



DINÂMICA DE EXPANSÃO URBANA NA REGIÃO METROPOLITANA DA SERRA GAÚCHA E VETORES DE CRESCIMENTO: UMA ANÁLISE PREDITIVA COM APLICAÇÃO EM ANTÔNIO PRADO

Izabele Colusso¹
Ana Júlia da Silva²
Luiza Costa Ferreira da Silva³
Maria Dupont Schwingel⁴
Samantha Carvalho⁵

RESUMO

O estudo analisa o crescimento urbano das cidades da Região Metropolitana da Serra Gaúcha, considerando sua evolução histórica e os fatores que influenciam a expansão em diferentes direções, gerando vetores de crescimento. A pesquisa adota uma abordagem empírica e preditiva para identificar como elementos como relevo, infraestrutura viária e o sistema hidrográfico impactam o crescimento para o norte, sul, leste e oeste. Utiliza-se como estudo de caso o município de Antônio Prado, aplicando-se análises espaciais via QGIS e projeções temporais em planilhas, para estimar padrões de crescimento urbano até 2070. Os resultados evidenciam direções preferenciais de expansão e fatores limitantes, contribuindo para o entendimento das dinâmicas urbanas regionais e para um planejamento mais estratégico e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Região Metropolitana da Serra Gaúcha. Vetores de crescimento. Análise espacial. Modelagem preditiva. Expansão urbana.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano é um processo multifacetado, sendo resultado da interação entre fatores naturais, culturais, sociais e econômicos. A forma como as cidades se expande está diretamente relacionada às condições ambientais e infraestruturais locais, além das diretrizes estabelecidas por políticas públicas e

¹ Doutora, Professora do Mestrado em Design Estratégico, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Email: icolusso@unisinos.br

² Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Email: anajulias@edu.unisinos.br

³ Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Email: luizacf@edu.unisinos.br

⁴ Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Email: mariadschwingel@gmail.com

⁵ Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Email: csamantha@edu.unisinos.br



decisões de planejamento territorial. A Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG), uma das áreas mais turísticas do estado do Rio Grande do Sul, apresenta um contexto geográfico caracterizado por relevo acidentado, vales e corpos hídricos, como os rios Taquari e das Antas. Tais características conferem ao seu desenvolvimento territorial peculiaridades distintas em relação a outras regiões do estado.

A compreensão das dinâmicas urbanas exige um olhar atento à morfologia urbana, ou seja, às formas que a cidade adquire ao longo do tempo em resposta a fatores naturais, estruturais e sociais. Essa abordagem permite visualizar como os vetores de crescimento se consolidam e de que forma se articulam com o espaço urbano consolidado. Nesse sentido, o presente estudo ancora-se também em referenciais teóricos da morfologia urbana e da teoria dos grafos, que, ao analisar as conexões viárias e suas centralidades, auxiliam na leitura da estrutura urbana regional.

Fatores antrópicos, como a malha rodoviária que interliga as cidades e a proximidade com polos industriais e comerciais, funcionam como vetores de crescimento, direcionando a urbanização para áreas mais acessíveis e integradas ao regime urbanístico. Essa lógica resulta em uma espacialidade urbana fragmentada e seletiva, onde determinadas áreas se adensam rapidamente, enquanto outras permanecem marginalizadas ou sob pressões ambientais.

Este estudo tem como objetivo principal identificar e analisar os condicionantes físicos e estruturais que interferem na dinâmica de crescimento da RMSG. Entre os fatores limitantes, destacam-se o relevo acidentado, a presença de rios e os limites territoriais municipais. Em contrapartida, elementos como eixos rodoviários estratégicos e acessibilidade a serviços e áreas economicamente dinâmicas atuam como facilitadores da expansão.

Como recorte empírico, foi adotado o município de Antônio Prado. Essa escolha se justifica pela representatividade da cidade dentro da RMSG e pela viabilidade de análise detalhada de sua evolução urbana, permitindo a aplicação do modelo preditivo proposto, que futuramente poderá ser expandido às demais cidades da região.



A partir desse estudo de caso, busca-se explorar e quantificar os principais fatores que influenciam o crescimento urbano regional, fornecendo subsídios para um planejamento territorial mais eficiente e sustentável, sensível às particularidades locais e às tendências de urbanização identificadas. O estudo, colocado inicialmente em prática com base na cidade de Antônio Prado (RS), ilustra e permite uma formulação mais precisa para aplicar-se em outras áreas da RMSG. A integração entre os municípios da região pode ser visualizada na Figura 01, que apresenta a distribuição geográfica dos municípios que compõem a Região Metropolitana da Serra Gaúcha.

Figura 01 - Integração global das cidades da Região Metropolitana da Serra Gaúcha



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O conceito de morfologia urbana, tradicionalmente utilizado para descrever o desenho físico das cidades, é aqui ampliado para interpretar os modos como as cidades da RMSG se expandem, formando manchas urbanas que dialogam com o relevo, a rede viária e os usos do solo. Conforme Lamas (1993), a morfologia urbana pode ser interpretada por meio da análise de tecidos urbanos, quadras, lotes e vias, permitindo identificar padrões que se repetem ou se rompem frente a vetores de crescimento.



Adicionalmente, a aplicação da teoria dos grafos auxilia na leitura das conexões espaciais e hierarquias entre as vias, contribuindo para a identificação de centralidades locais e regionais. Os estudos de Christaller e Lösch, ao propor modelos hexagonais e princípios de localização dos centros urbanos, fornecem base para entender a organização espacial das cidades e a lógica de expansão entre núcleos urbanos e suas zonas de influência. Essa fundamentação teórica fortalece a construção do modelo proposto neste artigo, que articula estrutura espacial e simulação de crescimento.

FORMAS REGIONAIS E FORMAS URBANAS

A análise da forma urbana e de suas transformações ao longo do tempo envolve múltiplas dimensões, entre elas: a expansão da área urbanizada, a estruturação das centralidades e a deformação geométrica dos assentamentos. A área urbanizada corresponde à parcela do território ocupada por edificações e infraestrutura, conformando uma mancha urbana visível e quantificável, especialmente em imagens de sensoriamento remoto e dados geoespaciais. Trata-se de uma medida importante em escala municipal, pois reflete o grau de ocupação do solo e o avanço da urbanização sobre o território (IBGE, 2019). No entanto, para compreender as dinâmicas internas das cidades e dos sistemas urbanos, é necessário recorrer a escalas mais detalhadas, nas quais se analisam as estruturas internas, como centralidades, densidades, polarizações e direções de crescimento (Villaça, 2001).

Essa lógica de rede e conexões mínimas tem origem em abordagens da teoria dos grafos aplicadas ao urbanismo e ao planejamento territorial, onde os nós (cidades) e arestas (vias de ligação) representam o suporte físico das trocas e fluxos regionais (Batty, 2013). Quanto maior a presença de caminhos mínimos passando por um determinado ponto, maior sua centralidade topológica, o que implica maior capacidade de atração de atividades e investimentos. Portanto, a centralidade pode ser medida pela soma dos caminhos mínimos entre os pares de cidades, refletindo o potencial de cada uma para gerar e atrair fluxos, desde que existam conexões



estruturadas — como a malha rodoviária — que possibilitem essas interações (Corrêa, 1997; Santos, 2008).

Por sua vez, as deformações geométricas no espaço urbano dizem respeito às alterações no formato dos assentamentos ao longo do tempo, indicativas das direções preferenciais de expansão urbana, frequentemente resultantes de pressões regionais, socioeconômicas e políticas. Como destacam Barros e Sobreira (2002), a forma urbana não é neutra nem aleatória, mas sim o produto de forças estruturantes que operam em múltiplas escalas. As deformações podem ser mensuradas por indicadores geométricos como variação do perímetro urbano, crescimento bruto da área urbanizada, índices de compacidade, alongação e direcionalidade da expansão, que ajudam a compreender padrões de crescimento difuso ou concentrado (Dias, 2005; Angel et al., 2011).

2. MÉTODOS

Inicialmente, em etapas iniciais desta pesquisa, foi realizada coleta de dados com informações relativas a Região Metropolitana da Serra Gaúcha, sendo uma destas informações coletadas a direção de crescimento a partir do centroide (centro geométrico de cada uma das cidades). Através de dados obtidos das Cartas Topográficas do Banco de Dados Geográfico do Exército (BDGEx) como referência para os anos de 1970, e de imagens de satélite do Google Earth, para os anos de 1990 e 2010, da extensão da mancha urbanizada dos municípios da RMSG, nas décadas de 1970, 1990 e 2010, foi possível determinar padrões de crescimento para cada cidade. A partir da análise dos valores e padrões de crescimento nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste de cada município, foi possível calcular inicialmente previsões de crescimento para as próximas três séries temporais: 2030, 2050 e 2070.

O modelo preditivo desenvolvido neste estudo foi estruturado de modo a incorporar conceitos da morfologia urbana e da organização espacial das cidades. Por meio da análise vetorial de impedâncias e do uso do software QGIS, procurou-se simular a tendência de crescimento urbano a partir de dados físicos e estruturais.



A delimitação dos vetores de crescimento seguiu os princípios das redes urbanas (grafos), considerando as centralidades naturais de cada município e sua relação com a malha viária e o relevo. As análises foram realizadas com base em dados do QGIS e imagens de satélite.

A tabela 01 apresenta os dados referentes à direção de crescimento referente a cada orientação (N para Norte, S para Sul, O para Oeste e L para Leste), para os anos de 1970, 1990 e 2010, e após, a diferença de crescimento para cada série, de 1970 a 1990, de 1990 a 2010, e depois, o total de 1970 a 2010. As dimensões foram computadas em metros lineares e as diferenças, em percentuais.

	1970	1990	2010	70-90	90-10	70-10
UN	665 m	848 m	861 m	27,52%	1,53%	29,47%
US	794 m	967 m	1518 m	21,79%	56,98%	91,18%
UL	959 m	1333 m	1771 m	39,00%	32,86%	84,67%
UO	1168 m	1328 m	1677 m	13,70%	26,28%	43,58%

Tabela 01 - Dados sintetizados do crescimento da cidade de Antônio Prado

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida foi aplicada a Planilha de Previsão, que gera dados previstos com base no histórico apresentado anteriormente. Essa ferramenta pode ser utilizada para analisar diversos tipos de projeções, e nesta pesquisa foi utilizada para analisar o sentido de crescimento de cada município através das medidas da sua forma urbana já existente. Com isso, temos novas fases de expansão de urbana para os períodos de 2030 e 2050. Na próxima etapa, os dados obtidos foram adicionados a tabela de dados reorganizados, para podermos aplicar o comando novamente e obter a previsão de crescimento para 2070, conforme tabela 02. Reaplicou-se a Planilha de Previsão, dessa vez incluindo os dados obtidos relativos a 2030 e 2050.

Após a obtenção de todos os dados necessários, estes foram reorganizados em uma nova tabela de Projeções Totais, onde foi possível identificar a diferença de crescimento através da aplicação da fórmula de porcentagem. A última etapa foi a realização da subtração dos dados para poder medir a distância em metros no mapa, para cada direção de crescimento nos intervalos de tempo analisados,



podendo por fim gerar uma tabela de previsão, individual para cada município conforme.

Tabela 02 - Tabela de projeções totais da cidade de Antônio Prado

	2030	2050	2070	10-30	10-30	30-50	30-50	50-70	50-70
	(m)	(m)	(m)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)
UN	980,96	1085,70	1189,03	119,96	13,93%	104,74	10,68%	103,33	9,52%
US	1831,16	2178,18	2528,32	313,16	20,63%	347,01	18,95%	350,15	16,08%
UL	2168,73	2572,19	2976,19	397,73	22,46%	403,46	18,60%	404,00	15,71%
UO	1907,08	2154,09	2402,66	230,08	13,72%	247,01	12,95%	248,57	11,54%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados apresentados anteriormente foram obtidos a partir da análise e sintetização de dados concretos da extensão territorial do município de Antônio Prado nos principais eixos. Para dar seguimento à pesquisa, e a fim de aproximar-se de um resultado mais provável e fiel à realidade, foram incorporadas impedâncias ao modelo.

Conforme exposto anteriormente, o município de Antônio Prado está localizado na RMSG, e para cada uma de suas direções de crescimento existe um fator diferente: para Norte a cidade de Antônio Prado vai de encontro com a cidade de Ipê, para Sul se aproxima do Rio das Antas, para leste vai de encontro com a ERS-122 e para oeste com a ERS-437. Dessa forma, entende-se que é extremamente relevante para a pesquisa incorporar esse fator geográfico determinante no modelo de cálculos de projeção.

Embora os dados iniciais indicassem padrões de crescimento similares entre os vetores Norte e Oeste, a análise topográfica revelou que a expansão para Oeste enfrenta forte limitação física devido ao terreno acidentado. Diante disso, definiu-se um fator de impedância de 5% para essa direção, indicando baixa probabilidade de expansão. Ainda que não se descarte completamente essa possibilidade, sua representatividade relativa precisa ser reduzida em comparação com os demais vetores.



Com base nessa constatação, elaborou-se um sistema de pesos percentuais, atribuindo diferentes níveis de viabilidade para cada vetor direcional. Esse sistema permitiu a redistribuição proporcional dos valores de crescimento, ajustando o modelo para refletir de forma mais precisa as condições reais do território. A Tabela 03 apresenta a metodologia de ponderação e os resultados obtidos após a aplicação do novo modelo de redistribuição vetorial.

Tabela 03 - Cálculo de redistribuição de crescimento da cidade de Antônio Prado

Período	Sentido	Crescimento %	Crescimento (m)	Peso Definido	Redistribuição x peso (m)		Valores após redistribuição
2010-2030	N	13,93%	119,96	55%	126,54	55%	246,51
	S	20,63%	313,16	20%	46,02	20%	359,18
	L	22,46%	397,73	20%	46,02	20%	443,75
	O	13,72%	230,08	5%	11,50	5%	218,58
Total			1060,94	100%	230,08	100%	1268,01
2030-2050	N	10,68%	246,51	55%	120,22	55%	366,73
	S	18,95%	359,18	20%	43,72	20%	402,89
	L	18,60%	443,75	20%	43,72	20%	487,46
	O	12,95%	218,58	5%	10,93	5%	207,65
Total			1268,01	100%	163,93	100%	1464,73
2050-2070	N	9,52%	366,73	55%	114,21	55%	480,93
	S	16,08%	402,89	20%	41,53	20%	444,42
	L	15,71%	487,46	20%	41,53	20%	528,99
	O	11,54%	207,65	55%	114,21	55%	93,44
Total			1464,73	150%	155,74	150%	1547,79

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir da aplicação do modelo preditivo com os ajustes de impedâncias, chegou-se a uma configuração final de valores redistribuídos para cada vetor de crescimento do município de Antônio Prado, em três diferentes períodos futuros. Esses dados consolidam o processo metodológico desenvolvido nesta pesquisa, oferecendo uma base sólida para a espacialização das projeções e para a avaliação da coerência territorial das direções de expansão urbana.



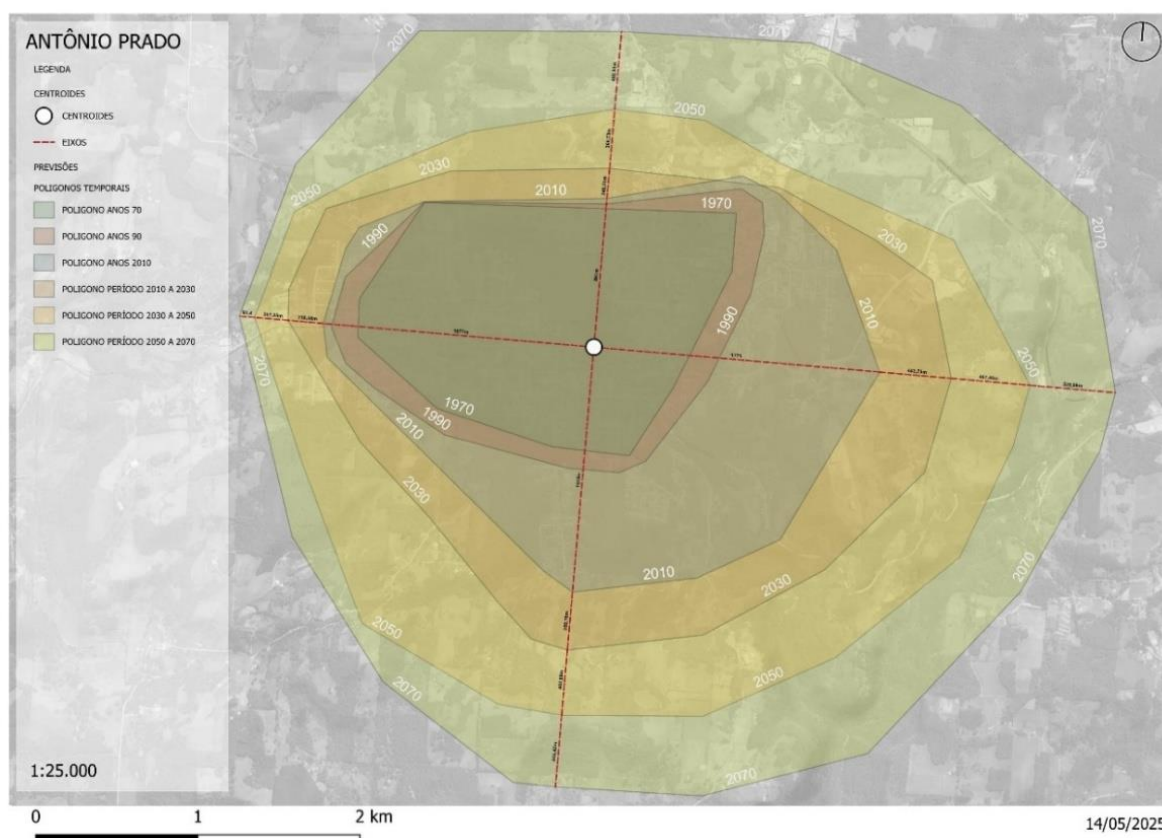
A etapa seguinte consistiu na representação espacial desses dados por meio de mapas temáticos elaborados no software QGIS, os quais compõem os resultados obtidos a partir da aplicação do modelo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos a partir do novo modelo de cálculo foram espacializados em mapas desenvolvidos no QGIS, que ilustram a distribuição potencial da urbanização ao longo dos diferentes eixos territoriais. Utilizou-se uma abordagem objetiva e focada na cidade de estudo de caso com base na análise da situação atual e a evolução da sua malha urbana ao longo dos anos de 2030, 2050 e 2070. Essas futuras mudanças espaciais fornecem uma base geométrica para identificar os vetores de crescimento e os fatores impeditivos da área proposta, considerando a expansão territorial em quatro direções – Norte, Sul, Leste e Oeste.

Para alcançar esse propósito, foi desenvolvido um mapa onde com a utilização dos eixos gerados a partir de centroides de áreas previamente definidas, demonstrou uma perspectiva clara das expansões previstas na mancha de crescimento urbano ao longo das faixas de transição de tempo selecionadas, conforme Figura 02.

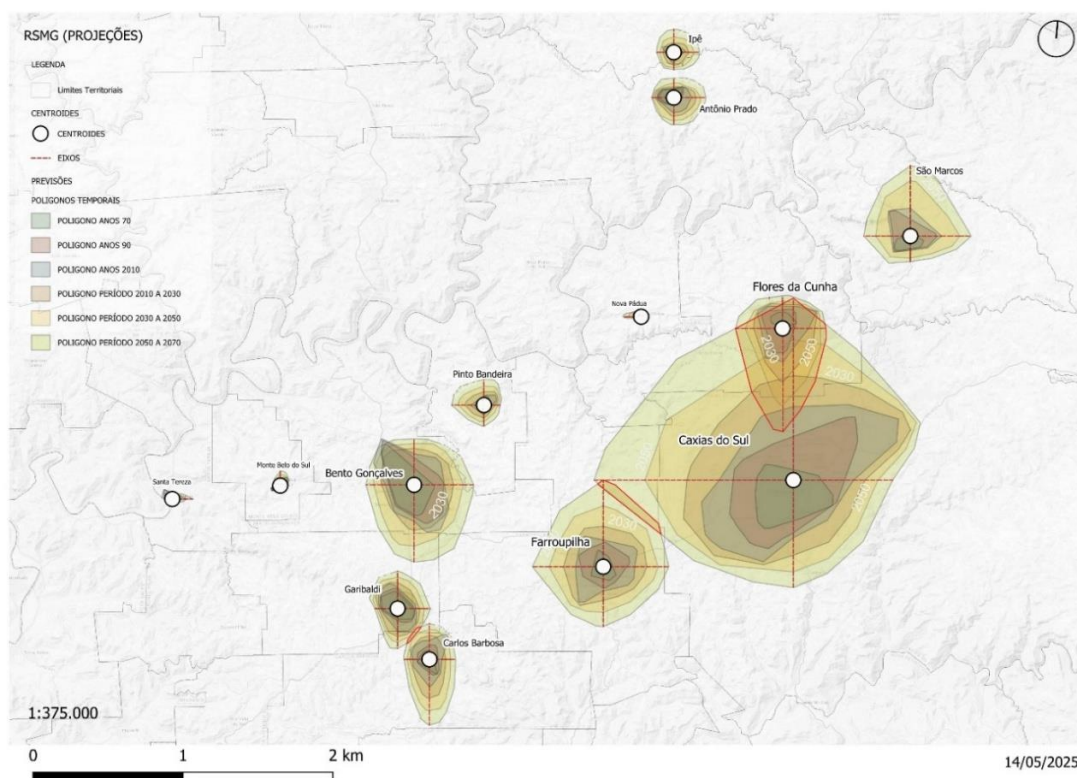
Figura 02 - Mapa de previsão de crescimento da cidade de Antônio Prado



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para além do estudo de caso, a Figura 03 apresenta os vetores de crescimento consolidados das 14 cidades analisadas, a partir da aplicação do mesmo roteiro metodológico e modelo de cálculo adotado para o município de Antônio Prado.

Figura 03 - Previsão de crescimento ao longo dos anos nas 14 cidades



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

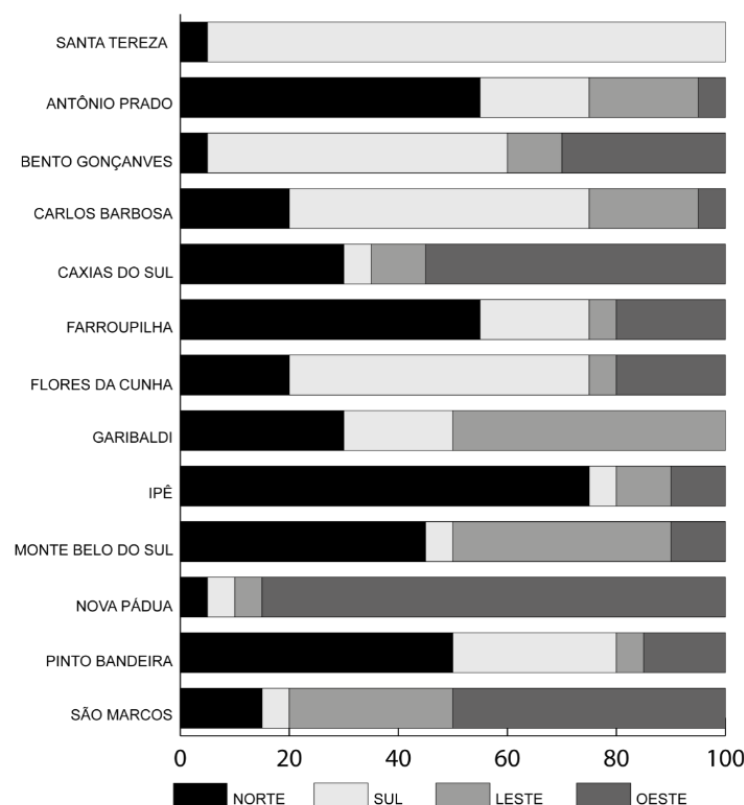
Ao reunir os mapas individuais em uma representação cartográfica única, foi possível observar as áreas centrais de cada cidade por meio da marcação de seus centroides, bem como os perímetros municipais e as manchas de expansão previstas representadas em diferentes tonalidades. Essa síntese espacial proporcionou uma leitura clara da dinâmica regional, evidenciando os padrões de centralidade, os eixos de integração e as direções preferenciais de crescimento ao longo das séries temporais projetadas. Além de reforçar o entendimento sistêmico da urbanização na RMSG, a visualização geral contribui para a análise comparativa entre os municípios, revelando particularidades e tendências comuns nos processos de expansão urbana. A aplicação do modelo com impedâncias tornou a projeção mais próxima da realidade territorial, aumentando a aplicabilidade dos dados no contexto do planejamento urbano regional.

Além disso, os valores obtidos por meio da análise foram inseridos em uma tabela, permitindo uma avaliação detalhada do potencial de crescimento urbano em cada direção, considerando os fatores impeditivos que podem influenciar neste desenvolvimento. Com base nesses dados tabelados, foi elaborado um gráfico de



tendências de crescimento direcional, que visa representar de forma visual as probabilidades relativas de expansão urbana nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste do município, conforme Figura 04.

Figura 4 - Integração global das cidades da Região Metropolitana da Serra Gaúcha



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Cada vetor direcional foi identificado por cores distintas, conforme a legenda apresentada, facilitando a compreensão da intensidade e da distribuição espacial da tendência de crescimento.

Essa visualização gráfica permite uma leitura imediata das direções com maior e menor propensão à expansão, evidenciando os vetores com maior atratividade territorial e aqueles condicionados por fatores limitantes. Assim, o gráfico complementa a análise quantitativa, proporcionando uma interpretação integrada e espacializada do potencial de crescimento urbano do município.

A incorporação dos conceitos de morfologia urbana e das teorias de centralidade permitiu uma interpretação mais qualificada das direções de crescimento projetadas para Antônio Prado. Ao tratar a cidade como um organismo



em constante transformação, estruturado por redes e condicionantes espaciais, foi possível desenvolver um modelo preditivo que não apenas projeta ocupações futuras, mas também oferece subsídios teóricos e técnicos para o planejamento urbano. A replicabilidade do método em outros municípios da RMSG poderá ampliar as contribuições desta pesquisa para além do estudo de caso.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa realizada sobre a expansão territorial das cidades localizadas na Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG), permitiu a construção de um modelo preditivo fundamentado em dados históricos e geográficos, a partir do método posto em prática na cidade de Antônio Prado. A partir da análise da evolução da mancha urbana nas décadas de 1970, 1990 e 2010, e por meio da aplicação de técnicas de projeção em planilhas e espacialização via software QGIS, foi possível prever os vetores de crescimento urbano para os anos de 2030, 2050 e 2070. O gráfico de tendências de crescimento direcional, desenvolvido com base nos métodos de pesquisa, sintetiza visualmente as probabilidades relativas de expansão nas quatro direções das cidades na Serra Gaúcha, contribuindo.

Assim, a pesquisa conclui que a incorporação de fatores geográficos ao modelo de projeção é essencial para a elaboração de cenários futuros mais coerentes com a realidade territorial. A metodologia adotada pode servir de base para a formulação de estratégias de planejamento urbano mais sustentáveis e eficientes, tanto para Antônio Prado e a Serra Gaúcha quanto para outros municípios com características similares. A análise integrada e espacializada dos dados representa um instrumento fundamental para orientar políticas públicas e decisões técnicas voltadas à gestão do crescimento urbano.

Destaca-se que as tabelas e mapas elaborados ao longo do estudo representam uma base sólida de apoio à gestão urbana municipal, permitindo não apenas compreender as direções prováveis de crescimento, mas também antecipar conflitos territoriais, como ocupação de áreas frágeis ou de difícil infraestrutura. O mapa consolidado com os vetores de crescimento das 14 cidades da RMSG permite



uma leitura integrada da dinâmica regional, evidenciando a centralidade de eixos logísticos e a influência das condições topográficas na distribuição urbana. Essa visualização fornece insumos relevantes para políticas públicas em escala intermunicipal e pode ser articulada a planos diretores e estratégias metropolitanas.

Do ponto de vista metodológico, a incorporação de fatores de impedância e a redistribuição proporcional dos vetores de crescimento com base em pesos territoriais demonstram um avanço significativo em relação a modelos preditivos tradicionais, pois consideram aspectos qualitativos do território e não apenas a projeção linear de dados históricos. A combinação de análises espaciais com ferramentas de geoprocessamento (como o QGIS) e planilhas de projeção cria uma metodologia replicável e adaptável para outras regiões com características semelhantes.

Como desdobramento das análises realizadas, a pesquisa se desdobra, nos próximos passos, em frentes complementares. A primeira envolve a incorporação de variáveis socioeconômicas — como densidade populacional, renda média, acesso à infraestrutura e níveis de vulnerabilidade social — com o intuito de refinar os vetores de crescimento e qualificar as projeções espaciais e urbanas. A segunda frente consiste no desenvolvimento de um modelo dinâmico de simulação, ou a integração com plataformas de inteligência artificial geoespacial, possibilitando a construção de cenários mais interativos e aplicáveis à gestão urbana preditiva.

Essas direções indicam caminhos promissores para consolidar uma abordagem mais integrada, sistêmica e sensível ao contexto local, fortalecendo o papel do planejamento urbano estratégico na construção de cidades mais resilientes, inclusivas e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ANGEL, S. *et al.* **The dimensions of urban expansion: estimates and projections for all countries, 2000–2050.** *Progress in Planning*, v. 75, n. 2, p. 53-107, 2011.



- BARROS, J. S.; SOBREIRA, F. **Formas urbanas: análise, avaliação e desenho**. São Paulo: EdUSP, 2002.
- BATTI, M. **The new science of cities**. Cambridge: MIT Press, 2013.
- CHRISTALLER, W. **Central places in Southern Germany**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1933.
- CORRÊA, R. L. **Trajetórias geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- DIAS, E. **Formas urbanas e expansão urbana nas cidades brasileiras: o caso de Curitiba**. *Anais do Encontro Nacional da ANPUR*, Salvador, 2005.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Antônio Prado**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- LÖSCH, A. **The economics of location**. New Haven: Yale University Press, 1940.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EdUSP, 2008.
- VILLAÇA, F. **Espaço intraurbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

**Urban expansion in the Metropolitan Region of Serra Gaúcha and growth
vectors:
A predictive analysis applied to Antônio Prado**

ABSTRACT

The study analyzes urban growth in cities of the Metropolitan Region of Serra Gaúcha, considering their historical evolution and the factors influencing expansion in different directions, generating growth vectors. The research adopts an empirical and predictive approach to identify how elements such as topography, road infrastructure, and hydrographic systems impact expansion toward the north, south, east, and west. The municipality of Antônio Prado is used as a case study, applying spatial analysis through QGIS and projection spreadsheets to estimate urban growth patterns until 2070. The results highlight preferential directions of expansion and limiting factors, contributing to the understanding of regional urban dynamics and supporting more strategic and sustainable planning.

Keywords: Metropolitan Region of Serra Gaúcha. Growth vectors. Spatial analysis. Predictive modeling. Urban expansion.

**La expansión urbana en la Región Metropolitana de la Serra Gaúcha y los
vectores de crecimiento:**



Un análisis predictivo aplicado a Antônio Prado

RESUMEN

El estudio analiza el crecimiento urbano en las ciudades de la Región Metropolitana de la Serra Gaúcha, considerando su evolución histórica y los factores que influyen en la expansión en diferentes direcciones, generando vectores de crecimiento. La investigación adopta un enfoque empírico y predictivo para identificar cómo elementos como el relieve, la infraestructura vial y los sistemas hidrográficos impactan la expansión hacia el norte, sur, este y oeste. El municipio de Antônio Prado se utiliza como estudio de caso, aplicando análisis espaciales con QGIS y proyecciones temporales en hojas de cálculo para estimar los patrones de crecimiento urbano hasta 2070. Los resultados destacan direcciones preferenciales de expansión y factores limitantes, contribuyendo a la comprensión de las dinámicas urbanas regionales y apoyando una planificación más estratégica y sostenible.

Palabras clave: Región Metropolitana de la Sierra Gaúcha. Vectores de crecimiento. Análisis espacial. Modelado predictivo. Expansión urbana.