

# Uma análise dos determinantes do crescimento dos municípios gaúchos utilizando o método de filtro espacial

Marivia de Aguiar Nunes\*

Camila Vogt\*\*

## Resumo

O presente artigo examina, utilizando o método de filtro espacial, a importância do espaço para o crescimento do PIB *per capita* do Estado do Rio Grande do Sul no período 2000-2010, em nível municipal. Para tal, é utilizada estimação em *cross-section* baseada nos modelos neoclássicos de crescimento discutidos em Barro (1991), Sala-i-Martin (1996) e Temple (1999). A intenção é investigar a importância do espaço por meio da aplicação de um filtro que elimina a dependência espacial dos dados e permite comparações com os dados originais. Os principais resultados do estudo revelaram que apenas a variável que representa o capital humano não foi estatisticamente significativa em nenhum dos casos, mas que, tanto antes como após a aplicação do procedimento de filtragem espacial, as variáveis independentes do modelo apresentam significância estatística, sugerindo que o espaço pode não ser tão importante para os municípios do Rio Grande do Sul como é para os municípios do Brasil.

**Palavras-chave:** crescimento econômico regional; dependência espacial; filtro espacial; convergência

## Abstract

*This paper examines, using the spatial filtering approach, the importance of space to per capita GDP growth in Rio Grande do Sul for the period 2000-2010, at the municipal level. Therefore, is used the cross-section estimation based in neoclassic growth models discussed in Barro (1991), Sala-i-Martin (1996) e Temple (1999). The aim is to investigate the importance of space by applying a filter that removes the spatial dependence of the data and allows comparisons with the original data. The main results of the study revealed that only the variable that represents the human capital was not statistically significant in both cases, but both before and after the implementation of the spatial filtering procedure, the conditioning variables have statistical significance, suggesting that space may not be as important for the municipalities of Rio Grande do Sul as it is for the municipalities of Brazil.*

**Keywords:** regional economic growth; spatial dependence; spatial filter; convergence

## 1 Introdução

Nos últimos anos, os temas crescimento econômico regional e convergência têm recebido a atenção de uma série de pesquisadores. Apesar disso, a questão da dependência espacial, importante aspecto dentro do

---

\* Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).  
E-mail: marivia.nunes@gmail.com

\*\* Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Economia da PUCRS.  
E-mail: camila.vogt@acad.pucrs.br

processo de crescimento econômico, tem sido praticamente ignorada nestes estudos (LESAGE; FISCHER, 2008). Com efeito, conforme apontou o trabalho de Anselin (1988), no momento em que a dependência espacial não é considerada, são razoáveis as chances de que os modelos de crescimento forneçam estimativas tendenciosas.

Nesse horizonte, a fim de demonstrar a relevância da localização geográfica para o crescimento econômico regional, este artigo analisa a importância do espaço para o crescimento dos municípios gaúchos por meio da remoção da dependência espacial dos dados considerados na pesquisa, num contexto em que as partes menores de dado espaço geográfico geralmente apresentam diferenças econômicas entre si. Deste modo, entender os determinantes do crescimento econômico em espaços geográficos menores e decompor os determinantes do crescimento de sua localização geográfica permite um melhor entendimento acerca da dinâmica de crescimento de qualquer sistema econômico.

Com efeito, um modo amplamente utilizado pelos pesquisadores para considerar a dependência espacial é incorporar de forma explícita a informação espacial na especificação das regressões de crescimento, por meio de dois modelos: i) o *spatial error model*, ou modelo de erro espacial (SEM); e ii) o *spatial autocorrelation model*, ou modelo de autocorrelação espacial (SAR). No primeiro, a dependência espacial é modelada por meio do termo de erro, através do qual os choques se propagam, de forma aleatória, para as economias vizinhas. O segundo, por outro lado, considera a dependência espacial através de uma variável dependente espacialmente defasada, o que permite capturar efeitos de *spillover* ou transbordamento (CRAVO; RESENDE, 2011).

Em vez de corrigir o problema da autocorrelação espacial incluindo uma estrutura espacial no modelo, este estudo utilizará uma abordagem diferente, de modo que a dependência espacial será removida dos dados para que seja possível analisar os processos de crescimento na ausência deste componente. Assim, cada regressão será estimada duas vezes, sendo a primeira com os dados originais e a segunda após a aplicação do filtro espacial. Nesse sentido, a intenção é separar o efeito das variáveis explicativas da estrutura espacial do modelo, de modo que as variáveis filtradas podem ser entendidas como a parcela dos dados que não é explicada pelos efeitos de contágio de economias vizinhas (MAZA; VILLAVÉRDE, 2009).

Nesse contexto, este artigo, que é o primeiro trabalho de regressão de crescimento a utilizar o método de filtro espacial<sup>1</sup> para a economia do Estado com dados em *cross-section*, busca avaliar o processo de convergência e a importância das variáveis explicativas dentro do processo de crescimento da economia do Rio Grande do Sul após a aplicação do método de filtro espacial. Nessa linha, interessante notar que, de maneira geral, a literatura econômica sugere a análise da distribuição da renda *per capita* para identificar diferentes dinâmicas entre as economias e, a reboque, testar a hipótese de clubes de convergência ou, dito de outra forma, da existência de múltiplos estados estacionários para as economias. Não obstante isso, a existência de regimes de crescimento distintos dentro de um grupo de economias levanta a hipótese de que o coeficiente de convergência tradicional poderia ser uma medida algo viesada, uma vez que representa a média de trajetórias de crescimento individuais e, deste modo, não é capaz de capturar diferentes dinâmicas entre as regiões (QUAH, 1996; 1997). Deste modo, a fim de considerar a hipótese da existência de clubes de convergência, serão utilizados Indicadores de Associação Espacial Local (LISA) como critério para identificar diferentes dinâmicas de crescimento na economia do Rio Grande do Sul, a exemplo da Estatística I de Moran Local, por sua capacidade de capturar padrões locais de autocorrelação espacial (ALMEIDA, 2012).

Quanto à estrutura, este estudo está dividido em cinco partes, sendo a primeira esta introdução, a qual fornece um panorama geral a respeito do tema do artigo. A segunda seção trata das especificações do modelo e do conjunto de dados da pesquisa. A terceira apresenta o método de filtro espacial e trata da estimação do modelo. A quarta seção traz a discussão dos resultados. Por fim, a última seção trata das conclusões advindas da realização do estudo.

## 2 Especificação do modelo e do conjunto de dados

De acordo com a literatura econômica, a presença de problemas como autocorrelação espacial e heterogeneidade é comum em modelos de crescimento. Nesse contexto, importante notar que, no momento em que a dependência espacial não é considerada em uma análise empírica, são razoáveis as chances de que

<sup>1</sup> Ressalta-se que a base deste trabalho foi o artigo de Cravo e Resende (2011), que analisou, após a aplicação do filtro espacial, o processo de convergência na economia brasileira em nível microrregional, utilizando dados em painel, para o período 1980-2004.

os modelos de crescimento forneçam estimativas tendenciosas (ANSELIN, 1988). Com efeito, um método amplamente utilizado para levar em conta a questão da dependência espacial é incorporar de forma explícita a informação espacial na especificação das regressões de crescimento utilizando os modelos SEM e SAR, conforme sugeriu Anselin (1988). Neste estudo, em vez de solucionar o problema de autocorrelação espacial incluindo uma estrutura espacial no modelo, será empregada uma abordagem distinta, inicialmente sugerida por Badinger *et alli* (2002), na qual o componente espacial será removido dos dados, para que seja possível, após separar dinâmicas espacial e temporais, analisar os processos de crescimento na ausência de dependência espacial.

Na estimação da equação de crescimento são utilizadas como base avaliações empíricas de modelos neoclássicos como Solow (1956), Cass (1965) e Koopmans (1965). Também são considerados modelos de Romer (1990) acerca de hipóteses de capital humano.

Para o modelo Solow- Swan, base da teoria neoclássica, o crescimento do capital por trabalhador é um efeito transacional de convergência para um estado de equilíbrio, o “steady state”. Quando uma população economiza uma proporção constante da sua renda, isso irá se reverter em uma alta taxa de acumulação, pois a poupança deverá ser um investimento relativamente suficiente para compensar a depreciação e o crescimento da força de trabalho. Enquanto a relação capital-trabalho cresce, a poupança por unidade de capital diminui, e o investimento por unidade de capital necessário para manter o capital por trabalhador, considerando crescimento populacional e depreciação, permanece constante.

Em Barro (1991), foram analisados 98 países através de estimações em *cross-section*. As estimações provaram haver uma relação inversa entre o crescimento *per capita* e o nível de acumulação. Fato, que vai de acordo com os modelos de convergência neoclássicos, conforme Sala-i-Martin (1996), o que traz validade aos modelos de crescimento econômico modernos. O trabalho ainda traz conclusões acerca do capital humano ser positivamente relacionado com a renda *per capita*, e a taxa de crescimento populacional ser negativamente correlacionada.

Para tanto, a especificação utilizada neste trabalho será a especificação de regressão de crescimento canônico (Barro, 1991; Sala-i-Martin, 1996; Temple, 1999), dada por.

$$gr_{i,t}^* = a_i + b \ln y_{i,t-1}^* + \ln X_{i,t-1}^* + v_{i,t} \quad (1)$$

onde:

- $gr$  equivale a  $(\ln y - \ln y_{i,t-1})/T$  e representa a taxa de crescimento anual da renda *per capita*;
- $\ln y_{i,t-1}$  é o logaritmo natural da renda *per capita* do período inicial;
- $i$  representa cada município do Rio Grande do Sul;  $b$  é o coeficiente de convergência;
- $t$  denota cada período de tempo considerado;
- $X$  é um vetor de variáveis de controle que são assumidas como determinantes para o crescimento econômico; e
- $v_{i,t}$  é o termo de erro, que segue distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Neste sentido, a análise deste estudo, baseada em dados em *cross-section*, utilizará a taxa de crescimento anual da renda *per capita* (variável dependente) e níveis defasados das variáveis independentes. Aqui, importa ressaltar ainda que o método de filtro espacial exige que cada regressão seja estimada duas vezes, sendo a primeira com os dados originais e a segunda após a aplicação do filtro espacial, em que as variáveis filtradas, para fins de identificação, serão acompanhadas de asterisco<sup>2</sup>.

Quanto ao conjunto de dados utilizado para avaliar a importância do espaço no processo de crescimento econômico regional no Rio Grande do Sul, serão empregados dados em nível municipal, por oferecem o maior nível de desagregação disponível para as estatísticas do Estado. A renda *per capita* (*rpc*) de cada município nos anos de 2000 e 2010 foi retirada da FEE (Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul), sendo posteriormente convertida para preços de agosto de 2010, utilizando o deflator do PIB fornecido pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Quanto às variáveis explicativas do vetor  $X$  (taxa de crescimento da população e média de anos de estudo da população acima de 25 anos de idade), os dados para calcular a taxa de crescimento da população ( $txcrescpop$ <sup>3</sup>) no período 2000-2010 e a média de

<sup>2</sup> Por exemplo,  $gr^*$  indica a taxa de crescimento anual da renda per capita espacialmente filtrada.

<sup>3</sup> A taxa de crescimento da população ( $txcrescpop$ ) foi ajustada pela depreciação e pelo crescimento tecnológico, sob a hipótese de que a soma destas duas variáveis é igual a 0.05. Para maiores detalhes, ver Mankiw *et alli* (1992).

anos de estudo da população acima de 25 anos de idade no ano de 2000<sup>4</sup> (*anosest\_2000*) foram retirados do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Como resultado da junção destas estatísticas, foi obtida uma série de dados em *cross-section* composta por 467<sup>5</sup> municípios.

### 3 Estimação do modelo

Seguindo Badinger *et alli* (2002), esta seção descreve o método de filtro espacial, capaz de fornecer uma estimativa da regressão canônica de crescimento através da eliminação da dependência espacial. O referido procedimento consiste, basicamente, em filtrar os dados de forma a separar os efeitos espaciais, de modo que a dependência espacial será removida dos dados para que seja possível analisar os processos de crescimento na ausência deste componente. Depois disso, é avaliada a questão da convergência, por meio de Indicadores de Associação Espacial Local (LISA), a fim de verificar a existência de clubes de convergência. Abaixo, estes procedimentos serão descritos com detalhes.

#### 3.1 Primeiro passo: o filtro espacial

De acordo com Badinger *et alli* (2002) e Battisti e Di Vaio (2008), o propósito do método de filtro espacial é desmembrar dos dados a dependência espacial entre as regiões, o que permite analisar se as variáveis independentes do modelo afetam o crescimento econômico na ausência de *spillovers* espaciais. Esta técnica viabiliza, portanto, o emprego de métodos convencionais de estimação, isto é, de métodos baseados na suposição de que o termo de erro é não correlacionado espacialmente.

Conforme Getis e Griffith (2002), Badinger *et alli* (2004), Ferstl (2007) e Battisti e Di Vaio (2008), o filtro espacial é baseado na estatística  $G$  de Getis, ou  $G_i$  local, estatística de dependência espacial desenvolvida por Getis e Ord (1992;1995). A estatística  $G_i$ , uma forma de analisar localmente a autocorrelação espacial, é o elemento que define um dispositivo de filtro e é dada por:

$$G_i(\delta) = \frac{\sum_j w_{i,j}(\delta)x_j}{\sum_j x_j}, i \neq j$$

onde o somatório em  $j$  significa que apenas os valores dos vizinhos próximos da região  $i$  serão utilizados no cálculo da estatística para se obter o numerador da equação acima, de acordo com um critério de vizinhança<sup>6</sup> dado pela matriz de ponderação espacial normalizada nas linhas,  $w$ . Esta matriz se baseia em um raio construído em torno da região  $i$  com base em uma distância de corte ( $\delta$ ), de modo que todas as regiões que estiverem dentro deste raio em torno da região  $i$  são consideradas vizinhas e receberão o valor unitário na célula correspondente da matriz  $w$ , ou seja,  $w_{i,j}(\delta) = 1$ . Caso contrário, a região não é considerada vizinha, de modo que é atribuído um valor nulo na célula correspondente na matriz  $w$ , isto é,  $w_{i,j}(\delta) = 0$ .  $x_j$  representa as observações de dada variável. O numerador, por sua vez, varia conforme a região para qual a estatística é calculada (ALMEIDA, 2012). Além disso, o valor esperado da estatística  $G_i$  é dado por:

$$E[G_i] = \frac{\sum_j w_{i,j}(\delta)}{(n-1)}$$

Esta expressão representa a média de  $G_i$  em uma região  $i$  na ausência de autocorrelação. Dividindo tal expressão pelo valor observado da autocorrelação local,  $G_i$ , tem-se a magnitude local da dependência espacial, de forma que a equação abaixo compara o valor observado de  $G_i$  com seu valor esperado. Assim, se não há autocorrelação em  $i$  na distância de corte  $\delta$ , então os valores observados e esperados  $x_i$  e  $x_i^*$  terão o mesmo valor. Quando  $G_i(\delta)$  é maior que seu valor esperado, a diferença  $x_i - x_i^*$  será positiva, indicando

<sup>4</sup> A opção por utilizar apenas os dados do ano de 2000 para a variável *anosest* ocorreu a fim de evitar problema de endogeneidade na estimação dos modelos.

<sup>5</sup> Aqui, importante ressaltar que, em razão de lacunas nos dados nos períodos de interesse, 29 municípios foram excluídos da análise.

<sup>6</sup> De acordo com a Lei de Tobler, conhecida como Primeira Lei da Geografia, “tudo depende de todo o restante, porém o que está mais próximo depende mais do que aquilo que está mais distante” (ALMEIDA, 2012).

correlação espacial entre os valores altos (padrão espacial AA) da variável  $X$ . Em sentido oposto, quando  $G_i(\delta)$  é menor que seu valor esperado, a diferença  $x_i - x_i^*$  será negativa, indicando autocorrelação espacial entre os valores baixos (padrão espacial BB) da variável  $X$  (Getis e Griffith, 2002; Badinger et alli, 2004).

$$x_i^* = x_i \left( \frac{\frac{\sum_j w_{ij}(\delta)}{(n-1)}}{\frac{\sum_j w_{i,j}(\delta)x_j}{\sum_j x_j}} \right)$$

Logo, a diferença entre  $x_i$  e  $x_i^*$  representa a componente espacial de uma variável do vetor  $X$  na posição  $i$  e, consequentemente,  $x_i^*$  representa a variável espacialmente filtrada ou não espacial. Neste estudo, é utilizada uma especificação de distância baseada na estrutura espacial, a qual tem uma função exponencial negativa para modelar a distância de corte, conforme Badinger et alli (2002) e Ferstl (2007):

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp(-\delta d_{ij}) & , se i \neq j \\ 0 & , caso contrário \end{cases}$$

onde  $d_{ij}$  representa a distância geográfica (por estrada e em quilômetros) entre dois municípios. Seguindo Badinger et alli (2002), o objetivo aqui é filtrar os dados e variar o parâmetro  $\delta$ , a fim de verificar qual valor deste parâmetro retorna uma variável filtrada com autocorrelação mínima<sup>7</sup>.

Nesse contexto, a inferência sobre a significância de  $x_i$  e  $x_i^*$  é baseada nos valores da tabela da distribuição normal padronizada, ou tabela  $Z$ , de forma que a interpretação dessas estatísticas é realizada com base no sinal de  $Z$ . Assim, um valor positivo e significativo para  $Z$  indica um cluster espacial com altos valores (AA), ao passo que um valor negativo e significativo para  $Z$  indica um cluster espacial com baixos valores (BB), de forma que esta estatística não é capaz de capturar a autocorrelação espacial negativa, indicativa do padrão espacial da dispersão (ALMEIDA, 2012).<sup>8</sup>

### 3.2 Segundo passo: estimação do modelo

Após a etapa acima descrita, que elimina a dependência espacial dos dados para torná-los utilizáveis em estimativas convencionais, o método de filtro espacial tem um segundo passo: a aplicação de estimadores padrão para os dados espacialmente filtrados. Nesse sentido, o método utilizado foi o de Mínimos Quadros Ordinários (OLS).

Primeiro, estima-se por OLS, partindo da hipótese de que todas as regiões têm o mesmo nível de tecnologia. Neste caso, o termo constante é o mesmo para todas as economias, e se assume, ainda, que o termo tecnológico individual é decomposto em um termo constante e em um termo de choque específico de cada economia, o qual é independente das variáveis explicativas, seguindo Mankiw et alli (1992).

Finalmente, a questão da heterogeneidade é avaliada, problema que está associado à ideia de clubes de convergência. A suposição é que os coeficientes de convergência não são estáveis em diferentes regimes, fato que, se não for levado em conta na análise empírica, pode ser uma fonte de viés (QUAH, 1996; 1997). Nesse contexto, será utilizada, como critério para identificar diferentes dinâmicas de crescimento na economia do Rio Grande do Sul, a Estatística I de Moran Local, por sua capacidade de capturar padrões locais de autocorrelação espacial (ALMEIDA, 2012).

## 4 Resultados

Através da observação dos dados da Tabela 1, os testes de *Lagrange Multiplier*, que teste LM robusto indica que a modelagem espacial mais adequada para os dados não filtrados seria o emprego de um modelo de erro. Com relação aos resultados aplicando o modelo de erro (SEM), o coeficiente escalar Lambda que

<sup>7</sup> Importante ressaltar que o filtro espacial remove a correlação espacial para uma dada variável apenas para um período de tempo, de modo que este filtro é aplicado para cada variável em cada período.

<sup>8</sup> Conforme Almeida (2012, p. 123), o padrão sistemático alto-baixo (AB), ou baixo-alto (BA) não é contemplado neste indicador, de modo que esta estatística é capaz apenas de indicar clusters espaciais com altos valores (AA) ou baixos valores (BB).

indica a intensidade da autocorrelação espacial entre os resíduos da equação observada não é significativa. O resultado sugere que não existe correlação nos dados estimados, o que é confirmada pelo teste de verossimilhança. O teste de Breusch-Pagan, no entanto, sugere que existe heteroscedasticidade no modelo. Já para as variáveis filtradas, os p-valores dos testes LM indicaram que o procedimento de filtragem removeu com sucesso a autocorrelação espacial dos dados e dos erros das regressões, e que, deste modo, o método OLS torna-se, então, adequado para a estimação do modelo. Além disso, a comparação dos valores da Estatística I de Moran das variáveis originais e filtradas apontou importante redução da dependência espacial dos dados, corroborando com a hipótese de que o método de filtragem é capaz de extrair o componente espacial dos dados. Outro ponto importante a destacar é que, conforme revela o coeficiente de  $\ln r_{pc\_2000}$ , a convergência é maior nos dados filtrados, em linha com as conclusões de Badinger et alii (2002), para a Europa; e de Maza e Villaverde (2009) para a Espanha.

Após a aplicação do filtro espacial, isto é, após a extração do componente espacial dos dados, foi possível analisar o efeito das variáveis independentes do modelo sobre as taxas de crescimento dos municípios na ausência de autocorrelação espacial.

Com efeito, após a aplicação do filtro (exceto para a variável  $\ln anosest\_2000$ , que não apresenta significância estatística nem nos dados originais nem nos filtrados), os testes aceitam a hipótese nula de ausência de dependência espacial, sugerindo que o uso do método OLS é apropriado para o caso em questão. Nesse contexto, conclui-se que, após a remoção da autocorrelação espacial dos dados, serão produzidas estimativas não autocorrelacionadas nos resíduos utilizando técnicas de estimação padrão, a exemplo da estimativa OLS, a qual indica que a renda *per capita* inicial e a taxa de crescimento da população afetam o crescimento após a remoção do componente espacial dos dados. Deste modo, após a remoção da autocorrelação dos dados, foram produzidas estimativas não autocorrelacionadas nos resíduos.

Apesar disso, como a variável que representa o capital humano não foi estatisticamente significativa tanto antes como após a aplicação do procedimento de filtragem espacial, e como as demais variáveis independentes do modelo apresentaram significância estatística, conclui-se que o espaço pode não ser tão importante para os municípios do Rio Grande do Sul como é para os municípios do Brasil, conforme apontaram Cravo e Resende (2013). Outro ponto a ser ressaltado é com relação a variável escolhida para representar o capital humano, ainda seria necessário incluir novas estimativas com alternativas como matrículas no ensino infantil e/ou médio, conforme comentado em Barro (1991).

Apesar das estimativas serem consistentes, importante notar que, conforme citado na seção 3.1, os resultados apresentados não consideram a possibilidade da existência de diferentes dinâmicas de crescimento entre as economias ou de os coeficientes estimados serem viesados, uma vez representam uma média de trajetórias de crescimento individuais. Para tratar desta questão, foi empregada a análise de Indicadores de Associação Espacial Local (LISA), por meio de um mapa que representa a Estatística I de Moran de cada município do Rio Grande do Sul.

Tabela 1

Estimação com as variáveis: Método OLS e modelagem espacial (SEM)

VARIÁVEIS	ORIGINAIS	FILTRADAS	SEM
$\ln r_{pc\_2000}$ .....	-0.016803***	-0.0192518***	0.0070801***
Desvio-padrão .....	0.003104	0.0029935	0.024715
$txcrescpop$ .....	-0.591783***	-0.3335908***	-0.566048***
Desvio-padrão .....	0.087578	0.0882073	0.083172
$\ln anosest\_2000$ .....	0.005726	0.0009846	-0.004472
Desvio-padrão .....	0.007562	0.0077861	0.009003
$\Lambda$ .....			0.096255
Desvio-padrão .....			0.070112
R <sup>2</sup> ajustado .....	0.2131	0.1507	0.1915
LM_err .....	13.4426***	0.4572	
LMR_err .....	4.2087**	0.6465	
LM_lag .....	10.5555***	0.1756	
LMR_lag .....	1.3217	0.3649	
I de Moran Global .....	0.016236	0.002994	
p-valor I de Moran Global	(=2.826e-10)	(=0.08694)	
Breusch-Pagan test .....			8.0456***
Likelihood Ratio Test .....			1.9076

NOTA: Elaboração própria.\*p-valor &lt;0.1; \*\*p-valor &lt;0.05; \*\*\*p-valor &lt;0.01.

## 5 Conclusão

Neste estudo, foi obtida uma primeira evidência acerca da importância do espaço para o processo de crescimento da economia do Rio Grande do Sul, através da abordagem do filtro espacial, uma solução para um problema comum em economia regional: a dependência espacial dos dados. Foi estimada a equação de crescimento considerando 467 municípios gaúchos, em um processo de duas etapas: i) eliminação da dependência espacial dos dados; e ii) estimação do modelo OLS com os dados originais e, posteriormente, com os dados filtrados.

Com efeito, os testes confirmaram que a autocorrelação espacial foi removida com sucesso da equação de crescimento estimada para os dados espacialmente filtrados. Deste modo, após a remoção da autocorrelação dos dados, foram produzidas estimativas não autocorrelacionadas nos resíduos. Com relação as estimativas com modelo espacial SEM, os resultados mostram não haver autocorrelação, no entanto, foi indicada a heterocedasticidade do modelo.

Apesar disso, como a variável que representa o capital humano não foi estatisticamente significativa tanto antes como após a aplicação do procedimento de filtragem espacial, e como as demais variáveis independentes do modelo apresentaram significância estatística, conclui-se que o espaço pode não ser tão importante para os municípios do Rio Grande do Sul como é para os municípios do Brasil, conforme apontaram Cravo e Resende (2013).

Para confirmar os resultados, no entanto, novas estimações com dados em painel, e a utilização de novas variáveis para os resultados de capital humano ainda são necessárias.

## Referências

- ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Alínea, 2012. 498 p.
- ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. [S.l.]: Springer, 1988. 284 p.
- BADINGER, H.; MÜLLER, W.; TONDL, G. Regional convergence in European Union (1985-1999): a spatial dynamic panel analysis. **IEF Working Paper n. 47**, Vienna, oct 2002.
- BARRO, R. Economic growth in a cross-section of countries. **NBER Working Paper n. 3120**, Cambridge, sep 1989.
- BATTISTI, M; VAIO, G. A spatially filtered mixture of  $\beta$ -convergence regressions for EU regions, 1980–2002. **Empirical Economics**, Springer, [S.l.], v. 34, Issue 1, p.105-121, 2008.
- CRAVO, T. A.; RESENDE, G. M. Economic growth in Brazil: a spatial filtering approach. **The Annals of Regional Science**, Springer, [S.l.], v. 50, Issue 2, p. 555-575, apr 2013.
- FERSTL, R. Spatial Filtering with EVIEWS and MATLAB. **Austrian Journal of Statistics**, [S.l.], v. 36, n. 1, p. 17–26, 2007.
- GETIS, A.; GRIFFITH, D. Comparative Spatial Filtering in Regression Analysis. **Geographical Analysis**, [S.l.], v. 34, Issue 2, p. 130–140, apr 2002.
- GETIS, A.; ORD, J. K. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. **Geographical Analysis**, [S.l.], v. 24, Issue 3, p. 189–206, jul 1992.
- LESAGE, J.P.; FISCHER, M. M. Spatial growth regressions: model specification, estimation and interpretation. **Spatial Economic Analysis**, [S.l.], v. 3, n. 3, nov 2008.
- MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. **NBER Working Paper n. 3541**, Cambridge, jun 1992.
- MAZA, A.; VILLAVERDE, J. Spatial effects on provincial convergence and income distribution in Spain: 1985-2003. **Tijdschrift voor economische en sociale geografie**, [S.l.], v. 100, Issue 3, p. 316–331, jul 2009.
- QUAH, D. Empirics for economic growth and convergence. **European Economic Review**, [S.l.], v. 40, Issue 6, p. 1353-1375, jun 1996.

QUAH, D. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization, and convergence clubs. **Journal of Economic Growth**, [S.l.], v. 2, Issue 1, p. 27–59, mar 1997.

SALA-I-MARTIN, X. The classical approach to convergence analysis. **The Economic Journal**, [S.l.], v. 106, p. 1019–1036, jul 1996.

TEMPLE, J. The new growth evidence. **Journal of Economic Literature**, [S.l.], v. 37, p. 112–156, mar, 1999.