ISSN: 1984-8781 - Anais XVIII ENANPUR 2019. Código verificador: **IRCyKOpUMi5Z** verificar autenticidade em: http://anpur.org.br/xviiienanpur/anais

FORMAS URBANAS E CENTRALIDADE REGIONAL: Um estudo comparativo

Autores:
Izabele Colusso - UNISINOS - icolusso@unisinos.br
Raquel Werner de Vargas - UNISINOS - devargasraquel@gmail.com
Manuela Hupper - UNISINOS - manuelahuppes@hotmail.com
Isabelle Mangoni - UNISINOS - mangoni.isabelle@gmail.com

Resumo:

A maneira como hoje se aborda formas urbanas, cidades e região apresenta carência de conexão das influências entre as diferentes escalas e impactos. Assim, é proposta uma correlação entre a posição relativa da cidade no sistema regional – sua centralidade – e a forma urbana que a cidade assume. Foram utilizados os casos das regiões do entorno de Santa Maria e do entorno de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, ambas sistemas regionais complexos; o primeiro, composto por 27 cidades, e o segundo por 13 cidades, em 3 períodos de tempo, tornando possível a comparação das formas urbanas e seu respectivo crescimento. Os instrumentos desenvolvidos para obtenção de resultados nesta investigação fornecem 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 disso, podem sugerir ferramentas estatísticas que inferem o valor, intensidade e hierarquia provável de fluxos médios a certos níveis de agregação de variáveis disponíveis reais e estimadas.

FORMAS URBANAS E CENTRALIDADE REGIONAL

Um estudo comparativo

RESUMO

A maneira como hoje se aborda formas urbanas, cidades e região apresenta carência de conexão das influências entre as diferentes escalas e impactos. Assim, é proposta uma correlação entre a posição relativa da cidade no sistema regional – sua centralidade – e a forma urbana que a cidade assume. Foram utilizados os casos das regiões do entorno de Santa Maria e do entorno de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, ambas sistemas regionais complexos; o primeiro, composto por 27 cidades, e o segundo por 13 cidades, em 3 períodos de tempo, tornando possível a comparação das formas urbanas e seu respectivo crescimento. Os instrumentos desenvolvidos para obtenção de resultados nesta investigação fornecem 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 disso, podem sugerir ferramentas estatísticas que inferem o valor, intensidade e hierarquia provável de fluxos médios a certos níveis de agregação de variáveis disponíveis reais e estimadas.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano tem se dado no sentido da aglomeração de cidades e na formação de contínuos urbanos. Ao agrupar cidades de diferentes portes, esta nova urbanização favorece o intercâmbio entre elas e promove o exercício de influências de umas cidades sobre as outras. Essas influências estariam manifestas não apenas nos fluxos entre cidades, mas na forma urbana (entendida enquanto área urbanizada) dessas cidades.

A história do aumento da urbanização é de migrações constantes ao longo de um período e de concentração espacial (Allen, 1997). Sendo assim, a maneira como esta urbanização ocorre assume grande importância e passa a figurar entre uma das principais problemáticas no que se refere à redistribuição espacial da população e do espaço por ela urbanizado.

Neste sentido, a busca pelo estabelecimento das transformações espaciais que foram geradas neste novo cenário começa a ganhar força. Se o espaço urbanizado está sendo gradativamente ampliado, significa que temos aí uma série de impactos na questão de consumo de espaço, e assim, novas formas urbanas e ocupações espaciais são assumidas.

Este percentual de pessoas que vivem em cidades deve crescer de forma acelerada até 2050 (ONU, 2007), o que mostra que a tendência é de que o espaço urbanizado cresça igualmente, ampliando e muito as cidades já existentes, e transformando assim as formas urbanas atuais em, talvez, grandes aglomerações urbanas, gerando um crescimento desordenado do espaço urbanizado.

Segundo Ojima (2007), existem dois fatores que devem ser considerados no processo de crescimento urbano: o populacional e o padrão de expansão física das ocupações urbanas. O fator populacional seria um desafio por exercer um importante peso na expansão da infraestrutura urbana, e o padrão de ocupação pode e deve ser entendido como essencial para que esse crescimento urbano possa se dar com maior ou menor impacto sobre as formas de expansão das áreas urbanas para comportar esse contingente populacional dentro das cidades, assim como as formas urbanas que acabam por serem moldadas justamente pelas tensões entre crescimento populacional e expansão urbana.

O entendimento de como ocorrem os crescimentos urbanos e quais as forças que moldam este processo constitui um dos fenômenos mais estimulantes na área do conhecimento urbano e dos sistemas complexos. São muitos os estudos que abordam o assunto, que não é recente, pois já na primeira metade do século passado, temos diversos autores (Burgess, Hoyt, Christaller, etc) teorizando e buscando entendimento sobre como a estrutura da cidade se molda, e até os dias atuais, temos o envolvimento de outras disciplinas, como geografia e economia (Krugman, Fujita, Allen, Thissé), que igualmente se somam na proposição de novas teorias que buscam explicar a maneira como as cidades crescem.

Sendo assim, 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. A complexidade dos sistemas urbanos faz emergir a ideia de como os sistemas podem ser usados para entender o surgimento e a evolução de um padrão espacial e estrutura do sistema estabelecido. Eles oferecem uma nova compreensão da origem e evolução dos padrões do estabelecimento humano e ocupações, tão bem quanto o crescimento urbano e estrutura (Allen, 1997), e estariam diretamente associados com a produção e consumo do espaço urbanizado, como a eficiência da estrutura espacial, e a consistência entre a infraestrutura, regulações e o espaço ocupado por determinada forma urbana (Bertaud, 2003).

Em uma mesma região, cidades de similares características de estruturação urbana e econômica, acabam por apresentar distintas formas urbanas, algumas mais compactas, outras mais dispersas.

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. A diferença de escala envolvida nesta visão, que vai desde a escala regional, passa pela escala municipal, e chega à escala intraurbana, traz uma nova ótica no entendimento do paradoxo da estocástica dos modelos: que contradigam evidências empíricas porque sugerem que as cidades podem se desenvolver de forma independente, de formas isoladas. 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.

Colocada esta conjuntura que apresenta a maneira como hoje se aborda formas urbanas, cidades e região, verifica-se que os estudos carecem de uma maior conexão e avaliação das influências entre as diferentes escalas e impactos.

Assim, é proposta uma correlação entre a posição relativa da cidade no sistema regional – sua centralidade – e a forma urbana que a cidade assume.

A questão central gira em torno da discussão se a forma que a cidade tende a assumir na escala regional é influenciada pela posição relativa que uma cidade assume em relação às demais.

Foram utilizados os casos das regiões do entorno de Santa Maria e do entorno de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, ambas sistemas regionais complexos; o primeiro, composto por 27 cidades, e o segundo por 13 cidades, em 3 períodos de tempo, tornando possível a comparação das formas urbanas e seu respectivo crescimento.

Os instrumentos desenvolvidos para obtenção de resultados nesta investigação fornecem 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 disso, podem sugerir ferramentas estatísticas que inferem o valor, intensidade e hierarquia provável de fluxos médios a certos níveis de agregação de variáveis disponíveis reais e estimadas.

DIFERENCIAÇÃO ESPACIAL E CENTRALIDADE

O conceito de diferenciação espacial é de fácil apreensão e seria um componente geográfico, ou a sua diferença, expressa no espaço. Conforme Corrêa (1997), é a diferença, condição essencial, imanente, expressa no espaço, uma vez que é visível tanto nas condições naturais (solo, vegetação, clima) quanto nos aspectos sociais (economia, política, cultura). Dessa maneira, à medida que estes aspectos se diferenciam no espaço, tem-se como resultado a diferenciação espacial, isto é, o resultado é uma organização distinta do espaço. Para a morfologia urbana, este conceito é empregado de forma a ressaltar que o contrário da existência de padrão é a diferenciação, ou seja, a existência de uma hierarquia na qual alguns espaços se destacam pela sua posição relativa ou pelo número de conexões com os demais espaços adjacentes (Krafta, 1994).

Cabe acrescentar ainda que é um conceito e também uma possibilidade analítica, que será útil nesta investigação, entendida como uma categoria de entendimento da realidade expressa no espaço (Corrêa, 1997).

Krafta (1994) propõe a diferenciação do espaço pela propriedade espacial da centralidade, que viria a ser uma medida de hierarquia espacial que busca identificar o papel que cada elemento do sistema espacial desempenha na conexão possível entre todos os pares de elementos deste sistema.

Centralidade é uma medida de posição relativa, pois se refere à virtude de uma célula (vide Anexo A) estar no caminho entre duas outras ou mais em um dado sistema espacial. Dessa forma, num primeiro momento podemos assumir que a medida de centralidade independe da distância, pois apenas envolve posição que as células ocupam em relação a outras; seria, assim, uma medida eminentemente topológica (Krafta, 1994).

Desta forma, o conceito de centralidade parte do princípio de que todo espaço é acessível a partir de qualquer outro espaço, através de um sistema de espaços conectados entre si, e que a distribuição desigual destes espaços, combinada com as características da configuração do mesmo, gera diferenciação espacial. Estes espaços que detêm maior poder de atratividade são os espaços para os quais o modelo todo converge, da mesma forma como ocorre nos modelos gravitacionais anteriormente explanados. Centralidade pode ser definida, assim sendo, como níveis de diferenciação espacial na estrutura considerada, relacionado com a intensidade e atratividade das atividades.

É justamente esta atratividade que faz o sistema convergir, que vem a ser o potencial que os espaços têm de gerar e atrair fluxos. As tensões seriam geradas por uma concentração desigual de atratividades através das células de um sistema. Estas características são novamente referidas por Krafta (2014a), que trata da existência de uma tensão entre cada par de unidades espaciais que corresponde a magnitude de interação entre as atratividades contidas nestas mesmas unidades espaciais.

Podemos considerar então que a centralidade é

> "uma medida morfológica de diferenciação espacial, gerada por tensões entre unidades (...) alocadas em parcelas espaciais discretas e conectadas pelo tecido urbano, sendo considerada mais central a parcela que participa com maior intensidade da rota de ligação mais eficaz entre cada um dos espaços com todos os outros, considerando caminhos preferenciais e atritos de percurso (Krafta, 1994)"

, seria possível transpor este conceito do espaço intra-urbano para o espaço regional, como realizado em estudos anteriores[1].

Sendo igualmente uma medida gravitacional, a interação espacial tem princípios muito conhecidos (Wilson, 1970), que envolvem o efeito de atratividade entre atividades interdependentes, de intensidade proporcional ao tamanho das atividades. No entanto, a interação espacial fornece meios para representar o fenômeno quando a diferenciação já está processo de desenvolvimento; a centralidade espera desenvolver-se a partir de um sistema, resultando em um processo de diferenciação espacial, funcional e morfológica.

[1] Espínola (2002), tratou deste assunto na Dissertação de Mestrado intitulada “Configuração Espacial e Hierarquia Urbana - Rede de cidades no Paraná”.

Ao existir uma tensão entre qualquer par de espaços, ou seja, uma probabilidade de ocorrência de interação, proporcional aos atributos de ambos e ao número de espaços existentes no caminho mínimo, as tensões podem ser atribuídas a todos os espaços intersticiais. Estes espaços intersticiais têm um valor atribuído, que é a soma de todas as tensões intermediárias após todos os pares de caminhos mínimos do sistema serem calculados. A centralidade é, assim, a posição de cada cidade em um ranking dos espaços intersticiais.

Fica claro que a centralidade é um padrão de especialização funcional do sistema, resultante da interação de forças de atratividade que fazem o sistema cooperar e concorrer, fazendo com que aglomeração e multipolarização sejam duas faces de um mesmo processo.

Esta especialização funcional do sistema pode ser descrita como uma diferenciação morfológica, resultante de um processo de interação espacial, potencializada pela configuração do sistema.

Desta forma, o espaço regional poderia ser representado e diferenciado de maneira sintética e operacional, de suas conectividades e da medida de centralidade.

A Teoria do Lugar Central de Christaller (1966) e Losch (1944) auxilia na compreensão dos padrões de localização de cidades em uma região e a influência hierárquica que uma exerce sobre a outra. Esta hierarquia tem determinadas repercussões, retratadas por Allen (1997), que relata o quanto os padrões originados em determinadas cidades emergem em um dado sistema regional, surgindo uma dinâmica de formação e evolução da região.

A urbanização – e o desigual desenvolvimento regional, que é um processo intimamente relacionado – claramente envolve uma tensão entre forças centrípetas que tendem a atrair a população e a produção para as aglomerações e as forças centrifugas que tendem a dissolver as aglomerações (Krugman, 1996).

Relacionando as repercussões das forças centrípetas e centrífugas com a forma urbana e o seu desempenho, podemos afirmar que as forças centrípetas trazem vantagens naturais das localizações, e que as forças centrífugas trazem mais custos de transporte e desigualdade de valores da terra (medida através do mercado). Estas repercussões no desempenho parecem por vezes limitadas ou pouco perceptíveis, mas por vezes aparece entre as forças que expulsam as atividades em uma grande cidade, como o valor do solo urbano, e aquelas que atraem as atividades para o campo, como a existência de uma zona rural dispersa.

Sendo assim, tanto as forças centrífugas quanto as forças centrípetas apresentam grande influência nas formas urbanas, existindo diversas abordagens analíticas da tensão entre a aglomeração e a dispersão que gera cidades e regiões.

Esta forma urbana que a cidade pode assumir está condicionada às forças existentes na cidade, que podem tanto impulsionar o seu crescimento para fora de seu espaço urbanizado atual (força centrípeta), quanto podem promover uma maior concentração (força centrífuga). A repercussão que tais forças têm sobre a forma de uma cidade está relacionada com as localizações de atratores dentro da cidade, que podem promover um crescimento em uma determinada direção, dispersando ou concentrando.

A questão locacional de atratividade acaba por determinar hierarquias no espaço urbano, onde determinados espaços são mais atratores de atividades do que outros. A teoria do lugar central expressa esta condição, ao tratar da questão de como o fator central concentra atividades e explica como cidades concentram grande número de atividades em uma região.

A condição de existência de cidades que têm uma hierarquia sobre outras em uma determinada região faz emergir uma dinâmica, pois traz a ideia de que, enquanto uma hoje se destaca pela quantidade de atratores, a qualquer momento pode vir a surgir um fator que gerará outra hierarquia neste sistema, que é dinâmico, e variável de acordo com os crescimentos das cidades que o compõem.

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 locacionais, quanto pela sua própria localização nesta região.

Como se vê, existem inúmeras evidências de que forças de caráter regional, interurbanas, estariam presentes nos processos de evolução das cidades, notadamente em seu tamanho e grau de especialização; não parece haver, entretanto, o correspondente exame da evolução da morfologia interna dessas cidades como possível resultado da combinação de forças internas e externas. A busca pelo estabelecimento de uma relação entre a escala intraurbana e a escala regional é uma lacuna a ser preenchida, e o quanto possíveis influências do sistema regional alteram a estrutura espacial intraurbana é o que direciona este trabalho.

DETERMINAÇÃO DOS EFEITOS DA CENTRALIDADE

Considerando que centralidade trata da posição relativa de uma entidade pertencente a um sistema, tratou-se de avaliar a influência da centralidade, enquanto tensão geradora que poderá irradiar para outras cidades vizinhas do sistema.

Os efeitos da centralidade podem ajudar na compreensão da diferenciação espacial no sistema regional, e assim, foi calculado em duas escalas: regional e intraurbana. Os efeitos da centralidade regional serão apresentados a seguir, enquanto que os efeitos da centralidade intraurbana serão apresentados no próximo capítulo, por se relacionarem com a questão de verificação espacial.

Considerando que as cidades de origem e destino podem ser tratadas como sendo um destino para as tensões que são geradas por outras cidades do sistema, ou como sendo parte de caminhos mínimos que conectam outros pares de tensão de origem e destino, são realizados procedimentos baseados na multicolinearidade.

Seja ci uma medida da centralização da cidade de origem i dentro do sistema regional, pode-se testar a sua influência como variável explicativa da quantidade de interações, assim como uma variável cj seria uma medida de centralização da cidade destino j.

Para este cálculo, foi utilizado o software Numerópolis[2], uma plataforma para análise urbana, possuindo procedimentos padronizados para captura, registro e manipulação de dados socioespaciais; bem como para visualização, e um número indeterminado de plugins, cada um deles implementando uma ou mais rotinas analíticas (Lima, 2013).

De posse de um mapa base importado diretamente do QuantumGIS, contendo o sistema espacial considerado, procedeu-se a montagem de um layer de pontos, utilizado para gerar representações espaciais baseadas em nós. Cada ponto, portanto, corresponde a uma cidade do sistema regional (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Imagem utilizada como base para Numerópolis para o estudo de caso da Região de Santa Maria. Fonte: dos autores.

[2] Numerópolis é um software de análise espacial urbana, produzido pelo Grupo Sistemas Configuracionais Urbanos do PROPUR da UFRGS.

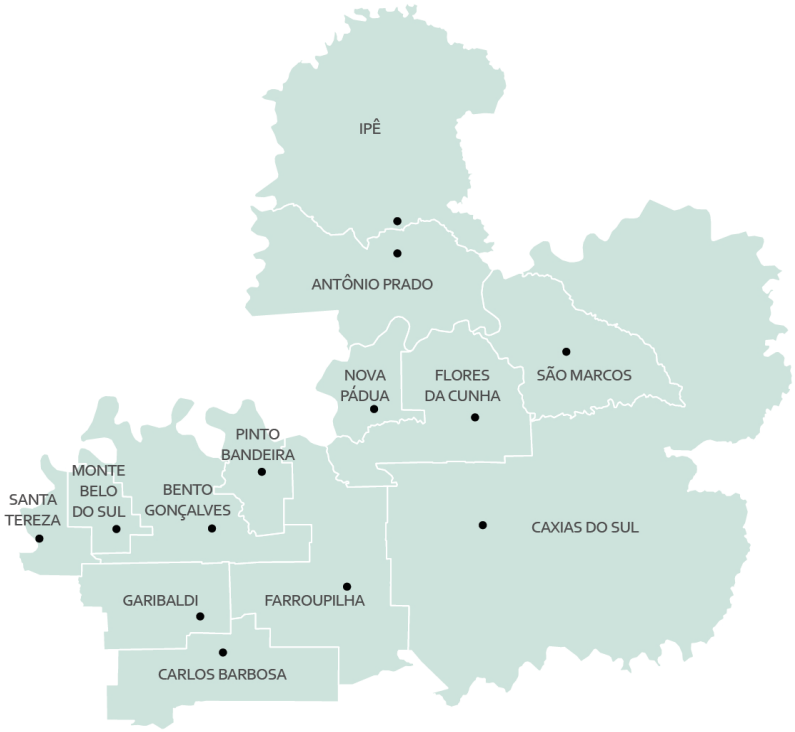

Figura 2 – Imagem utilizada como base para Numerópolis para o estudo de caso da Região Metropolitana de Serra Gaúcha. Fonte: dos autores.

Não foi utilizado nenhum tipo de carregamento de atributos nas cidades, pois o objetivo aqui é relacionar apenas a posição relativa da cidade em relação às interações existentes.

A medida utilizada corresponde a uma propriedade do vértice chamada Centralidade-Freeman, ou seja, descreve a importância de um vértice em função da sua capacidade de interferir positivamente na eficiência da conectividade da rede. O grau de interferência de um vértice na conectividade da rede é medido pela queda da eficiência na rede causada pela remoção das conexões incidentes nele (Lima, 2013).

Considera-se que a centralidade não se alterou ao longo dos anos, pois as cidades não mudaram de posição no território, ou seja, é um dado fixo que será comparado com os dados variáveis de deformação das formas urbanas por direção (Tabela 1).

Cidade	Centralidade
Agudo	0.0679128
Cacequi	0.0685004
Dilermando de Aguiar	0.0900021
Dona Francisca	0.0649754
Faxinal do Soturno	0.0907071
Formigueiro	0.0642704
Itaara	0.0816599
Ivora	0.0761376
Jaguari	0.0660329

Jari	0.0642705
Julio de Castilhos	0.100476
Mata	0.0723777
Nova Palma	0.077195
Pinhal Grande	0.0739052
Quevedos	0.0700278
Restinga Seca	0.0959608
Santa Margarida do Sul	0.0471162
Santa Maria	0.289888
São Francisco de Assis	0.0572207
São João do Polêsine	0.0861248
São Martinho da Serra	0.094702
São Pedro do Sul	0.162371
São Sepé	0.164494
São Vicente do Sul	0.146148
Silveira Martins	0.0858899
Toropi	0.0930906
Vila Nova do Sul	0.101634

Tabela 1 – Valores de centralidade para as cidades do sistema regional da Região de Santa Maria.
Fonte: dos autores.

Cidade	**Centralidade**
Antônio Prado	0.223503
Bento Goncalves	0.331504
Carlos Barbosa	0.133187
Caxias do Sul	0.177156
Farroupilha	0.556043
Flores da Cunha	0.217892
Garibaldi	0.152397
Ipê	0.103122
Monte Belo do Sul	0.213258
Nova Pádua	0.148128
Pinto Bandeira	0.152397
Santa Tereza	0.101415
São Marcos	0.167338

Tabela 2 – Valores de centralidade para as cidades do sistema regional da Região Metropolitana da Serra Gaúcha.
Fonte: dos autores.

AUMENTO DE ÁREA URBANIZADA E CENTRALIDADE

A medida da área urbanizada diz respeito à ocupação que toda a estrutura urbana tem sobre o território, ou seja, seria uma mancha da forma urbana e por isso é considerada uma medida da escala municipal. Em outra escala, as medidas de estruturação interna referem-se à diferenciação espacial interna das cidades, tais como evolução de centralidade, polarização e densidade.

Centralidade é um atributo relativo à distribuição hierárquica da forma construída e consequentemente de atividades, segundo posições relativas dadas pelo sistema de espaços (Krafta, 1994).

A medida de centralidade de Krafta (1994) alimenta a idéia de que para identificar e medir a centralidade dos sistemas urbanos é indispensável a relação entre pontos no espaço tratados aqui como cada cidade do sistema regional, articulados aos demais pontos do sistema. Ou seja, um ponto é central para um par de outros pontos se estiver no caminho mínimo entre eles (Espínola, 2002). Desta forma, um sistema de pontos interconectados representa caminhos nas relações entre quaisquer dois pontos que são, portanto, alcançáveis entre si.

A centralidade do sistema é obtida, portanto, através do somatório de todos os caminhos mínimos entre os pares de pontos (cidades). Assim, a analogia entre os diversos pares que geram tensões, representa a possibilidade em potencial de cada cidade gerar e atrair fluxos, criadas nas proporções da importância desses componentes conectados através das ligações rodoviárias e que, portanto, demonstram que nenhuma tensão pode ser gerada sem os pontos que representam as cidades, ou distribuída sem as ligações rodoviárias

As medidas de deformação geométrica referem-se à forma geral dos assentamentos urbanos, cuja evolução estaria supostamente afetada pelas tensões regionais do sistema. Nesse sentido, esta deformação privilegiaria determinadas direções, ou eixos de interação espacial, estendendo a área urbana consistentemente nessas direções. Estas deformações poderiam ser descritas por medidas geométricas propriamente ditas, como variação do perímetro urbano, aumento bruto de área urbanizada, deformação proporcional, deformação por direção, dentre outras medidas (Figura 3).

Figura 3 – Exemplo de medida de deformação geométrica, para a cidade de Bento Gonçalves: em cor mais fraca, área urbanizada em 1970, calculada em direção aos vértices de forma; em

cor mais forte, área urbanizada em 2010, igualmente calculada em direção aos vértices de forma.
Fonte: dos autores.

A taxa de crescimento das cidades ao longo do período considerado será avaliada através de uma medida de suporte, intitulada neste trabalho de medida de deformação geométrica.

Deformação é uma mudança na forma e tamanho de um corpo quando uma determinada força é aplicada no mesmo. Se considerarmos que existe uma força 'puxando' uma cidade em determinada direção, poderíamos correlacionar este princípio com a Lei de Hooke, que prevê que as deformações são alongamentos ou contrações de um segmento por unidade de comprimento (Tabelas 4 e 5).

Cidade	MAIOR CRESCIMENTO	
	SENTIDO	VALOR
Agudo	N	1,5
Cacequi	N	0,6
Dilermando de Aguiar	O	1,2
Dona Francisca	L	3,5
Faxinal do Soturno	S	1,2
Formigueiro	N	1,9
Itaara	N	5,4
Ivorá	O	0,4
Jaguari	S	1,7
Jari	N	0,9
Júlio de Castilhos	S	2,1
Mata	S	0,9
Nova Palma	O	1
Pinhal Grande	L	2,4
Quevedos	O	0,6
Restinga Seca	O	0,9
Santa Margarida do Sul	S	1,1
Santa Maria	O	5,7
São Francisco de Assis	N	0,5
São João do Polêsine	O	0,7
São Martinho da Serra	S	1,3
São Pedro do Sul	N	4,7
São Sepé	L	2,6
São Vicente do Sul	O	1,5
Silveira Martins	L	0,3
Toropi	N	1,1
Vila Nova do Sul	L	1,7

Tabela 4 – Cidades da região de Santa Maria e deformação geométrica por direção.

Cidade	MAIOR CRESCIMENTO	
	SENTIDO	VALOR
Antonio Prado	L	812

Bento Goncalves	L	1474,21
Carlos Barbosa	S	2140,81
Caxias do Sul	N	5006,84
Farroupilha	L	2269,31
Flores da Cunha	S	2740,74
Garibaldi	S	1225,92
Ipe	L	863,59
Monte Belo do Sul	N	211
Nova Padua	O	318,27
Pinto Bandeira	O	1112
Santa Tereza	L	1266
Sao Marcos	N	2012

Tabela 5 – Cidades da RMSG e deformação geométrica por direção.

Sendo assim, a força de deformação pode ser relacionada com a tensão regional, pois o vetor de deformação gerado por cada unidade de célula componente do sistema regional pode ser sobreposto aos vetores de cada par de cidades.

Supõe-se que as cidades cresçam a uma taxa de crescimento x, expressa em um aumento de Área Urbanizada ΔU, causando uma deformação geométrica D em uma direção principal, em um dado período de tempo Δt. A partir desta consideração, seria possível modelar as prováveis distribuições deste crescimento, considerando as forças internas polarizadoras e atratoras de fluxos, e como as mesmas se alteraram ao longo do período considerado.

O comportamento linear da deformação expressa que a tensão imposta é proporcional à deformação.

O aumento de área urbanizada foi calculado considerando a diferença entre os períodos de tempo, ou seja, ΔU em Δt.

Supõe-se que as cidades cresçam a uma taxa de crescimento x, expressa em um aumento de Área Urbanizada ΔU, em um dado período de tempo Δt. A partir desta consideração, seria possível modelar as prováveis distribuições deste crescimento, considerando as forças regionais, caracterizadas pela medida de tensão regional.

$$C \sim \Delta U$$

onde C é a Centralidade e ΔU é a diferença de Área Urbanizada.

RESULTADOS

Observa-se que existe uma correlação positiva entre a deformação geométrica e a medida de centralidade, tanto nas cidades de origem quanto nas de destino, à exceção de períodos quando algumas cidades pouco ou nada cresceram, e a correlação mostra-se alta para estas cidades. Importante ressaltar também a relação entre a diferença de centralidade e a deformação geométrica nas cidades de origem, especialmente nas direções norte e sul (Tabelas 6 e 7).

Cidade	MAIOR CRESCIMENTO		CENTRALIDADE	CORRELAÇÃO
	SENTIDO	VALOR		0,9151
Agudo	N	1,5	0,0679128	
Cacequi	N	0,6	0,0685004	
Dilermando de Aguiar	O	1,2	0,0900021	
Dona Francisca	L	3,5	0,0649754	
Faxinal do Soturno	S	1,2	0,0907071	
Formigueiro	N	1,9	0,0642704	
Itaara	N	5,4	0,0816599	
Ivorá	O	0,4	0,0761376	
Jaguari	S	1,7	0,0660329	
Jari	N	0,9	0,0642705	
Júlio de Castilhos	S	2,1	0,0642705	
Mata	S	0,9	0,0723777	
Nova Palma	O	1	0,077195	
Pinhal Grande	L	2,4	0,0739052	
Quevedos	O	0,6	0,0700278	
Restinga Seca	O	0,9	0,0959608	
Santa Margarida do Sul	S	1,1	0,0471162	
Santa Maria	O	5,7	0,0471162	
São Francisco de Assis	N	0,5	0,0572207	
São João do Polêsine	O	0,7	0,0861248	
São Martinho da Serra	S	1,3	0,094702	
São Pedro do Sul	N	4,7	0,162371	
São Sepé	L	2,6	0,162371	
São Vicente do Sul	O	1,5	0,146148	
Silveira Martins	L	0,3	0,0858899	
Toropi	N	1,1	0,0930906	
Vila Nova do Sul	L	1,7	0,289888	

Tabela 6 – Cidades da região de Santa Maria e correlação entre deformação por direção e centralidade.

Cidade	MAIOR CRESCIMENTO		CENTRALIDADE	CORRELAÇÃO
	SENTIDO	VALOR		
Antônio Prado	L	812	0,231713	0,6494
Bento Goncalves	L	1474,21	0,331289	
Carlos Barbosa	S	2140,81	0,144717	
Caxias do Sul	N	5006,84	0,431308	
Farroupilha	L	2269,31	0,475564	

Flores da Cunha	S	2740,74	0,377315
Garibaldi	S	1225,92	0,164633
Ipê	L	863,59	0,10691
Monte Belo do Sul	N	211	0,215338
Nova Pádua	O	318,27	0,138079
Pinto Bandeira	O	1112	0,151356
Santa Tereza	L	1266	0,102927
São Marcos	N	2012	0,149143

Tabela 6 – Cidades da RMSG e correlação entre deformação por direção e centralidade.

O que ocorre é que a medida de centralidade existe para um par de interação, e não para o ponto da cidade de forma específica, sendo em primeiro momento, uma correlação impossível de ser realizada. É necessário extrair uma medida que represente a força do vetor na direção determinada do vetor crescimento da cidade em uma direção qualquer.

Sendo assim, foi considerado que a medida de deformação geométrica para uma cidade seria distribuída em todas as direções (norte, sul, leste e oeste) e seria extraída aquela medida na direção para onde a cidade apresentou maior crescimento (diferença de área urbanizada por direção).

As correlações obtidas (91% para a região de Santa Maria e 65% para a RMSG) são bastante animadoras, pois demonstram que é possível considerar que a posição relativa de uma cidade em uma região (centralidade) tem forte influência na maneira como esta cidade tende a crescer.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Centralidade é um atributo relativo à distribuição hierárquica da forma construída e consequentemente de atividades, segundo posições relativas dadas pelo sistema de espaços (Krafta, 1994).

A medida de centralidade de Krafta (1994) alimenta a ideia de que para identificar e medir a centralidade dos sistemas urbanos é indispensável a relação entre pontos no espaço, tratados aqui como cada cidade do sistema regional, articulados aos demais pontos do sistema. Ou seja, um ponto é central para um par de outros pontos se estiver no caminho mínimo entre eles (Espínola, 2002). Desta forma, um sistema de pontos interconectados representa caminhos nas relações entre quaisquer dois pontos que são, portanto, alcançáveis entre si.

A centralidade do sistema é obtida, portanto, através do somatório de todos os caminhos mínimos entre os pares de pontos (cidades). Assim, a analogia entre os diversos pares que geram tensões, representam a possibilidade em potencial de cada cidade gerar e atrair fluxos, criadas nas proporções da importância desses componentes conectados através das ligações rodoviárias

e que, portanto, demonstram que nenhuma tensão pode ser gerada sem os pontos que representam as cidades, ou distribuída sem as ligações rodoviárias.

É um atributo eminentemente estrutural, caracteriza-se como um campo de forças de atratividade e, assim, responderia à uma força regional que tende a puxar e deformar o crescimento da forma urbana.

Aliando a tensão regional com a centralidade-Freeman na escala regional, podemos concluir que as interações espaciais ocorrerão independentemente da posição relativa das cidades de origem, mas a posição relativa das cidades de destino é importante.

Além disso, fica evidente que o fluxo ocorre baseado no par de interação, sendo importantes as variáveis de posição relativa da cidade de origem (centralidade), e população da cidade de destino, mostrando que a atratividade dos destinos e a oferta de serviço são extremamente relevantes.

Existe um nível claro de diferença entre as correlações, sendo que algumas cidades acabam tensionando os resultados de forma positiva ou negativa. São os casos das cidades que não tiveram aumento de área urbanizada, ou seja, a deformação geométrica não acompanhou a tendência da região que existia naquela determinada direção.

A distribuição das medidas auxilia no entendimento do quanto as medidas se relacionam ou não, por direção, e assim, permite visualizar que, enquanto algumas cidades tiveram deformação geométrica em todas as direções, o crescimento regional existe apenas para uma ou outra direção, ou o crescimento existe e a deformação ocorreu em outra direção qualquer.

Pode ter influência a maneira como foi obtida a informação referente à deformação geométrica, pois muitas vezes o crescimento ocorreu em uma direção intermediária às estimadas (nordeste, sudeste, noroeste ou sudoeste), e assim não foi apreendida de forma correta pela medição. Ainda, este mesmo ruído pode ter afetado a distribuição em direções da medida de tensão regional, que foi estimada a ter distribuição conforme as direções pré-determinadas (norte, sul, leste e oeste), mas pode estar ocorrendo igualmente em uma direção intermediária.

REFERÊNCIAS

Allen, P. M. (1997). Cities and Regions As Self-Organizing Systems: Model of Complexity. Routledge.

Bertaud, A. (2003). Metropolitan Structures Around the World. Marikina. Acessado em 18 de Agosto de 2012, disponível em <http://alain-bertaud.com>

Bertaud, A. & Malpezzi, S. (1999). The spatial distribution of population in 35 world cities: the role of markets, planning and topography. Center of Urban Land Economics Research.

Burgess, E. W. (1925). The City: Suggestions for Investigation of Human Behavior in the

Urban Environment. Chicago: The University of Chicago Press.

Buzai, G. D. (1993). Mapas Sociales Urbanos. Lugar Editorial. Buenos Aires.

Christaller, W. (1966). Central Places in Southern Germany. Prentice Hall.

Colusso, I. (2007) Apossamento dos Espaços Públicos Abertos na Área Central de Santa

Maria/RS. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional, Programa de Pós- Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Corrêa, R. L. (1997) Interações espaciais. In: Castro, I. E.; Gomes, P. C.; Corrêa, R. L.

(Org.). Explorações geográficas. 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 279-318.

Dennett, A. (2012) Estimating flows between geographical locations: 'get me started in' spatial interaction modelling. Working Paper 181. UCL, Centre for Advanced Spatial Analysis.

Dennett, A., Wilson A. (2013) A multi-level spatial interaction modelling framework for estimating inter-regional migration in Europe. Environment and Planning A 45: 1491-1507.

Espínola, A. M. (2002). Configuração Espacial e Hierarquia Urbana - Rede de cidades no Paraná. Dissertação de mestrado do PROPUR.

Favaro J. M., Pumain D. (2011), Gibrat Revisited: An Urban Growth Model including Spatial Interaction and Innovation Cycles. Geographical Analysis, 43, pp 261-286.

Fujita, M.; Thisse, J.F. (2009) New Economic Geography: An appraisal on the occasion of Paul Krugman's 2008 Nobel Prize, Regional Science and Urban Economics, n. 39, pp 109–119.

Fujita, M.; Krugman, P. (2004). The new economic geography: Past, present and the future. Regional Science.

Fujita, M., Krugman, P., Venables, A. J. (1999). The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade. Cambridge, MA: MIT Press.

Gersmehl, P. J. (1970). Spatial Interaction, Journal of Geography, 69:9, pp. 522-530.

Hoyt, H. (1939) The Pattern of Movement of Residential Rental Neighborhood. In Readings in Urban Geography. Org. H.M. Mayer e C.F. Kohn (1958), Chicago: The University of Chicago Press.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), Censo Demográfico 2010.

Krafta, R. (1994). Modelling Intraurban configurational development. Environment and

Planning B: Planning and Design, v. 21. London: Pion. pp. 67-82.

_____ (2001). Urban Centrality A fully configurational model of a self-organizing process. Proceedings. 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta.

_____ (2014a). A new Definition (and Assessment) of Urbanity. In: 2nd Future of Places

International Conference on Public Space and Place Making, 2014, Buenos Aires. Streets as Public Spaces and Drivers of Urban Prosperity. Estocolmo: Ax:son Johnson Foundation, 2014. v. 2. pp. 259-258.

_____ (2014b). Notas de aula de morfologia urbana. Editora Ufrgs.

Krugman, P. (1991). History versus Expectations. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 106, No. 2, pp. 651-667. Acessado em 20 de janeiro de 2013, disponível em <http://www1.fee.uva.nl/cendef/upload/76/Krugman1991.pdf>

_____ (1996). The Self-Organizing Economy. Oxford, UK. Blackwell Publishers.

_____ (2010). The new economic geography, now middle-aged. Prepared for presentation to the Association of American Geographers.

Lima, L. S. (2013). Numerópolis – Indicadores de Desempenho Urbano. PROPUR, UFRGS.

Losch, A. (1944). The Nature of Economic Regions, Southern Economic Journal, Vol. 5, No. 1, pp. 71–78.

Ojima, R. (2007). Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras. R. bras. Est. Pop., São Paulo, v. 24, n. 2, p. 277-300, jul./dez. 2007

Meyers, R. A., (2009). Encyclopedia of Complexity and Systems Science. Springer.

ONU (Organização das Nações Unidas) (2007). Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD): Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008, Nova Iorque.

Pumain, D. (2003), Urban Sprawl: Is there a French Case? In: Richardson, H.W.; BAE, C.C. (Eds.): Urban Sprawl in Western Europe and the United States. London: Ashgate, pp 137–157.

_____ (2004). Scaling laws in urban systems, Santa Fe Institute, Working Papers, n°4, pp. 26-52.

_____ (2008). The Socio-Spatial Dynamics of Systems of Cities and Innovation Processes: a Multi-Level Model, in : Albeverio S., Andrey D., Giordano P., Vancheri A. (ed), The Dynamics of Complex Urban Systems. An Interdisciplinary Approach, Heidelberg, Physica Verlag, pp 373-389.

Thissé, J. F. (2011). Geographical economics: A historical perspective, CORE Discussion Papers 2011012, Université catholique de Louvain, Center for Operations Research anD Econometrics (CORE).