

**CONVERGÊNCIA DO PIB *PER CAPITA* NO RIO GRANDE DO SUL: UMA ANÁLISE DE  
2001 A 2013\***

**Dieison Lenon Casagrande**

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade  
Federal de Pernambuco (PIMES-UFPE)  
E-mail: dieisonlenon@yahoo.com.br

**Paulo Henrique de Oliveira Hoeckel**

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Economia da Pontifícia  
Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PPGE/PUCRS)  
E-mail: ph.hoeckel@gmail.com

**Cezar Augusto Pereira dos Santos**

Professor na Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ)  
E-mail: cezarsantos1975@hotmail.com

**RESUMO:** Este estudo analisa as hipóteses de convergência entre o PIB *per capita* dos municípios do estado do Rio Grande do Sul, tanto em nível estadual como pela divisão em mesorregiões, no período de 2001 a 2013. Para tanto, utilizou-se a teoria de  $\beta$  convergência absoluta e condicional, e a  $\sigma$  convergência. Para verificação da  $\beta$  convergência, aplicaram-se os métodos tradicionais (OLS) e as técnicas espaciais. Os resultados da hipótese  $\beta$  convergência mostram a existência de convergência absoluta e condicional para os municípios do Rio Grande do Sul, tanto pela abordagem tradicional quanto pela espacial, com taxas de convergência variando de 2,64% a 3,48%. Para as mesorregiões, encontram-se evidências para as mesorregiões Noroeste, Nordeste, Centro Oriental, Metropolitana de Porto Alegre e Sudeste. A hipótese de  $\sigma$  convergência também foi verificada para a análise a nível estadual.

**Palavras-chave:** Crescimento econômico; Convergência de renda; Rio Grande do Sul.

**Classificação JEL:** C21; C31; O47; R11.

**ABSTRACT:** This paper analyzes the hypothesis of convergence between the *per capita* GDP of the municipalities of the State of Rio Grande do Sul, both at the state level and by division in mesoregion, from 2001 to 2013. Therefore, we used the theories of  $\beta$  absolute and conditional convergence and  $\sigma$  convergence. For verification of  $\beta$  convergence, we applied traditional methods (OLS) and spatial techniques. The results of the hypothesis of  $\beta$  convergence show the existence of absolute and conditional convergence for the municipalities of Rio Grande do Sul, both the traditional approach and the spatial approach, with convergence rates ranging from 2,64% to 3,48%. For mesoregions, there are evidences of convergence for the mesoregions of the Northwest, Northeast, Central East, Metropolitan Porto Alegre and Southeast. The hypothesis of  $\sigma$  convergence was also observed at the state level.

**Keywords:** Economic growth; Income convergence; Rio Grande do Sul.

**JEL Code:** C21; C31; O47; R11.

## 1. Introdução

Uma das implicações chave do modelo de crescimento neoclássico de Solow (1956) e Swan (1956) é a hipótese de convergência de renda. No debate de convergência, surgem duas definições principais: a convergência absoluta e a convergência condicional. A primeira ocorre quando o nível de renda *per capita* de um país pobre alcança o nível de um país rico, o que pode ser verificado se a taxa de crescimento do país em desenvolvimento é significativamente maior que a do país desenvolvido. Por outro lado, a convergência condicional implica que cada país está convergindo para o seu próprio estado estacionário e que no longo prazo todas as taxas de crescimento serão equalizadas.

Seguindo a seminal contribuição de Baumol (1986), inúmeros estudos surgiram com o intuito de testar a hipótese de convergência. O teste da hipótese de convergência em Baumol (1986) consistia no ajustamento de regressões *cross-country*, relacionando a taxa média de crescimento da renda *per capita*, para um período de tempo fixo, ao nível de renda *per capita* inicial e às características dos países. Muitos destes estudos empíricos têm focado nos estados dos Estados Unidos, entre eles: Barro e Sala-i-Martin (1991), Carlino e Mills (1993), Tsionas (2000), Checherita (2009), Genc *et al.* (2011) e Mello (2011). Para países da Europa, tem-se: Armstrong (1995), Cheshire e Carbonaro (1995), Chatterji e Dewhurst (1996), Cuadrado-Roura (2001), Baumont *et al.* (2003) e Longhi e Musolesi (2007). Portanto, a convergência ocorre se uma correlação negativa for verificada entre a taxa de crescimento média e o nível de renda inicial.

Buscando verificar a hipótese de convergência, vários estudos têm empregado distintos métodos, dentre os mais tradicionais, destacam-se a abordagem *cross-section* e *time series*. Em primeiro lugar, regressões de crescimento *cross-country* foram estendidas para levar em consideração estimações com dados em painel (ISLAM, 1995)<sup>1</sup>. Em segundo lugar, usando uma definição de convergência de séries temporais, Bernard e Durlauf (1995), Evans e Karras (1996), Bernard e Jones (1996) e Evans (1998) desenvolveram testes de raiz unitária para avaliar a hipótese de convergência de renda<sup>2</sup>. Além dessas, algumas abordagens não paramétricas vêm ganhando espaço, seguindo a metodologia proposta e aprimorada por Quah (1993; 1996; 1997), como Durlauf e Johnson (1995), Jones (1997), Bianchi (1997) e Johnson e Takeyama (2003), que investigaram a hipótese da convergência utilizando métodos não paramétricos.

Recentemente, ferramentas de econometria espacial têm sido utilizadas na análise da hipótese de convergência, dado que a abordagem tradicional de análise da hipótese de convergência de renda não tem considerado explicitamente o espaço em que as relações ocorrem. Diversos estudos, entre os quais Rey e Montouri (1999), Clinch e O'Neill (2009), Ertur e Koch (2007) e Lim (2016), aplicaram técnicas econométricas espaciais para explorar o processo dinâmico de convergência de renda regional para tentar avançar no entendimento desse processo de convergência.

Conforme Barro e Sala-i-Martin (1992), a hipótese de convergência de renda é verificada mais facilmente dentro de países do que em análises entre países. Portanto, apesar da grande massa da literatura estar concentrada na análise de convergência entre países, o foco do presente estudo é analisar tais argumentos para os municípios do estado do Rio Grande do Sul, no Brasil.

Atualmente, o Rio Grande do Sul é composto por 497 municípios<sup>3</sup> e possui uma população de aproximadamente 10,7 milhões de habitantes distribuídos em uma área de 281.749 km<sup>2</sup>, e tem

<sup>1</sup> O teste de convergência baseado em regressões *cross-section* foi criticado por Quah (1993) sob o argumento de que a modelagem de uma média condicional pode ser inadequada para analisar a hipótese de convergência. O primeiro problema está relacionado à suposição de que o coeficiente estimado é o mesmo para todas as economias. E o segundo é conhecido como “Galton’s Fallacy”, que mostra que o coeficiente negativo encontrado pode ser o reflexo de uma regressão para a média ao invés de estar implicando convergência.

<sup>2</sup> O método com base em *time-series* pode avaliar a hipótese de convergência sob uma base país por país e abordar diferenças em sua dinâmica de transição. Tais estudos tipicamente têm utilizado testes de raiz unitária para analisar a relação entre a renda *per capita* real para uma economia e aquela de referência (em estudos para países, geralmente utiliza-se como referência os EUA).

<sup>3</sup> Em número de municípios, o Rio Grande do Sul é inferior apenas a Minas Gerais (853) e a São Paulo (645) (IBGE, 2015).

destaque no cenário econômico do país. No ano de 2013, o Produto Interno Bruto (PIB) do estado foi o quinto maior do país, cerca de R\$ 330 bilhões, representando aproximadamente 38% do PIB da região Sul e 7 % do PIB nacional. O PIB *per capita* ficou em torno de R\$ 30.800,00, superior ao PIB *per capita* nacional (R\$ 26.400,00), em valores correntes (IBGE, 2015). Ao analisar o crescimento real do PIB *per capita* estadual, verifica-se um crescimento de aproximadamente 33% de 2000 a 2013. Em uma perspectiva a nível regional, constata-se que a região Sudeste do estado apresentou o menor crescimento real do PIB *per capita* nesse período (15,97%), enquanto que a região Noroeste apresentou o maior crescimento (65,37%). Da mesma forma, a região Sudeste também apresentou o menor PIB *per capita* em 2013, aproximadamente R\$17.000,00, ao passo que a região Nordeste apresentou o maior valor, cerca de R\$ 32.600,00.

Diante desse cenário, pode-se perceber evidências de trajetórias de crescimento diferentes para todas as regiões, apontando que o crescimento econômico não ocorre de maneira equilibrada em todas as regiões. Isso pode ser o reflexo de diferentes estruturas produtivas a nível regional, em que as mudanças setoriais influenciam a configuração espacial da produção e da renda. Portanto, este estudo reconsidera a questão de convergência de renda em economia regional através da perspectiva de utilizar os métodos tradicionais e também o ferramental de análise espacial. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é verificar a existência de um processo de convergência entre o PIB *per capita* dos municípios do Rio Grande do Sul, tanto em nível geral como em análise desagregada a nível de mesorregião, através do arcabouço teórico da  $\beta$  convergência absoluta, da  $\beta$  convergência condicional e da  $\sigma$  convergência, considerando a perspectiva espacial na análise.

A principal contribuição do presente estudo é fornecer as primeiras estimativas para o período temporal abordado, o qual mostra um contraste com os resultados encontrados pelos demais estudos em estimativas até meados dos anos 2000. A relevância do período abordado (2001 – 2013) provém de um promissor período para a redução das desigualdades de renda, em termos da expansão de políticas sociais e do crescimento da demanda mundial de matérias primas (principalmente agrícolas), nas quais o Rio Grande do Sul ocupa consolidada posição. Diferentemente do apresentado em Porsse (2008), além do maior número de municípios para o período em questão, exploram-se e se estimam versões alternativas dos modelos de defasagem espacial. O nível mais desagregado deste estudo decorre do fato do maior número de municípios no período em questão, possibilitando assim investigar de forma mais detalhada o fenômeno em estudo.

Os principais resultados deste estudo mostram evidências da existência da  $\beta$  convergência entre os municípios, no entanto, verifica-se que a taxa de convergência não é estável entre todas as mesorregiões do estado. Através da abordagem tradicional, encontrou-se uma taxa de convergência absoluta de 2,64% e de convergência condicional de 3,18%. Ao considerar as especificações espaciais, ambos os coeficientes são superiores, 4,23% e 4,38%, respectivamente.

Além desta introdução, o presente estudo está estruturado em mais quatro seções. Na segunda seção, será apresentada uma breve revisão acerca da questão da convergência, enquanto a terceira seção contempla a estratégia empírica. A quarta seção contempla a apresentação dos resultados e a quinta seção aborda as considerações finais.

## 2. A questão da convergência: evidências empíricas para o Brasil

O tema “convergência” é amplamente abordado tanto na literatura internacional como nacional. As origens dos modelos de crescimento e convergência são fundamentadas nos modelos neoclássicos de crescimento de Solow (1956), os quais mostram que as taxas de crescimento da renda ou produto *per capita* de diferentes regiões geográficas tendem a se igualar no equilíbrio de longo prazo (estado estacionário). Segundo o autor, isso ocorre porque há retornos decrescentes dos fatores produtivos, sendo por isso que uma região menos desenvolvida tende a crescer mais rapidamente do que outra mais rica. Desse modo, uma breve revisão de estudos empíricos acerca da hipótese de

convergência aponta para uma grande variedade de metodologias empregadas, assim como para uma gama de resultados<sup>4</sup>.

Como ponto de partida, na literatura internacional, Baumol (1986) comprovou, para o período de 1870 a 1979, a existência de convergência absoluta entre dezesseis países industrializados, nos quais se verificou ainda a existência de um processo de menor intensidade na convergência entre os países socialistas. Em um estudo clássico sobre convergência, Barro e Sala-i-Martin (1992) detectaram a existência de convergência absoluta entre os estados americanos no período de 1960 a 1985. Ainda, Sala-i-Martin (1996) obteve os mesmos resultados para um grupo de países da OCDE para o período de 1960 a 1990.

Tendo o modelo de crescimento neoclássico como base, diversos estudos para a economia brasileira, dentre eles Ferreira e Diniz (1995), Ferreira e Ellery Jr. (1996), Ferreira (1996), Schwartzman (1996) e Ferreira (2000), verificaram a existência de convergência absoluta entre os estados no período de 1970 a 1985. Por outro lado, analisando um período mais longo, Zini Jr. (1998), Ferreira (1999), Barossi Filho e Azzoni (2003), encontram fraca convergência do início da década de 1940 até meados da década de 1990.

Ferreira e Ellery Jr. (1996), em um dos primeiros trabalhos para a economia brasileira, analisam a existência de convergência entre a renda *per capita* dos estados brasileiros, no período de 1970 a 1985, utilizando a metodologia de Barro e Sala-i-Martin. Os resultados encontrados para a  $\beta$  convergência apontam para um processo mais lento do que o encontrado por Barro e Sala-i-Martin para os estados americanos, com um valor para a meia-vida próximo a 56 anos. Da mesma forma, Porto Junior e Ribeiro (2000) indicam a formação de clubes de convergência entre os municípios da região Sul do Brasil.

Laurini *et al.* (2005), através de metodologias não paramétricas, sem assumir distribuições de probabilidade e formas funcionais para os dados, analisaram a evolução da distribuição de renda *per capita* relativa para os municípios brasileiros, no período de 1970 a 1996. Os resultados mostram a necessidade de modelar a dinâmica da renda dos municípios brasileiros como um processo de clubes de convergência, mostrando a formação de dois clubes de convergência, um de baixa renda nas regiões Norte e Nordeste e outro de alta renda, formado pelos municípios das demais regiões<sup>5</sup>.

Santos e Carvalho (2007), em uma análise para os estados brasileiros de 1980 a 2002, chegam a resultados que sugerem a existência de dependência entre taxa de crescimento da renda *per capita* e seu valor inicial, de modo que as economias menos desenvolvidas crescem mais rapidamente do que as mais ricas, através de testes de  $\beta$  convergência e  $\sigma$  convergência.

Coelho e Figueiredo (2007) investigam qual das hipóteses de convergência (absoluta, condicional ou clube), melhor descreve a dinâmica da renda dos municípios brasileiros de 1970 a 2000, através do método de *regression tree* e em testes de robustez. Os resultados sugerem que a hipótese de convergência clube domina as demais hipóteses, evidenciando a importância das condições iniciais (com destaque para o capital físico e para as características demográficas) na determinação da renda de longo prazo dos municípios.

Recentemente, o ferramental espacial também passou a ser amplamente empregado em análises de convergência. Mossi *et al.* (2003) analisam a dependência espacial da renda *per capita* regional do Brasil, no período de 1939 a 1998. Os resultados apontam para a existência de dois *clusters* espaciais no Brasil, um situado no Nordeste (de baixa renda) e outro no Sudeste (de alta renda). Além disso, destacam o papel do ambiente no crescimento dos estados, em que estados com vizinhos mais ricos têm mais chance de crescer.

Silveira-Neto e Azzoni (2006), em análise para os estados brasileiros no período de 1985 a 2001, apresentam fortes evidências de dependência espacial e de que a redução da desigualdade regional ocorreu simultaneamente com o aumento da autocorrelação espacial. Os autores mostram

<sup>4</sup> Segundo a teoria neoclássica, outros fatores de produção, como tecnologia, são considerados exógenos e as preferências se concentram em diferentes usos na dotação de fatores de produção, assim os países cresceriam a taxas diferenciadas, em que os mais pobres cresceriam mais rápido, alcançando os ricos em termos de renda *per capita* (convergência absoluta).

<sup>5</sup> Ver também Andrade *et al.* (2004) e Gondim e Barreto (2004), com estudos similares.

ainda a existência de dois *clusters* geográficos, um de baixa renda (regiões Norte e Nordeste) e outro de estados de alta renda (regiões Sul e Sudeste), bem como uma taxa de convergência considerada baixa, em torno de 0.11%.

Mais especificamente para o Rio Grande do Sul, Fochezatto e Stülp (2008), em uma análise para os municípios de 1985 a 1998, através da estimação de uma função de distribuição da renda *per capita* para o ano de 1985 e outra para o ano de 1999, constataram que está em curso um processo de convergência de renda entre os municípios. No entanto, essa convergência deve-se ao comportamento de variáveis demográficas que compensaram o comportamento do produto, que teve um comportamento divergente.

Porsse (2008), através de uma perspectiva espacial, analisa a distribuição da renda *per capita* dos municípios do Rio Grande do Sul no período de 1970-2000. Os resultados apontam para a existência de um processo de convergência absoluta e condicional da renda municipal, no entanto, esse processo aparenta ser não estacionário, com período mais intenso ocorrendo na década de 1970. Conforme o autor, a taxa de convergência de renda permaneceu elevada, com coeficiente de 4,65% e 3,38%, dependendo da especificação utilizada. Ávila e Monasterio (2008), também em análise para o Rio Grande do Sul, concentram a análise nos municípios e nos COREDEs, para o período 1991-2000. Através do instrumental de econometria espacial, com destaque principal para o problema da unidade de área modificável (MAUP- *Modifiable Areal Unit Problem*), os autores destacam a importância da consideração do espaço na análise.

Em análise a nível municipal, para alguns estados em particular, com a utilização do ferramental de econometria espacial, encontram-se alguns estudos na literatura. No que se refere à meia-vida, Barreto (2007) encontrou um tempo de 51 anos para o estado do Ceará, no período de 1996 a 2003 e Vieira (2010), para o estado do Paraná, encontrou um tempo de 58 anos, no período de 1999 a 2006. Para Minas Gerais, Perobelli *et al.* (2007) encontraram taxa de convergência de 7,54%, para o período de 1996 a 2003. Para a Paraíba, Tavares e Silva (2011) encontram uma taxa de convergência de 6,3% para o período de 1970 a 2006. Por fim, para o estado do Paraná, Dias e Porsse (2016) aplicam o instrumental espacial para testar as hipóteses de convergência no período de 2000-2010, encontrando coeficientes de convergência condicional de 3,76 e 3,75, respectivamente, para os modelos de erro espacial e *lag* espacial.

Como visto na breve literatura apresentada, metodologias e resultados são diversos, não havendo um consenso, principalmente quanto ao método utilizado. Tendo essa questão em mente, no presente estudo, são aplicadas as tradicionais técnicas de testes da hipótese de convergência de *cross-section* (Barro e Sala-i-Martin, 1992), com uma extensão para a aplicação de técnicas espaciais, como destacado por Rey e Montouri (1999).

### 3. Metodologia

O *default* da abordagem empírica consiste em testar, inicialmente, a hipótese de  $\beta$  convergência absoluta, através da regressão das taxas de crescimento das economias em análise sobre seus respectivos níveis iniciais de renda. Por outro lado, a hipótese da  $\beta$  convergência condicional implica que as economias com níveis de renda mais distantes de seus estados estacionários terão taxas de crescimento maiores que aquelas localizadas mais próximas a eles, ou seja, são incluídas variáveis de controle para representar o estado estacionário de cada economia (COELHO; FIGUEIREDO, 2007).

Para tanto, nesta seção, apresenta-se inicialmente a base de dados e, em seguida, apresentam-se as formas analíticas de análise da convergência.

#### 3.1. Base de dados

O período amostral abordado equivale ao intervalo compreendido entre os anos de 2001 a 2013. Esse período foi escolhido devido à disponibilidade dos dados e por se tratar da base mais atual existente até a realização do presente estudo. Em meados de 1996, houve, no Rio Grande do Sul, um

grande processo de emancipação de municípios, totalizando hoje, 497 municípios. Assim, a partir de 2001, não se teve o acréscimo de municípios, sendo esses, portanto, geograficamente comparáveis entre esses dois momentos.

Conforme já afirmado, o estado do Rio Grande do Sul encontra-se atualmente dividido em 497 municípios, sendo que desses, 496 são considerados na análise<sup>6</sup>. Devido a fatores como quadro social, quadro natural e rede de comunicação (que apresenta a realidade construída ao longo do tempo pela população que ali se estabeleceu), o estado se divide em sete mesorregiões (Centro Ocidental Rio-Grandense, Centro Oriental Rio-Grandense, Metropolitana de Porto Alegre, Nordeste Rio-Grandense, Noroeste Rio-Grandense, Sudeste Rio-Grandense e Sudoeste Rio-Grandense). A análise desenvolvida também faz uso da divisão em mesorregiões como forma de checar o processo de convergência de renda para regiões específicas do estado.

A variável dependente em estudo é a taxa de crescimento da renda *per capita* para os municípios do Rio Grande do Sul (mensurada pelo PIB *per capita* dos municípios – sendo assim referenciado no restante do texto), construída como a razão entre o PIB *per capita* de 2013 e o PIB *per capita* de 2001, a preços de 2001. Esses dados foram obtidos junto à Fundação de Economia e Estatística (FEE). A principal variável explicativa de interesse é o PIB *per capita* do período inicial da amostra. Ambas as variáveis são utilizadas em logaritmo.

Para a análise da convergência condicional, além da análise espacial introduzida, foram introduzidas as seguintes variáveis como controles, com suas respectivas fontes: taxa de crescimento populacional (FEE); taxa de analfabetismo, anos de estudos, percentual de ocupados com ensino superior completo, percentual de pessoas com 18 anos ou mais com ensino superior completo, percentual de pessoas pobres, percentual de população rural, percentual da população com água encanada, IDHM longevidade e educação, despesas com capital e densidade demográfica (IPEADATA/IBGE). Todas as variáveis de controle têm como base o ano de 2001. Como existem várias diferenças regionais, com a inclusão dessas variáveis, espera-se que as mesmas sejam capazes de absorver diferenças nas características municipais que influenciam o comportamento dos níveis de renda, capturando, principalmente, especificidades das dotações de capital físico e capital humano regional.

### 3.2. Estratégia empírica

Existem diversos métodos para a análise da convergência entre países, regiões, municípios, tais como o da  $\beta$  convergência, da  $\sigma$  convergência e da convergência estocástica (Baumol, 1986). Apesar da existência desses métodos, para se analisar o processo de convergência de renda, neste estudo foram utilizados basicamente dois testes de ampla abordagem na literatura econômica –  $\beta$  convergência e  $\sigma$  convergência. Assim, esta análise se restringiu, em um primeiro momento, ao método sintetizado por Sala-i-Martin (1996), em que são introduzidos controles que condicionam a convergência de renda, tanto associados ao capital humano quanto ao capital físico. E, num segundo momento, a estimação foi controlada pela autocorrelação espacial.

Portanto, na subseção seguinte, apresentam-se as abordagens analíticas da metodologia de  $\beta$  convergência absoluta e condicional padrão, da  $\sigma$  convergência e da  $\beta$  convergência com elementos espaciais.

#### 3.2.1. $\beta$ convergência absoluta e condicional padrão

A definição denominada de  $\beta$  convergência absoluta implica na existência de uma correlação negativa entre o nível da renda no início de um período e a taxa de crescimento da renda nesse mesmo período, ou seja, países ou regiões com rendas mais baixas crescem a taxas mais elevadas que os ricos.

---

<sup>6</sup> O município de Pinto Bandeira não fez parte da análise, pois, até o final de 2012, fazia parte do município de Bento Gonçalves.

O teste para a verificação da  $\beta$  convergência do PIB *per capita* entre os municípios do Rio Grande do Sul seguiu, em um primeiro momento, Barro e Sala-i-Martin (1992), numa análise *cross-section*, apresentando o nível inicial dessa variável como principal variável explicativa. A variável dependente é a taxa de crescimento do PIB *per capita* municipal, para o período de 2001 a 2013.

Inicialmente, a hipótese de  $\beta$  convergência foi testada de forma tradicional por meio de um modelo de regressão linear simples pelo qual se estima a taxa de crescimento do PIB *per capita* em relação ao PIB *per capita* inicial da região, pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários, da mesma forma que em Barro e Sala-i-Martin (1992). A equação básica desse teste é expressa por:

$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}} \right) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_{i,t}) + \mu_i \quad (1)$$

em que:  $Y_{i,t}$  = PIB *per capita* no período inicial;  $Y_{i,t+1}$  = PIB *per capita* no período final;  $T$  = número de anos entre os períodos inicial e final da observação amostral;  $\mu_i$  = erro aleatório.

O lado esquerdo da Equação (1) corresponde à taxa de crescimento do PIB *per capita*. Uma correlação negativa entre a taxa de crescimento e o PIB *per capita* inicial ( $\beta_2 < 0$ ) indica que está ocorrendo  $\beta$  convergência absoluta (Barro e Sala-i-Martin, 1992).

Segundo esse modelo, existe  $\beta$  convergência, se  $\beta_2$  é negativo e estatisticamente significativo, já que, nesse caso, a taxa média de crescimento do PIB *per capita* entre o período inicial e o período final é negativamente correlacionada com o nível inicial do PIB *per capita*.

A heterogeneidade nas características populacionais e econômicas entre os municípios gaúchos pode implicar que as suposições subjacentes às estimativas descritas pela  $\beta$  convergência absoluta podem não ser de tal magnitude. Se os municípios não compartilham o mesmo PIB *per capita* de estado estacionário, as estimativas podem sofrer do viés de variável omitida e, em particular, podem levar à rejeição incorreta da hipótese de convergência (Sala-i-Martin, 1996). Assim, estende-se a análise de convergência entre os municípios do Rio Grande do Sul controlando por diferenças no nível do produto de estado estacionário de cada município. Em particular, para a análise da  $\beta$  convergência condicional, conduz-se a estimação da seguinte equação:

$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}} \right) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_{i,t}) + \sum_{i=1}^k \beta_k X_{i,t} + \mu_i \quad (2)$$

em que:  $Y_{i,t}$  = PIB *per capita* no período inicial;  $Y_{i,t+1}$  = PIB *per capita* no período final;  $T$  = número de anos entre os períodos inicial e final da observação amostral;  $X_{i,t}$  = grupo de  $k$  variáveis de controle;  $\mu_i$  = erro aleatório.

A estimação da  $\beta$  convergência condicional inclui como variáveis independentes tanto o nível inicial do PIB *per capita*, quanto um conjunto de  $k$  variáveis com o intuito de controlar para diferenças nos níveis do PIB *per capita* do estado estacionário. Esse grupo de variáveis inclui: anos médios de escolaridade e taxa de analfabetismo; taxa de crescimento populacional e densidade demográfica; Índice de Desenvolvimento Humano; percentual de pessoas pobres e percentual de população rural; e proporção de despesas com capital/PIB.

Deste modo, tendo estimado o valor da estatística  $\beta_2$ , é possível determinar a velocidade de convergência ( $\theta$ ) definida por:

$$\theta = \frac{\ln(\beta + 1)}{(-k)} \quad (3)$$

em que:  $\theta$  = velocidade da convergência;  $\beta_2$  = parâmetro desconhecido, estimado pelas equações (1) e (2);  $k$  = número de anos.

Ainda, é possível calcular o tempo necessário para que as economias percorram metade do caminho que as separam de seus estados estacionários. Esse valor é denominado de meia-vida ( $\tau$ ) e é determinado por:

$$\tau = \frac{\ln(2)}{\theta} \quad (3.1)$$

O teste de  $\beta$  convergência absoluta dado pela expressão (1) considera que todas as unidades geográficas analisadas possuem o mesmo nível do PIB *per capita* em estado estacionário e que as diferenças observadas nos níveis do PIB *per capita* atuais devem-se apenas a desvios de curto prazo no estoque de capital físico *per capita* das regiões em relação a seus níveis em estado estacionário.

### 3.2.2. $\sigma$ convergência

O teste de  $\sigma$  convergência se detém em observar a dispersão do PIB *per capita* dos municípios nos sucessivos anos. A ocorrência de  $\beta$  convergência é uma condição necessária, mas não suficiente<sup>7</sup> para que exista  $\sigma$  convergência. Se em dois municípios acontece o processo de  $\beta$  convergência, tem-se condições para garantir que o mais pobre cresça a taxas superiores que o mais rico.

A condição suficiente de  $\sigma$  convergência é que se verifique uma queda nessa dispersão e pode ser testada pela análise de dispersão do coeficiente de variação (*C.V.*), o qual é obtido pela razão entre o desvio-padrão do PIB *per capita* no tempo  $t$  e a média aritmética do PIB *per capita* no tempo  $t$ , dado pela equação abaixo:

$$CV_t = \frac{S_t}{Y_t} \quad (4)$$

Valores iguais a zero para o coeficiente de variação significam uma perfeita igualdade na distribuição de renda entre as regiões.

### 3.2.3. $\beta$ convergência: abordagem espacial

Diferentemente da econometria tradicional, a econometria espacial preocupa-se em incorporar em sua modelagem o padrão de interação socioeconômica entre os agentes, denominada de autocorrelação espacial, assim como as suas características no espaço, denominadas de heterogeneidade espacial. Portanto, essas interações e as características estruturais geram efeitos espaciais que influenciam vários processos econômicos (ANSELIN; BERA, 1998).

Desse modo, o presente estudo abordou a análise da convergência de renda, absoluta e condicional, controlando-se os efeitos espaciais, seguindo Rey e Montouri (1999). Portanto, nosso ponto de partida foi a estimação das Equações (1) e (2), nas quais foram aplicados testes de diagnósticos de dependência espacial, a saber: o teste *I de Moran*, aplicado aos resíduos da estimação OLS; o teste do *Multiplicador de Lagrange* robusto (LM) para a variável dependente; e o teste do *Multiplicador de Lagrange* robusto (LM) para o termo de erro (ANSELIN *et al.*, 1996). Os modelos com dependência espacial foram estimados via Máxima Verossimilhança (MV).

A literatura de econometria espacial apresenta, basicamente, três especificações distintas de regressão espacial. Tais especificações, segundo Anselin (1998), englobam o modelo de erro espacial (incorporação de uma variável para capturar os efeitos de vizinhança nos erros, dado pela Equação (5)), o modelo *lag* espacial (efeitos de vizinhança na variável dependente, Equação (6)) e o modelo que incorpora uma variável que captura efeitos de vizinhança nas variáveis independentes – Equação (7)<sup>8</sup>. Portanto, os modelos são especificados, de acordo com Anselin (1998), da seguinte forma:

<sup>7</sup> Para ter uma demonstração mais aprofundada do tema, ver Barro e Sala-i-Martin (1995), capítulo 11.

<sup>8</sup> O modelo que incorpora a defasagem espacial nas variáveis explicativas não será abordado neste estudo, pois se acredita que não há suporte teórico para explicar esta dependência.



$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}} \right) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_{i,t}) + \epsilon_i \quad \epsilon_i = \lambda W \epsilon_i + u \quad (5)$$

$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}} \right) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_{i,t}) + \rho W \frac{1}{T} \ln \left( \frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}} \right) + \mu_i \quad (6)$$

$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}} \right) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_{i,t}) + \phi W \ln(Y_{i,t}) + \mu_i \quad (7)$$

em que:  $W$  = matriz de pesos espaciais que captura as relações de vizinhança<sup>9</sup>;  $\lambda$  = coeficiente autorregressivo de erro espacial;  $u$  = resíduo do erro espacial;  $\rho$  = coeficiente de defasagem espacial;  $\phi$  = coeficiente de defasagem da variável explicativa.

É fácil notar que os modelos apresentados nas equações 5-7, através da adição do termo  $\sum_{i=1}^k \beta_k X_{i,t}$  em cada uma das equações, tornam-se a especificação da  $\beta$  convergência condicional.

#### 4. Resultados e discussões

De acordo com Barro e Sala-i-Martin (1992), uma relação negativa entre o PIB *per capita* inicial e a taxa média de crescimento do PIB *per capita* é uma evidência da ocorrência de convergência. Portanto, na presente seção, são apresentados os resultados e as discussões acerca da  $\beta$  convergência absoluta e condicional,  $\sigma$  convergência e da  $\beta$  convergência com dependência espacial.

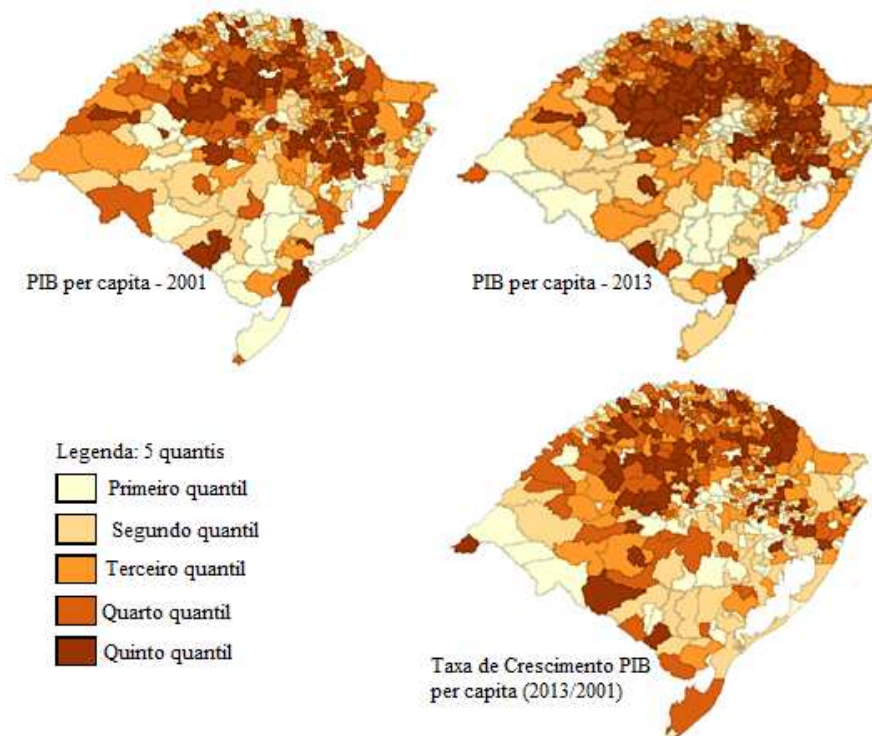
Antes de aplicar a análise empírica, uma visão geral é apresentada para fornecer uma indicação prévia dos resultados esperados. Primeiro, apresenta-se uma breve análise do comportamento da variável PIB *per capita*, ao longo do período de 2001-2013. Em 2001, a média do PIB *per capita* dos municípios gaúchos era de aproximadamente R\$ 9000,00, ao passo que em 2013 era de aproximadamente R\$ 30800,00. Nesse período, o crescimento médio anual do PIB *per capita* foi de 10,56%, sendo o maior crescimento verificado no biênio 2009-10 (19,36%). No entanto, apesar do crescente aumento ao longo do período, a diferença entre os extremos é elevada. Enquanto que Ametista do Sul apresentava um PIB *per capita* de R\$ 9600,00 em 2013, no município de Triunfo, o PIB *per capita* foi de R\$ 214500,00.<sup>10</sup>

Na Figura 1, apresenta-se o PIB *per capita* municipal para os períodos de 2001 e 2013. A figura divide os municípios em cinco *quantis* pelos seus níveis de PIB *per capita*, pela qual percebe-se uma clara divisão Norte-Sul no nível de renda. Enquanto que os municípios de maior renda encontram-se na metade norte do estado (incluindo municípios próximos à região metropolitana), na metade sul concentram-se os municípios com o menor PIB *per capita*. Analisando-se a dinâmica do crescimento dessa variável, verifica-se que, além do fato dos municípios da metade Norte já apresentarem os maiores níveis de renda, são os que apresentam a maior taxa de crescimento.

<sup>9</sup> Para uma descrição completa a respeito das matrizes de vizinhança, ver Tyszler (2006) e Lesage e Pace (2009).

<sup>10</sup> Elaborado com base nos dados da FEE (Fundação de Economia e Estatística).

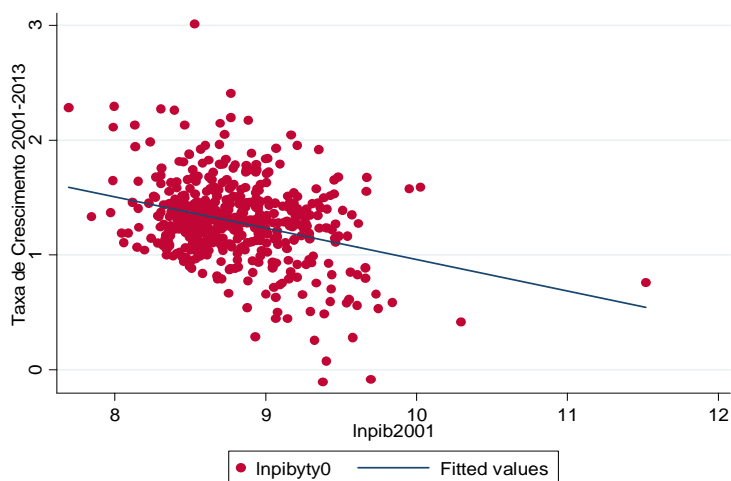
**Figura 1 – Níveis e taxa de crescimento do PIB *per capita* municipal (2001-2013)**



Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 2 apresenta o diagrama de dispersão para os 496 municípios do estado do Rio Grande do Sul, relacionando seus níveis do PIB *per capita* no ano de 2001 e suas respectivas taxas de crescimento ao longo do período 2001-2013. Adicionalmente, apresenta-se a reta de regressão de ajustamento dos dados, obtida a partir do método de mínimos quadrados ordinários.

**Figura 2 – Taxa crescimento média 2001-2013 do PIB *per capita* e PIB *per capita* inicial dos municípios**



Fonte: Cálculos dos autores a partir dos dados da FEE.

Neste caso, nota-se, inicialmente, que o comportamento das variáveis em termos *per capita* evidencia que está havendo um processo de convergência entre os municípios do Rio Grande do Sul. Sendo assim, há evidências da  $\beta$  convergência absoluta, para o período da amostra. Em termos das

mesorregiões, notam-se resultados semelhantes<sup>11</sup>. Portanto, da mesma forma, para o estado do Rio Grande do Sul, a relação negativa entre o PIB *per capita* em 2001 (em logaritmo) e a taxa de crescimento 2001-2013 para as mesorregiões Centro Ocidental, Centro Oriental, Metropolitana de Porto Alegre, Nordeste, Noroeste, Sudeste e Sudoeste Rio-Grandense mostra que há evidência da  $\beta$  convergência neste período. No entanto, tal análise será aprofundada nas subseções seguintes.

#### 4.1. Análise da $\beta$ convergência

A análise de convergência do PIB *per capita* entre os 496 municípios do Rio Grande do Sul no período de 2001 a 2013 inicia-se estimando a Equação (1) (convergência absoluta). Os resultados encontram-se na Tabela 1, sendo que a coluna 1 apresenta os resultados para todos os municípios, enquanto que as demais colunas (2-8) apresentam as estimações desagregadas por mesorregiões.

O valor negativo e significativo do coeficiente associado ao nível inicial (-0.272) sugere que houve um processo de convergência absoluta entre os municípios gaúchos no período. Isso significa que os municípios mais pobres, em geral, cresceram mais que os mais ricos. Desse modo, o crescimento econômico agiu sobre as disparidades de renda entre os municípios, o que beneficiou em maior escala as economias mais pobres.

No painel inferior da Tabela 1, verifica-se que a taxa de convergência encontrada para o período foi de aproximadamente 2,6% para os municípios gaúchos, o que está de acordo com resultados anteriormente citados da literatura<sup>12</sup>. Associado a este coeficiente da taxa de convergência, o valor encontrado para a meia-vida é de aproximadamente 26,2 anos, ou seja, serão necessários aproximadamente 26,2 anos para reduzir metade das disparidades de renda existentes entre os municípios gaúchos.

Para melhor entender o processo de convergência no estado do Rio Grande do Sul, estimou-se a Equação (1), para cada uma das mesorregiões do estado. Os resultados para essas estimativas são apresentados nas colunas 2-8, da Tabela 1. Os resultados encontrados permitem inferir que, para as mesorregiões Noroeste, Nordeste, Centro-Oriental, Metropolitana de Porto Alegre e Sudeste, existe uma relação negativa entre o nível do PIB *per capita* inicial e a taxa de crescimento, indicando a existência de  $\beta$  convergência absoluta entre os municípios de cada mesorregião. Para as mesorregiões Centro-Ocidental e Sudoeste, embora os coeficientes encontrados sejam negativos, são estatisticamente insignificantes, o que nos impede de fazer inferências sobre eles.

Na análise para as mesorregiões, dado que foram agrupadas de acordo com uma série de critérios, principalmente sociais e econômicos, esperava-se que suas taxas de convergência fossem mais elevadas do que para o estado como um todo. Nesta análise desagregada, as evidências apontam que a taxa de convergência não é estável entre todas as mesorregiões do estado. Os coeficientes da taxa de convergência para as mesorregiões, sob o período total de estudo, variam de 1,23%, na mesorregião Noroeste, para cerca de 9,10%, no Sudeste. Tal diferença pode estar ligada ao fato da quantidade de municípios que compõem cada uma das mesorregiões, dado que, como a mesorregião Noroeste é composta por 216 municípios, as discrepâncias podem ser maiores. Nas mesorregiões Metropolitana de Porto Alegre, Centro-Oriental e Nordeste, verificam-se, respectivamente, taxas de convergência de 3,04%, 4,05% e 4,95%.

Associados à taxa de convergência, na última linha da Tabela 1, encontram-se os resultados para a meia-vida a nível de mesorregião. Para o conjunto de municípios da mesorregião Noroeste, a meia-vida verificada foi de aproximadamente 56 anos, o que significa dizer que em 56 anos a desigualdade observada entre esses municípios seria reduzida à metade. Para as demais mesorregiões, o tempo de meia-vida encontra-se abaixo da média estadual, sendo de aproximadamente, 13, 17, 23 e 8 anos para as mesorregiões Nordeste, Centro-Oriental Metropolitana de Porto Alegre e Sudeste, respectivamente. Essa análise nos possibilita afirmar que os municípios das mesorregiões Nordeste e Sudeste cresceram, no período em análise, acima da média estadual. Essas regiões apresentam as

<sup>11</sup> As figuras, para cada uma das sete mesorregiões, não foram apresentadas, por restrições de espaço. No entanto, podem ser acessados mediante contato com os autores.

<sup>12</sup> Ver, por exemplo, Barreto (2007), Vieira (2010) e Porsse (2008).

menores diferenças nos níveis do PIB *per capita*, e as diferenças que existem estão sendo corrigidas ao longo do tempo. Então, a ocorrência de convergência absoluta mostra que os municípios estão convergindo para o mesmo estado estacionário.

**Tabela 1 – Teste de  $\beta$  convergência absoluta do PIB *per capita* para os municípios do Rio Grande do Sul no período de 2001 a 2013**

Variáveis	Variável Dependente: $\ln(\text{pibpercapita2013}/\text{pibpercapita2001})$							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
lnpib2001	-0,272*** (0,0449)	-0,137* (0,0744)	-0,448*** (0,161)	-0,136 (0,247)	-0,385*** (0,114)	-0,306*** (0,0745)	-0,526 (0,311)	-0,663*** (0,209)
Constante	3,683*** (0,392)	2,569*** (0,647)	5,325*** (1,441)	2,508 (2,119)	4,554*** (0,993)	3,914*** (0,659)	5,908** (2,692)	6,786*** (1,779)
Obs	496	216	53	31	54	98	19	25
R-squared	0,094	0,025	0,178	0,022	0,200	0,168	0,187	0,485
R-Adj	0,0926	0,0250	0,1617	-0,0115	0,1850	0,1594	0,1395	0,4624
F-stat	51,50	5,49	11,03	0,4234	13,03	19,40	3,92	21,65
Breusch-Pagan (p-valor)	0,0035	0,0274	0,8668	0,0000	0,0231	0,7801	0,3471	0,1377
AIC	327,2075	99,64405	57,864	13,38361	16,56515	69,75149	14,8616	9,208221
( $\theta$ )Taxa de Convergência <sup>a</sup>	0,026454	0,012278	0,049517	-	0,040511	0,03044	-	0,090639
Meia-vida <sup>b</sup>	26,20	56,45	13,00	-	17,11	22,77	-	7,65

Nota: <sup>a</sup> A taxa de convergência é obtida usando  $\theta = \ln(\beta + 1) / (-k)$ . <sup>b</sup> A meia-vida é obtida por:  $\ln(2) / \theta$ , em anos. As colunas 2-8 representam, respectivamente, as estimações para as mesorregiões: Noroeste, Nordeste, Centro-Ocidental, Centro-Oriental, Metropolitana de Porto Alegre, Sudoeste e Sudeste Rio-Grandense. Erros-padrão robustos entre parênteses. \*\*\*p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na sequência, na Tabela 2, são apresentados os resultados das estimativas da Equação (2), ou seja, da convergência condicional de renda. A especificação da Equação 2 visa diminuir o viés de variável omitida presente na Equação (1), com a introdução de variáveis associadas ao capital físico e ao capital humano de cada município, controlando assim diferenças estruturais relevantes no período inicial. Portanto, como indicado pela Equação (2), foi incluído um vetor  $X$  de variáveis explicativas, representativo de aspectos sociais, econômicos e demográficos. Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que o coeficiente estimado do PIB *per capita* inicial, para todos os municípios, manteve-se negativo e significativo (-0,317), no entanto, de magnitude maior que o encontrado para a hipótese de convergência absoluta. Portanto, pode-se inferir que o processo de convergência de renda dá-se de forma que os municípios estão convergindo para seus próprios estados estacionários, em que os mais distantes do equilíbrio crescem a uma taxa maior.

De modo geral, a inclusão de controles associados ao capital humano e ao capital físico indica uma taxa de convergência mais acelerada entre os municípios, tanto a nível estadual, como a nível regional. A nível estadual, a taxa de convergência condicional é cerca de 16% maior que a convergência absoluta, sendo de 3,18%. Esse coeficiente está associado a um tempo de meia-vida de aproximadamente 22 anos.

Para as mesorregiões, da mesma forma que para a convergência absoluta, na convergência condicional, verificaram-se diferenças significativas nos coeficientes associados às taxas de convergência e à meia-vida. A mesorregião Noroeste continua a apresentar o menor coeficiente da taxa de convergência, 2,23% ao ano, associado a um tempo de meia-vida de aproximadamente 31 anos. Por outro lado, a mesorregião Sudeste, com a maior taxa de convergência, apresenta um coeficiente de 9,52% ao ano e um tempo de meia-vida de 7,28 anos.

**Tabela 2 – Teste de  $\beta$  convergência condicional do PIB *per capita* para os municípios do Rio Grande do Sul no período de 2001 a 2013<sup>13</sup>**

Variável Dependente: $\ln(\text{pibpercapita2013}/\text{pibpercapita2001})$								
Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
lnpib2000	-0,317*** (0,0515)	-0,235** (0,0909)	-0,434** (0,182)	-0,294 (0,233)	-0,557*** (0,126)	-0,330*** (0,0840)	-0,392 (0,277)	-0,681** (0,270)
Constante	2,955*** (0,520)	1,393* (0,815)	5,080** (2,090)	3,747 (2,357)	4,774*** (1,184)	3,190** (1,298)	4,652** (2,140)	7,187** (3,197)
Controles <sup>a</sup>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Obs	496	216	53	31	54	98	19	25
R-squared	0,128	0,112	0,197	0,164	0,341	0,199	0,585	0,526
R-Adj	0,1190	0,0914	0,1112	-0,0028	0,2720	0,1560	0,4251	0,4010
F-stat	14,37	5,32	2,30	0,98	4,96	4,59	3,66	4,21
Breusch-Pagan (p-valor)	0,0012	0,0198	0,0525	0,0013	0,1654	0,2345	0,4216	0,2973
AIC	316,5447	87,33758	64,63728	16,51483	14,15218	73,98388	10,10302	15,13714
( $\theta$ )Taxa de Convergência <sup>b</sup>	0,031772	0,022323	0,047430	-	0,067849	0,033373	-	0,095214
Meia-vida <sup>c</sup>	21,82	31,05	14,61	-	10,22	20,77	-	7,28

Nota: <sup>a</sup> As variáveis de controle incluídas na estimativa, conforme pode-se verificar na Tabela A2 em Anexo, são: IDH Educação e IDH Longevidade, ambos para 2000, relação das despesas sobre o PIB e a densidade demográfica. <sup>b</sup> A taxa de convergência é obtida usando  $\theta = \ln(\beta + 1) / (-k)$ . <sup>c</sup> A meia-vida é obtida por:  $\ln(2) / \theta$ , em anos. As colunas 2-8 representam, respectivamente, as estimações para as mesorregiões: Noroeste, Nordeste, Centro-Ocidental, Centro-Oriental, Metropolitana de Porto Alegre, Sudoeste e Sudeste Rio-Grandense. Erros-padrão robustos entre parênteses. \*\*\*p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Resultados da pesquisa.

#### 4.2. Análise da $\sigma$ convergência

Na Tabela 3, conforme a Equação 4, são apresentados os resultados do teste de  $\sigma$  convergência para o PIB *per capita* dos municípios do Rio Grande do Sul e para as mesorregiões, no período de 2001 a 2013. Conforme Monfort (2008), enquanto a  $\beta$  convergência foca em detectar possíveis processos de *catching-up*, a  $\sigma$  convergência simplesmente se refere a uma redução de disparidades entre regiões no tempo. No entanto, os dois conceitos estão intimamente relacionados.

**Tabela 3 – Coeficientes de variação do PIB *per capita* dos municípios do Rio Grande do Sul**

Região	C. V. 2001	C. V. 2013	Evolução C. V. (2013-2001)
Rio Grande do Sul	0,7228	0,5981	-0,1247
Centro Ocidental	0,3476	0,5013	0,1537
Centro Oriental	0,3996	0,4064	0,0068
Metropolitana de Porto Alegre	1,2366	0,8535	-0,3831
Nordeste	0,4208	0,5952	0,1744
Noroeste	0,3972	0,4917	0,0945
Sudeste	0,5128	0,3672	-0,1456
Sudoeste	0,7062	0,4047	-0,3015

Fonte: Resultados da pesquisa.

<sup>13</sup> Em anexo, a Tabela A1 apresenta as estimações para a Equação (2) com diversas variáveis explicativas. No entanto, pela estimação inicial, muitas dessas variáveis não foram significativas. Dessa forma, o modelo foi estimado restringindo algumas variáveis e a Tabela A2 em anexo contempla as estimativas completas para os coeficientes das variáveis de controle da Tabela 2 acima.

Em nível estadual, confirma-se a hipótese de  $\sigma$  convergência, ou seja, há um processo de redução das dispersões das rendas, indicando que as desigualdades municipais se reduziram ao longo do período analisado, como pode ser observado na Tabela 3.

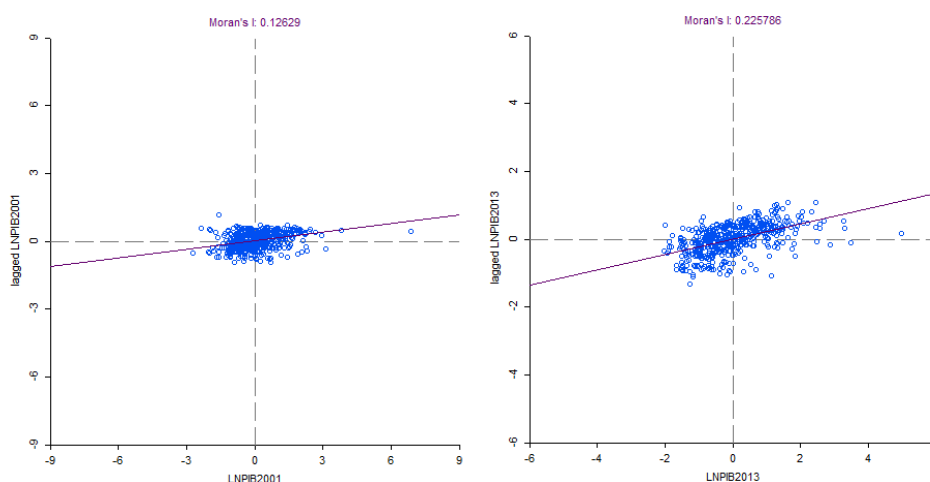
Para as mesorregiões, de modo geral, os resultados não confirmaram os argumentos da abordagem  $\beta$  convergência absoluta. Conforme os resultados da Tabela 3 para o coeficiente de variação, apenas as mesorregiões Metropolitana de Porto Alegre, Sudeste e Sudoeste apresentaram diminuição no coeficiente de variação, enquanto que, nas demais, não houve uma redução na dispersão do PIB *per capita*.

#### 4.3. $\beta$ convergência: análise espacial

Inicialmente, apresenta-se uma breve análise exploratória da dependência espacial da variável PIB *per capita*, com o intuito de evidenciar disparidades regionais entre os municípios gaúchos. A Figura 3 apresenta o indicador *I de Moran* de correlação espacial<sup>14</sup>. Para os dados do ano de 2001 e 2013, o valor positivo e significativo informa que há correlação espacial positiva, indicando que os municípios com PIB *per capita* mais elevado tendem a estar cercados por municípios também mais ricos<sup>15</sup>.

Conforme apresentado por Anselin (1995) e Almeida (2012), o indicador *I de Moran* é incapaz de demonstrar padrões de aglomeração regional. No entanto, o indicador LISA (*Local Indicator of Spatial Association*) é capaz de demonstrar e classificar as correlações espaciais de cada unidade amostral com a de seus vizinhos<sup>16</sup>. A Figura 4 apresenta os *clusters* espaciais para os municípios do Rio Grande do Sul, através da qual é possível perceber a existência de alguns *clusters* bem definidos.

**Figura 3 – Estatística *I de Moran* de Correlação Espacial**



Nota: Painel da esquerda para o ano de 2001 e da direita para 2013.

Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com a Figura 4, verifica-se a presença de dois pequenos *clusters* de baixa renda, um no extremo norte e outro na metade sul do estado. Por outro lado, pequenos *clusters* de municípios de alta renda são encontrados nas mesorregiões Noroeste, Nordeste e Metropolitana. Já para o ano de 2013, percebe-se claramente a existência de dois *clusters* bem definidos: primeiro, um aglomerado

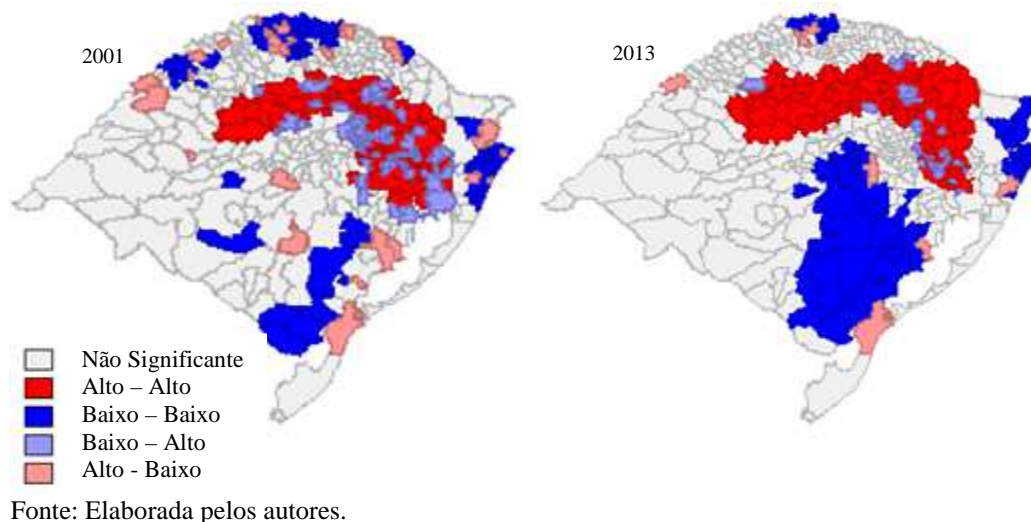
<sup>14</sup> Formalmente, a estatística *I de Moran* é representada por:  $I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$ , onde  $w_{ij}$  são elementos da matriz de pesos espaciais;  $n$  é a quantidade de municípios;  $z_i$  e  $z_j$  representam os desvios em relação à média do PIB *per capita*.

<sup>15</sup> Para ambos os anos, o *p-valor* calculado foi de 0,001, a partir de 999 aleatorizações da distribuição.

<sup>16</sup> Para mais detalhes sobre o indicador LISA, ver Anselin (1995).

de municípios com alto PIB *per capita* que abrange parte considerável dos municípios da metade norte do estado; segundo, um *cluster* de municípios de baixo PIB *per capita*, abrangendo municípios da região central e metade sul do estado.

**Figura 4 – Distribuição espacial dos Clusters de PIB *per capita* no Rio Grande do Sul – 2001 e 2013**



Por fim, são apresentados os resultados para a análise da existência de dependência espacial no processo de convergência de renda dos municípios do Rio Grande do Sul<sup>17</sup> (Equações (5) - (7) e variantes desses modelos). Assim, esta subseção determina se existem evidências estatisticamente significativas de dependência espacial, ao nível de municípios.

De forma primordial, é necessário destacar que, para a definição da matriz de pesos, levou-se em consideração o grau de ajustamento das especificações. Verifica-se mais à frente que o melhor ajustamento, com base no critério de AIC, dá-se pela matriz de contiguidade de primeira ordem (*queen*), portanto, os resultados principais são apresentados com base nesta matriz de pesos<sup>18</sup>. No Anexo C, apresentam-se os resultados das diferentes especificações, com base nas diferentes matrizes de pesos espaciais<sup>19</sup>. Os modelos espaciais aqui abordados foram estimados por Máxima Verossimilhança.

Destaca-se primeiro que as estimativas apresentadas nas colunas 1 e 2 da Tabela 4 são as mesmas que as apresentadas na coluna 1 das Tabelas 1 e 2, respectivamente. O objetivo de reproduzir novamente essas estimativas foi apresentar diagnósticos para a presença de efeitos espaciais. Foram aplicados três testes para a dependência espacial: o teste *I de Moran*, aplicado aos resíduos da

<sup>17</sup> A análise espacial concentra-se a nível estadual, não sendo efetuadas as estimações para as mesorregiões.

<sup>18</sup> Cabe destacar que existem outras formas de selecionar as matrizes de pesos espaciais. Além do procedimento de análise do ajustamento das especificações às diferentes matrizes (procedimento aqui adotado), podem-se verificar as matrizes que maximizam o coeficiente de autocorrelação (através do *I de Moran*). No entanto, como essa prática não apresenta solidez estatística ou teórica, seus resultados devem ser analisados com cuidado. Segundo Chi e Zhu (2008), esse procedimento consiste no uso de uma ampla gama de especificações de vizinhança, optando-se por aquela que maximiza o coeficiente de autocorrelação (para detalhes acerca das matrizes de pesos espaciais, ver Tyszler (2006) e Lesage e Pace (2009). Nesta feita, deparamo-nos com dois tipos de matrizes que apresentam os maiores coeficientes para o *I de Moran*: nas matrizes com *k* vizinhos mais próximos, a matriz com um vizinho apresentou o coeficiente superior (0,24); nas matrizes do tipo *queen*, a matriz de contiguidade de primeira ordem apresentou o maior coeficiente (0,22). Como se percebe, ambos os coeficientes são muito próximos. No Anexo B, encontram-se graficamente os valores para a estatística *I de Moran* para diferentes tipos de matrizes, tanto para as estimativas para o modelo de convergência condicional, quanto a absoluta. Novamente, ressalta-se que a matriz aqui adotada, pelos motivos apresentados no texto, foi a matriz *queen* de primeira ordem.

<sup>19</sup> Agradecemos ao avaliador anônimo pela sugestão e os argumentos aqui apresentados seguem os seus comentários.

estimação OLS; o teste do Multiplicador de Lagrange ( $LM$ ), para a variável dependente e sua versão robusta; e o teste do Multiplicador de Lagrange ( $LM$ ), para o termo de erro e a sua versão robusta<sup>20</sup>.

O painel B da Tabela 4 (colunas 1 e 2) apresenta alguns diagnósticos para a presença de efeitos espaciais. Os resultados do teste I de Moran são significativos tanto para a análise da convergência absoluta (coluna 1), quanto para a convergência condicional (coluna 2). Quanto aos resultados dos testes  $LM$ , verificou-se que, independente das matrizes de pesos associadas (no Anexo C são apresentadas, por robustez, os resultados para diferentes matrizes), tanto o  $LMlag$  quanto o  $LMerror$  são estatisticamente significativos, da mesma forma que o teste  $SARMA$ <sup>21</sup>. Ao se analisar as versões robustas dos testes  $LMlag$  e  $LMerror$ , verificou-se que o  $LM$  para o modelo de erros espacial é superior. Portanto, nesse caso, pode-se afirmar que o modelo de erros, aparentemente, é o que melhor se ajusta aos dados, ou, possivelmente, ao modelo  $SARMA$  (dependência espacial tanto na variável dependente e no termo de erro)<sup>22</sup>. Dessa forma, foram estimados os modelos com a dependência espacial nos erros, o modelo  $SARMA$  e versões alternativas aos modelos que incluem a defasagem espacial apenas no termo de erro ou na variável dependente, ou seja, os modelos do tipo *Durbin*<sup>23</sup>, que acrescentam a defasagem espacial das variáveis explicativas. Os resultados das estimativas com a matriz *queen* de primeira ordem encontram-se na Tabela 4. No Anexo D, são apresentados os valores das estatísticas AIC para as diversas matrizes e as diferentes especificações dos modelos, justificando a escolha do modelo SDM como o de melhor ajuste.

As colunas 3-5 da Tabela 4 apresentam os resultados da estimação da convergência absoluta (coluna 3) e da convergência condicional (colunas 4 e 5) para os modelos espaciais. É interessante notar que a velocidade de convergência continua elevada nas regressões espaciais, com uma magnitude semelhante à apresentada nas estimativas OLS. Na análise da convergência absoluta, o modelo com *lag* espacial da taxa de crescimento do *PIB per capita* e do *PIB per capita* inicial (modelo SDM, coluna 3) apresenta taxa de convergência de 4,23%. Associado a esse coeficiente, encontra-se um tempo de meia-vida de aproximadamente 16 anos. Por outro lado, na análise da  $\beta$  convergência condicional, optou-se por apresentar tanto o resultado para o modelo SDM quanto do modelo SDEM, pelo simples motivo que os valores AIC para ambos os modelos encontram-se muito próximos e os resultados de  $RLM(lag)$ ,  $RLM(error)$  e  $SARMA$  são significativos. Ambas as especificações apresentam uma velocidade de convergência muito próxima. A velocidade de convergência do modelo SDM é 4,38%, associado a uma meia vida de 15,82 anos. Por outro lado, o modelo que assume a dependência espacial tanto no termo de erro quanto nas variáveis explicativas, o modelo SDEM, apresenta velocidade de convergência de 4,12% e meia vida de 16,83 anos.

Em resumo, existem evidências da  $\beta$  convergência absoluta (taxa de 2,64%), bem como, da  $\beta$  convergência condicional (taxa de 3,18%) nos municípios do Rio Grande do Sul, para o período de 2001 a 2013, resultado esse, também encontrado para algumas mesorregiões do estado. Quando elementos espaciais são considerados nas estimativas, ambas as especificações para a convergência condicional levam em consideração as condições iniciais dos municípios (defasagem espacial nas variáveis explicativas), apontando uma taxa de convergência de 4,38% e 4,12% pelos modelos SDM e SDEM, respectivamente.

<sup>20</sup> Segundo Anselin e Rey (1991), o teste *I de Moran* é poderoso contra ambas as formas de dependência espacial (autocorrelação *lag* espacial e espacial do erro), no entanto, não difere entre ambos.

<sup>21</sup> Uma estratégia de estimação muito utilizada na literatura segue a metodologia proposta por Florax, Folmer e Rey (2003), descrita a seguir. Nos testes de diagnóstico de dependência espacial, após a estimação do modelo OLS, caso, tanto o  $LM$  para a defasagem espacial ( $LM_{\rho}$ ) quanto o  $LM$  para o erro espacial ( $LM_{\lambda}$ ) sejam significativos, estima-se o modelo apontado como o mais significativo, de acordo com as versões robustas desses testes. Assim, caso o  $(LM_{\rho}) > (LM_{\lambda})$ , usa-se o modelo com defasagem espacial como o mais apropriado. Caso contrário,  $(LM_{\rho}) < (LM_{\lambda})$ , adota-se o modelo com erro espacial como o mais adequado. Portanto, neste caso, conforme os resultados da Tabela 4, tanto para a convergência absoluta quanto para a convergência condicional,  $(LM_{\rho}) > (LM_{\lambda})$ , sendo assim, o modelo mais apropriado seria o modelo com erro espacial. No entanto, ambos os modelos foram estimados, mas as interpretações dar-se-ão à luz dos modelos de erro espacial (colunas 4-6).

<sup>22</sup> Infelizmente, não há uma versão robusta para o modelo  $SARMA$ .

<sup>23</sup> Para detalhes dos modelos *Durbin*, ver capítulo 2 de LeSage e Pace (2009).



**Tabela 4 – Teste de  $\beta$  convergência espacial do PIB *per capita* para os municípios do Rio Grande do Sul no período de 2001 a 2013**

Variável Dependente: $\ln(\text{pibpercapita2013}/\text{pibpercapita2001})$					
<i>Painel A:</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Variáveis	OLS	OLS	SDM	SDM	SDEM
$\ln\text{pib2001}$	-0.272*** (0.038)	-0.317*** (0.041)	-0.398*** (0.037)	-0.409*** (0.039)	-0.390*** (0.039)
Constante	3.683*** (0.334)	2.955*** (0.468)	4.870*** (0.529)	1.760*** (0.820)	4.150*** (1.1424)
Controles <sup>a</sup>	Não	Sim	Não	Sim	Sim
$Rho$	-	-	0.4447***	0.4037***	-
$Lambda$	-	-	-	-	0.4034***
<i>Painel B:</i> Diagnóstico para a Dependência Espacial					
Moran's I	0.2425***	0.2171***			
Moran's I ( <i>error</i> )	8.879	8.0106			
$LMlag$	47.91***	43.20***			
$LMerror$	76.17***	61.02***			
$RLM(lag)$	28.64***	8.61***			
$RLM(error)$	56.90***	26.42***			
SARMA	104.81***	69.63***			
Obs	496	496	496	496	496
R-squared	0.094	0.128	0.237	0.263	0.259
R-Adj	0.093	0.119			
AIC	329.21	318.54	248.07	246.78	249.67
Teste LL			-119.04	-110.39	-111.84
<i>Painel C:</i>					
( $\theta$ )Taxa de Convergência <sup>b</sup>	0,0264	0,0318	0,0423	0,0438	0.0412
Meia-vida <sup>c</sup>	26,20	21,82	16,39	15,82	16.83

Nota: <sup>a</sup> As variáveis de controle incluídas na estimativa, conforme se pode verificar na Tabela A2 em Anexo, são: IDH Educação e IDH Longevidade, ambos para 2000, relação das despesas sobre o PIB e a densidade demográfica. <sup>b</sup> A taxa de convergência é obtida usando  $\theta = \ln(\beta + 1) / (-k)$ . <sup>c</sup> A meia-vida é obtida por:  $\ln(2) / \theta$ , em anos. Erros-padrão entre parênteses. \*\*\* $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Fonte: Resultados da pesquisa.

Algumas evidências empíricas para estados brasileiros têm apontado resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo. Por exemplo, no que se refere à meia-vida, Barreto (2007) encontrou um tempo de 51 anos para o estado do Ceará, no período de 1996 a 2003; Vieira (2010), para o estado do Paraná, encontrou um tempo de 58 anos, no período de 1999 a 2006. Para o estado do Rio Grande do Sul, Porsse (2008), através de um modelo *lag* espacial, encontrou uma taxa de convergência de 3,38% e, através de um modelo de erro espacial, uma taxa de 4,65%, para o período de 1970 a 2000. Para Minas Gerais, Perobelli *et al.* (2007) encontraram taxa de convergência de 7.54%, para o período de 1996 a 2003. Para a Paraíba, Tavares e Silva (2011) encontraram uma taxa de convergência de 6.3% para o período de 1970 a 2006. Em análise a nível de estados, Silveira-Netto e Azzoni (2006) encontram uma taxa de convergência de 0,11% para os estados brasileiros, no período de 1985-2001.

## 5. Conclusões

O presente estudo buscou uma melhor compreensão do processo de crescimento dos municípios do Rio Grande do Sul para o período de 2001 a 2013. Para esta análise, utilizou-se a divisão municipal do estado a partir de 2001, na qual há 496 municípios, e para uma segunda análise os municípios foram reagrupados segundo as sete mesorregiões em que são divididos.

A desigualdade regional é uma característica muito frequente ao longo do tempo, tanto no que diz respeito às características econômicas, quanto geográficas e sociais. Desse modo, este estudo teve como objetivo principal observar se há evidência de convergência na taxa de crescimento do PIB *per capita* para os municípios do Rio Grande do Sul, através da análise de  $\beta$  convergência e  $\sigma$  convergência, pela abordagem tradicional e por incremento de componentes espaciais. Assim, pode-se afirmar que, apesar das desigualdades existentes no estado ainda serem acentuadas, houve, nos últimos anos, com base nos resultados obtidos por esta pesquisa, uma redução desse diferencial.

De acordo com os testes de convergência realizados, é possível afirmar, a nível estadual, que há um processo de convergência, de modo que os municipais menos desenvolvidos cresceram mais que os mais desenvolvidos, sendo assim, o crescimento do PIB *per capita* teria agido de forma significativa para reduzir as disparidades entre os municípios. Encontrou-se uma taxa de convergência absoluta de 2,64%, ao passo que a taxa de convergência condicional é de 3,17%. Quando do controle pela dependência espacial, através do modelo de erro espacial, ambas as taxas são mais elevadas, sendo de 3,22% e 3,48%, respectivamente.

Na análise das mesorregiões, encontram-se evidências de convergência, tanto absoluta quanto condicional, pelo método de  $\beta$  convergência para as mesorregiões Noroeste, Nordeste, Centro Oriental, Metropolitana de Porto Alegre e Sudeste. Já para as demais mesorregiões (Centro-Occidental e Sudoeste), não se encontram sinais de que as diferenças intraregionais tenham se reduzido.

Uma das limitações do presente estudo pode ser considerada o período de abrangência da análise, mas isso se justifica quando se tem o intuito de fazer uma análise de um período mais atual e com as recentes transformações econômicas. Outro aspecto diz respeito à utilização do PIB *per capita* como indicador de renda, sendo que a renda *per capita* das famílias pode ser um indicador que mensure de forma mais eficiente as desigualdades intra-estaduais. Por fim, trabalhos futuros poderão abordar a evolução das discrepâncias não só pela análise da  $\beta$  convergência e  $\sigma$  convergência, já que existem diversos outros métodos que captam outros fatores conjuntamente, sendo um dos principais, resolver a questão da endogeneidade.

## Referências

- ALMEIDA, E. *Econometria Espacial Aplicada*. Campinas: Alínea, 2012.
- ANDRADE, E.; LAURINI, M.; MADALOZZO, R; VALLS PEREIRA, P. L. Convergence clubs among brazilian municipalities. *Economics Letters*, v. 83, n. 2, p.179–184, 2004.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association (LISA). *Geographical Analysis*, v. 27, p. 93-115, 1995.
- ANSELIN, L.; BERA, A. K. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. *Statistics Textbooks and Monographs*, v. 155, p. 237-290, 1998.
- ANSELIN, L.; BERA, A.; FLORAX, R. J. G. M.; YOON, M. Simple diagnostic tests for spatial dependence. *Regional Science and Urban Economics*, v. 26, n. 1, p. 77-104, 1996.
- ANSELIN, L.; REY, S. J. Properties of tests for spatial dependence in linear regression models. *Geographical Analysis*, v. 23, n. 2, p. 112-131, 1991.
- ARMSTRONG, H. W. Convergence among regions of the European Union, 1950-1990. *Papers in Regional Science*, v. 74, n. 2, p. 143-152, 1995.

- ÁVILA, R. P. D.; MONASTERIO, L. O Maup e a Análise Espacial: um estudo de caso para o Rio Grande do Sul (1991-2000). *Revista Análise Econômica*, v. 26, n. 49, p. 233-259, 2008.
- BAROSSO FILHO, M.; AZZONI, C. *A time series analysis of regional income convergence in Brazil*. Universidade de São Paulo, Nereus, 2003. (Texto para discussão Nereus, n. 9)
- BARRETO, R. C. S. Desenvolvimento regional e convergência de renda nos municípios do Estado do Ceará. 2007. 191f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. Convergence across states and regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, p. 107-182, 1991.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. *Economic growth*. New York: MacGraw-Hill, 1995.
- BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. “Convergence”. *Journal of Political Economy*, v. 100, n. 2, p. 223-251, 1992.
- BAUMOL, W. J. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. *American Economic Review*, 54, p. 1072-1085, 1986.
- BAUMONT, C.; ERTUR, C.; LE GALLO, J. Spatial Convergence Clubs and the European Regional Growth Process, 1980-1995. In: FINGLETON, B. (Ed.). *European Regional Growth*, Springer Verlag, Berlin, p. 131-158, 2003.
- BERNARD, A. B.; DURLAUF, S. N. Convergence in International Output, *Journal of Applied Econometrics*, v. 10, n. 2, p. 97-108, 1995.
- BERNARD, A.; JONES, C. I. Productivity across industries and countries: Time series theory and evidence. *The Review of Economics and Statistics*, v. 78, n. 1, p. 135-146, 1996.
- BIANCHI, M. Testing for convergence: Evidence from non-parametric multimodality tests. *Journal of Applied Econometrics*, v. 12, n. 4, p. 393-409, 1997.
- CARLINO, G.; MILLS, L. Are US regional incomes converging? *Journal of monetary economics*, v. 32, n. 2, p. 335-346, 1993.
- CHATTERJI, M.; DEWHURST, J. H. Convergence Clubs and Relative Economic Performance in Great Britain: 1977-1991. *Regional Studies*, v. 30, n. 1, p. 31-40, 1996.
- CHECHERITA, C. D. Variations on economic convergence: The case of the United States. *Papers in Regional Science*, v. 88, n. 2, p. 259-278, 2009.
- CHESHIRE, P.; CARBONARO, G. Convergence-Divergence in Regional Growth Rates: an empty black box? In: Armstrong and Vickerman (Eds.). *Convergence and Divergence Among European Regions*, Pion, London, 1995.
- CHI, G.; ZHU, J. Spatial regression models for demographic analysis. *Population Research and Policy Review*, v. 27, n. 1, p. 17-42, 2008.
- CLINCH, J. P.; O’NEILL, E. Applying spatial economics to national spatial planning. *Regional Studies*, v. 43, n. 2, p. 157-178, 2009.
- COELHO, R. L.; FIGUEIREDO, L. Uma análise da hipótese da convergência para os municípios brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, v. 61, n. 3, p. 331-352, 2007.
- CUADRADO-ROURA, J. R. Regional convergence in the European Union: From hypothesis to the actual trends. *The Annals of Regional Science*, v. 35, n. 3, p. 333-356, 2001.
- DIAS, F.; PORSSE, A. Convergência de renda nos municípios paranaenses, no período 2000-10: uma abordagem de econometria espacial. *Ensaio FEE*, v. 37, n. 2, p. 581, 2016.

- DURLAUF, S. N.; JOHNSON, P. A. Multiple regimes and cross-country growth behaviour. *Journal of Applied Econometrics*, v. 10, n. 4, p. 365–84, 1995.
- ERTUR, C.; KOCH, W. Growth, technological interdependence and spatial externalities: theory and evidence. *Journal of Applied Econometrics*, v. 22, n. 6, p. 1033–1062, 2007.
- EVANS, P. Using panel data to evaluate growth theories. *International Economic Review*, v. 39, n. 2, p. 295–306, 1998.
- EVANS, P.; KARRAS, G. Convergence revisited. *Journal of Monetary Economics*, v. 37, p. 249–265, 1996.
- FEE – Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul. Acesso em 10 Jun. 2011. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br/>>.
- FERREIRA, A. Concentração regional e dispersão das rendas *per capita* estaduais: um comentário. *Estudos Econômicos*, v. 29, n. 1, p. 47-63, 1999.
- FERREIRA, A. H. B. Convergence in Brazil: recent trends and long-run prospects. *Applied Economics*, v. 32, n. 4, p. 479-489, 2000.
- FERREIRA, A. H.; DINIZ, C. C. Convergencia entre las rentas *per capita* estaduais en Brasil. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, v. 21, n. 62, p. 17-31, 1995.
- FERREIRA, P.C.; ELLERY JÚNIOR, R. G. Convergência entre a renda *per capita* dos estados brasileiros. *Revista de Econometria*, v. 16, n. 1, p. 83-103, 1996.
- FLORAX, R. J. G. M.; FOLMER, H.; REY, S. J. Specification searches in spatial econometrics: The relevance of Hendry's methodology. *Regional Science and Urban Economics*, v. 33, n. 5, p. 557-579, 2003.
- FOCHEZATTO, A.; STÜLP, V. J. Análise da convergência da renda per capita municipal no Rio Grande do Sul, utilizando modelo de Markov-1985-98. *Ensaio FEE*, v. 29, n. 1, 2008.
- GENC, I. H.; MILLER, J. R.; RUPASINGHA, A. Stochastic convergence tests for US regional *per capita* personal income; some further evidence: a research note. *The Annals of Regional Science*, v. 46, n. 2, p. 369-377, 2011.
- GONDIM, J. L. B.; BARRETO, F. A. O uso do núcleo estocástico para identificação de clubes de convergência entre estados e municípios brasileiros. In: *Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia -ANPEC*, João Pessoa/Paraíba, 2004.
- ISLAM, N. Growth Empirics: A Panel Data Approach, *Quarterly Journal of Economics*, v. 110, n. 4, p. 1127–1170, 1995.
- JOHNSON, P. A.; TAKEYAMA, L. N. *Convergence Among the U.S. States: Absolute, Conditional, or Club?* Working Paper Vassar College, New York, 2003.
- JONES, C. I. On the evolution of the world income distribution. *Journal of Economic Perspectives*, v. 11, n. 3, p.19–36, 1997.
- LAURINI, M. E. A.; PEREIRA, P. L. V. Income convergence clubs for Brazilian municipalities: a non-parametric analysis. *Applied Economics*, v. 37, n. 18, p. 2099-2118, 2005.
- LESAGE, J. P.; PACE, K. *Introduction to Spatial Econometrics*. 1.ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group, p. 331, 2009.
- LIM, U. Regional income club convergence in US BEA economic areas: a spatial switching regression approach. *The Annals of Regional Science*, v. 56, n. 1, p. 273-294, 2016.

- LONGHI, C.; MUSOLESI, A. European cities in the process of economic integration: towards structural convergence. *The Annals of Regional Science*, v. 41, n. 2, p. 333-351, 2007.
- MELLO, M. Stochastic convergence across U.S. states. *Macroeconomic Dynamics*, v. 15, n. 2, p. 160–183, 2011.
- MONFORT, P. *Convergence of EU regions: Measures and evolution*. Working Paper European Commission - Regional Policy, n. 01, 2008.
- MOSSI M. B.; AROCA, P.; FERNÁNDEZ, I. J.; AZZONI C. R. Growth dynamics and space in Brazil. *International Review of Regional Science*, v. 26, n. 3, p. 393-418, 2003.
- PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C.; FARIA, W. R. Análise da convergência espacial do PIB *per capita* no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 01, n. 01, 2007.
- PORSSE, A. *Dinâmica da desigualdade de renda municipal no Rio Grande do Sul: evidências da análise estatística espacial*. FEE, 2008. (Texto para discussão FEE, nº 42)
- PORTO JUNIOR, S.; RIBEIRO, E. Dinâmica de crescimento regional: Uma análise empírica da região sul. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 31(número especial), p. 454–482, 2000.
- QUAH, D. Empirical cross-section dynamics in economic growth. *European Economic Review*, v. 37, n. 2-3, p. 426–434, 1993.
- QUAH, D. Empirics for economic growth and convergence. *European Economic Review*, v. 40, p. 1353–1375, 1996.
- QUAH, D. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization, and convergence clubs. *Journal of Economic Growth*, v. 2, n. 1, p. 27–59, 1997.
- QUAH, D. Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis. *Scandinavian Journal of Economics*, v. 95, p. 427–443, 1993.
- REY, S. J.; MONTOURI, B. D. US regional income convergence: a spatial econometric perspective. *Regional Studies*, v. 33, n. 2, p. 143-156, 1999.
- SALA-I-MARTIN, X. The classical approach to convergence analysis. *Economic Journal*, v. 106, n. 437, p. 1019-1036, 1996.
- SANTOS, C. M.; CARVALHO, F. M. A. Dinâmica das disparidades regionais da renda *per capita* nos estados brasileiros: uma análise de convergência. *Revista Economia e Desenvolvimento*, n. 19, 2007.
- SCHWARTSMAN, A. *Convergence across Brazilian States* IPE, Universidade de São Paulo, 1996. (Discussion Paper, n 02/96.)
- SILVEIRA-NETO, R.; AZZONI, C. R. Location and regional income disparity dynamics: the Brazilian case. *Papers in Regional Science*, v. 85, n. 4, p. 599-613, 2006.
- SOLOW, R. M. A Contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, p. 65-94, 1956.
- SWAN, T. Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record*, v. 32, p. 334-61, 1956.
- TAVARES, M. B.; SILVA, M. V. B. da. Análise da Dinâmica da Renda *per capita* nos Municípios Paraibanos, no período de 1970 a 2008. In: *Anais do Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos – ENABER*, Natal-RN, 2011.

TSIONAS, E. G. Regional growth and convergence: evidence from the United States. *Regional Studies*, v. 34, n. 3, p. 231-238, 2000.

TYSZLER, M. Econometria Espacial: discutindo medidas para a matriz de ponderação espacial. 155f. Tese (Doutorado), Fundação Getúlio Vargas, 2006.

VIEIRA, F. L. Convergência de Renda e Desenvolvimento Regional no Paraná (1999-2006). 2010. 110f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2010.

ZINI JR., A. Regional income convergence in Brazil and its socioeconomic determinants. *Economia Aplicada*, v. 02, n. 02, p. 383-441, 1998.

## Anexo A

**Tabela A1 – Teste de  $\beta$  convergência condicional de renda per capita para os municípios do Rio Grande do Sul no período de 2001 a 2013**

Variável Dependente: $\ln(\text{pibpercapita2013}/\text{pibpercapita2001})$								
Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
lnpib2001	-0.336*** (0.0601)	-0.329*** (0.106)	-0.643** (0.260)	0.203 (0.277)	-0.521*** (0.140)	-0.376*** (0.128)	0.368** (0.114)	-0.399 (0.241)
txcrescpop	-0.00278** (0.00129)	-0.000803 (0.00206)	0.00604 (0.00605)	-0.0252** (0.00879)	-0.0125*** (0.00358)	0.00123 (0.00272)	-0.0150 (0.0112)	0.00167 (0.0107)
taxadeanalfabetismo 2000	-0.0171** (0.00664)	-0.0137 (0.0109)	-0.0482 (0.0298)	-0.00530 (0.0191)	-0.0219 (0.0200)	0.0220 (0.0200)	0.305*** (0.0513)	0.0485 (0.0445)
anosdeestudo2000	0.0392 (0.0630)	-0.0123 (0.137)	0.233 (0.214)	0.227* (0.113)	0.256 (0.167)	0.127 (0.101)	1.890** (0.560)	0.390 (0.401)
%dosocupados comsup.comp.	0.0125 (0.0106)	0.00442 (0.0157)	0.0268 (0.0408)	0.00493 (0.0344)	-0.0206 (0.0325)	0.0245 (0.0180)	-0.0973** (0.0203)	-0.0212 (0.0522)
%de18anosoumais comfund.comp.	-0.0123** (0.00601)	-0.00310 (0.0110)	-0.000263 (0.0193)	0.0157 (0.0148)	-0.0117 (0.0148)	-0.0137 (0.00958)	-0.0747* (0.0248)	-0.0771** (0.0294)
%dapopulação águaencanada	-0.00212** (0.000924)	-0.00209** (0.00105)	-0.00584 (0.00874)	-0.00371 (0.00549)	0.00158 (0.00104)	-0.00216 (0.00440)	0.0701** (0.0134)	0.0142 (0.00828)
idhmlongevidade2000	0.688 (0.526)	1.489* (0.834)	0.600 (1.728)	2.716* (1.493)	-0.854 (1.299)	-0.289 (1.243)	-5.105** (1.506)	0.397 (3.480)
idhmeducao2000	0.813* (0.445)	-0.462 (0.582)	-1.170 (1.834)	-1.460 (1.400)	2.257* (1.137)	0.602 (0.996)	-4.361 (3.519)	5.367* (2.457)
despesapib	0.0420 (0.0371)	-0.414 (0.638)	0.949 (1.810)	-1.349 (3.011)	-0.178 (1.248)	-0.0255 (0.0715)	0.673 (0.553)	-4.499 (7.729)
%depeessoaspobres	0.000184 (0.00195)	-0.00801** (0.00337)	0.0158 (0.0148)	0.0403*** (0.0113)	0.00869 (0.00557)	-0.0231*** (0.00860)	0.0175 (0.0263)	-0.0298 (0.0190)
%populaçãorural	-0.00138 (0.00117)	-0.00308 (0.00208)	0.00770 (0.00530)	-0.000222 (0.00384)	0.000931 (0.00351)	0.000480 (0.00219)	-0.00118 (0.00501)	-0.00622 (0.00520)
densidade demográfica	-0.000117*** (4.16e-05)	-0.000515*** (0.000198)	0.000140 (0.00132)	0.0202** (0.00813)	-2.57e-05 (0.000338)	-7.60e-05 (5.41e-05)	0.0134* (0.00441)	-9.24e-05 (0.00144)
Constant	3.853*** (0.791)	4.177** (1.643)	6.076 (3.878)	-4.908 (3.137)	4.515*** (1.534)	4.547*** (1.624)	-13.91* (4.410)	1.782 (4.051)
Obs.	458	201	48	29	48	92	17	23
R-squared	0.239	0.260	0.421	0.670	0.626	0.358	0.988	0.852

Nota: Erros-padrão entre parênteses: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fonte: Elaborada pelos autores.

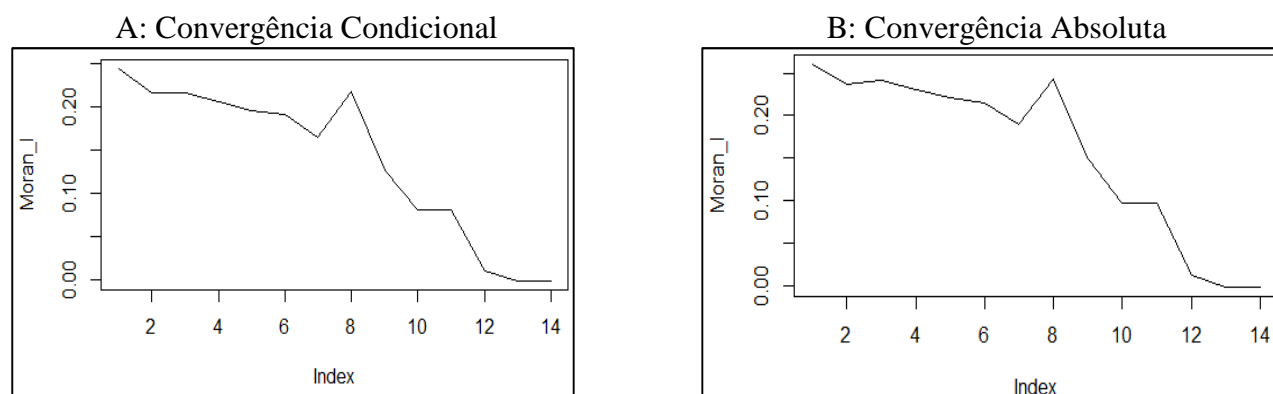
**Tabela A2 – Teste de  $\beta$  convergência condicional (modelo restrito) de renda *per capita* para os municípios do Rio Grande do Sul no período de 2001 a 2013**

Variável Dependente: $\ln(\text{pibpercapita2013}/\text{pibpercapita2001})$								
Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
lnpib2001	-0.317*** (0.0515)	-0.235** (0.0909)	-0.434** (0.182)	-0.294 (0.233)	-0.557*** (0.126)	-0.330*** (0.0840)	-0.392 (0.277)	-0.681** (0.270)
idhmeducao2000	0.341 (0.231)	0.311 (0.299)	-0.739 (1.017)	-0.0992 (0.619)	1.562*** (0.564)	0.387 (0.632)	-4.370** (1.966)	0.639 (1.450)
idhmlongevidade 2000	1.243** (0.512)	2.438*** (0.742)	0.497 (1.707)	0.452 (1.766)	0.775 (0.934)	0.975 (1.514)	2.393 (3.182)	-0.544 (1.893)
despesapib	0.0942** (0.0392)	0.0985 (1.043)	0.598 (1.236)	-0.144 (3.150)	1.755 (1.872)	0.0753* (0.0432)	0.239 (0.506)	-4.273 (8.253)
densidade demográfica	-0.0001*** (4.68e-05)	-0.0005*** (0.000102)	0.000784 (0.000683)	-0.0121* (0.00617)	-0.000335 (0.000563)	-7.98e-05 (5.02e-05)	0.0125* (0.00617)	-0.00028 (0.000841)
Constant	2.955*** (0.520)	1.393* (0.815)	5.080** (2.090)	3.747 (2.357)	4.774*** (1.184)	3.190** (1.298)	4.652** (2.140)	7.187** (3.197)
Ob.	496	216	53	31	54	98	19	25
R-squared	0.128	0.112	0.197	0.164	0.341	0.199	0.585	0.526

Nota: Erros-padrão entre parênteses: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

Fonte: Elaborada pelos autores.

### Anexo B – Estatísticas *I* de Moran para as diferentes matrizes de pesos espaciais



Nota: Em ambos os painéis acima, as matrizes de pesos associadas aos índices são: 1 - kn1; 2- kn2; 3- kn3; 4- kn4; 5- kn5; 6- kn7; 7- kn10; 8- queen\_w1; 9- queen\_w2; 10- inversa1; 11- distan1; 12- distan3; 13- distan5; 14- distan10.

Fonte: Elaborada pelos autores.

## Anexo C – Especificações para as diferentes matrizes de pesos espaciais

Tabela C1 – Especificações dos diferentes modelos com a matriz de 1 vizinho mais próximo

Variável Dependente: ln(pibpercapita2013/pibpercapita2001)											
Painel A:	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(6)
Variáveis	OLS	OLS	SAR	SAR	SEM	SEM	SAC	SAC	SDM	SDM	SDEM
lnpib2001	-0.272*** (0.038)	-0.317*** (0.041)	-0.280*** (0.037)	-0.324*** (0.040)	-0.313*** (0.038)	-0.337*** (0.040)	-0.315*** (0.037)	-0.333*** (0.041)	-0.317*** (0.038)	-0.343*** (0.039)	-0.341*** 0.040
Constante	3.683*** (0.334)	2.955*** (0.468)	3.576*** (0.334)	2.856*** (0.460)	4.046*** (0.331)	3.294*** (0.464)	4.214*** (0.325)	3.448*** (0.465)	2.641*** (0.412)	1.957*** (0.568)	2.599*** (0.652)
Controles	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Rho	-	-	0.1383***	0.1381***	-	-	-0.1186	-0.0749	0.1799***	0.1717**	-
Lambda	-	-	-	-	0.1805***	0.1690***	0.2883***	0.2407***	-	-	0.1674***

## Painel B: Diagnóstico para a Dependência Espacial

Moran's I	0.2606***	0.2436***									
Moran's I (error)	4.647	4.3704									
LMlag	15.139***	15.244***									
LMerror	21.103***	18.440***									
RLM(lag)	4.694**	0.476									
RLM(error)	10.659***	3.673*									
SARMA	25.798***	18.916***									
Obs	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496
R-squared	0.094	0.128	0.123	0.156	0.137	0.164	0.141	0.165	0.147	0.183	0.181
R-Adj	0.093	0.119									
AIC	329.21	318.54	315.27	304.39	307.28	299.71	306.71	300.93	303.08	298.35	299.56
Teste LL			-153.64	-144.19	-149.64	-141.85	-148.35	-141.46	-146.89	-136.17	-136.78

Nota: Erros Padrão entre parênteses \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela C2 – Especificações dos diferentes modelos com a matriz de 2 vizinhos mais próximos

Variável Dependente: ln(pibpercapita2013/pibpercapita2001)											
Painel A:	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(6)
Variáveis	OLS	OLS	SAR	SAR	SEM	SEM	SAC	SAC	SDM	SDM	SDEM
lnpib2001	-0.272*** (0.038)	-0.317*** (0.041)	-0.282*** (0.037)	-0.321*** (0.040)	-0.338*** (0.038)	-0.356*** (0.040)	-0.339*** (0.037)	-0.350*** (0.039)	-0.354*** (0.038)	-0.374*** (0.0401)	-0.363*** (0.040)
Constante	3.683*** (0.334)	2.955*** (0.468)	3.504*** (0.338)	2.833*** (0.463)	4.269*** (0.335)	3.553*** (0.463)	4.667*** (0.319)	4.030*** (0.444)	1.812*** (0.459)	1.545*** (0.656)	2.210*** (0.815)
Controles	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Rho	-	-	0.2086***	0.1967***	-	-	-	-0.2627***	0.2721***	0.2579***	
Lambda	-	-	-	-	0.28096***	0.2677***	0.2971***	0.5075***	0.4798***	-	0.2589***

Painel B: Diagnóstico para a Dependência Espacial											
Moran's I	0.2365***	0.2154***									
Moran's I (error)	5.809	5.3357									
LMlag	22.017***	19.597***									
LMerror	32.812***	27.198***									
RLM(lag)	11.573***	3.436*									
RLM(error)	22.368***	11.038***									
SARMA	44.385***	30.634***									
Obs	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496
R-squared	0.094	0.128	0.132	0.161	0.155	0.178	0.172	0.190	0.175	0.204	0.204
R-Adj	0.093	0.119									
AIC	329.21	318.54	309.91	301.39	296.71	290.85	288.73	285.68	286.83	285.29	285.31
Teste LL			-150.96	-142.69	-144.36	-137.43	-139.36	-133.84	-138.41	-129.64	-129.66

Nota: Erros Padrão entre parênteses \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fonte: Elaborada pelos autores.



**Tabela C3 – Especificações dos diferentes modelos com a matriz de 3 vizinhos mais próximos**

Variável Dependente: $\ln(\text{pibpercapita2013}/\text{pibpercapita2001})$											
Painel A:	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(6)
Variáveis	OLS	OLS	SAR	SAR	SEM	SEM	SAC	SAC	SDM	SDM	SDEM
Inpib2001	-0.272*** (0.038)	-0.317*** (0.041)	-0.286*** (0.037)	-0.324*** (0.040)	-0.350*** (0.038)	-0.363*** (0.040)	-0.349*** (0.037)	-0.356*** (0.039)	-0.361*** (0.038)	-0.374*** (0.039)	-0.365*** (0.039)
Constante	3.683*** (0.334)	2.955*** (0.468)	3.424*** (0.338)	2.759*** (0.459)	4.377*** (0.333)	3.757*** (0.461)	4.789*** (0.324)	4.280*** (0.454)	1.529*** (0.491)	0.905 (0.716)	1.546* (0.931)
Controles	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Rho	-	-	0.2982***	0.2849***	-	-	-0.3219***	-0.2764**	0.3458***	0.3177***	-
Lambda	-	-	-	-	0.3723***	0.3571***	0.5759***	0.5469*	-	-	0.3189***

**Painel B: Diagnóstico para a Dependência Espacial**

Moran's I	0.2409***	0.2152***									
Moran's I (error)	7.178	6.4698									
LMlag	33.813***	30.938***									
LMerror	49.970***	39.854***									
RLM(lag)	14.220***	2.146									
RLM(error)	30.378***	11.062***									
SARMA	64.190***	42.000***									
Obs	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496
R-squared	0.094	0.128	0.151	0.178	0.178	0.197	0.191	0.205	0.194	0.224	0.224
R-Adj	0.093	0.119									
AIC	329.21	318.54	299.30	291.12	282.96	279.56	277.19	276.56	275.65	272.34	272.70
Teste LL			-145.65	-137.56	-137.49	-131.78	-133.59	-129.28	-132.83	-123.17	-123.35

Nota: Erros Padrão entre parênteses \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela C4 – Especificações dos diferentes modelos com a matriz queen de primeira ordem**

Variável Dependente: $\ln(\text{pibpercapita2013}/\text{pibpercapita2001})$											
Painel A:	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(6)
Variáveis	OLS	OLS	SAR	SAR	SEM	SEM	SAC	SAC	SDM	SDM	SDEM
Inpib2001	-0.272*** (0.038)	-0.317*** (0.041)	-0.297*** (0.036)	-0.333*** (0.039)	-0.389*** (0.037)	-0.399*** (0.039)	-0.373*** (0.036)	-0.379*** (0.037)	-0.398*** (0.037)	-0.409*** (0.039)	-0.390*** (0.039)
Constante	3.683*** (0.334)	2.955*** (0.468)	3.395*** (0.340)	2.768*** (0.460)	4.707*** (0.327)	4.183*** (0.452)	5.228*** (0.309)	4.8353*** (0.425)	4.870*** (0.529)	1.760*** (0.820)	4.150*** (1.1424)
Controles	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Rho	-	-	0.393***	0.3747***	-	-	-0.5177**	-0.4973**	0.4447***	0.4037***	-
Lambda	-	-	-	-	0.50233***	0.4862***	0.7479***	0.7366***	-	-	0.4034***

**Painel B: Diagnóstico para a Dependência Espacial**

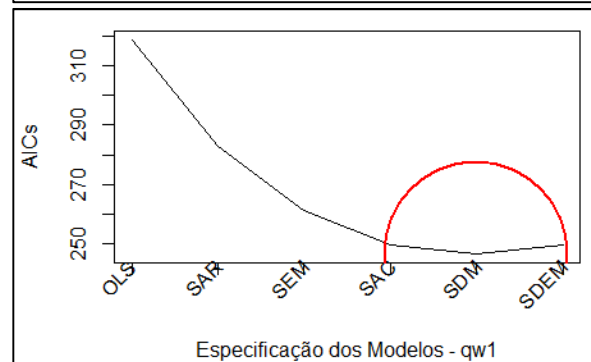
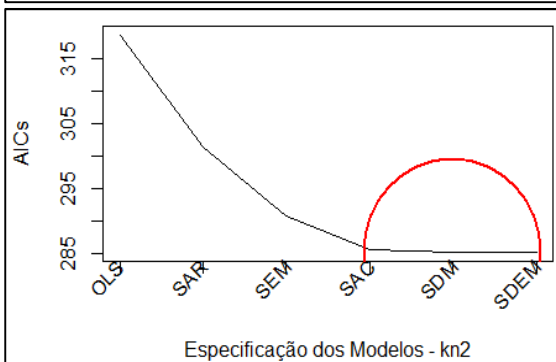
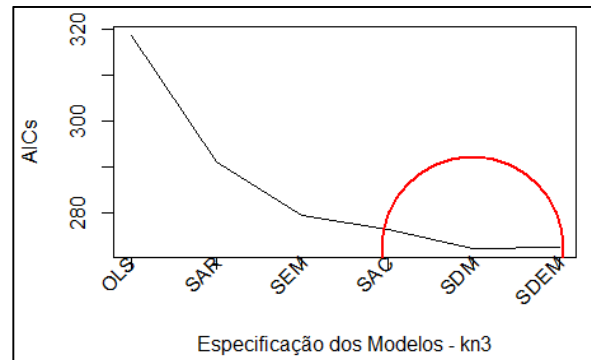
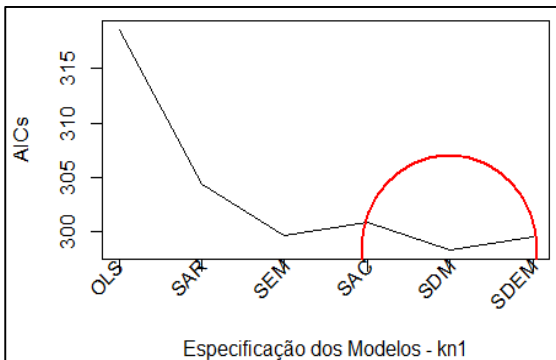
Moran's I	0.2425***	0.2171***									
Moran's I (error)	8.879	8.0106									
LMlag	47.905***	43.202***									
LMerror	76.166***	61.015***									
RLM(lag)	28.640***	8.610***									
RLM(error)	56.902***	26.424***									
SARMA	104.806***	69.626***									
Obs	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496
R-squared	0.094	0.128	0.167	0.192	0.211	0.226	0.236	0.247	0.237	0.263	0.259
R-Adj	0.093	0.119									
AIC	329.21	318.54	289.61	282.79	262.81	261.55	248.93	249.67	248.07	246.78	249.67
Teste LL			-140.81	-133.39	-127.40	-122.77	-119.46	-115.83	-119.04	-110.39	-111.84

Nota: Erros Padrão entre parênteses \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fonte: Elaborada pelos autores.

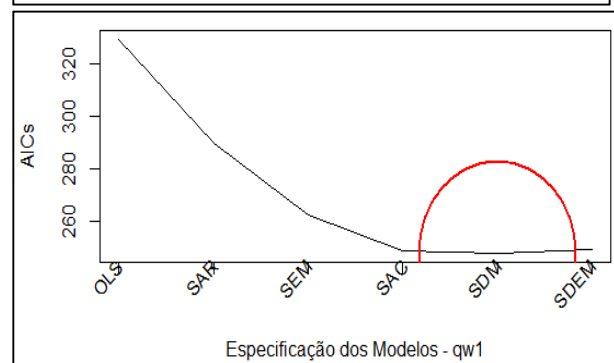
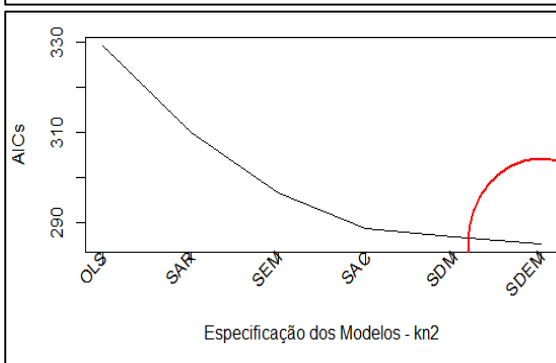
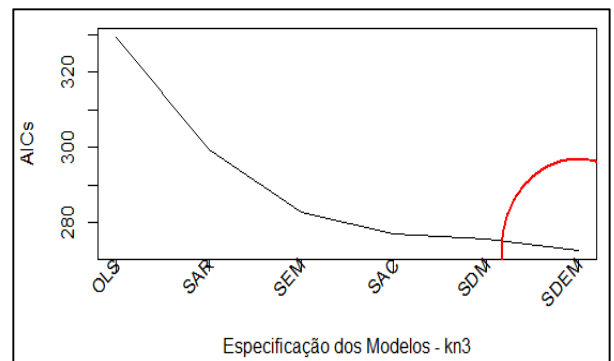
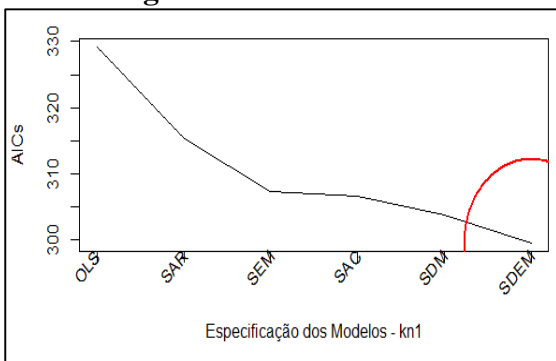
**Anexo D – Critério de escolha dos modelos estimados, valor do Critério de Informação de Akaike (AIC)**

**A: Convergência Condicional**



Fonte: Elaborada pelos autores.

**B: Convergência Absoluta**



Fonte: Elaborada pelos autores.