

REVISÃO METODOLÓGICA

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

INTRODUÇÃO

De acordo com Carneiro et al. (2019), o espraiamento urbano, frequente nas cidades brasileiras, caracteriza-se pela expansão horizontal desordenada, impulsionada pela especulação imobiliária, falta de regulamentação e busca por moradias acessíveis, deslocando populações vulneráveis para as periferias. Esse fenômeno gera impactos econômicos e sociais relevantes, tornando fundamental compreender seus padrões para orientar estratégias de desenvolvimento urbano (Laurentino, 2024). Nesse contexto, o avanço da inteligência artificial tem tornado as simulações cada vez mais precisas (Alberti, 2008; Polidori; Tomiello; Peres, 2023 apud. Laurentino, 2024). A aplicação combinada de *machine learning*, autômatos celulares e sensoriamento remoto, associada à ampla disponibilidade de dados geoespaciais, permite processar grandes volumes de informações, identificar padrões e classificar imagens de forma automatizada, resultando em previsões mais assertivas sobre o uso do solo. Assim, este estudo busca empregar essas ferramentas para analisar e prever a expansão urbana na região Sul de Santa Catarina, com foco em Araranguá, Criciúma e Tubarão, área que representa apenas 5% do PIB estadual (STATSBR, 2023), mas apresenta desenvolvimento econômico irregular e intensos processos de espraiamento urbano, cujo monitoramento pode apoiar gestores e planejadores na formulação de políticas mais eficazes.

DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, foi realizada uma revisão teórica e bibliográfica que permitiu identificar estudos voltados ao uso de aprendizado de máquina na análise do espraiamento urbano, relacionando-os ao contexto brasileiro marcado pela expansão horizontal e desordenada das cidades. Essa etapa possibilitou compreender as metodologias mais utilizadas, com destaque para aquelas que empregam imagens de satélite, aprendizado supervisionado e autômatos celulares. A partir desse levantamento, observou-se também quais programas e plataformas eram adotados, bem como o número de testes e treinamentos realizados, fornecendo parâmetros para a definição das ferramentas e para a estimativa das repetições necessárias a fim de alcançar resultados consistentes. Em seguida, procedeu-se à coleta de dados socioeconômicos, demográficos e de infraestrutura das três cidades-polo da mesorregião Sul de Santa Catarina, Araranguá, Criciúma e Tubarão, a partir de bases governamentais e institucionais. Entre os indicadores reunidos estão população, densidade demográfica, IDH, PIB per capita, índice de Gini, saneamento, pavimentação, arborização e taxa de urbanização, que servirão como variáveis de entrada para os modelos. Essas informações, posteriormente integradas ao processamento de imagens de satélite em Python, alimentarão o modelo de autômatos celulares, possibilitando simulações mais alinhadas à realidade local e oferecendo suporte à formulação de estratégias para o controle e o planejamento do crescimento urbano.

RESULTADOS

Na primeira etapa da revisão bibliográfica, foram identificados 42 artigos que especificavam o tipo de aprendizado de máquina empregado em suas pesquisas. A partir dessa seleção inicial, foi realizada uma segunda etapa de filtragem, cujo foco foi encontrar publicações que, além de indicarem a técnica de aprendizado de máquina utilizada, também apresentassem imagens de satélite e mencionassem explicitamente a origem dessas imagens. Essa nova triagem resultou em um conjunto de 22 artigos, nos quais se verificou que o programa de satélites Landsat foi o mais recorrente, sendo citado em 20 dessas publicações, utilizado de forma exclusiva ou em conjunto com outros programas de sensoriamento remoto. A predominância do uso do Landsat, conhecida por sua ampla disponibilidade de dados históricos e resolução espacial adequada para estudos urbanos e ambientais, direcionou a pesquisa para a obtenção das imagens a partir desse programa, constituindo a base principal para as análises subsequentes. No que se refere à coleta de dados complementares, essenciais para a contextualização e integração das análises de imagens de satélite, está se deu principalmente por meio de plataformas oficiais e consolidadas de estatísticas. Entre elas, destaca-se o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), responsável por dados demográficos, socioeconômicos e geográficos fundamentais para a caracterização das áreas de estudo. Também foi utilizada a base do Instituto Trata Brasil, que concentra informações e estudos sobre saneamento básico no país, permitindo a avaliação de indicadores de acesso à água tratada, coleta e tratamento de esgoto. A plataforma Data MPE do Sebrae foi outra fonte relevante, fornecendo estatísticas detalhadas sobre os municípios, organizadas a partir dos resultados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), o que possibilita correlacionar aspectos econômicos e ocupacionais ao contexto urbano. Por fim, recorreu-se ao site Água e Saneamento, que consolida informações provenientes de diversas fontes oficiais, incluindo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e novamente o IBGE, oferecendo um panorama mais completo e integrado sobre a infraestrutura e os serviços de saneamento nas localidades analisadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação de aprendizado de máquina, imagens de satélite do programa *Landsat* e dados demográficos, socioeconômicos e de infraestrutura oferece uma base sólida para compreender a expansão urbana e suas implicações. O uso de fontes oficiais garante a confiabilidade das informações e amplia a precisão na identificação de padrões espaciais e correlações com as condições de vida e serviços essenciais. Essa abordagem integrada contribui para diagnósticos mais completos e para o desenvolvimento de políticas públicas que conciliem crescimento urbano e sustentabilidade.

Palavras-chave: Espreadimento Urbano; Machine Learning; planejamento urbano; dados geoespaciais

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, M; TOLEDO, J; AURÉLIO, M; ORRICO, R. Espriamento urbano e exclusão social. Uma análise da acessibilidade dos moradores da cidade do Rio de Janeiro ao mercado de trabalho. EURE (Santiago) vol.45 no.136 Santiago set. 2019.

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>.

STATSBR. PIB por mesorregião. 2023. Disponível em <https://statsbr.com/2021/05/27/produto-interno-bruto-por-mesorregiao-2018/>

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Maria Julia dos Santos Yamada

MODALIDADE DE BOLSA: PROIP/UDESC (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: Espriamento urbano no sul catarinense: proposta de modelos automatizados para detecção e análise do fenômeno

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP4343-2024