Xiaoyang *et al.* Multi-scenario simulation of urban growth boundaries with an ESP-FLUS model: A case study of the Min Delta region, China. *Ecological Indicators*, v. 135, n. 108538, fev. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108538>. Acesso em: 18 ago. 2025.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Sofia Knabben Niveiros

MODALIDADE DE BOLSA: PROIP/UEDESC (IP)

VIGÊNCIA: 01/09/2024 a 31/08/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Fernando dos Santos Calvetti

CENTRO DE ENSINO: CERES

DEPARTAMENTO: Departamento de Arquitetura e Urbanismo Ceres

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Ciências Sociais Aplicadas / Planejamento Urbano e Regional

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Espreadimento urbano no sul catarinense: proposta de modelos automatizados para detecção e análise do fenômeno

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP4343-2024