

## Forças Regionais e Formas Urbanas: um estudo de projeção de crescimento

### *Regional Forces and Urban Forms: a study of growth projection*

**Izabele Colusso, Professora do Mestrado em Design Estratégico, UNISINOS**

icolusso@unisinos.br

**Janquiel Lessa Florencio Rodriguez, Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS**

arq.janquiel@gmail.com

**Luísa Denardi, Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS**

luisasd@edu.unisinos.br

**Maria Schwingel, Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS**

mariadschwingel@edu.unisinos.br

**Ana Julia da Silva, Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS**

anajulias@edu.unisinos.br

### **Resumo**

Discute-se a influência do sistema regional nas formas urbanas das cidades. A diferença de escala, do nível regional ao municipal, revela a necessidade de maior conexão entre estudos e a avaliação das influências entre diferentes escalas e impactos. A pesquisa propõe um roteiro metodológico, utilizando coleta de dados e construção de variáveis de interesse, fornecendo uma ferramenta útil para estudar os efeitos espaciais na agregação de modelos de interação espacial. A coleta de dados empíricos na Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG), composta por 14 municípios com formas urbanas distintas, ilustra a pesquisa.

**Palavras-chave:** forças regionais, formas urbanas, estrutura interna da cidade.

### **Abstract**

*The influence of the regional system on the urban forms of cities is discussed. The difference in scale, from the regional to the municipal level, reveals the need for greater connection between studies and the evaluation of influences across different scales and impacts. The research proposes a methodological framework using data collection and the construction of variables of interest, providing a useful tool for studying spatial effects on the aggregation of spatial interaction models. The empirical data collection in the Metropolitan Region of Serra Gaúcha (RMSG), composed of 14 municipalities with distinct urban forms, illustrates the research.*

**Keywords:** regional forces, urban forms, internal structure of the city

## 1. Introdução

A busca pelo entendimento das transformações espaciais geradas diante do aumento do número de pessoas que vivem em cidades, do consequente aumento do espaço urbanizado, dos impactos na questão de consumo de espaço, e assim, das novas formas urbanas é assunto perseguido por diversas pesquisas. O conceito de crescimento urbano parte de um processo demográfico e espacial, onde diversos fatores são agentes de transformação, dentre eles: questões econômicas, ambientais, culturais, climáticas e sociais, sendo abordado neste artigo apenas alguns dos possíveis fatores de mudança.

Nesta pesquisa, discute-se a possibilidade da influência que o sistema regional pode ter sobre as formas urbanas que as cidades tendem a assumir. A diferença de escala envolvida nesta visão, que vai desde a escala regional, passa pela escala municipal, e chega à escala intraurbana, e colocada esta conjuntura que apresenta a maneira como hoje se aborda forma urbana, cidade e região, verifica-se que os estudos carecem de uma maior conexão e avaliação das influências entre as diferentes escalas e impactos.

Em uma determinada região, as cidades crescem segundo critérios próprios e apresentam formas urbanas distintas: algumas mais compactas e outras mais dispersas. Cidades compactas têm uma forma urbana mais próxima de um círculo, enquanto cidades dispersas ou fragmentadas tendem à linearidade ou apresentam um desenho urbano fragmentado (Krafta, 2014).

O encaminhamento desta pesquisa se dá através da proposta de um roteiro metodológico, e verificações estatísticas e espaciais. O instrumento desenvolvido para obtenção de resultados foi a coleta de dados e construção de variáveis de interesse, que pode fornecer uma ferramenta útil para estudar a influência dos efeitos espaciais sobre a agregação de modelos de interação espacial e o quanto podem contribuir de diversas maneiras para realizações substanciais em estudos econométricos espaciais, além de sugerirem ferramentas estatísticas que inferem o valor, intensidade e hierarquia provável de fluxos médios a certos níveis de agregação de variáveis disponíveis reais e estimadas.

Como forma de ilustrar a pesquisa, foi escolhido um estudo de caso: a Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG), composta por 14 municípios que apresentam formas urbanas bastante distintas entre si (Figura 1).



**Figura 1:** Mapa da Região Metropolitana da Serra Gaúcha. Fonte: elaborado pelos autores.

Nesta pesquisa, foram utilizados dados topológicos, consistindo em informações matemáticas, correlacionadas com dados de transporte e população, e apresentados em tabelas e mapas axiais bidimensionais. Esta abordagem matemática oferece uma visão espacial da região. É importante destacar que, para este estudo, informações sobre relevo, uso do solo e ocupação não foram consideradas, com o objetivo de obter uma perspectiva mais simplificada e objetiva.

## 1. Forças Regionais e Formas Urbanas

Podemos afirmar que em uma determinada região, temos cidades que crescem segundo critérios próprios e se apresentam com formas urbanas diferentes, algumas mais dispersas e outras mais compactas. Existem diversas razões para estas formas urbanas apresentarem-se de maneira diferente, e estariam associadas com a produção e consumo do espaço urbanizado, como a eficiência da estrutura espacial, e com a consistência entre a infraestrutura, regulações e o espaço ocupado por determinada forma urbana (Bertaud, 2003).

Mas cidades pertencentes a uma mesma região, de similares características de estruturação urbana e econômica, acabam por apresentar distintas formas urbanas. A discussão da influência que o sistema regional tem sobre as formas urbanas que as cidades tendem a assumir poderia explicar a forma urbana derivada da posição relativa num aglomerado de cidades.

Segundo Favaro & Pumain (2011), as cidades devem estar relacionadas de alguma forma, porque pertencem à mesma distribuição estatística, envolvendo uma determinada taxa de crescimento média e desvio padrão, a qual gera uma implícita interdependência entre elas. Gersmehl (1970) relata que existiria um problema de escala na identificação dos fatores que afetam a interação entre duas cidades, pois barreiras à ocorrência dos fluxos devem ser consideradas, e existe uma grande influência dos vizinhos e das rotas existentes entre estas cidades. Isto decore do fato de que a interação entre duas cidades pode ocorrer em vários níveis e escalas diferentes.

O termo 'forma urbana' é associado a diversas situações e nesta pesquisa, o termo é empregado para tratar da forma geral da cidade, ou seja, o estado macroscópico, o resultado do processo de adaptação e transformação do ambiente num determinado momento.

Temos então uma região onde as cidades crescem e assumem formas distintas, e estas formas são tanto impulsionadas por forças internas existentes nas cidades e dependentes de fatores locais, quanto pela sua própria localização nesta região.

## 2. Procedimentos Metodológicos, elaboração das previsões de crescimento

Inicialmente, em etapas iniciais desta pesquisa, foi realizada coleta de dados com informações relativas às 14 cidades pertencentes à 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). Os dados foram coletados em série temporal de 40 anos, com intervalos de 20 em 20 anos.

Para possibilitar uma melhor compreensão dos dados e facilitar a análise, elaborou-se uma segunda série de tabelas apenas com os dados relativos as direções de crescimento de cada município da RMSG, conforme Tabela 1, neste caso ilustrando apenas o município de Antônio Prado como exemplo do processo realizado para todas as 14 cidades. A tabela 1 apresenta os dados referentes à direção de crescimento, ilustrada pela letra “U”, 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.

**Tabela 1:** Dados sintetizados da cidade de Antônio Prado

Crescimento por Direção em Antônio Prado							
	1970	1990	2010	70-90	90-10	70-10	Direção
UN	665	848	861	27,52%	1,53%	29,47%	
US	794	967	1518	21,79%	56,98%	91,18%	Direção Sul: Farroupilha
UL	959	1333	1771	39,00%	32,86%	84,67%	Direção Sudeste: Caxias do Sul
UO	1168	1328	1677	13,70%	26,28%	43,58%	Direção Sudoeste: Bento Gonçalves

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 utilizamos 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 4. 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 fica visível 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 2.

**Tabela 2:** Tabela de projeções totais da cidade de Antônio Prado

Projeções Totais de Crescimento por Direção em Antônio Prado									
	2030	2050	2070	2010-2030	2010 - 2030	2030-2050	2030 a 2050	2050-2070	2050 a 2070
Norte	980,96	1085,70	1189,03	13,93%	119,96	10,68%	104,74	9,52%	103,33
Sul	1831,16	2178,18	2528,32	20,63%	313,16	18,95%	347,01	16,08%	350,15
Leste	2168,73	2572,19	2976,19	22,46%	397,73	18,60%	403,46	15,71%	403,99
Oeste	1907,08	2154,09	2402,66	13,72%	230,08	12,95%	260,78	11,54%	248,57

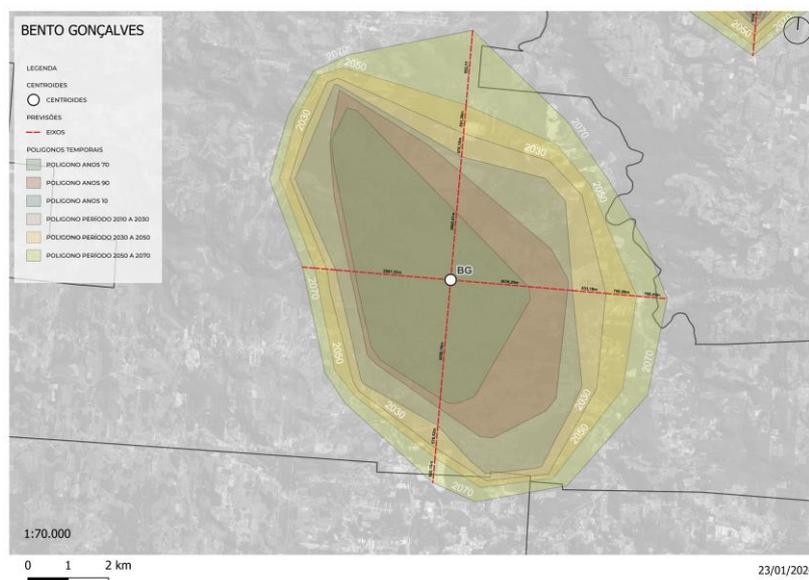
Fonte: elaborado pelos autores.

### 3. Espacialização, ilustração e Análise da Verificação Espacial

A partir das tabelas que apresentaram as previsões de crescimento urbano, geradas por meio do Excel, empreendeu-se uma representação visual desses dados. O objetivo foi destacar as principais características, tais como a direção do crescimento, formato e áreas de conurbação.

Para alcançar esse propósito, foram desenvolvidos mapas utilizando o software QGIS. (QuantumGIS) Inicialmente elaborou-se um mapa geral contendo todas as 14 cidades e suas manchas de crescimento nos intervalos de tempo selecionados.

Também visando facilitar a compreensão dos dados e previsões obtidas foram elaborados mapas individuais para cada uma das 14 cidades que compõem a Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG). Esses mapas oferecem uma perspectiva clara das expansões previstas na mancha de crescimento urbano ao longo das faixas de transição de tempo selecionadas. Estas compreendem os períodos de 2010 até 2030, 2030 até 2050 e, por fim, 2050 até 2070, conforme Figura 2.



**Figura 2:** Mapa de previsão de crescimento para Bento Gonçalves. Fonte: elaborado pelos autores.

Através dessas representações individuais, foi possível examinar de maneira detalhada cada cidade e como se projetará o desenvolvimento urbano em diferentes momentos, fornecendo informações cruciais para o entendimento do crescimento futuro das cidades na Região Metropolitana da Serra Gaúcha.

Por meio dos destes mapas, foi possível analisar o sentido de seus crescimentos em quatro direções distintas: norte, sul, leste e oeste. Essa abordagem permitiu a comparação das modificações observadas ao longo dos intervalos de tempo selecionados. Além disso, a análise identificou os municípios limítrofes próximos à zona de crescimento, evidenciando sua força de atração e corroborando os dados previamente calculados de centralidade. Os mapas também forneceram previsões sobre futuras regiões de conurbação, onde as manchas urbanas em expansão ultrapassaram os limites municipais, avançando sobre outros, como exemplificado na figura 6, referente as cidades de Caxias do Sul e Flores da Cunha.

A figura demonstra claramente a força de atração existente que a cidade de Caxias do Sul exerce na região, por essa razão a cidade de Flores da Cunha situada ao norte de Caxias possui uma forte tendência, prevista na imagem de expandir sua mancha urbana mais rapidamente no sentido sul, indo na direção de Caxias, configurando-se como uma região conurbada na próxima década de 2030.

Ao consolidar os mapas individuais em um mapa geral que engloba toda a região com os 14 municípios estudados, demonstrado na Figura 3, conseguimos analisar a relação global entre todas as cidades, a marcação dos centroides de cada cidade, seu perímetro municipal e suas manchas de crescimento expressas em tons coloridos. Isso proporcionou uma visualização mais didática e direta dos dados de centralidade e integração global discutidos nesta pesquisa, e possibilita um melhor entendimento da região como um sistema completo.

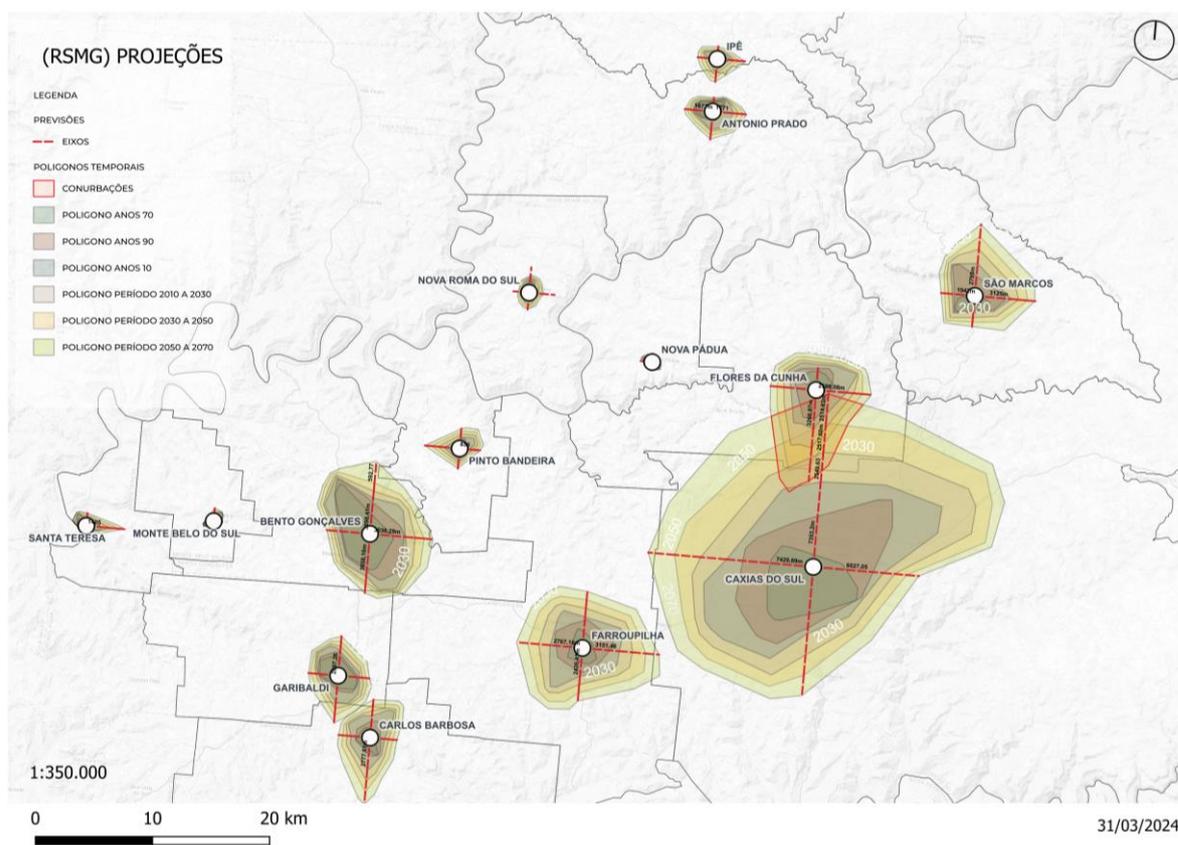


Figura 3: Previsão de crescimento ao longo dos anos. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da aplicação do roteiro metodológico, foi possível determinar as projeções de crescimento de cada uma das cidades da RSMG (Região Metropolitana da Serra Gaúcha) e dessa forma desenvolver conclusões e hipóteses da maneira como esse crescimento se dá em cada município.

Para Caxias do Sul, observou-se que o crescimento principal ocorre ao norte, em direção a Flores da Cunha, e ao oeste, em direção a Farroupilha e Bento Gonçalves. O crescimento no sentido leste é limitado pela topografia mais acidentada. Prevê-se que a conurbação entre Caxias do Sul e Flores da Cunha ocorrerá entre 2030 e 2050.

Farroupilha apresenta um crescimento urbano uniforme, refletindo sua alta centralidade na região. O crescimento principal ocorre ao leste, em direção a Caxias do Sul, conectando diferentes pontos da região e formando uma das maiores manchas urbanas atuais e previstas.

Flores da Cunha cresce principalmente ao sul, em direção a Caxias do Sul, com crescimento limitado nos demais sentidos (norte, leste e oeste). A conurbação entre Flores da Cunha e Caxias do Sul está prevista para ocorrer entre 2030 e 2050.

Garibaldi apresenta crescimento principalmente ao sul, em direção a Carlos Barbosa, com a conurbação esperada até 2070. O crescimento no sentido norte se dirige a Bento Gonçalves, enquanto os crescimentos nos sentidos leste e oeste são limitados.

Em Carlos Barbosa, o crescimento principal ocorre ao sul, com conurbação prevista com Garibaldi até 2070. Os crescimentos nos sentidos leste e oeste são limitados pela RS446 e pela topografia acidentada, respectivamente.

Bento Gonçalves cresce significativamente nos sentidos norte e oeste, enquanto os crescimentos nos sentidos sul e leste são limitados pela RS444 e um arroio, respectivamente. Há fatores de atração de crescimento em direção a Farroupilha e Caxias do Sul.

Ipê apresenta crescimento principalmente ao leste e ao sul, influenciado pela proximidade com a ERS 122 e a atração entre as cidades de Ipê e Antônio Prado. Antônio Prado, por sua vez, cresce ao leste, com crescimentos significativos ao oeste e ao sul.

Monte Belo do Sul tem seu crescimento principal na direção norte, com crescimento leste em direção a Bento Gonçalves. Em Pinto Bandeira, o crescimento é mais acentuado no sentido oeste devido à topografia favorável, enquanto os crescimentos nos outros sentidos são limitados.

Nova Pádua cresce principalmente ao oeste, com o crescimento nos sentidos sul e leste limitado pela topografia acidentada. O crescimento no sentido norte é facilitado pela topografia mais plana.

São Marcos apresenta crescimento principal nos sentidos norte e leste, enquanto os crescimentos nos sentidos oeste e sul são limitados pela topografia acidentada. A topografia mais plana nos sentidos norte e leste favorece o crescimento nesses sentidos.

Por fim, o mapa de projeções de crescimento de Santa Tereza indica que o crescimento principal ocorre no sentido leste, em direção a Monte Belo do Sul, com os crescimentos nos sentidos oeste e sul sendo limitados. Essas conclusões ajudam a entender as dinâmicas de crescimento urbano na RMSG, destacando fatores geográficos e infraestruturais que influenciam o desenvolvimento das cidades.

#### 4. Considerações finais

Foi possível perceber alguns padrões no crescimento das formas urbanas das cidades da Região Metropolitana da Serra Gaúcha. Inicialmente, vale ressaltar dois fatores limitantes que se repetem em diversas das cidades: o fator topografia e a existência da ERS-122. A topografia acidentada, característica da altitude da região como um todo, se torna um fator limitante de crescimento, uma vez que essa característica dificulta uma expansão orgânica devido a sua complexidade construtiva. Outro fator limitante que se repete na análise é a ERS-122, a rodovia - que passa por diversas das cidades citadas - acabou se tornando um fator de crescimento limitante.

Encontrou-se um padrão de crescimento relevante: o crescimento das cidades da Serra Gaúcha em direção ao Rio das Antas. Esse ponto em comum na direção NE (Nordeste) abre novas hipóteses sobre a importância desse Rio para a Região Metropolitana da Serra Gaúcha para análises subsequentes.

A pesquisa apresentada poderia ser um modelo dinâmico, que tratasse de se realimentar baseado nas informações de séries anteriores, deixando de ser estática e verificada de tempo a tempo, com cortes temporais, e sim que fosse tratada como um conjunto de informações iterativas. Seria possível, dadas as condições de série temporal fixadas a partir de cenários anteriores, visualizar quais seriam as tensões regionais em anos posteriores aos considerados, projetando tensões futuras geradas, caso a situação não apresente alteração.

Partindo do princípio de que a correlação entre a região e a forma urbana existe, poderiam ser antecipados de certa maneira os crescimentos urbanos, tomando como base a realidade configurada até o momento. A premente necessidade atual de crescimento urbano fornece uma oportunidade para reconfiguração dos sistemas regionais e distribuição das atratividades entre

as cidades, fornecendo ferramentas de planejamento urbano e regional que podem fazer com que as cidades se desenvolvam de maneira mais harmônica em uma região, sem disparidades e dependências espaciais.

## Referências

- [1] KRAFTA, R. (2014). Análise Espacial Urbana. Editora UFRGS, Porto Alegre.
- [2] Bertaud, A. (2003). Metropolitan Structures Around the World. Marikina. acessado em 18 de Agosto de 2022, disponível em <http://alain-bertaud.com>
- [3] Favaro J. M., Pumain D. (2011), Gibrat Revisited: An Urban Growth Model including Spatial Interaction and Innovation Cycles. Geographical Analysis, 43, pp 261-286.
- [4] Gersmehl, P. J. (1970). Spatial Interaction, Journal of Geography, 69:9, pp. 522-530.
- [5] QuantumGIS. Disponível em: [https://qgis.org/pt\\_BR/site/](https://qgis.org/pt_BR/site/). Acesso em: 22 de fevereiro de 2024.
- [6] Colusso, I. (2015). Forças regionais, formas urbanas e estrutura interna da cidade: um estudo de relações, acessado em 18 de Dezembro de 2023, disponível em [http://www.ufrgs.br/propur/teses\\_dissertacoes/Izabele\\_Colusso.pdf](http://www.ufrgs.br/propur/teses_dissertacoes/Izabele_Colusso.pdf)