

CONVERGÊNCIA DE RENDA ENTRE OS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO

Carlos Fernando Quartaroli

INTRODUÇÃO

Entre 2000 e 2008 o Maranhão viveu um período de retomada do dinamismo econômico. A taxa média anual de expansão do PIB atingiu 5,3%, superior à média de 1,5% obtida durante os anos 1990. O crescimento do PIB acumulado no período 2002-2010 foi de 56%, bem maior que o apresentado pelo Nordeste e pelo Brasil que foi de 42,4% e 37,1%, respectivamente. A forte expansão de economia maranhense foi sustentada pela aceleração dos investimentos em setores exportadores (agronegócios, minero-metalurgia e logística de transportes) e pela expansão do crédito (IMESC, 2009)

Apesar do crescimento econômico, o Estado respondia em 2007 por apenas 1,19% do PIB do Brasil. No ranking de PIB per capita, o Estado ocupava a penúltima posição entre as unidades da Federação com apenas R\$2.956,00 contra da média nacional de R\$ 8.278,00 (IPEA, 2012). A economia maranhense é pouco diversificada, concentrada em poucos municípios e com grandes disparidades regionais.

Segundo dados de 2007, cinco municípios (São Luís, Açailândia, Imperatriz, Caxias e Balsas) respondiam por 54,04% do Produto Interno Bruto (PIB) do Estado, e os 212 municípios restantes respondem por 45,96%. Somente São Luís detinha 38,95% do PIB. Os cinco municípios com menor peso na economia do Maranhão (Benedito Leite, Bacurituba, Sucupira do Riachão, Nova Iorque e São Roberto) respondiam por apenas 0,20%. Os 104 menores PIB somados, representam apenas 10,04% do PIB do Estado. Quanto ao PIB per capita, em 2007, a liderança pertencia a Tasso Fragoso, o segundo maior produtor de soja do estado com R\$38.552,87, seguido de São Raimundo das Mangabeiras, grande produtor de cana-de-açúcar e São Luís. Os menor PIB per capita era do município de Timbiras com R\$ 2058,06 (IMESC, 2009)

Com relação ao valor adicionado (VA) dos três grandes setores (Agropecuária, Indústria e Serviços), em 2007 havia uma grande concentração nos setores de indústria e de serviços. Na indústria, apenas São Luís representava 49,19% do VA da indústria do Estado e os 166 menores respondem por apenas 10,01%. No setor de serviços, os municípios de São Luís, Imperatriz, Açailândia, Balsas e Timon respondiam por 56,24% do VA desse setor; São Luís sozinho representava 42,23% do Estado e os 116 menores, somados, representavam apenas 10,09%. O setor da agropecuária era o que demonstrava uma melhor distribuição no Maranhão, porém os municípios de Açailândia, São Raimundo das Mangabeiras, Balsas, Barra do Corda e Bom Jardim que, juntos, concentram 9,82% da economia maranhense, respondem por 17,12% do PIB do setor agropecuário (IMESC, 2009).

Diante das disparidades econômicas entre os municípios maranhenses pergunta-se se o crescimento econômico do Maranhão verificado nos últimos anos pode resultar na diminuição das discrepâncias de renda entre os municípios. Para tanto, a partir de dados de renda per capita municipal e do valor adicionado pelos diferentes setores da economia ao Produto Interno Bruto (PIB) municipal nos anos de 2000 e 2007, testou-se as hipóteses de convergência de renda entre os municípios do Estado. Além dos modelos clássicos de convergência de renda, procurou-se testar modelos com dependência espacial, supondo que o crescimento de um município possa ser influenciado pelo crescimento de outro município.

As análises de convergência da renda per capita entre diferentes economias são frequentes em estudos de crescimento econômico. Procuram explicar as diferenças entre as taxas de crescimento observadas entre unidades econômicas (países, estados, municípios, regiões), já que o crescimento a diferentes taxas implica na ampliação ou redução das diferenças de renda per capita ao longo do tempo. Normalmente trabalha-se com duas hipóteses: a convergência absoluta e a convergência condicional. A convergência absoluta supõe que, no longo prazo, todas as unidades econômicas (países, estados, municípios, regiões) de um determinado grupo convergem para o mesmo nível de renda per capita, atingindo o mesmo estado estacionário, independentemente do nível inicial de renda per capita. Os modelos para testar a convergência absoluta incluem apenas a renda per capita inicial como variável explicativa para as taxas de crescimento da renda per capita. Não considera que

diferenças estruturais da economia das diversas localidades influenciam na taxa de crescimento da renda per capita.

Por outro lado, a hipótese da convergência condicional considera que cada unidade econômica tem seu próprio estado estacionário, definido a partir de suas características estruturais iniciais. A taxa de crescimento de uma unidade é maior quanto mais distante ela estiver de seu estado estacionário. Unidades econômicas convergem para um mesmo nível de renda se suas economias apresentarem características estruturais comuns (mesmas preferências, tecnologias, taxas de crescimento populacional, políticas públicas, participação dos diferentes setores na economia, etc.).

As hipóteses de convergência são testadas por meio de modelos de regressão linear. Esses modelos, conhecidos como "modelos de convergência β " (BARRO, SALA-I-MARTIN, 1992), estimam a taxa de crescimento da renda per capita pelo método dos quadrados mínimos ordinários (QMO), conforme Equação 1:

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

em que Y é um vetor ($n \times 1$) de observações da variável dependente em cada uma das n unidades econômicas; β é o vetor ($p \times 1$) dos parâmetros que serão estimados; ε é o vetor ($n \times 1$) de erros, cujos elementos têm por suposição uma distribuição normal e são independentes e identicamente distribuídos. A matriz X tem dimensões $n \times p$ com $p=k+1$. Seus elementos X_{ij} com $j \neq 1$ são formados pelas k variáveis explicativas de cada unidade econômica i ; os elementos com $j=1$ assumem o valor 1.

Os elementos Y_i do vetor Y expressam a taxa de crescimento da renda per capita entre o período inicial 0 e o período final T, conforme Equação 2:

$$Y_i = \frac{1}{T} \ln \left(\frac{R_{i,T}}{R_{i,0}} \right) \quad (2)$$

em que $R_{i,0}$ e $R_{i,T}$ representam respectivamente a renda per capita dos períodos inicial e final, e T corresponde ao número de anos entre o período inicial e final da observação.

Em modelos de convergência β absoluta, há apenas uma variável explicativa: o logaritmo neperiano da renda per capita das unidades econômicas no período inicial. Portanto, o modelo resulta em:

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{R_{i,T}}{R_{i,0}} \right) = \beta_0 + \beta_1 \ln(R_{i,0}) + \varepsilon_i \quad (3)$$

em que β_0 e β_1 são os parâmetros a serem estimados.

A convergência absoluta ocorrerá se o parâmetro β_1 estimado for negativo e estatisticamente significativo. Isso indicaria que economias mais pobres estariam crescendo mais rapidamente que as mais ricas, evidenciando a tendência a um nível comum de renda de longo prazo.

Os modelo de convergência β condicional incluem na matriz X variáveis explicativas que possam representar as características estruturais da economia de cada localidade, além da renda per capita inicial. Nesse caso, o modelo da Equação 1, resulta em:

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{R_{i,T}}{R_{i,0}} \right) = \beta_0 + \beta_1 \ln(R_{i,0}) + \sum_{q=2}^k \beta_q X_{iq} + \varepsilon_i \quad (4)$$

em que X_{iq} representa as observações da variável explicativa q na unidade i , k é o número total de variáveis explicativas usadas no modelo, e β_q , com $q=0, 1, \dots, k$, são os parâmetros a serem estimados.

Para que haja convergência condicional, novamente o parâmetro β_1 deve ser negativo e estatisticamente significativo. A ocorrência de convergência β condicional não significa que as desigualdades de renda per capita estão se reduzindo ou tendem a desaparecer ao longo do tempo. Apenas significa que as economias tendem para uma situação de equilíbrio no longo prazo, em que as disparidades regionais persistirão, por apresentarem estados estacionários diferentes.

O crescimento de uma unidade econômica pode afetar o crescimento de unidades que estejam próximas a ela. Portanto, em modelos de convergência de rendas, não se deve ignorar os efeitos de dependência espacial, quando detectada a presença de autocorrelação espacial entre as unidades.

O efeito espacial pode ser incorporado a um modelo de regressão linear nas variáveis (dependentes ou explicativas); nos erros; ou, em ambos. Considerando que uma variável observada Y na localidade i seja explicada não apenas pelas variáveis explicativas X em i , mas também pela resposta às mesmas variáveis explicativas de outra localidade q , ao modelo expresso da Equação 1 seria acrescentado um termo para representar esse efeito, resultando na Equação 5:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon \quad (5)$$

em que W é a matriz ($n \times n$) de pesos espaciais e ρ é um escalar que representa o parâmetro de defasagem espacial que capta o efeito do Y de uma localidade sobre o Y de outra. Cada elemento W_{iq} da matriz W representa o peso espacial da unidade q sobre a unidade i . Esses modelos são chamados de modelos defasagem espacial. A estimação por quadrados mínimos ordinários não é adequada nesse caso e a regressão deve ser estimada por um estimador de máxima verossimilhança.

A autocorrelação espacial pode também ser atribuída ao erro. Nesse caso, o vetor ε de erros da Equação 1 é substituído por $(\lambda W\varepsilon + \xi)$ resultando no modelo de erro autorregressivo espacial especificado pela Equação 6:

$$Y = X\beta + \lambda W\varepsilon + \xi \quad (6)$$

em que ε é o vetor de erros autocorrelacionados espacialmente, ξ é o vetor de erros não autocorrelacionados espacialmente e λ é o parâmetro do erro autorregressivo espacial. Nesse modelo, os erros associados com qualquer observação são uma média dos erros nas regiões vizinhas mais um componente de erro aleatório (ξ) (ALMEIDA, 2012)

METODOLOGIA

Para testar as hipóteses de convergência β da renda per capita dos municípios do Maranhão foram utilizados dados dos anos 2000 e 2007 de população residente e do Produto Interno Bruto (PIB) municipal, inclusive os valores adicionados ao PIB referentes aos setores agropecuário, indústria, administração pública e outros serviços. Os dados de população referem-se ao Censo Demográfico de 2000 e à Contagem da População em 2007 (IBGE, 2012). Os dados de PIB com os respectivos valores adicionados foram publicados pelo IPEA (2012) e estão expressos em reais do ano 2000.

Todos os dados, já com os geocódigos dos municípios, foram tabulados em planilha eletrônica e a renda per capita foi calculada pela divisão do PIB pela população municipal. Com auxílio do software ArcGIS, a planilha foi então incorporada à tabela de atributos do arquivo *shapefile* com a representação gráfica dos limites municipais vigentes em 2005. O arquivo *shapefile*, compatível com a escala 1:500.000 foi fornecido pelo IBGE (IBGE, 2012b)

Para avaliar a dependência espacial dos resíduos e estimar as regressões com dependências espaciais, foi criada uma matriz de pesos espaciais W a partir do *shapefile* dos limites municipais. Os elementos da matriz W_{iq} receberam o valor 1 quando as duas unidades espaciais i e q tinham fronteira em comum, caso contrário, receberam o valor zero. Aos elementos da diagonal principal também foi atribuído o valor zero. O critério de contiguidade usado foi o da torre (rook). Posteriormente, a matriz foi padronizada de tal forma que a soma de cada linha resultasse no valor 1. Todo o procedimento foi feito com recursos do software OpenGeoDa.

Para a hipótese da convergência β absoluta foi utilizado o modelo da Equação 3. A regressão foi obtida pelo método dos quadrados mínimos ordinários (QMO). Diante da análise dos resultados da regressão, optou-se por incluir uma variável de erro espacial no modelo resultando no modelo de erro espacial, conforme Equação 6, com os valores de $\ln(R_{i,0})$ na matriz X e os valores de $1/T (\ln(R_{i,T}/R_{i,0}))$ no vetor Y . Uma nova regressão foi gerada, agora estimada pelo método da máxima verossimilhança.

A convergência β condicional foi testada pelo modelo da Equação 4. Além do PIB per capita inicial, foram usadas outras quatro variáveis explicativas referentes ao crescimento de quatro setores da economia: agropecuária, indústria, administração pública e outros serviços, nomeadas respectivamente como S_{agr} , S_{ind} , S_{adm} , S_{outser} . Os valores dessas variáveis foram calculadas pela equação 7, conforme proposto por DASSOW et al. (2011):

$$S_{si} = \left(\frac{VA_{si,0}}{VA_{i,total,0}} \right) \ln \left(\frac{VA_{si,T}}{VA_{si,0}} \right) \quad (7)$$

em que S_{si} é o crescimento ponderado do PIB do setor s no município i , $\left(\frac{VA_{si,0}}{VA_{i,total,0}} \right)$ é o peso ou a participação do setor s na economia do município i no período inicial (ano 2000); $\left(\frac{VA_{si,T}}{VA_{si,0}} \right)$ é a taxa de crescimento do setor s no município i no intervalo de tempo T compreendido entre os anos 2000 e 2007; $VA_{si,0}$ é o valor adicionado do setor s no PIB do município i no ano 2000; $VA_{i,total,0}$ é a soma dos valores adicionados dos quatro setores no ano 2000 para o município i ; e $VA_{si,T}$ é o valor adicionado do setor s no PIB do município no período final (ano 2007). O valor adicionado do setor "outros serviços" refere-se ao valor adicionado por todos os serviços, exceto aqueles referentes à administração pública.

Como os resultados da regressão obtida por QMO apontaram dependência espacial dos resíduos, foi incluída ao modelo a variável de defasagem espacial, resultando no modelo da Equação 5. Uma nova regressão, estimada por máxima verossimilhança, foi gerada.

A estimação das regressões e as análises dos resíduos foram feitas com ferramentas presentes no *software* OpenGeoDa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A regressão estimada por QMO para o modelo de convergência β absoluta (Tabela 1) mostra um baixo ajuste aos dados, com R^2 de apenas 0,11. Os coeficientes estimados apresentam-se estatisticamente significativos a 0,1%. O número de condição de multicolinearidade, maior do que 30, é sugestivo de problemas de multicolinearidade, segundo ANSELIN (2005). O teste para normalidade dos resíduos (Teste de Jarque-Bera) apresenta $p < 0,001$, o que leva a rejeitar a hipótese nula de normalidade dos erros a 0,1%. Os testes de Koenker-Pagan e Robusto de White, ambos com $p > 0,01$ não rejeitam a hipótese nula de homocedasticidade dos erros a 1%. A hipótese de autocorrelação espacial dos erros não foi rejeitada, dado que o índice I de Moran foi significativo a 1%.

Tabela 1 - Resultado da estimação por quadrados mínimos ordinários para o modelo de convergência β absoluta

R^2		0,113736			
R^2 ajustado		0,109613			
Log verossimilhança		416,95			
Critério de informação de Akaike (AIC)		-829,9			
Critério de Schwarz		-823,14			
Número de condição de multicolinearidade		37,160006			
Variáveis		Coeficientes	Erro padrão	Estatística t	Probabilidade
constante		0,2774047	0,04491984	6,175549	0,000000***
$\ln(R_{i,t})$		-0,0328352	0,006251062	-5,252739	0,0000004***
	Teste	G.L./l.M.	Valor	Probabilidade	
Diagnóstico para heterocedasticidade	Breusch-Pagan	1	16,16012	0,0000582	
	Koenker-Bassett	1	6,452397	0,0110803	
	Robusto de White	2	6,6882	0,0352920	
Teste para normalidade dos erros	Jarque-Bera	2	139,6808	0,0000000	
Diagnóstico para dependência espacial	I de Moran (erro)	0,363382	8,5092804	0,0000000	
	ML ⁽¹⁾ (defasagem)	1	53,0226678	0,0000000	
	ML Robusto(defasagem)	1	3,0711468	0,0796933	
	ML (erro)	1	67,6470420	0,0000000	
	ML Robusto(erro)	1	17,6955210	0,0000259	

⁽¹⁾ ML=Multiplicador de Lagrange

***Significativo a 0,1%, **Significativo a 1%, *Significativo a 5%

As estatísticas dos testes do Multiplicador de Lagrange (ML), podem ser usados para a seleção do modelo de regressão espacial mais adequado aos dados. ANSELIN (2005) propõe a análise inicial dos dois testes de ML padrão (ML-erro e ML-defasagem). Escolhe-se o modelo espacial (erro ou defasagem) associado

ao teste do ML que rejeite a hipótese nula de não existência de autocorrelação espacial. Se nenhum rejeitar a hipótese nula, fica-se com o resultado do modelo clássico (não espacial) estimado por QMO. Caso ambos rejeitem a hipótese nula, então analisam-se os testes robustos (ML Robusto-erro e ML Robusto-defasagem).

Os resultados da Tabela 1 apontam que os testes de ML-erro e ML-defasagem, ambos com $p < 0,0000001$, rejeitam a hipótese nula de não existência de autocorrelação espacial, entretanto, a estatística do ML Robusto-defasagem não é significativa a 5% ($p > 0,079$), portanto não rejeita a hipótese nula. Já a estatística do ML Robusto-erro é significativa a 5% ($p < 0,0000260$) e rejeita a hipótese nula. O modelo de regressão espacial a se escolher é, portanto, o de erro espacial.

A regressão estimada pelo modelo de erro espacial para o convergência absoluta é apresentada na Tabela 2. Neste caso, foi usado o estimador de máxima verossimilhança. Os coeficientes estimados são significativos a 0,1%. Segundo ANSELIN (1995), o valor de R^2 é na realidade é um pseudo- R^2 , que não pode ser diretamente comparado com o obtido no modelo anterior pelo estimador de QMO. A redução no valor do AIC (de -829,9 para -882,415) e no valor do Critério de Schwarz (de -823,14 para -875,655) e o aumento no valor do log verossimilhança (de 416,95 para 443,207600) sugerem um aprimoramento do ajuste em favor do modelo com erro espacial quando comparado com o modelo clássico por QMO.

A estimação por máxima verossimilhança fornece um número limitado de diagnósticos dos resíduos. O modelo ainda apresenta problemas de heterocedasticidade pelo teste de Breusch-Pagan. O teste de razão da verossimilhança permite comparar os modelos clássicos e de defasagem espacial. No caso, a hipótese nula representada pelo modelo clássico é rejeitada ($p < 0,005$). O coeficiente autorregressivo espacial associado a variável λ é estimado em 0,57 e é altamente significativo ($p < 0,0000001$).

Tabela 2 - Resultado da regressão com erro espacial estimada por máxima verossimilhança para o modelo de convergência β absoluta

R^2		0,356390		
Log verossimilhança		443,207600		
Critério de informação de Akaike (AIC)		-882,415		
Critério de Schwarz		-875,655		
Variáveis	Coeficientes	Erro padrão	Estatística t	Probabilidade
constante	0,3342325	0,04541596	7,359362	0,000000***
$\ln(R_{i,t})$	-0,04098265	0,006299098	-6,506114	0,000000***
Lambda	0,5698382	0,07049007	8,08395	0,000000***
	Teste	G.L.	Valor	Probabilidade
Diagnóstico para heterocedasticidade	Breusch-Pagan	1	19,45442	0,0000000
Diagnóstico para dependência espacial	Razão de Verossimilhança	1	52,51542	0,0000000

(1) ML=Multiplicador de Lagrange

***Significativo a 0,1%, **Significativo a 1%, *Significativo a 5%

Os resultados apresentados na Tabela 3 referem-se ao modelo para testar a hipótese de convergência de renda β condicional, com a inclusão das variáveis explicativas referentes a participação dos setores econômicos no PIB.

Tabela 3 - Resultado da estimação por quadrados mínimos ordinários para o modelo de convergência β condicional

R^2		0,746961		
R^2 ajustado		0,740964		
Log verossimilhança		552,951		
Critério de informação de Akaike (AIC)		-1093,9		
Critério de Schwarz		-1073,62		
Número de condição de multicolinearidade		67,800695		
Variáveis	Coeficientes	Erro padrão	Estatística t	Probabilidade

constante	0,1163203	0,03135465	3,709827	0,0002652***
$\ln(R_{i,t})$	-0,01404387	0,004142434	-3,390247	0,0008334***
S_{agr}	0,1282235	0,008819727	14,53826	0,0000000***
S_{ind}	0,1787739	0,03048005	5,865275	0,0000000***
S_{adm}	-0,01968074	0,02228276	-0,8832272	0,3781177
S_{outser}	0,1679726	0,02743541	6,122473	0,0000000***
	Teste	G.L./l.M.	Valor	Probabilidade
Diagnóstico para heterocedasticidade	Breusch-Pagan	5	55,7982	0,0000000
	Koenker-Bassett	5	28,10896	0,0000347
	Robusto de White	20	76,72439	0,0000000
Teste para normalidade dos erros	Jarque-Bera	2	50,76434	0,0000000
Diagnóstico para dependência espacial	I de Moran (erro)	0,110403	2,7583987	0,0058086
	ML ⁽¹⁾ (defasagem)	1	8,3605078	0,0038346
	ML Robusto(defasagem)	1	3,2384398	0,0719291
	ML (erro)	1	6,2443382	0,0124591
	ML Robusto(erro)	1	1,1222702	0,2894301

⁽¹⁾ ML=Multiplicador de Lagrange

***Significativo a 0,1%, **Significativo a 1%, *Significativo a 5%

A regressão estimada pelo método dos QMO mostra um ajuste decente com R^2 ajustado de 0,73. Os coeficientes estimados apresentam-se estatisticamente significativos a 5%, exceto o coeficiente estimado para a variável S_{adm} , entretanto, a regressão apresenta problemas de multicolinearidade, normalidade e heterocedasticidade. O número de condição de multicolinearidade maior que 30 é sugestivo de problemas de multicolinearidade. O teste para normalidade dos dados (Teste de Jarque-Bera) apresenta $p < 0,0000001$, o que leva a rejeitar a hipótese nula de normalidade dos erros a 0,1%. Os três testes diagnósticos para heterocedasticidade apresentam $p < 0,00004$, o que leva a rejeitar a hipótese nula de homocedasticidade dos erros.

Nos diagnóstico de dependência espacial, a hipótese nula de não existência de autocorrelação espacial dos erros foi rejeitada, dado que o índice I de Moran foi significativo a 1%. A interpretação das estatísticas dos testes de ML seguem as mesmas regras utilizadas na interpretação do modelo clássico de convergência absoluta. Os testes ML-erro ($p < 0,02$) e ML-defasagem ($p < 0,004$) são significativos a 5% e indica que não se pode rejeitar a hipótese nula de não existência de autocorrelação espacial, assim como apontado pelo teste I de Moran. A estatística do ML Robusto-defasagem é significante a 10% (com $p < 0,08$), já a do ML Robusto-erro não é significante a 10% ($p > 0,28$). O melhor modelo de regressão considerando a dependência espacial é aquele relacionado a estatística mais significante: o de defasagem espacial.

A Tabela 4 mostra os resultados da regressão para o modelo com defasagem espacial para a hipótese de convergência β condicional, obtida pelo estimador de máxima verossimilhança. Os coeficientes estimados apresentam-se estatisticamente significantes a 5%, exceto o coeficiente atribuído a variável S_{adm} . Comparando com o resultado do modelo anterior sem considerar a dependência espacial observam-se pequenas alterações na significância dos coeficientes. A magnitude dos coeficientes foram levemente afetados. O coeficiente para a variável S_{ind} e para a renda per capita inicial aumentou em módulo, os demais diminuíram em módulo.

O coeficiente para a variável referente a defasagem espacial positivo e significativo a 1% implica que o crescimento da renda per capita de um município é influenciado positivamente pelo crescimento da renda per capita dos municípios vizinhos.

Tabela 4 - Resultado da regressão com defasagem espacial estimada por máxima verossimilhança para o modelo de convergência β condicional

R^2	0,757475
Log verossimilhança	556,989
Critério de informação de Akaike (AIC)	-1099,98
Critério de Schwarz	-1076,32

Variáveis	Coefficientes	Erro padrão	Estatística t	Probabilidade
$W_{(1/T)}\ln(R_{i,t+T}/R_{i,t})$	0,1600036	0,05538391	2,88899	0,0038649**
constante	0,1147545	0,0304379	3,770118	0,0001632***
$\ln(R_{i,t})$	-0,01456997	0,004003305	-3,639486	0,0002733***
S_{agr}	0,1180576	0,009012475	13,09935	0,0000000***
S_{ind}	0,1825744	0,02946322	6,19669	0,0000000***
S_{adm}	-0,0192096	0,02151455	-0,8928656	0,3719291
S_{outser}	0,1577329	0,02678876	5,888025	0,0000000***

	Teste	G.L.	Valor	Probabilidade
Diagnóstico para heterocedasticidade	Breusch-Pagan	5	56,6105	0,0000000
Diagnóstico para dependência espacial	Razão de Verossimilhança	1	8,076216	0,0044850

⁽¹⁾ ML=Multiplicador de Lagrange

***Significativo a 0,1%, **Significativo a 1%, *Significativo a 5%

A estimação por máxima verossimilhança fornece um número limitado de diagnósticos dos resíduos. O modelo ainda apresenta problemas de heterocedasticidade pelo teste de Breusch-Pagan. O teste de razão da verossimilhança permite comparar os modelos clássicos e de defasagem espacial. No caso, a hipótese nula representada pelo modelo clássico é rejeitada ($p < 0,005$), o que confirma a significância do coeficiente autoregressivo espacial.

Como mencionado anteriormente, o valor de R^2 é um pseudo- R^2 que não pode ser diretamente comparado com o obtido no modelo estimado por QMO. A redução no valor do AIC (de -1093,9 para -1099,98) e no valor do Critério de Schwarz (de -1073,62 para -1076,32) e o aumento no valor do log verossimilhança (de 552,951 para 556,989) sugerem um aprimoramento do ajuste em favor do modelo com defasagem espacial quando comparado com o modelo clássico estimado por QMO.

Convergência de Renda

O modelo clássico (não espacial) de convergência β absoluta apresentou o coeficiente β negativo significativo sugerindo a ocorrência de convergência absoluta, entretanto, o ajuste do modelo econométrico em relação aos valores observados é baixo, com $R^2 = 0,11$, indicando que apenas a renda per capita inicial dos municípios não é suficiente para explicar o crescimento da renda per capita no período analisado. A introdução do erro espacial aprimorou o modelo, como confirmam os valores dos critérios de Akaike (AIC), de Schwarz e da log verossimilhança; entretanto, os modelos de convergência β condicional mostraram um ajuste bem melhor aos dados com R^2 ajustado de 0,74, no modelo clássico, e coeficientes significativos para as variáveis explicativas, exceto para a S_{dam} (crescimento ponderado da administração pública no PIB).

Nos modelos de convergência condicional, os coeficientes β negativos e significativo para a variável explicativa $R_{i,t}$ (renda per capita inicial) mostram que existe convergência condicional entre os municípios do Maranhão. As economias municipais tendem para diferentes estados estacionários no longo prazo, e aqueles municípios cuja renda per capita está mais longe de seu estado estacionário tendem a apresentar maiores taxas de crescimento. Mas o modelo também mostrou que esse crescimento depende de outras variáveis e a estrutura de cada economia representada pela crescimento de cada setor econômico ponderado por sua participação no PIB mostrou-se significativa para as variáveis representativas dos setores agropecuário, industrial e de serviços (exceto a administração pública). Municípios que apresentem semelhança quanto a essas variáveis podem convergir para um mesmo estado estacionário, mesmo que os valores de renda inicial sejam diferentes. Entretanto, a disparidade dos municípios do Estado quanto a distribuição e crescimento setorial da economia indica que as disparidades persistirão com diferentes estados estacionários.

Os coeficientes significativos e positivos obtidos para as variáveis representativas do crescimento ponderado dos setores da agropecuária, indústria e serviços (exceto administração pública) indicam que quanto maior a participação desses setores no PIB e quanto maior a taxa de crescimento desses setores, maior é a taxa

de crescimento da renda per capita. Já a taxa de crescimento dos serviços públicos ponderada por sua participação no PIB total não influencia significativamente a taxa de crescimento da renda per capita.

O modelo de defasagem espacial para a convergência β condicional também aprimorou o modelo segundo os critérios de Akaike, Schwartz e de log verossimilhança. Os coeficientes que eram significativos permaneceram significativos. A variável de defasagem espacial mostrou coeficiente positivo e significativo mostrando que o crescimento da renda per capita de um município é influenciada pelo crescimento da renda per capita de seus vizinhos.

CONCLUSÃO

O modelo de convergência β absoluta apresentou baixo ajuste aos dados de crescimento da renda per capita dos municípios do Maranhão entre os anos de 2000 e 2007, evidenciando que esse crescimento não pode ser explicado apenas pelo nível inicial da renda, como pressupõe a hipótese da convergência β absoluta.

Com a introdução de variáveis explicativas representando o crescimento do PIB de cada setor econômico, o ajuste do modelo aos dados melhorou sensivelmente. Os coeficientes significativos e positivos obtidos por regressão para as novas variáveis mostraram que o crescimento dos setores da agropecuária, indústria e outros serviços (exceto administração pública) contribuíram positivamente para o crescimento da renda per capita. Já o crescimento do setor da administração pública revelou-se não significativo para o crescimento da renda per capita. No mesmo modelo, o coeficiente negativo e significativo obtido para variável explicativa renda per capita inicial evidencia convergência β condicional da renda per capita dos municípios do Maranhão. Portanto, as economias municipais do Maranhão tendem para diferentes estados estacionários no longo prazo, e, aqueles municípios cuja renda per capita está mais longe de seu estado estacionário tendem a apresentar maiores taxas de crescimento. Municípios que apresentem semelhança quanto ao crescimento e participação setorial de suas economias podem convergir para um mesmo estado estacionário, mesmo que os valores de renda inicial sejam diferentes. Entretanto, as disparidades dos municípios do Estado quanto à distribuição e crescimento setorial da economia indicam que as disparidades de renda per capita permanecerão.

As análises dos resultados das regressões tanto para o modelo de convergência absoluta quanto para o modelo de convergência condicional mostraram presença de autocorrelação espacial dos resíduos significativa. O modelo de defasagem espacial aplicado ao caso da convergência condicional, aprimorou o ajuste dos modelos aos dados. A variável defasagem espacial com coeficiente positivo e significativo mostrou que o crescimento da renda per capita de um município é influenciado pelo crescimento da renda per capita de seus vizinhos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Ecomometria espacial aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 2012.

ANSELIN, Luc. **Exploring spatial data with GeoDa: a workbook**. Center for Spatially Integrated Social Science, Urbana-Champaign, University of Illinois, 2005. Disponível em: <<https://www.geoda.uiuc.edu/pdf/geodaworkbook.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2012.

BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. Convergence. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 100, n.2, p. 223-251, 1992.

DASSOW, C.; COSTA, R.M.G.S.; FIGUEIREDO, A.M.R. **Crescimento econômico municipal em Mato Grosso: uma análise de convergência de renda**. Revista Brasileira de Economia. Rio de Janeiro, v.65, n. 4, p. 359-372, 2011.

IBGE **Sistema IBGE de recuperação automática** - Censo demográfico e contagem da população Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/> Acesso em 30 nov. 2012a

IBGE **Geociências - Malhas Digitais - Município_2005** - Disponível em:
<http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm> Acesso em : 30 nov. 2012b

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos **Produto Interno Bruto dos Municípios do Estado do Maranhão: série 2002 a 2007**. v. 1, São Luís: IMESC, 2009.

IPEA **Ipeadata** Disponível em < <http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2012