

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS LOCAIS

ITALO SPINELLI DA CRUZ

DEPENDÊNCIA ESPACIAL E CONVERGÊNCIA LOCAL DA RENDA ENTRE OS
MUNICÍPIOS DO NORDESTE – 2000-2010

SÃO CRISTÓVÃO - SE
2013

ITALO SPINELLI DA CRUZ

**DEPENDÊNCIA ESPACIAL E CONVERGÊNCIA LOCAL DA RENDA ENTRE OS
MUNICÍPIOS DO NORDESTE – 2000-2010**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe – UFS, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Nóbrega

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida

**SÃO CRISTÓVÃO – SE
2013**

ITALO SPINELLI DA CRUZ

**DEPENDÊNCIA ESPACIAL E CONVERGÊNCIA LOCAL DA RENDA ENTRE OS
MUNICÍPIOS DO NORDESTE – 2000-2010**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe – UFS, como requisito para conclusão do curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais.

Submetida à apreciação da banca examinadora, em: 29/08/2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wagner Nóbrega

(Universidade Federal de Sergipe – Orientador)

Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida

(Universidade Federal de Juiz de Fora – Coorientador e Examinador Externo)

Prof. Dr. José Ricardo de Santana

(Universidade Federal de Sergipe – Examinador Interno)

**SÃO CRISTÓVÃO – SE
2013**

Aos meus queridos Pai e Mãe.

**O futuro tem muitos nomes
Para os fracos é o inalcançável.
Para os temerosos, o desconhecido.
Para os valentes é a oportunidade.**

Victor Hugo

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo amor dedicado ao meu ser. A minha querida mãe, que mesmo distante, está presente no meu dia-a-dia. Obrigado pelas orações! A meu pai por me ensinar que a vida é mais simples do que se possa imaginar, e que ser feliz não custa caro.

A meus familiares: minha irmã, minhas Avós, Tias e Tios, Primos e Primas, por me proporcionarem ter a melhor família do mundo. Vocês são peças fundamentais nas minhas conquistas.

A todos os professores do NUPEC pelos ensinamentos.

Agradeço especialmente ao professor Wagner Nóbrega, pela confiança, por acreditar no meu trabalho, e estimular meu crescimento profissional.

Agradeço ao professor José Ricardo de Santana, por fazer parte da minha trajetória acadêmica e ser um grande incentivador.

Ao professor Eduardo Almeida, por me receber como discente na UFJF, e me honrar com sua coorientação e importantes contribuições dadas a este trabalho.

Aos colegas do Mestrado, em especial a Jucundo, pelas palavras e gestos amigos.

Aos colegas Bruno Moraes, Érika Almeida e Danielle Reis, do PPGEA/ UFJF, a Rosa Montenegro do CEDEPLAR/ UFMG, e a Fábio Moura da ESALQ/ USP, por serem grandes “Oráculos”, obrigado pela paciência e incentivos.

A Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – FAPITEC/SE pelo incentivo e financiamento deste trabalho de pesquisa.

RESUMO

A região Nordeste do Brasil, notoriamente marcada por suas desigualdades intrarregionais nos níveis de renda e bem-estar social, apresentou na última década um processo de crescimento considerável de seu produto agregado. Apesar das melhoras verificadas no crescimento da renda na região, indaga-se se estas melhoras foram suficientes para atenuar as desigualdades encontradas entre os municípios nordestinos, na década recente. O processo de convergência da renda na região tem sido objeto de estudos empíricos e econométricos desde o final da década de 90. Parte desses trabalhos, porém, não dá importância ao padrão espacial do crescimento dos municípios, nem as interações espaciais que podem ocorrer entre eles. Diante disto, este trabalho tem como objetivo analisar o processo de convergência da renda proveniente do trabalho nos municípios nordestinos entre os anos 2000 e 2010, considerando-se os efeitos das interações espaciais existentes entre os municípios desta região. Para tanto, são utilizadas as técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e os modelos desenvolvidos na Econometria Espacial, além de Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG). O trabalho de Lall e Shalizi (2003), que analisa a influência dos efeitos espaciais no processo de convergência da renda entre os municípios nordestinos em período anterior é tomado como referência analítica. Inicialmente, se atualiza e incorpora nas modelagens desses autores um tratamento alternativo para a diferenciação espacial. Analisa-se o processo de convergência local para cada município nordestino, o que permite tratar a heterogeneidade existente nesta região. Os resultados encontrados indicam a presença de um processo de convergência muito lento entre os municípios nordestinos. Contudo é possível verificar processos localizados de convergência, nos quais grupos de municípios associados espacialmente entre si, num processo de convergência mais intenso, e outros grupos de municípios que apresentam um padrão de baixa convergência no período.

Palavras-chave: Crescimento econômico. Convergência de Renda. Econometria Espacial.

ABSTRACT

Brazil's northeast, notably known because of its intraregional inequalities in its income and welfare, presented a process of considerable growth in its added product in the last decade. Although some improvements regarding that region's income growth can be verified, it is questioned if these improvements were enough to mitigate the inequalities found among Brazil's northeast cities in the recent decade. The process of income convergence in that region has been the object of empirical and econometric studies since the end of 1990s. However, some of these works do not take into account either spatial standard of cities' growth or the spatial interactions that can occur among them. In this sense, this work aims at analysing the process of income convergence from the work in the northeast's cities between 2000 and 2010, taking into consideration the effects of the existing spatial interactions among cities in the aforementioned region. Moreover, it is used techniques from Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) and the models developed by the Spatial Econometrics as well as Geographically Weighted Regressions (GWR). Lall and Shalizi (2003) analysed the influence of spatial effects in the process of income convergence among northeast's cities in a previous period, and this is why their work is taken as an analytical reference. Initially, it is updated and incorporated in the modellings of those theorists as an alternative treatment to the spatial differentiation. It is analysed the process of local convergence concerning each northeast's town, which allows the discussion of the existing heterogeneity in that region. The results indicate a very slow process of convergence among northeast's cities. Nevertheless, it is possible to verify processes of convergence in which cities spatially associated present a process of a more intense convergence, while other groups of cities present a pattern of low convergence in the period.

Keywords: Economic Growth. Income Convergence. Spatial Econometrics. Geographically Weighted Regressions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 – Renda média real do trabalhador – Municípios do Nordeste – 2000.....	39
Figura 3.2 – Renda média real do trabalhador – Municípios do Nordeste – 2000.....	40
Figura 4.1 – Kernel Espacial adaptativo.....	51
Figura 5.1 – Diagrama de Dispersão de Moran Univariado – taxa de crescimento da renda, 2000/2010	57
Figura 5.2 – Mapa de Cluster LISA para Renda por trabalhador em 2000.....	58
Figura 5.3 – Mapa de Cluster LISA para a taxa de crescimento da renda por trabalhador - 2000/ 2010.....	60
Figura 5.4 – Mapa de Cluster LISA para Renda por trabalhador em 2010.....	61
Figura 5.5 – Distribuição Espacial do β local – Grau de convergência.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Participação no valor adicionado bruto a preços básicos (%) – 2000 e 2010.....	37
Tabela 3.2 - Participação das Grandes Regiões no Produto Interno Bruto - 2000-2010.....	37
Tabela 3.3 – Análise Descritiva da Renda Média do Trabalhador – 2000 e 2010.....	41
Tabela 5.1 – Resultados do Modelo Clássico de Regressão Linear – MCRL.....	63
Tabela 5.2 – Resultados dos Modelos SAR, SEM e SAC.....	65
Tabela 5.3 – Resultados do Modelo Global de RPG com controle para dependência espacial.....	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Teorias de crescimento econômico e estudos aplicados à convergência: Evolução do tema na literatura.....	16
2.1.1 – Modelo neoclássico de Solow - Swan (1956).....	16
2.1.2 - Ampliações teóricas ao modelo de crescimento de Solow.....	18
2.1.3 – A questão espacial e a Nova Geografia Econômica.....	20
2.1.4 – Estudos aplicados sobre a convergência da renda: evolução na literatura internacional.....	22
2.1.5 – A importância da variável espacial no processo de convergência entre regiões.....	24
2.2 Estudos empíricos sobre convergência da renda aplicados ao caso brasileiro: Abordagens da econometria convencional.....	27
2.3 Estudos empíricos aplicados ao caso brasileiro: Abordagens da Análise de Dados Espaciais e da Econometria Espacial	29
2.4 Estudos empíricos sobre a convergência de renda aplicados ao caso do Nordeste brasileiro.....	30
3 DINÂMICA ECONÔMICA DO NORDESTE: UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO.....	33
4 METODOLOGIA E ESPECIFICAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO.....	42
4.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).....	42
4.2 Modelos da Econometria Espacial.....	45
4.2.1 Modelo de defasagem espacial – Modelo SAR.....	47
4.2.2 Modelo de erro autorregressivo espacial – Modelo SEM.....	47
4.2.3 Modelo de defasagem espacial com erro autorregressivo espacial – Modelo SAC.....	48
4.2.4 Modelo regressivo cruzado espacial - Modelo SLX.....	48
4.2.5 Modelo de Durbin espacial - Modelo SDM.....	48
4.2.6 Modelo de Durbin espacial do erro - Modelo SDEM.....	49

4.3 Análise Local: Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG) com controle para dependência espacial.....	49
4.3.1 Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG).....	49
4.3.2 Regressão Ponderada Geograficamente com controle para Dependência Espacial.....	52
4.4 Especificação empírica e Base de dados.....	54
5 RESULTADOS.....	57
5.1 – Dinâmica espacial da renda no Nordeste: Uma análise exploratória de dados espaciais.....	57
5.2 Estimativas preliminares para convergência da renda – Modelo Clássico de Regressão Linear.....	63
5.3 – Relações de vizinhança e crescimento da renda no Nordeste: comparando os resultados do modelo de Lall e Shalizi (2003).....	65
5.4 – Resultados dos modelos de convergência local com controle para dependência espacial.....	67
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

1 INTRODUÇÃO.

Ao analisar o problema da desigualdade intrarregional da renda no Nordeste, pode-se afirmar que apesar das melhoras absolutas verificadas no crescimento da renda na região, é importante indagar se elas foram suficientes para atenuar as desigualdades encontradas entre os municípios nordestinos. Nesta direção, é possível afirmar a existência de convergência da renda entre os municípios do Nordeste?

Estudos empíricos e econométricos nesse sentido remontam ao final da década de 90, destacando-se neste período os trabalhos de Vergolino e Neto (1996), e o de Barros e Vergolino (1998).

Ao analisarem o padrão de convergência das rendas *per capita* das microrregiões da região no período de 1970-1993, Vergolino e Neto (1996) identificam a existência de divergência intrarregional no Nordeste, que seria, segundo eles, promovida pela concentração da renda nas microrregiões das capitais dos estados.

Nesta linha, Barros e Vergolino (1998) analisando as diferenças espaciais do crescimento na região Nordeste, afirmam que este é assimétrico. Os resultados encontrados apontam existência de um processo de convergência do tipo condicional entre as microrregiões, no período de 1970 a 1991, quando cada economia se aproximaria mais rapidamente do seu *steady state* à medida que estivesse mais distante dele.

Entretanto, grande parte desses trabalhos usa modelos teóricos que apresentam grandes limitações quando aplicados a regiões de um mesmo país, já que consideram as sub-regiões como espaços isolados, não dando importância a sua localização no espaço, nem sua relação espacial com outras sub-regiões.

De acordo com Oliveira e Rodrigues (2011), isto se dá pelo fato destes modelos não incorporarem em suas análises a importância do espaço no crescimento econômico. Tais modelos adotam os pressupostos teóricos daqueles aplicados às economias nacionais para a análise da convergência da renda entre regiões de um mesmo país.

Oliveira e Rodrigues (2011) apontam alguns problemas ao se desconsiderar a influência das relações espaciais no desenvolvimento econômico. Dentre eles, a captação do efeito dos fluxos de bens e fatores de produção intrarregional e ainda uma indefinição quanto às fronteiras econômicas existentes, já que a livre circulação de bens e fatores de produção entre as regiões geram interações entre estas economias. Ou seja, os efeitos espaciais podem alterar o resultado das análises empíricas no caso das economias regionais.

Diante destas limitações, é que surgem os modelos com base na econometria espacial, que analisam a influência da variável espacial na análise de convergência entre regiões.

Desta forma, como define Almeida (2012), a econometria espacial busca incorporar nos modelos o padrão da interação socioeconômica entre os agentes num sistema, assim como as características da estrutura desse sistema no espaço. Essas interações e as características estruturais – que podem ser instáveis no espaço geram efeitos espaciais em vários processos, e não apenas na esfera econômica.

Ao buscar na literatura empírica estudos que analisassem a hipótese da convergência da renda para os municípios do Nordeste brasileiro, constatou-se que existem lacunas na literatura aplicada. Sobretudo a escassez de trabalhos que utilizam as ferramentas da análise exploratória de dados espaciais e da econometria espacial em suas análises.

Para o caso nordestino, apenas o trabalho de Lall e Shalizi (2003) apresenta o uso da econometria espacial, para investigar existência de convergência nos municípios nordestinos, entre anos de 1985 e 1997. Verifica também se o crescimento da produtividade de um município individualmente poderia ser influenciado pelo crescimento de seus vizinhos.

Lall e Shalizi (2003) mostram, ainda, que as mudanças na produtividade eram espacialmente correlacionadas. O crescimento da produtividade nos municípios nordestinos seria influenciado pelo desempenho dos municípios vizinhos. Entretanto, o desempenho individual de um município sofreria efeitos negativos, dado o crescimento das regiões vizinhas.

O presente trabalho busca captar efeitos espaciais sobre o desenvolvimento econômico apoiado na proposição teórica de que a econometria espacial serve para tanto.

Desta forma, o modelo de Lall e Shalizi (2003) é nossa referência. Visto que aquele artigo cobriu um período anterior, seria possível identificar para a década recente, o mesmo padrão de convergência encontrado no modelo citado, ou será que houve uma mudança na estrutura da desigualdade entre os municípios nordestinos durante os anos 2000? Outra questão que surge como desdobramento do que foi acima mencionado, é se os resultados encontrados para região refletem as desigualdades intrarregionais da renda, ou seja, será que cada região individualmente teria apresentando os mesmos sinais de convergência/divergência identificada na análise global da região em questão.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar a dinâmica das desigualdades regionais do Nordeste brasileiro, verificando a existência de convergência da renda nos municípios nordestinos, entre os anos de 2000 e 2010, e verificar a hipótese de convergência local em cada município da região.

Para tanto, esta dissertação está estruturada em seis capítulos, além desta breve introdução, os capítulos seguintes se apresentam da seguinte forma: i) No capítulo 02 é apresentado o referencial teórico, que norteia a teoria do crescimento econômico, e trabalhos aplicados à hipótese de convergência da renda. Estes trabalhos traçam o desenvolvimento de trabalhos econométricos convencionais e espaciais aplicados na literatura internacional, e, sobretudo os aplicados ao caso brasileiro e da região Nordeste. ii) No capítulo 03 é feita uma breve contextualização da realidade econômica nordestina ao longo da década. iii) No capítulo 04 são descritas as metodologias utilizadas neste trabalho, sendo estas a Análise Exploratória de Dados Espaciais, os modelos que controlam a dependência espacial desenvolvidos na econometria espacial, e as Regressões Ponderadas Geograficamente. Bem como é apresentada a especificação empírica do modelo a ser adotado para análise de convergência da renda entre os municípios do Nordeste. iv) No capítulo 05 são apresentados os resultados da análise da dinâmica espacial da renda por trabalhador no Nordeste, e os resultados dos modelos econométricos espaciais. v) Por fim são feitas as considerações finais deste trabalho, e apresentadas as referências bibliográficas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO.

Por que algumas regiões são ricas, e outras pobres? Esta é uma questão que desde os primórdios da ciência econômica tem suscitado nos economistas o interesse pela temática do crescimento econômico. Para Acemoglu (2009), esta seja talvez a mais importante questão econômica face aos desafios sociais existentes. Visto que as diferenças de rendas existentes entre as nações (regiões) têm consequências importantes sobre os níveis de bem-estar social, e o estudo destas diferenças permite um melhor entendimento do funcionamento da economia de diferentes regiões.

Para compreender esta questão, este capítulo revisa a literatura referente às teorias do crescimento econômico e da convergência da renda entre regiões. Num primeiro momento será tratada a evolução da teoria do crescimento econômico, e os principais trabalhos aplicados à hipótese de convergência entre regiões na literatura internacional.

Em seguida, é discutida a relação entre a geografia e o espaço como fatores determinantes do crescimento, aspecto teórico relevante para este trabalho. E apresenta ainda os trabalhos aplicados que incorporam estas variáveis na análise do crescimento e da convergência, com destaque para os trabalhos que utilizam os métodos desenvolvidos na econometria espacial.

Por fim, são detalhados os trabalhos aplicados ao caso brasileiro e nordestino, dividido em duas categorias, primeiro os trabalhos que utilizam a econometria convencional, e na sequência os estudos aplicados que tratam dos efeitos espaciais.

2.1 Teorias de crescimento econômico e estudos aplicados à convergência: Evolução do tema na literatura.

2.1.1 – Modelo neoclássico de Solow - Swan (1956)

De acordo com Barro e Sala-i-Martin (2003), os modelos desenvolvidos por Solow (1956) e Swan (1956) foram os que deram contribuições mais importantes para a então moderna teoria do crescimento.

Como Barro e Sala-i-Martin (2003) explicitam que o modelo neoclássico de crescimento econômico segue inicialmente uma função de produção do tipo:

$$Y(t) = F[K(t), L(t), T(t)]$$

onde $Y(t)$ representa a produção em um determinado período t , $K(t)$ é o fator de produção capital físico, $L(t)$ é o fator de produção trabalhadores, e o tempo que trabalham, e por fim $T(t)$ é a tecnologia ou nível de conhecimento.

Para atender as propriedades neoclássicas esta função de produção aceita as seguintes condições:

- i) Retornos constantes de escala para os fatores de produção e que a tecnologia é dada e é um bem não rival, assim:

$$F(\lambda K, \lambda L, \lambda T) = \lambda F(K, L, T) = \lambda Y \text{ onde } \lambda > 0$$

- ii) Retornos marginais decrescentes e positivos dos fatores de produção privado, ou seja, assumindo a tecnologia como constante, para cada unidade adicional de fator de produção (K ou L), haverá um aumento na produção, no entanto, quanto maior for o número de fatores de produção menor será este aumento.

Como Barro e Sala-i-Martin (2003) explicam, a análise da riqueza de um país, e a dinâmica do seu crescimento econômico se dá pela mensuração da variação do produto por trabalhador ou produto *per capita*. Desta forma, tem-se que o produto por trabalhador é uma função da quantidade de capital por trabalhador, e mantida a lei dos rendimentos marginais decrescentes, quando o capital por trabalhador aumenta, o produto por trabalhador também aumenta, porém menos intensamente. Isto é o que expressa a equação abaixo:

$$y(t) = f[k(t)], \text{ com } y = Y/L, k = K/L \text{ e } f[k] = F[k, 1]$$

A equação fundamental do modelo de Solow-Swan é uma equação que representa como o estoque de capital se acumula ao longo do tempo. Dada por:

$$\dot{k} = s \cdot f(k) - (n + \delta) \cdot k$$

Nesta equação a variação no estoque de capital por trabalhador é determinada ao longo do tempo, pelo investimento por trabalhador, $s \cdot f(k)$, onde s é a poupança exógena, e representa uma fração constante do rendimento do trabalhador, e serve para aumentar o capital k . Como o estoque de capital se deprecia a uma taxa constante δ , e o crescimento populacional se dá a uma taxa constante n , onde a cada período tem-se novos trabalhadores nL que não existiam no

período anterior, e caso não ocorra novos investimentos, nem depreciação do capital, o capital por trabalhador $\dot{k}$ se reduzirá em virtude do crescimento da mão de obra, numa proporção nk .

Um dos pontos chaves do modelo de Solow está relacionado ao conceito de estado estacionário, com base em Barro e Sala-i-Martin (2003), no modelo de Solow uma economia encontra-se no estado estacionário quando a quantidade de capital por trabalhador para de crescer, ou seja, quando $\dot{k} = 0$. Assim k^* (capital por trabalhador no estado estacionário) satisfaz a condição de que $s \cdot f(k^*) = (n + \delta) \cdot k^*$. Desta forma, o capital por trabalhador não cresce quando a economia atinge o estado estacionário.

De acordo com Jones (2000) no modelo de Solow (1956) são as taxas de poupança e crescimento populacional, considerados fatores exógenos, que especificam o nível de renda *per capita* de longo prazo. A análise de Solow explica as diferenças nas rendas *per capita* dos países e regiões, levando em consideração, as evoluções nas taxas de investimento, no crescimento populacional, e nas variações exógenas da tecnologia.

Assim para Jones (2000), o modelo Solow explica que um maior nível de investimento e uma menor variação no crescimento populacional permitiriam uma maior acumulação de capital por trabalhador, e, como consequência, um aumento na produtividade da mão de obra. Outro aspecto importante relacionado com a explicação do crescimento sustentado em algumas economias, é que sem o progresso tecnológico, o crescimento *per capita* terminaria no momento em que os retornos decrescentes ao capital iniciarem. Desta forma, o progresso tecnológico age como repositório da tendência de declínio do produto marginal do capital e, no longo prazo, os países cresceriam à taxa do progresso tecnológico.

2.1.2 – Ampliações teóricas ao modelo de crescimento de Solow.

O modelo padrão de Solow é reestruturado por Paul Romer (1986), no trabalho “*Increasing returns and long-run growth*”. Romer (1986) apresentava um novo pressuposto acerca dos fatores determinantes do crescimento, diferenciando-se da análise realizada por Solow. A variação tecnológica é considerada como um fator endógeno, contrariando o modelo padrão neoclássico, onde as variações na tecnologia eram consideradas um fator exógeno. Denominada de *Nova Teoria do Crescimento* ou *Teoria do Crescimento Endógeno*, ela propõe que um novo conhecimento, fruto do aprendizado, gerado em economias avançadas, não sofreriam os efeitos dos retornos decrescentes. Para Romer (1986), os incentivos econômicos permitem a criação de inovações, que, por sua vez, proporcionam um

lucro mesmo que temporário às firmas, através da geração de patentes ou pelo simples fato de introdução de uma novidade na economia. Assim, no lugar de retornos decrescentes, estas inovações permitem um retorno constante do capital, opondo-se desta forma a um dos mais importantes pressupostos de Solow, onde as economias tenderiam a alcançar um estado estacionário.

Segundo Lynn (2003), no modelo de Solow a tecnologia era caracterizada como um bem acessível a todos, de forma gratuita. Já para a nova teoria do crescimento econômico, a tecnologia apresenta-se como um fator ponderante para explicação das desigualdades de níveis de riqueza entre países.

Para Romer (1986), ambientes econômicos e institucionais que favoreçam a promoção da invenção e inovação têm maiores possibilidades de adaptar-se às novas tecnologias. Estes ambientes em sua maior parte são situados em países industrializados, onde o ensino superior é difundido entre todos, e as inovações são recompensadas, desta forma apresentando-se como um fator determinante para o aumento da distância entre regiões ricas e pobres, já que as primeiras apresentam um melhor grau de conhecimento e utilização de novas tecnologias, assim gerando uma ideia contrária da convergência. Para que os países mais pobres se desenvolvessem era necessário fomentar medidas que facilitassem a aprendizagem e mudança tecnológica.

Outra revisão ao modelo básico de Solow, e de fundamental importância para explicação dos fatores determinantes do crescimento econômico, foi apresentada por Mankiw, Romer e Weil (1992) no trabalho, *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*. Os autores sugerem uma ampliação ao modelo de Solow, inserindo no modelo uma *proxy* para o capital humano, além do indicador de capital físico.

Esta proposição fez com que o capital humano tornasse um elemento fundamental, surgindo a partir daí diversas tentativas de explicar as implicações dos investimentos em capital humano sobre o crescimento econômico. Em sua maior parte interligada com a análise dos efeitos da educação, ou seja, um maior nível de qualificação e instrução do trabalhador, sobre o crescimento de um país. Porém, o termo capital humano pode ser interpretado mais amplamente, não expressando apenas educação, ou escolaridade, mas também a experiência, a formação continuada e até mesmo a saúde.

2.1.3 – A questão espacial e a Nova Geografia Econômica (NGE)

A Nova Geografia Econômica apresenta-se como uma abordagem formal, que busca incorporar aos modelos regionais, o fator espaço. Esta inquietação surge do irrealismo encontrado nos modelos econômicos até então existentes ao tratar da questão da localização das atividades econômicas entre regiões, visto que estes modelos não incluíam em suas análises os fatores localização, distâncias econômicas e o espaço geográfico.

Para Fujita, Krugman e Venables (2002), o problema teórico que existia com a incorporação do espaço nas análises econômicas, e de suma importância para o entendimento do processo de desenvolvimento regional e urbano consiste no rompimento com as hipóteses basilares dos modelos neoclássicos, a saber, mercados em concorrência perfeita e com rendimentos constantes de escala.

Desta forma, Fujita *et al* (2002) explicam que numa economia real existe diferenças espaciais. Estas diferenças podem ser caracterizadas, por alguns exemplos, tais como as disparidades entre regiões industriais com maior densidade populacional e regiões agrícolas com escassez de mão de obra, na concentração espacial de determinadas atividades, como a industrial em localidades específicas, dentre outras diferenças regionais. E como os autores afirmam a concentração econômica das atividades em uma determinada região não é proveniente das diferenças inerentes entre as localidades, mas de uma série de processos cumulativos, relacionados diretamente a alguma espécie de retorno crescente.

Nas palavras de Fujita, Krugman e Venables (2002, p.18), este aspecto central é esclarecido:

“Argumentamos aqui que o assunto que define a geografia econômica é a necessidade de explicar as concentrações populacionais e da atividade econômica: a distinção entre regiões industriais e agrícolas, a existência de cidades e o papel das aglomerações industriais. De maneira geral, todas essas concentrações se formam e sobrevivem devido a algum tipo de economia da aglomeração, na qual a concentração espacial em si cria o ambiente economicamente favorável que sustenta uma concentração ainda maior ou continuada”.

Resumidamente com base em Fujita *et al* (2002), as hipóteses básicas da Nova Geografia Econômica estão norteadas nos seguintes pontos teóricos: i) no modelo de concorrência monopolística de Dixit-Stiglitz, que trata do aspecto crucial levantado na NGE, a potencialidade de influência de mercado gerada pelos rendimentos crescentes; ii) a análise

dos custos de transportes, porém de forma simplista seguindo o modelo do “iceberg” de Samuelson (1952), em que no lugar de analisar os setores de transporte em cada caso, admitem que uma parte do produto é perdida no trajeto que segue; iii) e por fim, os aspectos ligados às diferentes estruturas econômicas, preocupando-se com a previsão de modelos que consideram a existência de múltiplos equilíbrios, o que segundo os autores é o que os modelos de geografia buscam entender. De modo geral, os autores buscam compreender como a interação entre os retornos crescentes dentro da empresa individual, os custos de transporte e a mobilidade dos fatores podem transformar a estrutura espacial econômica de uma determinada região.

Outros questionamentos se fazem com relação a formação das aglomerações espaciais, Fujita, Krugman e Vernables (2002) indagam até que ponto os mecanismos de concentração espacial da atividade econômica se sustentam, e de que forma pequenas diferenças existentes entre as localidades se transformam em grandes desigualdades ao longo do tempo? Segundo os autores, as respostas para estas questões estão relacionadas à existência de um equilíbrio entre forças centrípetas, que promovem a concentração espacial da atividade econômica, e as forças centrífugas, apresentam efeitos opostos a esta concentração.

Resende e Figueiredo (2005) apresentam alguns exemplos de como as forças centrípetas podem estar atuando. Uma delas é através do impacto no mercado local, visto que um excesso na oferta de mão de obra leva inexoravelmente a um aumento da demanda local e estimula a entrada de novas firmas, diversificando a oferta de bens e serviços na economia, e como consequência uma redução no custo de vida. Já no caso das forças centrífugas os autores apontam dentro destas forças a questão da população espacialmente fixa à agricultura (considerada um mercado periférico), e a competição entre os trabalhadores, que impedem a concentração espacial.

Oliveira (2004) caracteriza as forças centrípetas pela redução nos custos de transportes, externalidades e retornos crescentes de escala nas diversas atividades produtivas, associando-as ao processo de urbanização que leva concentração das atividades. Já, as forças centrífugas estariam associadas a externalidades negativas e a oferta fixa de fatores de produção. Como por exemplo, a baixa disponibilidade de terras na vizinhança de regiões aglomeradas, logo com preços elevados. Além dos efeitos negativos causados por uma excessiva concentração populacional, tais como criminalidade, congestionamento e poluição.

2.1.4 – Estudos aplicados à convergência da renda na literatura internacional.

Os avanços ocorridos na Teoria do Crescimento Econômico permitiram o surgimento de diversos modelos que buscam explicar os fatores que determinam o crescimento de uma determinada região. Esta diversidade de modelos e de pressupostos teóricos proporcionou o crescimento de estudos empíricos acerca da hipótese de convergência da renda e do nível de desenvolvimento entre países. Presenciando-se também um crescente interesse pela questão da convergência inter-regional.

O trabalho pioneiro de Baumol (1986) aponta a existência de convergência entre os países industrializados, entretanto DeLong (1988) diverge destas conclusões, indicando, dentre outros problemas no modelo anterior, a utilização de uma amostra de países enviesada.

Estas controvérsias existentes nos trabalhos empíricos sobre a convergências da renda se dão, por diversas vezes ao método aplicado, à amostra utilizada, bem como ao período de tempo analisado. Como Galor (1996) aponta, estas diferenças estão sobretudo centradas nas três hipóteses básicas que permeiam a teoria da convergência:

- i) A hipótese de convergência absoluta – a renda *per capita* das localidades¹ convergiriam entre si no longo prazo, independente das condições iniciais de cada uma delas.
- ii) A hipótese de convergência condicional – a renda *per capita* das localidades com características estruturais idênticas, tais como preferências, tecnologia, taxa de crescimento populacional, políticas governamentais, dentre outras, convergiriam entre si, independente de suas condições iniciais.
- iii) A hipótese de convergência em clubes – a renda *per capita* das localidades com características estruturais idênticas convergiriam entre si desde que suas características iniciais também fossem idênticas, formando grupos de convergência, e visualizando polarização, persistência da pobreza e divisão das localidades em grupos.

As hipóteses apresentadas são verificadas em um conjunto muito amplo de trabalhos empíricos e econométricos. Dentre os trabalhos iniciais, tem-se o trabalho de Barro (1991) que estuda as relações entre taxa de fertilidade, capital humano, nível de investimento, no processo de crescimento econômico de 98 países no período de 1960-1985. Os resultados apontam para que os países mais pobres pudessem alcançar os mais ricos deveriam estar

¹ Por localidades compreendem-se países, regiões, estados, municípios, etc., indo de acordo com a área de estudo em questão.

combinando taxas de crescimento elevadas, porém com alto nível de capital humano por pessoa.

O trabalho de Barro e Sala-i-Martin (1992) identifica a existência de convergência absoluta entre os estados americanos no período de 1840 a 1988. Porém, identificando apenas a existência de convergência condicional no período de 1960 a 1985.

Mankiw, Romer e Weil (1992), no trabalho seminal que dá base para incorporação do capital humano no modelo de Solow, estimam também o processo de convergência para 98 países no período de 1960-1985. Os resultados indicam um processo de convergência condicional, países como mesmo nível tecnológico e capital humano, estariam convergindo entre si.

Outro estudo, o de Sala-i-Martin (1996) encontra convergência absoluta e condicional para um grupo de países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento (OCDE), encontrando ainda σ -convergência para as regiões dos Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Espanha.

Já Pritchett (1997), ao analisar um período maior, compreendido entre os anos de 1870 a 1990, aponta a inexistência de convergência a partir de uma amostra combinada de países ricos e pobres. Com os avanços metodológicos, surgem as abordagens não paramétricas, dentre os trabalhos mais conceituados neste formato de análise, os estudos desenvolvidos por Jones (1997) e Quah (1996) utilizando-se desta abordagem verificam que a renda *per capita* deixa de ser unimodal, passando a ser bimodal no período de 1960 a 1988.

Johnson e Takeyama (2003) utilizando o método de *regression tree* buscaram determinar qual forma de convergência melhor descreve a dinâmica da renda dos estados norte-americanos, no período de 1950 – 1993, os resultados indicaram uma presença mais forte da convergência do tipo clube.

Dentro destas diferenciações metodológicas, propõe-se ainda uma quarta hipótese sobre a convergência da renda, a ser agregadas àquelas apresentadas por Galor (1996), alguns autores apontam a existência de um processo de convergência local. Este conceito toma como base os pressupostos dos modelos de convergência condicional de Mankiw, Romer e Weil (1992), onde cada região teria características estruturais iniciais diferentes, e por isso, cada uma delas apresentaria um modelo de crescimento diferenciado. Durlauf e Johnson (1992) indicam que a estimação de um modelo linear único aplicado ao crescimento de todas as economias seria incorreta.

Durlauf e Johnson (1992) comparam o processo de convergência global e local, numa amostra de 115 países. Para tanto, os autores adotam o método de *regression tree* que

possibilita definir divisões ótimas e diferenciações entre as funções de produção das economias com características estruturas diferentes. Os resultados apontam a presença de múltiplos equilíbrios no longo prazo e que os modelos de crescimento locais são mais adequados que os globais.

Como Magrini (2004) explica, há muitas diferenças entre as metodologias aplicadas nas análises de convergência. Uma série de trabalhos adota os pressupostos do tradicional modelo neoclássico de crescimento, que condiciona da hipótese de regiões homogêneas. No entanto, análises posteriores já começam a se preocupar com as variações que ocorriam entre as regiões, e passam de certa forma a tratar a heterogeneidade não observada, estas que poderiam gerar um viés nas estimativas nos modelos em cross-section, além da possível endogeneidade. Com isso muitos estudos passam a adotar dados em painel como método. O que poderia ser chamado de um tratamento implícito a questão da variável espaço nos modelos de crescimento econômico.

Ao longo das duas últimas décadas, entender como a dinâmica espacial da renda se tornou um fator importante nos estudos de convergência. Para tanto, são descritos na subseção seguinte um conjunto de trabalhos que incorporam a relevância da variável espacial nos modelos de convergência regional.

2.1.5 – A importância da variável espacial no processo de convergência entre regiões.

As dimensões geográficas do processo de crescimento regional não vinham recebendo o adequado tratamento nos diversos estudos comparativos sobre a convergência entre regiões.

Como Rey e Janikas (2005) apontam, os avanços ocorridos nas teorias de localização das atividades econômicas levaram as seguintes questões: i) Qual o papel do espaço da dinâmica interna da renda dos sistemas regionais?; ii) Qual a relação entre convergência, desigualdades e autocorrelação espacial?; iii) Os transbordamentos espaciais incentivam o crescimento econômico, de que forma, convergente ou divergente?

Desta forma, reconhecendo a negligência nos estudos regionais com a importância do espaço na análise da convergência regional, Rey e Montouri (1999) desenvolvem o primeiro trabalho aplicado à análise de convergência regional da renda, com o uso dos métodos da econometria espacial. Os autores questionam inicialmente a validade dos modelos com base na “econometria convencional”, justamente pelo fato de ignorarem a presença de efeitos espaciais em suas estimativas.

Ao analisarem a convergência da renda nos Estados Unidos, no período de 1929-1994, Rey e Montouri (1999) com uso das técnicas de análise exploratória de dados espaciais, proporcionam um novo entendimento acerca da dinâmica geográfica da renda entre os estados norte-americanos. Além disso, adotam os modelos propostos dentro da econometria espacial. Os autores encontram fortes evidências da influência da variável espaço nos resultados estimados. Primeiramente, pela realização do teste do I de Moran, que já indica a presença de autocorrelação espacial. Os resultados encontrados apontam ainda que o modelo de erro espacial se mostra o mais adequado para análise de convergência da renda entre os estados americanos no período.

No mesmo ano, López-Bazo *et al.* (1999) motivados pelo processo de ampliação da União Europeia, e a retomada do debate sobre as desigualdades regionais evidenciadas através da integração econômica e política da região, incorporam técnicas de análise de associação espacial à análise da convergência e dinâmica econômica da região. Para estes autores, as atividades econômicas e o crescimento estão fortemente relacionados com um específico espaço geográfico. A localização territorial dos fatores de produção, a mobilidade existente entre regiões vizinhas e relações intrarregionais direcionam para um processo de convergência orientado espacialmente.

Desta forma, Lopez-Bazo *et al* (1999) aplicam diferentes metodologias, incluindo técnicas de econometria espacial para avaliar as desigualdades e a convergência do Produto por trabalhador e do Produto *per capita*, em 129 regiões da União Europeia, para períodos compreendidos entre 1980 e 1992. Os resultados encontrados apontam que o processo de convergência advindo do processo de integração econômica da União Europeia, favoreceu a um processo de convergência maior em termos de produtividade, porém não em mudanças no padrão de vida de regiões mais pobres.

Ertur *et al* (2006) estimam a hipótese de beta convergência entre 138 regiões europeias no período de 1980-1995. Para tanto, utilizam as técnicas da econometria espacial, e identificam a presença de dependência espacial e heterogeneidade espacial, no processo de convergência de diferentes regimes espaciais. Ao considerarem a defasagem espacial da variável dependente, os autores identificam a presença de transbordamentos espaciais positivos das taxas de crescimento do produto *per capita* entre as regiões.

Os estudos de convergência da renda com controle para efeitos espaciais tem se estabelecido na literatura internacional da ciência regional, o conjunto de trabalhos aplicados a esta problemática é crescente. Dentre esta ampla literatura tem-se: Arbia *et al* (2010); Basile

(2009); Fingleton (2008); Le Gallo e Chasco (2008); Fingleton e Lopez-Bazo (2006); Le Gallo (2004); Le Gallo e Ertur (2003); Rey (2001); Rodriguez-Pose (1999), dentre outros.

Dentro da literatura aplicada à análise da convergência da renda com instrumentos da econometria espacial, tem-se ainda um conjunto de trabalhos recentes que tratam da hipótese de convergência local.

Ertur *et al* (2007) ao analisarem o processo de convergência global e local em 138 regiões europeias apresentam uma clara definição para a convergência local:

“... We think to define the concept of *local convergence*, which we use to refer to a situation where rates of convergence in economic growth rates are similar for observations located at nearby points in space. In other words there exists spatial clustering in the magnitudes of the β -convergence parameter estimates. It should be noted that our locally linear spatial estimation method does not impose *a priori* a similar rates of convergence for spatially neighboring observations. Rather, we estimate β -convergence parameters for each region/observation in the sample and then examine these estimates in a effort to assess whether there is empirical support for our concept of *local convergence*...”(Ertur *et al* (2007, p.84).

LeSage (1999) desenvolve uma análise econométrico-espacial para analisar como fatores geográficos podem influenciar nas variações da taxa de crescimento da renda entre as províncias da China, no período de 1978-1997. Os autores argumentam que muitas estimativas para analisar países grandes, como o caso da China, tem ignorado a questão da heterogeneidade espacial existente entre regiões com estas proporções de tamanho.

Nesse sentido, LeSage (1999) utiliza as Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG) que tratam a heterogeneidade existente entre as regiões, e permite estimar regressões locais para cada província. O autor conclui que a dotação de capital inicial podem ter impactado significativamente as províncias com maior nível de crescimento, já para as províncias com menor dotação de capital não houve impactos significativos no crescimento.

Adotando também a RPG, Yu (2006) analisa o processo de desenvolvimento da *Greater Beijing Area*, no período de 1991 a 2005. Os resultados apontam para uma não estacionariedade nos fatores determinantes do crescimento da região, e o processo de desenvolvimento se dava com fortes processos locais, visto que algumas regiões não apresentavam evidências de fazer parte de um processo global de crescimento.

Eckey *et al.* (2007) com o uso de Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG) analisam a convergência regional na Alemanha para o período de 1995-2002, utilizando dados sobre mercado de trabalho para 180 regiões. Tomando como base o modelo de Mankiw, Romer e Weil (1992), os autores encontram um processo de convergência condicional, bem

como a hipótese de convergência local se confirma. Indicam ainda que o processo de convergência foi mais intenso no Sul do que no Norte do país.

2.2 Estudos empíricos sobre Convergência da renda aplicados ao caso brasileiro: Abordagens da econometria convencional.

Na década de 90, surgem os primeiros trabalhos a adotarem instrumentos quantitativos para analisar os níveis de desigualdade, e a hipótese de convergência ou divergência da renda entre os estados e regiões do Brasil.

Dentre os pioneiros nesta abordagem analítica, temos o trabalho de Ferreira e Diniz (1995), que analisam a desigualdade da renda entre os estados brasileiros no período compreendido entre os anos de 1970 e 1985. Ferreira e Diniz (1995) apontam uma tendência à convergência entre as rendas *per capita* estaduais, para o período.

Os autores associam o processo de convergência encontrado às modificações na estrutura produtiva brasileira no período, sobretudo a reestruturação do padrão locacional da indústria e da atividade extrativista, bem como dos movimentos ocorridos no setor agropecuário. Além dos impactos dos movimentos migratórios sobre os serviços urbanos.

Ainda na década de noventa, Ferreira e Ellery Jr. (1997) verificam a existência ou não de convergência entre a renda *per capita* dos estados brasileiros, bem como é mensurado a velocidade em que o processo de convergência se dava. Com base em Barro e Sala-i-Martin (1990) são testadas as hipóteses de β -convergência e σ – convergência. Os resultados apontaram a existência de uma tendência à convergência entre os PIB *per capita* dos estados brasileiros, no período de 1970 a 1990, para as duas hipóteses.

Já Azzoni (1997) ao desenvolver uma metodologia que compatibiliza as séries históricas do PIB para o período de 1939 a 1995, analisa a evolução da dispersão das rendas *per capita* dos estados brasileiros. Inicialmente, são analisadas as diferenças existentes entre as estruturas produtivas regionais, considerando a importância relativa dos estados na formação do produto nacional. Posteriormente, com base no cálculo de velocidade de convergência da renda aponta a existência de períodos de convergência e de divergência das rendas *per capita* estaduais, concluindo que houve um processo de convergência acentuado entre 1970-1985, porém sem continuidade em períodos posteriores. Azzoni evidencia ainda uma redução nas desigualdades intraregionais, porém com uma acentuação das desigualdades inter-regionais.

Ferreira (1999), por sua vez, apresenta algumas considerações e reformulações metodológicas aos trabalhos de Azzoni (1997), e aos trabalhos de Ferreira e Diniz (1995), dentre elas a metodologia de cadeias de transição de Markov, proposta por Quah (1993). Os resultados apresentados por Ferreira (1999), para os estados brasileiros no período de 1939 a 1995, apontaram em primeiro lugar uma tendência à redução da dispersão das rendas *per capita* estaduais, ficando próximo da média nacional, desta forma o autor afirma existir uma relação inversa entre o nível inicial e as taxas de crescimento das rendas *per capita* dos estados no período analisado. E em segundo lugar, o autor sugere a existência de convergência condicional da renda no período.

Na última década diversas contribuições foram desenvolvidas, fortalecendo o debate acerca da convergência da renda para o Brasil. Dentre eles, Azzoni *et al.* (2000) propõem um modelo de coortes (que se assemelha a um modelo de dados em painel) para dezenove estados brasileiros, no período de 1981 a 1996, tendo como objetivo verificar a influência das variáveis geográficas sobre o crescimento da renda *per capita* dos estados brasileiros. Os resultados encontrados apontam a relevância das variáveis geográficas nos diferenciais de crescimento da renda nos estados do Brasil, mostrando também que não houve convergência absoluta no período em questão.

Laurini *et al* (2005) analisam a evolução da renda relativa *per capita* dos municípios brasileiros no período de 1970 a 1996. Para tanto utilizam metodologias não paramétricas de dinâmica de distribuição proposta por Quah (1996), sendo estas as matrizes de transição de Markov e a de Extensões em Núcleos Estocásticos. Os resultados apontam a formação de dois clubes de convergência, sendo um clube de baixa renda formado pelos municípios das regiões Norte e Nordeste, e outro clube de alta renda formado pelos municípios das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Gondim *et al* (2007) testam a hipótese de convergência e a dinâmica de distribuição da renda dos estados e municípios brasileiros, para o período de 1970 a 1996. Para tanto, utilizam como método a modelagem de distribuição de renda, desenvolvido por Quah (1997). Os resultados de Gondim *et al* (2007) indicam a existência de clubes de convergência no Brasil, sendo um clube formado pela região Norte e Nordeste, de baixa renda, e outro clube formado pela região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com níveis mais altos de renda, confirmando os resultados de Laurini *et al* (2005). Verificam também que os fatores escolaridade e localização geográfica foram fundamentais para formação destes clubes, tanto nos municípios, como nos estados brasileiros.

2.3 Estudos empíricos aplicados ao caso brasileiro: abordagens da Análise de Dados Espaciais e da Econometria Espacial.

A incorporação dos instrumentos analíticos da econometria espacial nos estudos que tratam das desigualdades regionais e da convergência de renda para o caso brasileiro é muito recente.

Nesta linha, o trabalho de Magalhães *et al.* (2000), baseado no modelo de Rey e Montouri (1999), introduz alguns instrumentos da econometria espacial ao analisar a hipótese de convergência do produto *per capita* entre os estados brasileiros, para o período de 1970 a 1995. Os resultados indicaram a presença de dependência espacial para todos os estados do país, identificados pelo coeficiente I de Moran. Com gráficos de dispersão de Moran, aqueles autores também apontam fortes disparidades regionais, com a região Nordeste apresentado uma relação de estados pobres cercados por estados pobres. As análises de regressões estimadas por Magalhães *et al.* (2000) apontam também uma dependência espacial entre os estados. Indica a existência de algum processo de convergência, porém do tipo de clube convergência, e não de convergência global.

Por sua vez, Mossi *et al.* (2003) analisa o quão concentrada é a distribuição do produto *per capita* regional, e se há *spillovers* espaciais aparentes na economia brasileira. Para tanto utilizam inicialmente técnicas de estatística espacial para averiguar a existência de dependência espacial entre produto *per capita* dos estados brasileiros, no período de 1939 a 1998. Os resultados encontrados por Mossi *et al.* (2003) apontam através do I de Moran, forte aglomeração espacial, indicando a existência de dependência espacial positiva. Aponta, também, uma maior homogeneidade intrarregional, porém com um aumento das desigualdades inter-regionais. O indicador LISA (*Local Indicator of Spatial Association*) identificou a formação de diferentes *clusters*. Os estados do Nordeste formariam um *cluster* mais pobre e outro *cluster* seria formado pelos estados ricos do Sudeste. A partir disto, os autores defendem que o crescimento dos estados brasileiros é parcialmente determinado por interações espaciais. Nesse sentido, as relações entre as indústrias, a migração, os fluxos de comércio, e o intercâmbio de capital humano fatores fariam do espaço um aspecto relevante nas análises de crescimento regional.

Semelhantemente, Silveira Neto e Azzoni (2006) analisam a importância da localização no crescimento da renda *per capita* dos estados brasileiros no período de 1985-2001. Os resultados apontam fortemente a existência de dependência espacial, e de redução nas desigualdades regionais quando incorporada a defasagem espacial. Tais autores apontam a

existência de dois *clusters* geográficos, um formado por estados do Norte e Nordeste, e outro pelos estados do Sul e Sudeste com maior renda. Os resultados indicam ainda, uma rigidez na distribuição espacial da renda *per capita* entre os estados brasileiros, apontando a existência de uma forte dependência espacial no processo de convergência da renda *per capita* dos estados brasileiros.

Monasterio (2010) analisa a dinâmica espacial das desigualdades regionais no Brasil, entre 1872 e 2000. Para tanto, o autor utiliza técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais, cadeias de transição de Markov e técnicas de kernel. Os resultados indicam que a distribuição espacial do Produto *per capita* foi relativamente estável no período, indicando uma continuidade espacial no desenvolvimento brasileiro.

Mais recentemente, Resende (2011) analisa o crescimento econômico brasileiro em quatro dimensões espaciais (estados, municípios, microrregiões e *clusters*), entre o período de 1991 a 2000, com o objetivo de verificar como os resultados podem sofrer variações a depender do grau de agregação das regiões analisadas. Os resultados apontam que a hipótese de formação de clubes de convergência não pode ser rejeitada, com a possibilidade de existência de dois clubes, um *cluster* de regiões ricas e outro de regiões pobres, entre as quais haveria um decréscimo no nível da renda das regiões ricas e um crescimento da renda nas regiões pobres.

Outro trabalho recente, que servirá como base para uma das análises propostas neste trabalho é o de Ribeiro e Almeida (2012), que desenvolvem um modelo de convergência da renda local, para 3658 Áreas Mínimas Comparáveis (AMCs) brasileiras, no período 1980/2007. Para tanto, os autores utilizam-se do método de Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG), que permite a estimação de um modelo para cada região individualmente, tendo como finalidade controlar, tanto a dependência espacial, como a heterogeneidade espacial extrema. Os resultados encontrados confirmam a hipótese de existência de múltiplos equilíbrios, identificando as regiões que apresentaram um processo mais intenso de convergência para seu próprio estado estacionário no período.

2.4 Estudos empíricos sobre convergência da renda aplicados ao caso do Nordeste brasileiro.

O desenvolvimento de estudos empíricos sobre a desigualdade da renda no Nordeste brasileiro, remonta ao final da década de 90, destacando-se neste período os trabalhos de Vergolino e Neto (1996), Arraes (1997) e o de Barros e Vergolino (1998).

Vergolino e Neto (1996) ao analisarem o crescimento econômico do Nordeste, identificaram a existência de dinâmicas de crescimento diferenciadas entre os estados da região. Partindo deste fato, Vergolino e Neto (1996) verificaram o padrão de convergência das rendas *per capita* das microrregiões do Nordeste para o período de 1970 - 1993. Os resultados encontrados não apontaram uma tendência de convergência da renda entre as microrregiões nordestinas, quando consideradas todas as microrregiões. Apontam ainda a existência de divergência intrarregional promovida pela concentração da renda nas microrregiões das capitais dos estados, visto que ao atribuírem *dummies* para os PIB *per capita* da capital, observava-se um aumento na tendência de convergência da renda.

Outro trabalho que busca analisar a dinâmica do crescimento na região Nordeste é o de Arraes (1997) que analisa a existência de convergência da renda *per capita* entre os nove estados do Nordeste, no período de 1970 a 1995. Para tanto, foram realizadas regressões em *cross section*, utilizando o método dos mínimos quadrados não lineares, sendo 1970 o período inicial, e cada ano compreendido entre 1990-1995 foi considerado como instante final. Em todas as equações estimadas, foi possível verificar uma tendência de convergência da renda.

Ainda na década de 90, o trabalho apresentado por Barros e Vergolino (1998) incorpora a variável capital humano na análise da convergência da renda para microrregiões nordestinas no período de 1970 a 1991. Os autores tentam analisar as diferenças espaciais do crescimento na região, afirmando que este é assimétrico. Os resultados encontrados apontam existência de um processo de convergência do tipo condicional entre as microrregiões, onde cada economia se aproximaria mais rapidamente do seu *steady state* à medida que estivesse mais distante dele.

No início dos anos 2000, Pôrto Júnior e Ribeiro (2003) retomam o debate sobre a convergência para a região Nordeste, ao analisarem a hipótese de convergência da renda *per capita* para os municípios desta região, utilizando dados quinquenais no período de 1970 a 1996. Dada a não linearidade na distribuição da renda *per capita* no período em questão, os autores deixam de lado os pressupostos dos modelos empíricos de crescimento neoclássico, e as análises de regressão em *cross section*, e adotam o método de cadeia de Markov, apresentado por Quah (1993).

Os resultados encontrados por Pôrto Júnior e Ribeiro (2003) negam a hipótese de convergência absoluta da renda para os municípios nordestinos, apontando a existência de clubes de convergência, com efeitos de polarização entre ricos e pobres. Porto Júnior e Ribeiro (2003) afirma ainda que a tendência de longo prazo de concentração em rendas baixas e médias, indicando uma tendência de convergência perversa para os municípios nordestinos.

Estudo recente de Silva e Figueiredo (2010) objetivando analisar a hipótese da convergência da renda *per capita* entre os municípios nordestinos, também para o período de 1970 a 1996, questiona os resultados obtidos por modelos de inferência apresentado em outros estudos. Utiliza regressões quantílicas não paramétricas, conhecido como *constrained B-spline smoothing* (COBS) desenvolvido em Laurini (2007). Os resultados indicam de maneira mais robusta a formação de clubes de convergência da renda entre os municípios do Nordeste para o período.

Na literatura corrente, apenas no trabalho de Lall e Shalizi (2003) foi identificado com o uso da econometria espacial. Este trabalho investiga a existência de convergência nos municípios nordestinos, entre anos de 1985 e 1997. Seus autores verificam, também, se o crescimento da produtividade de um município individualmente poderia ser influenciado pelo crescimento de seus vizinhos.

Lall e Shalizi (2003) identificam a existência de dependência espacial entre os termos de erro das estimações em OLS, mostrando que as mudanças na produtividade eram espacialmente correlacionadas. Para analisar a hipótese da relação da vizinhança e o crescimento da produtividade nos municípios nordestinos, por sua vez, os autores utilizam as técnicas SAR e SAC, com estimação por Máxima Verossimilhança e por Mínimos Quadrados em Dois Estágios. Incluem ainda efeitos fixos para os estados e *state clusters* no termo de erro.

Os resultados indicam que o crescimento da produtividade nos municípios nordestinos é influenciado pelo desempenho dos municípios vizinhos. Entretanto, o desempenho individual de um município sofria efeitos negativos, dado o crescimento das regiões vizinhas.

O trabalho de Lall e Shalizi (2003), sendo o único de maior relevância a usar a Análise Exploratória de Dados Espaciais e a Econometria Espacial, bem como um dos raros na literatura de estudos empíricos que analisam a hipótese da convergência da renda para o Nordeste brasileiro, ao nível dos municípios, evidencia que embora muitos trabalhos venham sendo desenvolvidos, no que tange a identificação do padrão de crescimento e da desigualdade da renda na região, ainda existem lacunas na literatura aplicada, quando analisado especificamente as hipóteses de convergência da renda para os municípios nordestinos, principalmente com o uso da Econometria Espacial.

3 DINÂMICA ECONÔMICA DO NORDESTE: UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

Antes de analisar a dinâmica da renda na região Nordeste do Brasil, na última década, faz-se necessário contextualizar brevemente, o processo de desenvolvimento econômico nordestino, buscando perceber as mudanças na estrutura produtiva e sua distribuição espacial na região.

Nos anos 50, o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), coordenado por Celso Furtado, afirma em seu relatório que a base produtiva da economia nordestina no período anterior aos anos cinquenta era fortemente marcada por seu baixo dinamismo. O modelo primário-exportador da região já não era suficiente para a promoção do desenvolvimento dela. Desta forma, o principal objetivo do GTDN era incentivar a industrialização no Nordeste como mecanismo para superar o subdesenvolvimento na região (Araújo, 2004).

A partir dos anos 60, estimulada por um conjunto de incentivos fiscais e financeiros (tais como o Fundo de Investimento no Nordeste – FINOR e créditos públicos do BNDES e BNB) a economia nordestina dá início a uma nova dinâmica produtiva. Motivada ainda pela então recém-criada SUDENE, o Nordeste passa por um processo de ampliação da infraestrutura (especialmente em transportes e energia elétrica). Os investimentos advindos deste conjunto de políticas permitiram o avanço do setor industrial e de serviços (Araújo, 2004).

No mesmo sentido, Diniz (2006) afirma que a SUDENE teve um papel extremamente importante para essa reversão da política de desenvolvimento regional, pela combinação do sistema de incentivos fiscais com a expansão e melhoria da infraestrutura. A SUDENE colaborou ainda para uma melhor diagnóstico da realidade regional da indústria. Além desses fatores, a oferta de mão de obra barata, insumos e facilidades locais e o “lobby” político de alguns estados, foram decisivos para o avanço econômico do Nordeste no período.

De maneira geral, Araújo (2004) explicita que nas décadas de 60, 70 e 80, dentre as regiões brasileiras, a nordestina foi a que obteve o maior crescimento no período, sendo que, entre 1960 a 1988, a taxa de crescimento nordestina foi aproximadamente 10% superior à brasileira, e entre 1965 e 1985, o PIB gerado no Nordeste cresceu em média de 6,3% ao ano.

Essas mudanças, de acordo com Lima e Simões (2010), reconfiguraram a estrutura produtiva do setor industrial no Nordeste. Para esses autores, a indústria nordestina apresentava duas características fundamentais quando comparada ao processo de crescimento

do restante da indústria brasileira. Esta impulsionada, sobretudo pela região Sudeste. A primeira delas é a dependência. A ampliação do processo de integração com a economia nacional, inicialmente pelos fluxos de comércio e, em seguida, a transferência de capitais produtivos das regiões centrais para o Nordeste, acabou por criar uma reprodução das atividades industriais do Sudeste, na região periférica. Isso tornava o crescimento industrial na região vinculado ao desempenho da economia nacional.

Já a segunda característica apontada por Lima e Simões (2010) é a complementaridade da indústria do Nordeste, como o financiamento das atividades industriais nordestinas eram em grande parte extrarregionais, as indústrias aqui instaladas tendiam a serem complementares das indústrias do Sudeste, sobretudo como fornecedora de insumos as demais regiões do país.

De acordo com Lima e Lima (2005) a nova indústria nordestina era caracterizada ainda por sua forte concentração espacial, especialmente nos estados da Bahia, Ceará e Pernambuco. Estados que melhor aproveitaram os benefícios das políticas regionais, sendo que ao final da década de 80 estes estados eram detentores de aproximadamente 50% dos complexos industriais do Nordeste.

Como explicita Diniz (2006), as indústrias nordestinas de modo geral, apresentavam importantes impactos locais em termos de geração de renda e emprego, no entanto, estas tinham uma fraca integração produtiva local, tanto para trás quanto para frente. E apesar de serem levemente diversificadas, estas não eram suficientemente integradas, nem foram capazes de estabelecer relações interindustriais locais que proporcionassem a geração de externalidades e economias de aglomeração no período.

Ainda de acordo com Diniz (2006), as políticas de desenvolvimento para o Nordeste, a dotação de infraestrutura e o processo de urbanização, permitiram ainda a criação de centros industriais menores, que passam a disputar a captação de investimentos com os centros tradicionais da região Fortaleza, Recife e Salvador.

De modo geral o que pode ser afirmado com base em Araújo (2004), Diniz (2006) e Lima e Simões (2010) é que na economia nordestina deu-se a expansão e a origem de novos subespaços com estrutura econômicas modernas e dinâmicas, chamados de “polos dinâmicos”, no entanto, estes polos estão lado a lado com regiões e estruturas econômicas tradicionais, estagnadas dentro da região (semiárido, zonas cacauceiras e canavieiras). O que caracteriza a realidade da região Nordeste como extremamente complexa e diferenciada.

Ainda com base em Araújo (2004), Diniz (2006) e Lima e Simões (2010), nas últimas décadas, dentre os denominados polos dinâmicos da economia nordestina, ganham destaque:

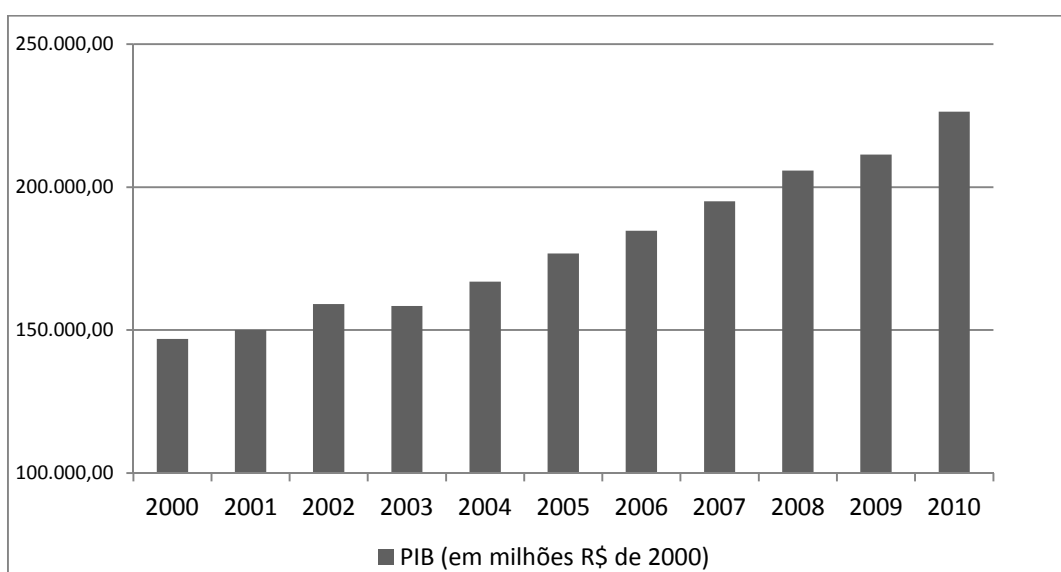
o polo petroquímico de Camaçari e seus transbordamentos na região metropolitana de Salvador; o polo têxtil e de confecções de Fortaleza; os centros industriais de base urbana em expansão de Aracaju, Maceió, João Pessoa, Teresina e Natal; os polos tecnológicos de Recife e Campina Grande; o complexo mineiro-metalúrgico de São Luís; indústrias interligadas à base agropecuária, como nos polos de agricultura irrigada de Petrolina/ Juazeiro e Mossoró/Açu, bem como pela expansão da fronteira extensiva de grãos no cerrado nordestino, em localidades como Barreiras (BA), Imperatriz (MA), Balças (MA), Uruçuí (PI), dentre outras.

Feita esta breve contextualização e caracterização da dinâmica econômica nordestina nas últimas décadas, vale uma análise sucinta do comportamento econômico do Nordeste no período recente. Assim, a continuidade desta seção apresenta uma evolução da produção, dos níveis de emprego e da geração de renda no Nordeste entre os anos de 2000 e 2010.

As melhoras ocorridas no desempenho da economia nordestina, entre os anos 2000 e 2010, são manifestas em diversos indicadores, tais como, nível da renda, emprego, produção, consumo e escolaridade.

O gráfico 3.1 mostra a evolução da produção na região em análise. Como pode ser observado ao longo da década, o Nordeste apresentou um crescimento de aproximadamente 54% do seu nível de produção, passando de um PIB de cerca 147 bilhões de reais no ano 2000, para um montante de aproximadamente 226 bilhões de reais ao fim da década.

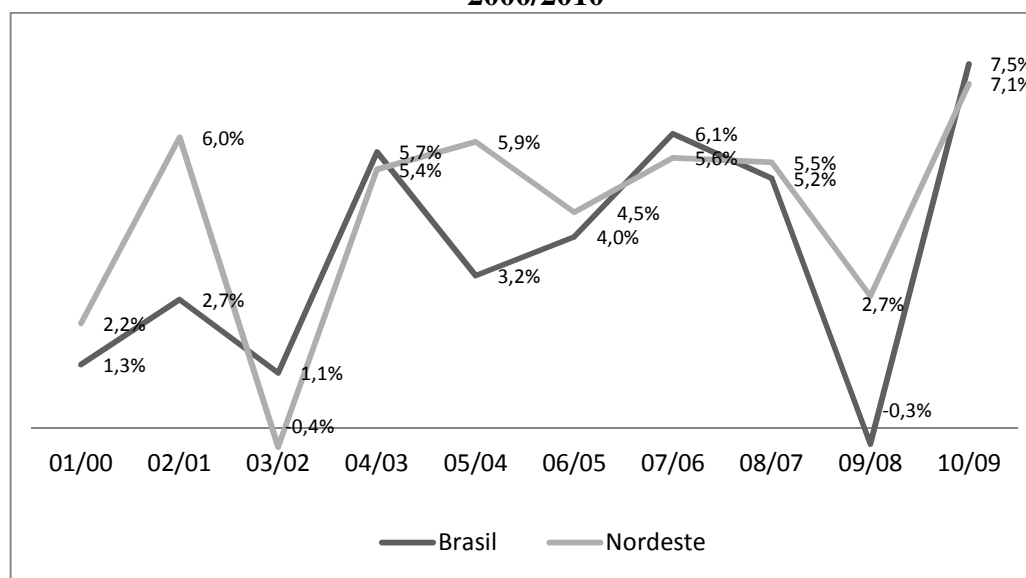
Gráfico 3.1 – Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) – Nordeste -2000 – 2010



Elaboração do Autor. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Regionais. Produto Interno Bruto em milhões de reais a preços de 2000.

O crescimento da economia nordestina foi impulsionado pela retomada do crescimento econômico da economia brasileira a partir de 2004, como pode ser observado no Gráfico 3.2. Ao longo da década é possível observar que apesar de acompanhar o ciclo virtuoso de crescimento da economia nacional, a região apresentou um ritmo diferente do brasileiro, crescendo proporcionalmente mais do que a economia nacional. Percebe-se que a dinâmica econômica nordestina foi menos afetada pelos choques externos da crise econômica, apesar de uma desaceleração no ritmo de crescimento no período ápice da crise. O crescimento na região tem sido sustentado pelo dinamismo no mercado interno, associado à continuidade das políticas de transferência de renda, bem como pela intensificação dos investimentos públicos e privados.

Gráfico 3.2 – Taxa de Crescimento do Produto Interno Bruto – Brasil e Nordeste – 2000/2010



Elaboração do autor. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Regionais. Taxa de crescimento do Produto Interno Bruto a preços de 2000.

De acordo com Carvalho (2008), o dinamismo econômico recente da região Nordeste está interligado com o período anterior, os anos 1990, quando os maiores estados nordestinos, Bahia, Ceará e Pernambuco deram início à concessão de incentivos fiscais para atração de indústrias, associados ainda ao crescimento dos investimentos em infraestrutura neste período.

Melo e Simões (2009) sugerem que o crescimento da região estaria sendo impulsionado por outros fatores, não apenas pelos incentivos fiscais, em especial pelo avanço do setor industrial associado à desconcentração dos investimentos no mesmo setor das regiões Sul e Sudeste, propiciando um crescimento do setor no Nordeste.

Tabela 3.1 – Participação no valor adicionado bruto a preços básicos (%) – 2000 e 2010

Atividades econômicas	Participação no valor adicionado bruto a preços básicos (%)							
	Agropecuária		Indústria		Serviços		Percentual no VA do Nordeste	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Maranhão	15,6	17,2	16,3	15,7	68,1	67,1	8,5	9,1
Piauí	11,1	6,2	14,4	18,5	74,5	75,3	4,2	4,4
Ceará	7,7	4,2	24,2	23,7	68,1	72,1	15,3	15,3
Rio Grande do Norte	2,8	4,2	26,3	21,5	70,9	74,3	6,2	6,4
Paraíba	8,9	4,2	19,7	22,5	71,4	73,2	6,4	6,4
Pernambuco	4,4	4,5	21,8	22,1	73,8	73,4	18,2	18,3
Alagoas	15,2	6,7	21,9	21,2	62,9	72,1	5,4	4,9
Sergipe	4,6	4,6	24,7	28,6	70,7	66,9	4,5	4,8
Bahia	8,8	7,2	28,9	30,3	62,4	62,5	31,3	30,4

Elaboração do Autor. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Regionais. Participação das atividades econômicas no valor adicionado bruto a preços básicos de 2002, por Unidades da Federação.

Tabela 3.2 - Participação das Grandes Regiões no Produto Interno Bruto - 2000-2010

Grandes Regiões											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Norte	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.0	5.1	5.0	5.3
Sudeste	58.3	57.7	56.7	55.8	55.8	56.5	56.8	56.4	56.0	55.3	55.4
Sul	16.5	16.7	16.9	17.7	17.4	16.6	16.3	16.6	16.6	16.5	16.5
Centro-Oeste	8.4	8.5	8.8	9.0	9.1	8.9	8.7	8.9	9.2	9.6	9.3
Nordeste	12.4	12.6	13.0	12.8	12.7	13.1	13.1	13.1	13.1	13.5	13.5

Elaboração do Autor. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Regionais.

Como pode ser observado na Tabela 3.1, durante os anos 2000, a estrutura econômica nordestina sofreu leves modificações, o setor de serviços, no final do período foi o mais representativo para economia de todos os nove estados nordestinos. Um fator que chama atenção é a forte participação relativa do setor industrial. Dos nove estados, cinco apresentaram crescimento da indústria na formação do produto, dentre eles, Piauí, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Bahia. Outro fato, que chama atenção é a redução considerável da participação do setor agropecuário na economia do Nordeste. A exceção fica por conta do Maranhão, que apresentou um crescimento do setor, certamente vinculado ao processo de

expansão da fronteira agrícola no cerrado maranhense. A importância relativa de cada estado na formação do produto nordestino não se modificou ao longo do período, permanecendo os estados da Bahia, Pernambuco e Ceará como maiores produtores da região.

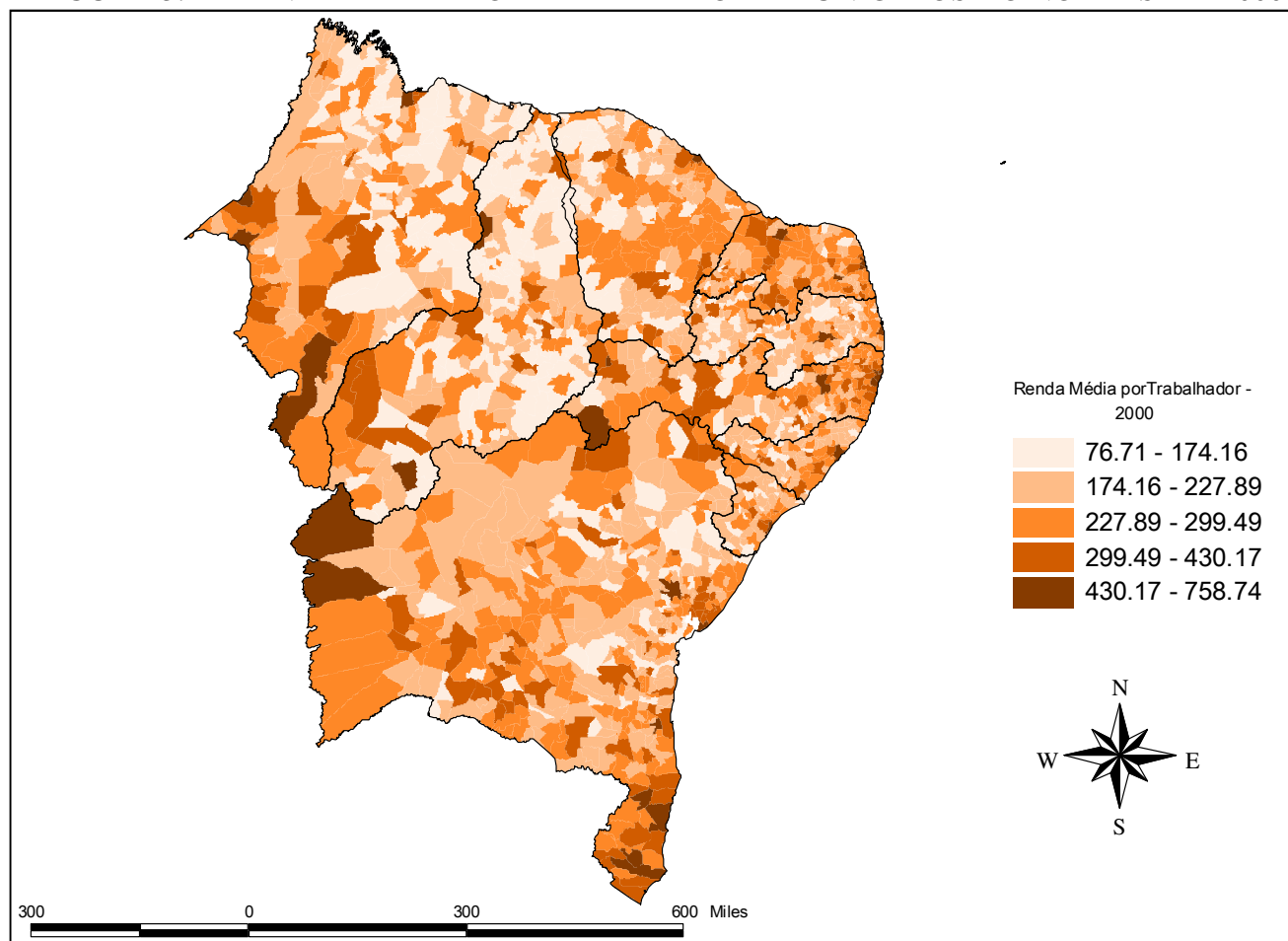
No entanto, como pode ser observada na Tabela 3.2, a estrutura econômica nordestina quando comparada com as outras Regiões, se manteve praticamente constante na última década. A participação nordestina aumentou em torno de 1% ao longo dos últimos dez anos. A região Sudeste continua sendo a mais importante região produtiva do país, detendo mais de 50% da produção brasileira, apesar de ser, dentre as regiões brasileiras, a única que apresentou um decréscimo no seu percentual de participação.

Como pode ser visto, de modo geral, a economia nordestina ao longo da década, vem apresentando um bom ritmo de crescimento, quando comparado ao brasileiro. Entretanto, será que os indicadores globais estão refletindo mudanças intrarregionais da estrutura econômica desta região? Ao analisar a questão da desigualdade regional no Nordeste, faz-se necessário refletir sobre a pergunta apresentada pela pesquisadora Tânia Bacelar de Araújo (2004), *“Nordeste, Nordestes: Que Nordeste?”*.

Como Araujo (2004) explicita, é necessário perceber as diferenciações existentes dentro da própria região, visto que se trata de uma região fortemente marcada por sua heterogeneidade. Essa diferenciação da estrutura econômica nordestina remete de volta àquele aspecto importante pouco analisado nos estudos empíricos sobre a região, que é a dinâmica espacial da desigualdade intrarregional no Nordeste brasileiro. Saber se há de fato um processo de atenuação das desigualdades nos níveis de renda e de produção entre as sub-regiões do Nordeste, ou existe ainda um processo de concentração espacial da renda e produtividade nos municípios diante dos melhores indicadores recentes, se faz novamente necessário.

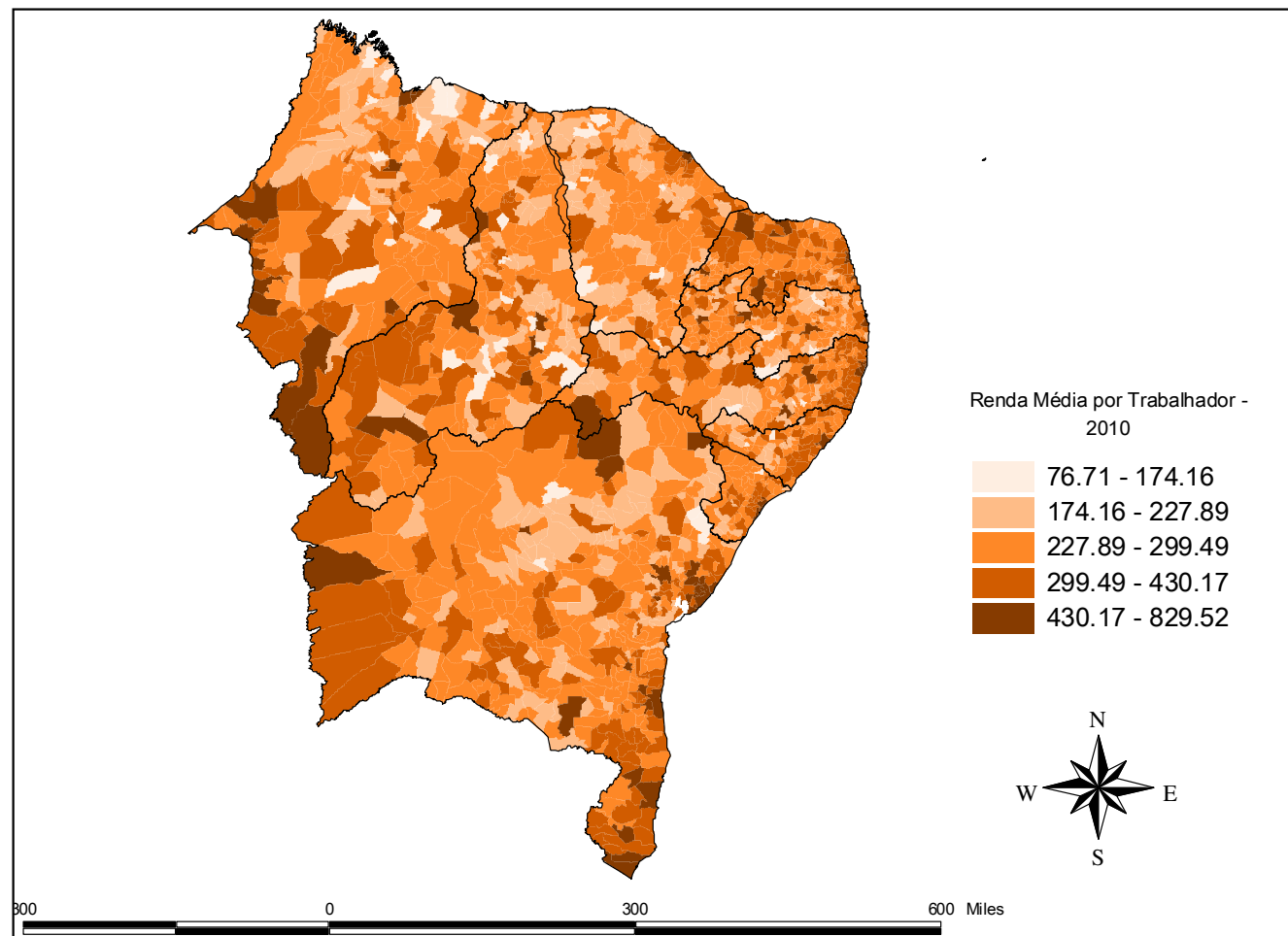
Para uma percepção inicial desta diferenciação, a Figura 3.1 e a Figura 3.2 permitem comparar a renda média real (a preços de 2000) do trabalhador nordestino entre os anos de 2000 e 2010. Percebe-se que a renda média real proveniente do trabalho dos municípios mais pobres aumentou. No entanto, a região continua marcada por baixos níveis de renda. A estrutura de distribuição da renda sofreu transformações, visto que o número de municípios que deixaram o menor patamar de renda foi expressivo. Se nos anos 2000, aproximadamente 460 municípios tinham uma renda média inferior a R\$ 175,00. No ano de 2010, considerando o mesmo nível de renda, apenas 64 municípios se encontravam neste patamar.

FIGURA 3.1 – RENDA MÉDIA DO TRABALHADOR – MUNICÍPIOS DO NORDESTE - 2000



Elaboração Própria. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico 2000. Renda proveniente do trabalho principal pela população ocupada.

FIGURA 02 – RENDA MÉDIA DO TRABALHADOR – MUNICÍPIOS DO NORDESTE - 2010



Elaboração Própria. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico 2010. Renda proveniente do trabalho principal pela população ocupada.

Por outro lado, percebe-se que no início da década, dos 1786 municípios nordestinos analisados, aproximadamente 65% apresentava uma renda média inferior ou próxima a R\$ 220,00. Nos dez anos que se passaram aproximadamente o mesmo percentual de municípios estava abaixo ou próximo ao valor médio da renda de R\$ 272,64 no período.

Analisando a Tabela 03, evidencia-se que houve entre os anos de 2000 e 2010, um crescimento da renda média do trabalhador nos municípios nordestinos. Em 2000, a renda média do trabalhador nordestino era de aproximadamente R\$ 220,82 apresentando ao longo do período um crescimento próximo aos 23%.

Tabela 3.3 – Análise Descritiva da Renda Média do Trabalhador – 2000 e 2010

	N	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Renda média real por trabalhador no ano de 2000	1786	220,82	208,72	75,02	76,71	758,74
Renda média real por trabalhador no ano de 2010	1786	272,64	255,97	79,82	128,16	829,52

Elaboração Própria. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Demográficos 2000 e 2010. Renda do trabalho principal por trabalhador.

Outro fato que chama atenção são as melhoras referentes aos menores e maiores valores da renda. No ano 2000, o município de São Miguel da Baixa Grande, no Piauí com uma renda média de R\$ 76,71, foi o que apresentou o menor valor da região. Já Recife, apresentou a mais alta renda média proveniente do trabalho dentre as cidades nordestinas, com um valor de R\$ 758,74.

Em 2010, observa-se um crescimento tanto no valor mínimo da renda (a cidade de Brejo do Piauí, no Piauí, por exemplo, apresentou uma renda média de 128,16, sendo a menor do Nordeste no período), quanto um crescimento do valor máximo da renda (a cidade de Lauro de Freitas, na Bahia, foi a que apresentou o melhor valor, com uma renda média de R\$ 829,52).

De modo geral, pode-se perceber que há uma melhora na renda proveniente do trabalho dos municípios do Nordeste, mas ainda sim, é possível visualizar um processo concentrador dos maiores níveis de renda, em municípios que já assumiam estas posições de nível de renda ao longo das décadas.

4 METODOLOGIA E ESPECIFICAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO.

4.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)²

Dentre os procedimentos metodológicos a serem utilizados nesta dissertação, o primeiro deles é a Análise Exploratória de Dados Espaciais – AEDE. Com base em Le Gallo e Ertur (2003) e Almeida (2012), a AEDE pode ser definida como um conjunto de técnicas, que possibilita a descrição e a visualização de como os dados espaciais se distribuem, serve ainda para identificação de possíveis *outliers* e *clusters* espaciais. Bem como, para identificar instabilidades espaciais nos dados. Colaborando para o processo de especificação dos modelos econométricos espaciais.

A AEDE será utilizada para analisar a distribuição espacial do crescimento da renda por trabalhador entre os municípios nordestinos. A partir desta análise será possível identificar a presença de autocorrelação espacial, que permite caracterizar como se deu a localização da atividade econômica. Mais especificamente, como a renda proveniente desta está localizada, bem como verificar se ao longo do período analisado houve mudanças no padrão locacional da variável em estudo. A AEDE permite ainda analisar se há a formação (ou não) de regimes espaciais, ou seja, se há um padrão de concentração, ou de distribuição espacial, ao longo do tempo. Possibilitando avaliar aspectos da heterogeneidade dos dados no entre as regiões.

Antes de serem apresentadas algumas das técnicas de AEDE que serão utilizadas neste trabalho, é importante que seja estabelecido a priori uma matriz de ponderação espacial (W). Isto porque é esta matriz que fornecerá informações acerca do arranjo espacial das interações derivadas do objeto estudado. Ou seja, a matriz de ponderação espacial capta a influência que uma região exerce sobre as outras (ALMEIDA, 2012).

Para o presente trabalho a matriz de ponderação foi definida com base no modelo proposto por Lall e Shalizi (2003), modelo que é base da discussão do problema apresentado nesta dissertação. Desta forma, é utilizada uma matriz construída com base no critério de distância geográfica. O que está subentendido nesta matriz é que quanto mais próximas duas regiões estiverem uma da outra, maior será a interação espacial delas.

² Existem diferentes técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais. As apresentadas na metodologia deste trabalho são as que serão utilizadas como instrumento de análise desta dissertação. Para aprimorar informações acerca da AEDE, sugere-se o capítulo 04 do livro *Econometria Espacial Aplicada* de Eduardo Almeida.

No caso deste trabalho é utilizada uma matriz que utiliza uma distância crítica de corte para determinação da vizinhança dentro do limite de 100 quilômetros. Esta matriz pode ser expressa formalmente:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } d_{ij} \leq d_i(k) \\ 0 & \text{se } d_{ij} > d_i(k) \end{cases}$$

onde $d_i(k)$ representa a distância de corte para a região i , com a finalidade que esta região i tenha k vizinhos. Assume-se que $W_{ii} = 0$. Como Almeida (2012) explicita esta distância crítica não é constante, pois varia de região para região. Desta forma, através desta matriz duas regiões são consideradas vizinhas se estiver dentro do limite da distância crítica estabelecida pelo pesquisador.

Dando continuidade, a descrição da AEDE, a estatística I de Moran é a mais comumente usada dentre os indicadores de autocorrelação espacial global, e representa uma relação da autocovariância do tipo produto cruzado pela variância dos dados. Matricialmente o I de Moran pode ser escrito:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{z'Wz}{z'z}$$

na qual n é o número de regiões, z representa os valores da variável de interesse, Wz indica os valores médios da variável de interesse nos vizinhos, construída através de uma matriz de ponderação espacial W . A matriz é composta por elementos referentes à região i e à região j , e representado por W_{ij} . S_0 é igual à operação $\sum \sum W_{ij}$. O valor esperado para o I de Moran é de $-[1/(n-1)]$ caso haja um padrão espacial nos dados.

A presença de autocorrelação espacial positiva indica que existe uma similaridade entre os valores da variável em análise e a localização espacial da variável. Desta forma, a autocorrelação espacial positiva aponta que, altos (baixos) valores de uma variável de interesse (y) tendem a estar rodeados por altos (baixos) valores desta variável (y) nas regiões vizinhas (W_y) (ALMEIDA, 2012).

Por outro lado, a presença de autocorrelação espacial negativa aponta para existência de uma dissimilaridade dos valores da variável estudada e a localização espacial da mesma. Assim, autocorrelação espacial negativa indica que, altos (baixos) valores da variável de interesse (y) tendem a estar circundados por baixos (altos) valores desta variável (y) nas regiões vizinhas (W_y) (ALMEIDA, 2012).

De acordo com Almeida (2012) a autocorrelação espacial global pode ser verificada ainda de forma bivariada. Desta forma, é possível identificar se os valores observados para uma determinada variável numa região específica apresentam algum tipo de associação com os valores de outra variável analisada em regiões vizinhas.

Ainda com base em Almeida (2012), outra técnica elencada na AEDE é o *Diagrama de Dispersão de Moran* que analisa a medida global de associação linear espacial, representado no formato de um quadrante que apresenta quatro tipos de associação linear espacial: Alto – Alto (AA), onde regiões com valores altos, acima da média, são rodeadas de regiões de altos valores também; Baixo – Alto (BA), regiões com um baixo valor da variável em interesse é vizinha de regiões com alto valor; Baixo – Baixo (BB), regiões com baixo valor circundadas por regiões de baixos valores; Alto – Baixo (AB), regiões com um alto valor da variável de interesse é rodeada de regiões de baixo valor.

Neste trabalho, a principal técnica de AEDE a ser utilizada é a denominada *Local Indicator of Spatial Association* (LISA), desenvolvida por Luc Anselin em 1995. Ao apresentar o LISA, Anselin (1995) argumenta que as técnicas de análise global, comumente usadas, dentre elas o *I* de Moran, nem sempre são suficientes para detectar possíveis instabilidades e variações na distribuição de dados espaciais.

De acordo com Anselin (1995) o *I* de Moran local, ou LISA, é capaz de captar padrões locais de autocorrelação espacial. No entanto esta estatística não está totalmente desassociada do *I* de Moran global, sendo uma decomposição deste, contribuindo para análise de cada observação individualmente. Sendo que uma das condições é que o indicador de autocorrelação espacial global seja o somatório dos indicadores locais.

Desta forma, segundo Almeida (2012) o coeficiente I_i de Moran local realiza uma divisão do indicador global de autocorrelação em quatro categorias, correspondentes aos quadrantes do diagrama de dispersão de Moran. O coeficiente I_i de Moran local para uma variável y , observada na região i , z_i , pode ser escrito como:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^J W_{ij} z_j$$

Os resultados provenientes do *I* de Moran local apresentam ainda uma vantagem quanto a sua apresentação. Eles podem ser mapeados, tanto no formato de um mapa de significância LISA, que mostra as regiões com estatísticas *I* local de Moran significativos. Bem como por uma das ferramentas mais importantes, o mapa de *clusters* LISA que agrega as informações do diagrama de dispersão de Moran e o mapa de significância das medidas de

associação local I_i , classificando-as nas categorias de associação espacial, a saber Alto-Alto, Baixo-Alto, Baixo-Baixo e Alto-Baixo.

Assim, as técnicas de AEDE, que também serão utilizadas neste trabalho, permitem um maior conhecimento dos dados espaciais, favorecendo a uma melhor especificação do modelo econométrico espacial a ser analisado.

4.2 Modelos da Econometria Espacial.

Os avanços da ciência regional, e o reconhecimento da importância da variável espaço nos modelos desenvolvidos pelos economistas regionais proporcionaram o surgimento de técnicas estatísticas e econométricas que incorporam em suas estruturas os aspectos espaciais. No campo da econometria, Anselin (1988) denomina estes aspectos, de *efeitos espaciais*, diferenciados em *dependência espacial* e *heterogeneidade espacial*.

Como Anselin (1988) explica a dependência espacial ou autocorrelação espacial pode ser causada por uma variedade de fatores inerentes ao processo de interação espacial e a estrutura espacial do fenômeno em análise.

Ainda segundo Anselin (1988), é possível evidenciar uma grande heterogeneidade nos fenômenos espaciais, estes aspectos podem estar explicitamente relacionados a questões teóricas, diferenças como regiões avançadas ou atrasadas economicamente, as relações hierárquicas existentes entre as regiões. E ainda, mais especificamente no uso da econometria, a heterogeneidade espacial pode estar relacionada às variações nos parâmetros da estimação, e a mudanças estruturais nos modelos.

É importante entender como estas interações espaciais são captadas, desta forma, faz-se necessário estabelecer inicialmente um parâmetro que nos mostre o grau de interação espacial do objeto analisado.

De acordo com Almeida (2012, p. 150):

“O modelo econométrico-espacial a ser especificado deve considerar aspectos teóricos e empíricos que envolvem o processo espacial subjacente ao fenômeno em estudo. As defasagens espaciais que serão incorporadas no modelo de regressão a fim de capturar esses aspectos do processo tomam a forma de variáveis defasadas espacialmente, tais como Wy , WX , $W\xi$ e/ ou $W\varepsilon$. Isoladamente ou em conjunto num mesmo modelo, são essas defasagens que dão conta de controlar a dependência espacial...”.

Assim, define-se uma matriz de ponderação espacial (W) que quantifica a conectividade espacial da variável de interesse, no caso deste estudo as interações na taxa de crescimento da renda por trabalhador, em regiões vizinhas.

Anselin (1988) destaca a importância do processo de escolha de uma matriz de peso espacial, visto sua imbricação com a captação da autocorrelação espacial. Uma má especificação da matriz de ponderação pode gerar fortes implicações no desempenho dos estimadores e dos testes estatísticos.

As diferentes formas que a dependência espacial se manifesta podem ser controladas num conjunto bem detalhado de modelos desenvolvidos na econometria espacial. Desta forma, a fim de analisar a importância da variável espaço na determinação da convergência da renda nos municípios nordestinos, será apresentado brevemente os principais modelos econométricos-espaciais a serem adotados neste trabalho.

Para tanto, toma-se como base a classificação apresentada em Almeida (2012)³ que detalha os principais modelos econométricos-espaciais que utilizam dados em corte transversal, e que servirão para analisar o processo de convergência da renda entre os municípios do Nordeste.

Com base em Almeida (2012), os modelos espaciais podem ser classificados em modelos de alcance global, modelos de alcance local e modelos de alcance global-local da dependência espacial.

O modelo global é caracterizado por apresentar a dependência espacial da qual o transbordamento do efeito espacial é global, ou seja, os efeitos que possam ocorrer na variável dependente y em uma determinada região gere uma transmissão destes efeitos para todas as regiões através do multiplicador espacial. Dentre os modelos de alcance global que serão utilizados neste trabalho temos: o Modelo de Defasagem Espacial (modelo SAR), o Modelo de Erro Autorregressivo Espacial (modelo SEM) e o Modelo de Defasagem Espacial com Erro Autorregressivo Espacial (modelo SAC).

Já, os modelos de alcance local da dependência espacial são caracterizados por apresentar uma dependência espacial que gera impactos de maneira localizada, ou seja, é apenas observado em algumas regiões em estudo, especialmente entre os vizinhos diretos, e os vizinhos indiretos de segunda ordem (vizinhos dos vizinhos). Nesta linha, será apresentado o modelo Regressivo Cruzado Espacial (modelo SLX).

³ Para uma melhor compreensão dos modelos econométricos que tratam a dependência espacial, recomenda-se a leitura do capítulo 05 do livro *Econometria Espacial Aplicada*, de Eduardo Almeida, publicado no ano de 2012.

Por fim, serão tratados os modelos que apresentam simultaneamente o alcance da dependência espacial tanto global como local. Dentre estes, serão detalhados os modelos Durbin Espacial (modelo SDM), e o Durbin Espacial do Erro (SDEM).

4.2.1 Modelo de defasagem espacial – Modelo SAR.

O modelo SAR expressa a interação existente entre a variável dependente em regiões vizinhas i e j . Este modelo pode ser expresso em sua forma mista, da seguinte maneira:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (3.1)$$

onde Wy representa um vetor n por 1 de defasagens espaciais da variável dependente, ρ é o coeficiente de defasagem espacial, que deve se encontrar no intervalo aberto -1 e 1 ($|\rho| < 1$). Se o coeficiente espacial ρ apresentar um sinal positivo, tem-se a indicação da presença de autocorrelação espacial global positiva. Mais detalhadamente, um ρ positivo indica uma relação direta entre os valores, ou seja, um alto valor de y nas regiões vizinhas implica num aumento do valor de y na região i . Ou, se as regiões vizinhas apresentarem um baixo valor de y estas diminuem o valor de y na região i . Já, se o coeficiente ρ for negativo indica a presença de autocorrelação espacial global negativa. Indicando uma relação inversa entre as regiões, assim, regiões vizinhas com alto valor de y diminuem o valor de y na região i , e vice-versa. E ainda, temos que X é uma matriz de variáveis explicativas exógenas e ε é o termo de erro.

4.2.2 Modelo de erro autorregressivo espacial – Modelo SEM.

No modelo SEM a dependência espacial se manifesta nos resíduos do modelo, ou seja, o padrão espacial aparece no termo de erro, ocasionado por efeitos não modelados, que, portanto deixam de ser distribuídos aleatoriamente no espaço, estando autocorrelacionados espacialmente. Formalmente o modelo SEM pode ser expresso por:

$$\begin{aligned} y &= X\beta + \xi \\ \xi &= \lambda W\xi + \varepsilon \end{aligned} \quad (3.2)$$

onde $W\xi$ é uma matriz que representa uma média dos erros nas regiões vizinhas, acompanhados de um coeficiente λ que representa o parâmetro do erro autorregressivo espacial, onde $|\lambda| < 1$, e ε é o termo de erro aleatório.

4.2.3 Modelo de defasagem espacial com erro autorregressivo espacial – Modelo SAC.

O modelo SAC trata da dependência espacial que se manifesta tanto na estrutura da variável dependente do modelo, como na forma de erros autocorrelacionados espacialmente. Formalmente o modelo SAC é representado:

$$\begin{aligned} y &= \rho Wy + X\beta + \xi \\ \xi &= \lambda W\xi + \varepsilon \end{aligned} \quad (3.3)$$

onde Wy representa a defasagem espacial da variável dependente, e $W\xi$ é o termo de erro defasado espacialmente. Para evitar comportamento instável, os parâmetros ρ e λ são restringidos, e exigem que sejam $|\rho| < 1$ e $|\lambda| < 1$. A não incorporação dos componentes Wy e $W\xi$ quando relevantes, podem gerar estimativas viesadas e ineficientes em amostras finitas, e inconsistentes em grandes amostras.

4.2.4 Modelo regressivo cruzado espacial - Modelo SLX.

O modelo SLX está classificado dentre os modelos que apresentam a dependência espacial localizada, ou seja, os efeitos da autocorrelação espacial são observados para algumas regiões vizinhas da área de estudo, especialmente entre vizinhos diretos. No modelo SLX, é levado em conta que algumas ou todas variáveis explicativas X especificadas no modelo gere um efeito de transbordamento localizado nas regiões vizinhas. Ou seja, que as variáveis explicativas da região i influenciam a variável dependente y na região vizinha j , e vice-versa. O modelo SLX pode ser representado formalmente por:

$$y = X\beta + WX\tau + \varepsilon \quad (3.4)$$

onde WX representa o transbordamento espacial das variáveis explicativas, e τ o parâmetro que informa o grau de interação espacial localizado de WX nas regiões vizinhas, sem afetar todo o sistema.

4.2.5 Modelo de Durbin espacial - Modelo SDM.

O modelo SDM, incorporar tanto a ideia de transbordamento espacial através das variáveis explicativas WX , como inclui a variável dependente defasada espacialmente Wy . O modelo SDM entra no rol dos modelos que apresenta um alcance global dado pelo

multiplicador espacial decorrente da adição da defasagem espacial da variável endógena, e ainda um alcance local advindo da defasagem espacial das variáveis explicativas.

Como LeSage e Pace (2009) *apud* Almeida (2012), o que estimula a utilização do modelo de Durbin espacial é o fato desse modelo representar uma situação muito constante nos trabalhos econométricos, que é a omissão de variáveis relevantes que estão correlacionadas com, ao menos alguma das variáveis explicativas adotadas no modelo. O modelo SDM pode ser representado formalmente como:

$$y = \rho Wy + X\beta + WX\tau + \varepsilon \quad (3.5)$$

onde Wy representa a defasagem espacial da variável dependente, com transbordamento global, e WX representa o transbordamento espacial localizado das variáveis explicativas.

4.2.6 Modelo de Durbin espacial do erro - Modelo SDEM.

O modelo SDEM apresenta elementos de transbordamento espacial de alcance local que propaga por das variáveis explicativas exógenas X , e elementos de transbordamento espacial global que interfere o termo de erro ξ . O modelo SDEM pode ser representado formalmente com a seguinte estrutura:

$$\begin{aligned} y &= X\beta + WX\tau + \xi \\ \xi &= \lambda W\xi + \varepsilon \end{aligned} \quad (3.6)$$

a notação é semelhante a dos modelos anteriores, onde WX representa o transbordamento espacial local das variáveis explicativas, atingindo apenas os vizinhos diretos, enquanto $W\xi$ representa o termo de erro defasado espacialmente que afeta todos os conjuntos de regiões. O parâmetro continua com a restrição que $|\lambda| < 1$.

4.3 Análise Local: Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG) com controle para dependência espacial.

4.3.1 Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG)

De acordo com Fotheringham *et al.* (2000), os modelos e técnicas de análises espaciais comumente utilizados estão voltados para análise de resultados globais, supondo que estes resultados representem um conjunto de relações aplicados igualmente através das regiões. Fotheringham *et al.* (2000) explicam que na realidade o que está sendo realizado numa análise global é uma média dos resultados para os dados da região. Ou seja, segundo os autores, se

estas relações não forem homogêneas entre as sub-regiões, os resultados globais podem ter aplicações limitadas na análise de determinados pontos da região, ou até mesmo não representar a realidade dos resultados destes pontos específicos.

Fotheringam, Brunsdon e Charlton (2000; 2002) admitindo que variações nas relações espaciais possam existir, desenvolvem a Regressão Ponderada Geograficamente, técnica que amplia a estrutura tradicional do modelo clássico de regressão linear⁴, possibilitando que sejam estimados parâmetros locais, no lugar de parâmetros globais. O modelo RPG é escrito da seguinte forma:

$$y_i = \beta_0(u_i v_i) + \sum_k \beta_k(u_i v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (3.7)$$

onde $(u_i v_i)$ representa as coordenadas geográficas de cada região i no espaço e $\beta_k(u_i v_i)$ é uma função contínua de i , e x_{ik} representa as variáveis explicativas de cada região i , tendo k como o número de variáveis independentes para cada ponto.

Segundo Fotheringam *et al* (2002) o ajuste do modelo representado na equação 3.7, poderia apresentar um trade-off em virtude de um número de variáveis não observadas maior do que variáveis conhecidas. Entretanto, Fotheringam *et al* (2002) com base em Hastie e Tibshirani (1990) e Loader (1999) assumem que os coeficientes desta regressão não seja aleatórios, mas admitem que estes sejam uma função determinística da variável *localização no espaço*.

A RPG é estimada através de um Mínimo Quadrado Ponderado, de modo que uma observação é ponderada de acordo com sua proximidade à localização i , ou seja, assume-se que os valores observados mais próximos a i influenciam mais a estimação do $\beta_k(u_i v_i)$, do que os dados mais distantes de i . Assim, o ajuste da RPG se dá pela ponderação de uma observação de acordo com a proximidade desta com a localidade i , sendo que o peso dado as observações variam de acordo com cada ponto i , ou seja, eles não são constantes. Quanto mais próximo de i o dado observado estiver, maior será seu peso, em comparação com os dados observados mais longínquos do ponto i .

Desta forma, a estimação da RPG assume a seguinte estrutura:

$$\hat{\beta}(u_i v_i) = (X^T W(u_i v_i) X)^{-1} X^T W(u_i v_i) y \quad (3.8)$$

⁴ Um modelo de regressão global é expresso:

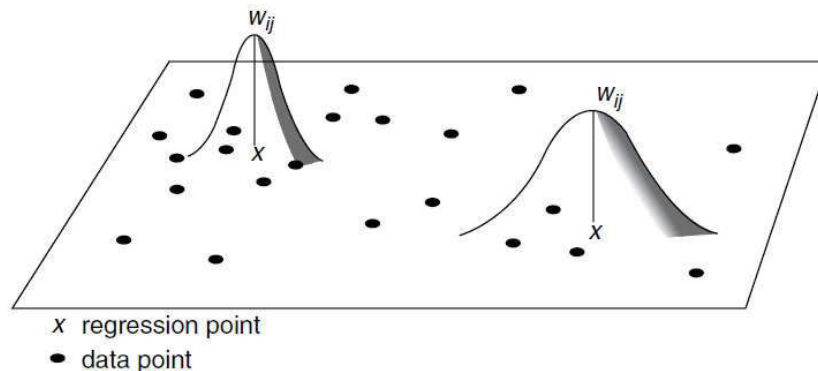
$$y_i = a_0 + \sum_k x_{ik} + \varepsilon_i$$

onde $W(u_i v_i)$ é uma matriz n por n que cujos elementos da diagonal principal representam os pesos geográficos para cada n observado nos dados para a regressão no ponto i .

De acordo com Fotheringham *et al* (2002), a matriz de ponderação espacial é determinada por uma função Kernel espacial, e este *kernel* pode assumir a forma de uma função constante, o denominado *kernel* fixo. E pode também uma forma que se adéqua as variações espaciais, o denominado *kernel* adaptativo. Os autores apontam que existe uma vantagem na utilização do *kernel* adaptativo, visto que o *kernel* fixo podem sofrer algum viés ou ser ineficiente, argumentando que em regiões onde os dados são densos, o *kernel* fixado pode ser maior do que o necessário, ou ainda onde os dados são escassos o *kernel* pode ser menor que o necessário para estimação dos parâmetros.

Assim como em Ribeiro e Almeida (2012) este trabalho adota um *kernel* espacial adaptativo como método de análise. Já que, como Fotheringham *et al* (2002) explica este tipo de *kernel* se adéqua ao conjunto das informações, em outras palavras o *kernel* se estende às áreas na qual as observações são escassas, e se comprime em áreas na qual as observações são abundantes. Esta explanação do funcionamento do *kernel* adaptativo pode ser melhor visualizada pela figura 4.1.

Figura 4.1 – Kernel Espacial Adaptativo



Fonte: Fotheringham *et al.* (2002, p.47)

Para a análise desenvolvida neste trabalho, com base em Fotheringham *et al* (2002) a função *kernel* adaptativa é gerada através função bi-quadrada adaptativa, definida na seguinte estrutura:

$W_{ij} = [1 - (d_{ij}/b)^2]^2$ se j é um dos n ésimo vizinhos próximos de i e b é a distância para o n ésimo vizinho próximo.

= 0 caso contrário (3.10)

Apresentada a estrutura básica das Regressões Ponderadas Geograficamente, a continuidade desta seção irá detalhar como estas técnicas combinadas aos modelos estruturados na econometria espacial possibilitam o tratamento dos dois efeitos espaciais, a heterogeneidade espacial e o da autocorrelação espacial.

4.3.2 Regressão Ponderada Geograficamente com controle para Dependência Espacial.

A metodologia de Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG) por estimar um modelo localizado, ou seja, para cada região, consegue controlar a heterocedasticidade espacial extrema. Tendo em vista, a necessidade de controle para dependência espacial, faz-se necessário a incorporação dos modelos que tratam da autocorrelação espacial nos modelos de RPG. Assim, tomando como base a metodologia adotada em Ribeiro e Almeida (2012), e Almeida (2012) são construídos os seguintes modelos econométricos-espaciais locais: o modelo local de defasagem espacial (SAR – *Spatial Auto Regressive Model*), de erro autorregressivo espacial (SEM – *Spatial Error Model*), de defasagem espacial com erro autorregressivo espacial (SAC), o regressivo cruzado espacial (SLX), o de Durbin Espacial (SDM – *Spatial Durbin Model*), e por fim, o de Durbin espacial do erro (SDEM – *Spatial Durbin Error Model*).

Para a construção do modelo SAR local, deve-se incorporar a dependência espacial na forma da variável dependente defasada espacialmente, como na equação 3.9:

$$y_i = \alpha(u_i, v_i) + \rho(u_i, v_i)Wy_i + \sum_k \beta_k (u_i, v_i)X_{ik} + \varepsilon_i \quad (3.9)$$

onde Wy é a defasagem espacial da variável dependente construída através de uma matriz de ponderação espacial, a ser detalhada na especificação empírica do modelo. O intercepto é especificado localmente, $\alpha(u_i, v_i)$. O parâmetro ρ determina o grau de autocorrelação espacial para cada região i . A variável X_{ik} representa as variáveis independentes, e ε_i o resíduo do modelo.

Ribeiro e Almeida (2012) destacam que para eliminar a endogeneidade da variável Wy em relação à variável dependente, o modelo deve ser estimado pelo uso de variáveis instrumentais, tendo como instrumentos defasagens das variáveis explicativas WX do modelo a ser analisado. Como os autores explicam estima-se uma regressão auxiliar de Wy , tendo como regressores as variáveis explicativas X , e as defasagens espaciais destas, WX . O valor predito do Wy através desta regressão auxiliar é que passa a ser utilizado na regressão (3.9)

O modelo SEM local, que modela a autocorrelação espacial manifestada no termo de erro, adaptado a RPG, assume a seguinte estrutura:

$$y_i = \alpha(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k (u_i, v_i) X_{ik} + \varepsilon_i$$

$$\varepsilon_i = \lambda (u_i, v_i) W_\varepsilon + \xi \quad (3.10)$$

onde W_ε representa a defasagem espacial do termo de erro, o λ é o parâmetro do erro autoregressivo espacial.

Como visto em seções anteriores, alguns modelos consideram a existência de uma relação na qual algumas ou todas as variáveis explicativas especificadas possam gerar um efeito de transbordamento localizado para as regiões vizinhas. Ou seja, um conjunto de modelos que incorporam defasagens espaciais para as variáveis de controle, WX. Neste conjunto, temos os modelos SLX, SDM e SDEM.

O modelo SLX combinado com as Regressões Ponderadas Geograficamente apresenta a seguinte estrutura:

$$y_i = \alpha(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k (u_i, v_i) X_{ik} + \sum_k \tau_k (u_i, v_i) W X_{ik} + \varepsilon_i \quad (3.11)$$

Já o modelo RPG com dependência do tipo Durbin espacial, também chamado de SDM local, além de apresentar a ideia do transbordamento por meio da defasagem das variáveis explicativas WX, permite um alcance global do fenômeno estudado, com a incorporação da variável dependente defasada espacialmente Wy, assim:

$$y_i = \alpha(u_i, v_i) + \rho(u_i, v_i) W y_i + \sum_k \beta_k (u_i, v_i) X_{ik} + \sum_k \tau_k (u_i, v_i) W X_{ik} + \varepsilon_i \quad (3.12)$$

E por fim, temos ainda o modelo SDEM local, que incorpora as defasagens espaciais das variáveis explicativas WX, e acrescenta também um componente que capta a o transbordamento espacial global que afeta o termo de erro W_ε .

$$y_i = \alpha(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k (u_i, v_i) X_{ik} + \sum_k \tau_k (u_i, v_i) W X_{ik} + \varepsilon_i$$

$$\varepsilon_i = \lambda (u_i, v_i) W_\varepsilon + \xi \quad (3.13)$$

Nos modelos apresentados nas equações 3.11, 3.12 e 3.13 como pode ser observado a variável WX representa as defasagens espaciais das variáveis explicativas do modelo a ser

especificado, e o τ representa o parâmetro que mostra o grau de interação entre as variáveis explicativas da região i influenciando a variável dependente y na região j .

Ribeiro e Almeida (2012) chamam atenção para alguns procedimentos específicos que devem ser utilizados na estimação destes modelos. Para estimação do SDM local, devesse adotar o mesmo procedimento adotado na estimação do SAR local, através de variáveis instrumentais. Desta forma, as variáveis contidas na matrix WX servem como instrumentos das próprias WX , e para instrumentalizar a defasagem da variável dependente Wy são utilizadas as defasagens espaciais das defasagens espaciais de X , equivalente a WWX .

Para estimação dos modelos SEM e SDEM local, Ribeiro e Almeida (2012) indicam que estes são estimados pelo método de Kalejian e Prucha (1999), que não prescinde de normalidade nos erros, para que haja consistência dos estimadores. Assim de acordo com Ribeiro e Almeida (2012, p. 408), o estimador de Kalejian e Prucha é obtido através do seguinte procedimento:

- i. Estima-se os modelos (3.10 e 3.13) por MQO para se obter as estimativas de β e λ .
- ii. Obtêm-se os resíduos da estimação do modelo da seguinte forma:

$$\hat{\varepsilon} = y - X\hat{\beta} \quad (3.14)$$

- iii. Com a adoção de um procedimento *à la* Cochrane-Orcutt transformam-se as variáveis do modelo por intermédio da filtragem espacial, do seguinte modo: $y^* = y - \lambda Wy$ e $X^* = X - \lambda WX$, onde y^* e X^* indicam as variáveis filtradas.

Dessa forma, o modelo econométrico desenvolvido neste trabalho tratará a heterogeneidade espacial extrema com o auxílio do RPG e, por fim, a autocorrelação espacial com o auxílio dos modelos locais SAR, SEM, SLX, SDM e SDEM.

4.4 Especificação empírica e Base de dados.

O modelo a ser analisado nesta dissertação contempla a proposta de verificar a influência da dinâmica espacial no processo de convergência da renda entre os municípios do Nordeste brasileiro. A análise econométrica se dá em duas etapas, num primeiro momento é verificada se no período analisado houve um padrão de convergência semelhante ou diferente

daquele encontrado por Lall e Shalizi (2003), aprimorando o modelo em questão com um conjunto de técnicas mais avançadas dentre as desenvolvidas no campo da econometria espacial. No segundo momento é verificada a hipótese de convergência local, ou seja, com base na metodologia desenvolvida em Ribeiro e Almeida (2012) analisa-se o padrão de convergência para cada município nordestino, tomando como instrumento as Regressões Ponderadas Geograficamente.

Como um dos objetivos é analisar o modelo proposto por Lall e Shalizi (2003), o presente trabalho adota o mesmo conjunto de variáveis no modelo proposto por estes autores. As diferenças estão na periodicidade dos dados, já que no estudo presente busca-se analisar a hipótese de convergência da renda na década recente, mais precisamente entre os anos de 2000 e 2010. Outra diferença consiste na qualidade das informações e da agregação das variáveis do estudo.

Como em Lall e Shalizi (2003), para o cálculo da hipótese de convergência da renda, utilizou-se a taxa de crescimento do rendimento por trabalhador. A taxa de crescimento foi calculada em *log difference*, entre os anos de 2000 e 2010. Os dados utilizados no modelo econométrico neste trabalho foram extraídos dos microdados dos Censos Demográficos do ano 2000 e 2010, para os 1786⁵ municípios do Nordeste brasileiro. E são descritos no Quadro 01, abaixo:

Quadro 01: Descrição das variáveis.

Código da Variável	Variável	Fonte dos Dados	Descrição da Variável	Sinal Esperado
Variável Dependente (CRESC)	Taxa de Crescimento do Rendimento por trabalhador.	IBGE	Taxa de crescimento da renda proveniente do trabalho principal em relação ao número de pessoas ocupadas.	
RENDA	Renda proveniente do trabalho principal pela população ocupada no período inicial	IBGE	Renda proveniente do trabalho principal em relação ao número de pessoas ocupadas.	-
IND	Percentual de empregos no Setor Indústria.	IBGE	Percentual de trabalhadores empregados no setor industrial.	+
SERV	Percentual de empregos no Setor Serviços.	IBGE	Percentual de trabalhadores empregados no setor serviços.	+
EDUC	Percentual da população com ensino médio.	IBGE	Número de pessoas que concluíram o ensino médio em relação a população total.	+
URB	Percentual de Domicílios Urbanos	IBGE	Número de domicílios urbanos em relação ao número total de domicílios.	+
ELET	Percentual de Domicílios com energia elétrica	IBGE	Número de domicílios com acesso a energia elétrica em relação ao número total de domicílios.	+

Fonte: Elaboração Própria.

⁵ Para um melhor efeito comparativo foram considerados os números de municípios existentes no ano 2000. Além da exclusão da Ilha de Fernando de Noronha, como Almeida (2012) explica regiões isoladas ou ilhas podem causar problemas na especificação da matriz de ponderação espacial.

Como assumido na formulação do problema deste trabalho, faz-se necessário entender que o Nordeste brasileiro é fortemente heterogêneo em seus aspectos socioeconômicos. Do ponto de vista teórico o modelo desenvolvido segue a estrutura do modelo de convergência condicional, já que assumisse que cada município nordestino tenha estruturas econômicas diferentes, bem como diferentes estados estacionários nos níveis de renda por trabalhador.

O modelo desenvolvido neste trabalho sem considerar o controle para os efeitos espaciais é expresso formalmente com a seguinte especificação:

$$\begin{aligned} CRESC_i &= \beta_0 RENDA_{i\ t-1} + X\beta + \varepsilon_i \\ i &= 1, \dots, n; i \neq j \end{aligned} \quad (3.16)$$

onde $CRESC_i$ é o crescimento da renda por trabalhador em cada município i , $REND A_{i\ t-1}$ é a renda por trabalhador no período inicial no município i , X representa um vetor de fatores estruturantes como capital humano, estrutura econômica, urbanização, como fontes aproximadas para o crescimento da região, e ε_i é o termo de erro com distribuição $N(0, \sigma^2)$. O parâmetro β_0 representa a medida da convergência no rendimento do trabalhador, para qual a taxa de crescimento dos municípios com menor nível de produtividade deve ser maior que a dos municípios com maior produtividade. Para tanto, espera-se que o sinal da variável $REND A$ seja negativo, corroborando a hipótese de convergência onde regiões mais pobres tendem a crescer mais rapidamente que regiões mais ricas.

No entanto, avançando metodologicamente em relação ao trabalho proposto por Lall e Shalizi (2003), busca-se analisar o processo de convergência local entre os municípios nordestinos, com base no trabalho proposto por Ribeiro e Almeida (2012). Assim, para a análise da hipótese de convergência local será adotada as Regressões Ponderadas Geográficas com controle para dependência espacial, detalhadas na seção 3.2.2 deste trabalho.

No próximo capítulo deste trabalho são apresentados os resultados encontrados para Análise Exploratória de Dados Espaciais, verificando o padrão de associação espacial existente na renda proveniente do trabalho no Nordeste, bem como, os resultados dos modelos econométricos-espaciais propostos, analisado como se deu o processo de convergência da renda nos municípios nordestinos na década recente.

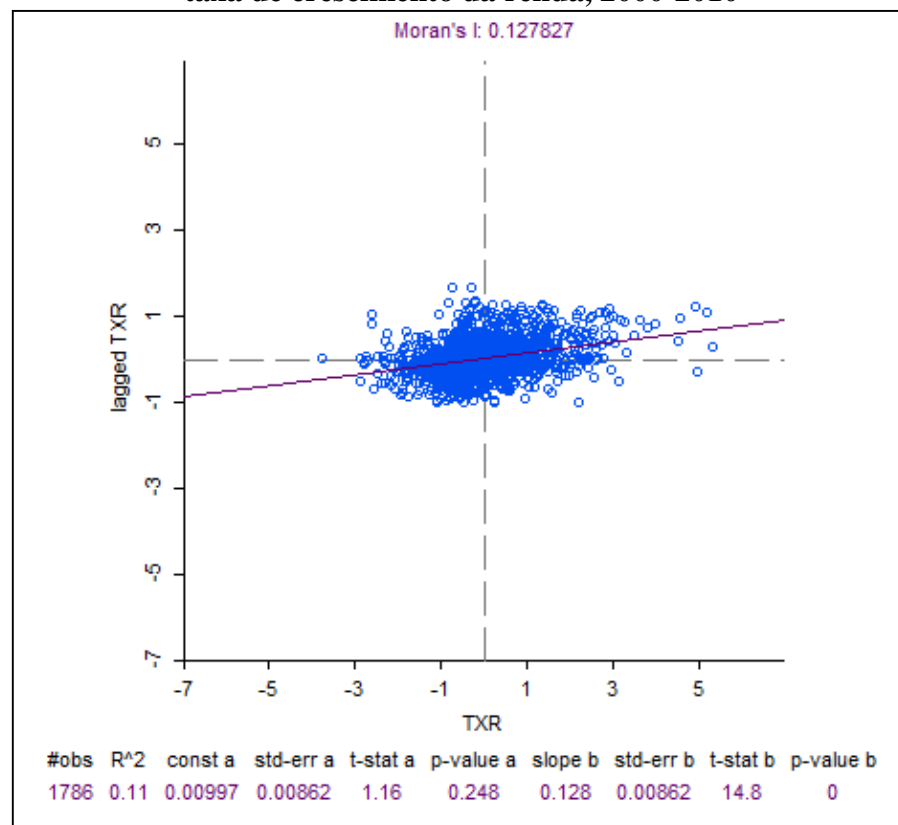
5 RESULTADOS.

5.1 – Dinâmica espacial da renda no Nordeste: Uma análise exploratória de dados espaciais.

Nos estudos recentes sobre a economia do Nordeste, pouca atenção tem sido dada à dinâmica espacial da desigualdade intrarregional nesta região. Assim, com o objetivo de perceber as diferenciações da estrutura econômica nordestina no espaço, esta seção analisa alguns aspectos da dinâmica espacial, que nos direciona ao problema apresentado na introdução deste trabalho, ou seja, se há de fato um processo de atenuação das desigualdades nos níveis de renda e de produção entre as sub-regiões do Nordeste, ou se existe ainda um processo de concentração espacial da renda e produtividade nos municípios que já apresentavam melhores indicadores no início da década.

Para tanto, a análise concentra-se nos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) que indica a formação de *clusters* espaciais capazes de capturar padrões locais de autocorrelação espacial, através do *I* de Moran local, estatisticamente significativo.

Figura 5.1 – Diagrama de Dispersão de Moran Univariado – taxa de crescimento da renda, 2000-2010



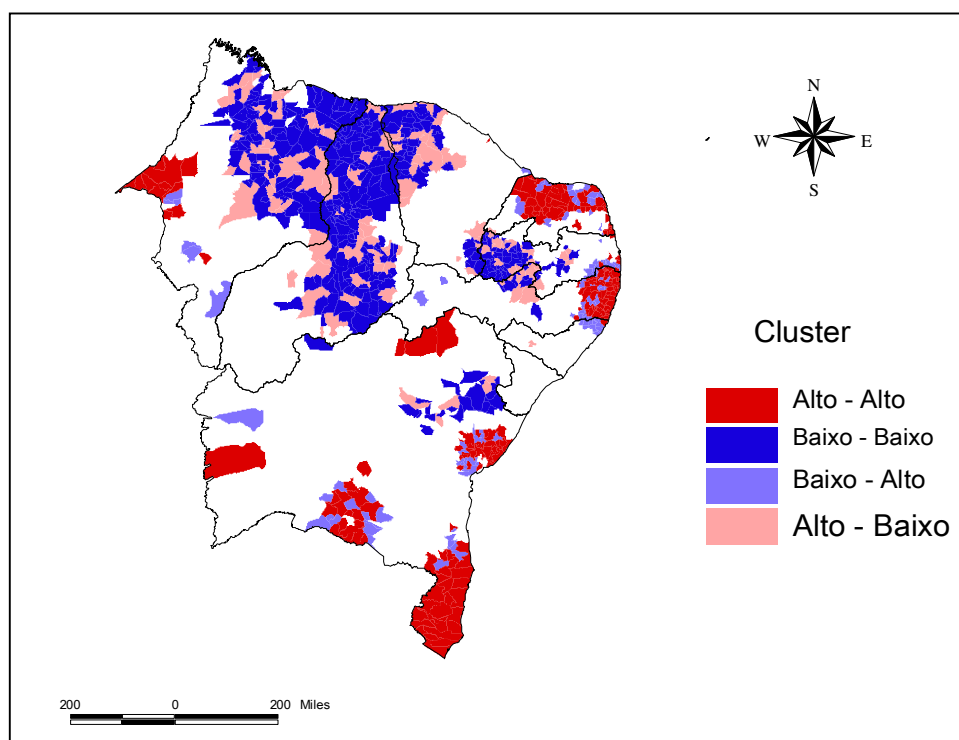
Fonte: Elaboração do autor.

O diagrama de dispersão de Moran, como pode ser visto pela Figura 5.1 apresenta uma indicação da presença de autocorrelação espacial positiva entre as taxas de crescimento da renda dos municípios nordestinos entre 2000 e 2010. O coeficiente I de Moran positivo de 0,1278 dá um indicativo de um padrão de associação espacial, da variação na renda no Nordeste, onde municípios com taxas semelhantes de variação da renda estão relacionados por proximidade espacial.

O mapa de *clusters* do I de Moran local, por sua vez, serve para orientar onde e que tipo de associação espacial está ocorrendo com a renda e seu crescimento nos municípios do Nordeste. Para tanto, as figuras 5.2, 5.3 e 5.4 mostram como se deu a dinâmica espacial da renda por trabalhador ao longo da década, naquela região.

A figura 05 mostra um retrato da associação espacial da renda por trabalhador no ano 2000. Pode-se observar a formação de alguns *clusters* espaciais, ou seja, em algumas localidades do Nordeste há a exibição de algum grau de associação espacial entre a renda por trabalhador.

Figura 5.2 – Mapa de Cluster LISA para Renda por trabalhador em 2000



Fonte: Elaboração do autor. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico 2000. Renda proveniente do trabalho principal pela população ocupada.

Para o ano de 2000, como mostra a figura 5.2, percebe-se a formação de clusters do tipo Alto-Alto, ou seja, aglomerações formadas por associação espacial entre municípios que apresentam maiores níveis de renda por trabalhador em 2000. Estes clusters do tipo Alto-Alto

aparecem notoriamente em regiões de maior nível de produto no Nordeste, como o caso das regiões metropolitanas e cidades vizinhas de Salvador e Recife. No caso da Bahia, é observada ainda a formação de outros *clusters* do tipo Alto-Alto, especialmente no Sul, com cidades historicamente importantes como Ilhéus e Itabuna, e no Sudoeste do estado. Dentro da região Nordeste, outros dois *clusters* Alto-Alto, chamam atenção, o primeiro no sudoeste maranhense, com a influência de cidades como Imperatriz e Açailândia. E o segundo, que mostra uma forte similaridade entre as cidades com um nível de renda relativamente maior à média da região, é o *cluster* do Rio Grande do Norte, englobando quase toda a metade superior deste estado.

Por outro lado, vista a heterogeneidade da região Nordeste, chama atenção o denso *cluster* do tipo Baixo-Baixo, ou seja, regiões com um padrão associativo entre municípios de baixa renda por trabalhador. Este grande *cluster* Baixo-Baixo, engloba as cidades do nordeste do Maranhão, o norte e o centro do Piauí, e se expande até o noroeste do Ceará.

Tem-se ainda outros dois *clusters* do tipo Baixo-Baixo, o primeiro, no nordeste baiano, próximo à fronteira com o estado de Sergipe. E o segundo na fronteira entre o Ceará, e o interior da Paraíba.

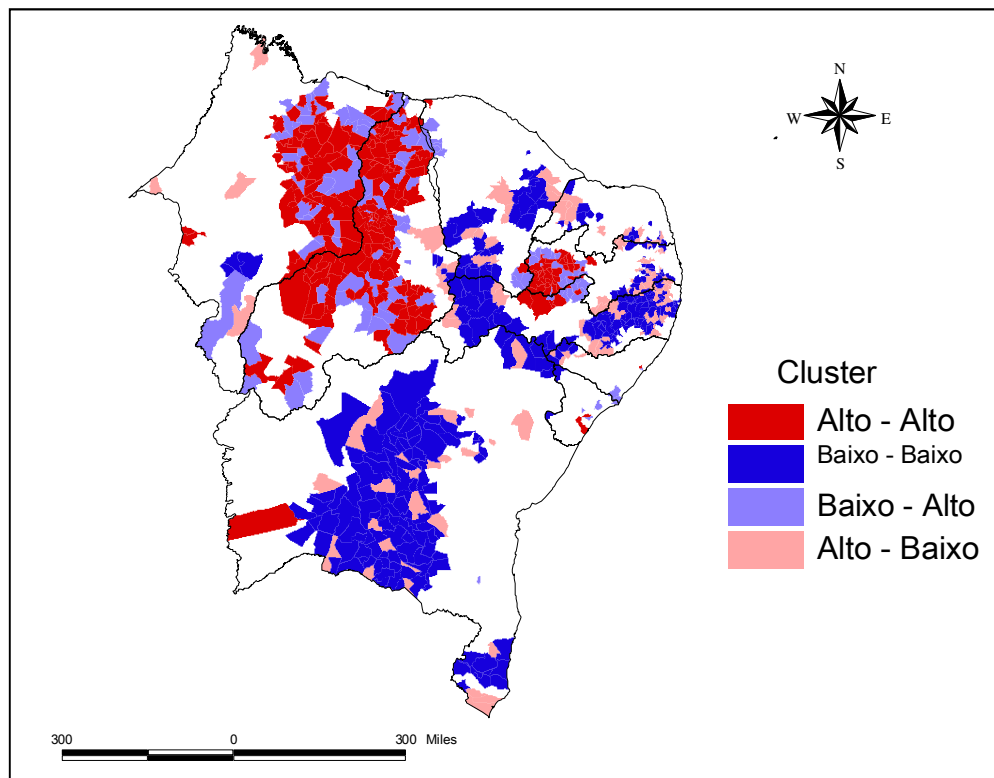
Já na figura 5.3, observa-se o processo de associação espacial local do crescimento da renda por trabalhador nos municípios nordestinos, o que se espera no arcabouço teórico da literatura de convergência da renda, é que as regiões que apresentaram maior crescimento sejam aquelas que possuíam os menores níveis de renda no início do período. Se analisarmos de forma comparativa a figura 5.2 e 5.3 é possível observar algum processo neste sentido.

Considerando a figura 5.3, diferentes aspectos marcam o processo espacial de crescimento da renda por trabalhador no Nordeste, o primeiro é uma notória concentração do *cluster* do tipo Alto-Alto, no Centro-Norte do Piauí e Nordeste maranhense, ou seja, regiões formadas por municípios que apresentaram maiores taxas de crescimento, associados entre si. A partir desta análise já é possível perceber um processo transição naquela região, a formação de *cluster* do tipo Alto-Baixo, pontuado em municípios que exibiam maior renda média por trabalhador naquela localidade em 2000, e exibem menores níveis de crescimento no período. Esta indicação serve para corroborar a hipótese de convergência local nestas regiões.

Processo semelhante é evidenciado na região de encontro das cidades vizinhas do oeste da Paraíba, sul do Ceará e norte pernambucano, onde se tem a formação de um *cluster* Alto-Alto para a taxa de crescimento, associados ainda a um *cluster* Alto-Baixo, no qual há um crescimento menor nas regiões que eram detentoras das maiores rendas médias no ano 2000, indicando mais uma vez um processo de convergência local na região destacada.

No que tange a formação de *clusters* do tipo Baixo-Baixo, ou seja, regiões que apresentaram baixo crescimento da renda por trabalhador, associando-se espacialmente. Dois casos chamam atenção, a primeira é uma concentração deste tipo de cluster em Pernambuco, tomando grande parte do território do estado. E ainda no Centro e Norte da Bahia, com uma forte concentração do *cluster* Baixo-Baixo. Estas regiões poderiam estar englobadas em um processo de estagnação econômica, visto que não são regiões de alta renda, e que não apresentaram taxas de crescimento consideráveis.

Figura 5.3 – Mapa de Cluster LISA para a taxa de crescimento da renda por trabalhador – 2000/2010



Fonte: Elaboração do autor. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico 2000 e 2010. Taxa de crescimento da renda proveniente do trabalho principal pela população ocupada.

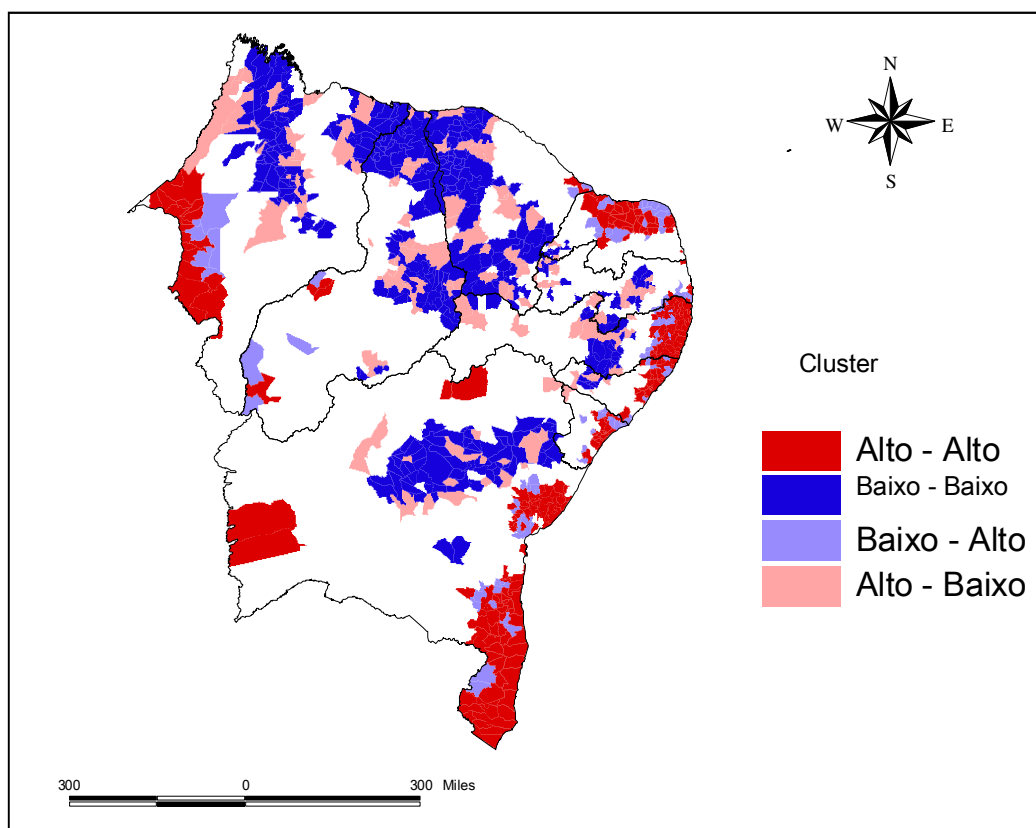
Ao comparar as figura 5.2 e 5.3, já seria possível observar algum indício de convergência localizado, sobretudo nas regiões norte e centro do Piauí e nordeste maranhense, que claramente apontam uma relação inversa entre crescimento da renda e o valor desta no ano 2000. Os pontos visualizados que apresentavam menor renda em 2000, ou *clusters* do tipo Baixo-Baixo, são os que apresentam maior crescimento no período de 2000-2010, ou clusters do tipo Alto-Alto para variável crescimento da renda. Este tipo de relação acontece também no centro da região de fronteira entre a Paraíba, Ceará e Pernambuco. Menos representativo,

mas que aponta ainda esta relação inversa entre crescimento e renda podem ser visualizados no sul da Bahia e leste de Pernambuco, regiões que exibiam um padrão de concentração Alto-Alto da renda em 2000, apresentando baixas taxas de crescimento associadas espacialmente.

A comparação entre os três retratos da diferenciação espacial da renda por trabalhador, exibidos pelas figuras 5.2, 5.3 e 5.4 mostra como se deu a dinâmica da renda proveniente do trabalho no período. Esta análise serve para verificar se o processo de crescimento da renda permitiu uma transformação na realidade nordestina, e se há indicativos de um processo de convergência nos municípios da região.

Nesse sentido, a figura 5.4 mostra o padrão de associação espacial existente entre a renda proveniente do trabalho entre os municípios nordestinos no ano de 2010.

Figura 5.4 – Mapa de Cluster LISA para Renda por trabalhador em 2010



Fonte: Elaboração do autor. Censo Demográfico 2010. Renda proveniente do trabalho principal pela população ocupada.

Detendo-se na análise espacial, é possível indicar um leve processo de convergência da renda entre os municípios da região, e esta afirmação pode ser indicada por dois aspectos importantes. O primeiro aspecto evidenciado é a desconcentração do então *cluster* Baixo-Baixo, apresentado na figura 5.2, nos municípios do Centro e Norte do Piauí e do Nordeste maranhense.

Se no ano 2000 estes municípios formavam uma associação espacial de baixa renda, são os mesmos que passam a apresentar uma maior dinâmica de crescimento, indicados por um processo de associação espacial do tipo Alto-Alto (figura 5.3), concentrando as maiores taxas de crescimento no período. Este processo de crescimento proporcionou um rompimento com aquele padrão espacial da renda em 2000. Como mostra a figura 5.4, especificamente nos municípios da parte central destas regiões, onde havia em 2000 uma forte concentração de municípios com baixa renda, em virtude do processo de crescimento, deixam de apresentar um cluster significativo, o que poderia representar um processo de melhora nos níveis de renda por trabalhador destas localidades ao longo da década. Ainda analisando os municípios maranhenses e do Piauí, visualiza-se dois movimentos do cluster Baixo-Baixo, o primeiro indo do Leste piauiense e se concentrando no oeste e centro do Ceará. E outro se concentrando no eixo central do Maranhão, mais próximo do norte do estado. Dando indícios de uma melhora no nível de renda destas regiões, e de convergência nesta localidade.

O segundo aspecto relevante que ressalta a afirmação de um leve processo de convergência local, é o fator concentrador da renda. Para que haja convergência é necessário que ocorra um processo de distribuição da renda entre as regiões. O que pode ser evidenciado na figura 5.4 é que no Nordeste ainda existe um processo concentrador da renda nas regiões que ao longo da década são as mais relevantes economicamente. Pode-se observar a formação de um “corredor” litorâneo, no qual estão localizados os municípios de maior renda e aqueles associados a eles. A exceção fica por conta de Fortaleza, a única dentre as capitais nordestinas situadas no litoral que não representou nenhum cluster significativo.

Se voltarmos ao capítulo 03 deste trabalho, e comparar os resultados apresentados pela figura 5.4, com a identificação dos “polos dinâmicos” apresentados em Araujo (2004), Diniz (2006), e Lima e Simões (2010) as regiões que apresentam maior concentração da renda são exatamente as caracterizadas como estes polos de dinamismo. Pode-se ver que a Região Metropolitana de Salvador, a região metropolitana de Recife, as cidades com indústrias de expansão urbana, como Aracaju, Maceió, João Pessoa e Natal, estão englobadas neste cluster Alto-Alto, formando o “corredor litorâneo”. Neste sentido, tem-se ainda outra indicação desta concentração espacial dos maiores níveis de renda, dentro da identificação dos “polos dinâmicos”, percebe-se a formação de clusters Alto-Alto, nos municípios detentores das indústrias interligadas à base agropecuária, como nos polos de agricultura irrigada de Petrolina/ Juazeiro, e na expansão da fronteira extensiva de grãos no cerrado nordestino, em localidades como Barreiras (BA), Imperatriz (MA), Balças (MA).

De maneira geral, o que a AEDE apresentada aqui mostra é que há de fato uma diferenciação espacial na dinâmica da renda por trabalhador no Nordeste. No entanto, ela dá indícios de um processo de convergência lento e que tem efeitos localizados. Desta forma, faz-se necessário verificar se os indícios verificados pela AEDE são corroborados com base nas especificações empíricas da econometria espacial apresentados nas seções seguintes.

5.2 Estimativas preliminares para convergência da renda – Modelo Clássico de Regressão Linear.

Nesta seção serão apresentados os resultados empíricos que analisam a hipótese de convergência entre os municípios nordestinos. Inicialmente estima-se o modelo clássico de regressão linear (MCRL), e verifica-se a existência de autocorrelação espacial nos resíduos deste modelo. Como a literatura econométrico-espacial sugere, se o modelo clássico não apresentar dependência espacial, este será o mais adequado para explicação da hipótese levantada no estudo.

Tabela 5.1 – Resultados do Modelo Clássico de Regressão Linear – MCRL

	Convergência Absoluta	Convergência Condicional
Constante	0,2666* (38,0532)	0,2761* (27,015)
RENDIA	-0,0007* (-23,9601)	- 0,0011* (-29,3032)
Variáveis de Controle	NÃO	SIM
R²	0,243	0,342
AIC	-3328,68	-3568,52
Multicolineariedade	6,05	18,52
Jarque-Bera	68,03*	167,318*
Koenker-Basset	30,14*	63,38*
Testes para Autocorrelação Espacial (distância 100km)		
I de Moran	20,65*	19,09*
ML (defasagem)	252,48*	158,69*
ML (defasagem) robusto	0,134	0,212
ML (erro)	412,30*	338,68*
ML (erro) robusto	159,95*	180,20*
Observações	1786	1786

Fonte: Elaboração própria. Observações: i) Os valores entre parênteses indicam o valor da estatística *t*. ii) Para estimação dos testes de autocorrelação espacial foi utilizada uma matriz de ponderação espacial com base na distância em quilométrica, onde Km = 100⁶. iii) * indicam que os coeficientes são significativos em 1%.

⁶ Esta matriz foi adotada com base no modelo de Lall e Shalizi (2003).

A tabela 5.1 apresenta os resultados dos testes para a convergência absoluta e condicional da renda por trabalhador, estimados por mínimos quadrados ordinários. Verifica-se que o coeficiente para renda inicial é negativo e estatisticamente significativo, em ambos os modelos. Isto indica que o crescimento relativo de regiões com menor nível de renda no início do período é superior ao das regiões com maior renda no mesmo período.

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.1, assim como em Lall e Shalizi (2003) já é possível indicar que o processo de convergência nos municípios da região Nordeste é do tipo condicional, ou seja, o processo é condicionado às características estruturais de cada município. Como pode ser observado, pode-se notar que o menor critério de informação Akaike (AIC) -3568,52 do modelo condicional indica que este é o modelo que melhor se ajusta. O coeficiente estimado da renda inicial no modelo condicional indica minimamente um maior sinal de convergência quando comparado ao modelo absoluto. Para o modelo absoluto o coeficiente estimado foi de -0,0007. Já, para o modelo condicional o coeficiente foi de -0,0011.

Como relatado acima, os resultados destes modelos foram encontrados por meio de estimativas do MCRL. No entanto, faz-se necessário verificar se estas estimativas não apresentam algum tipo de autocorrelação espacial em seus resíduos. Para tanto, alguns testes são adotados para detecção da autocorrelação espacial. Como pode ser observado na parte inferior da tabela 5.1, o primeiro deles, o teste *I* de Moran indica a presença de autocorrelação espacial positiva nos resíduos de ambos os modelos, ou seja, é possível afirmar que os valores das variáveis tendem a estar agrupados no espaço. Ou seja, pode-se afirmar por meio do *I* de Moran, que existe no Nordeste um processo concentrador do crescimento da renda, onde regiões com maior crescimento estão rodeadas de regiões com altas taxas de crescimento, e/ou regiões com baixo crescimento estão rodeadas de outras com resultado semelhante.

Como Almeida (2012) afirma o teste difuso *I* de Moran não indica o tipo de autocorrelação espacial é prevalecente, ou seja, se ela se manifesta na variável dependente (Wy) ou em algum efeito não modelado do termo de erro ($W\zeta$). Desta forma, faz-se necessário realizar testes do tipo focado, tais como do tipo multiplicador de Lagrange, que possibilita identificar se a dependência espacial ocorre na defasagem espacial e/ou nos resíduos do modelo.

Em ambos os modelos da tabela 5.1, os diagnósticos focados aplicados indicam a presença de autocorrelação espacial no termo de erro, visto que o multiplicador de Lagrange robusto da defasagem não apresentou significância estatística. Este resultado pode nos

informar que variáveis não observadas incluídas no termo de erro podem estar concentradas espacialmente e/ou gerando algum transbordamento para outras regiões.

Como visto, os testes realizados indicam a presença de dependência espacial nos resíduos do modelo clássico de regressão linear. Desta forma, a segunda parte desta análise mostra como crescimento da renda está ligado as relações de vizinhança entre os municípios da região. Assim, serão analisados na sequência os modelos econométricos espaciais semelhantes aos propostos por Lall e Shalizi (2003), além dos resultados das estimativas dos diversos modelos RPG com controle para dependência espacial, apresentado no capítulo 04.

5.3 – Relações de vizinhança e crescimento da renda no Nordeste: comparando os resultados do modelo de Lall e Shalizi (2003).

Para atender o primeiro objetivo proposto neste trabalho, o de verificar se houve na década recente um processo de convergência da renda semelhante ao do trabalho, *Location and growth in the Brazilian Northeast*, de Lall e Shalizi (2003), apresentam-se nesta seção os resultados dos modelos ecométricos-espaciais estimados à luz da metodologia adotada no trabalho citado.

No trabalho de Lall e Shalizi (2003, p. 676-678), verificada a presença de dependência espacial nos resíduos do modelo clássico de regressão linear, estima-se os modelos SAR e SAC por Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E).

Os resultados do modelo SAR estimado por MQ2E apresentam um coeficiente ρ negativo e estatisticamente significativo, assim segundo Lall e Shalizi (2003, p. 676-678) haveria um associação espacial no crescimento da renda no Nordeste. No entanto, uma relação inversa, ou seja, um crescimento de 10% na renda, e tudo mais constante, geraria um decréscimo de 8,4% na produtividade das regiões vizinhas.

Ainda, concentrando-se nos resultados de Lall e Shalizi (2003, p. 676-678), os autores buscam dar mais robustez às suas estimativas, e incorporam uma defasagem espacial dos termos de erros, que permite analisar os efeitos de variáveis não observadas estarem correlacionadas espacialmente. Nas estimativas do modelo SAC por MQ2E, os resultados apontam que o coeficiente λ é estatisticamente significativo, indicando que existem semelhanças entre os municípios vizinhos, em fatores outros, além daqueles captados nas variáveis econômicas.

Desta forma, apresentado em linhas gerais os resultados encontrados nos modelos SAR e SAC de Lall e Shalizi (2003), os mesmos serão comparados com os resultados dos

modelos estimados neste trabalho. Para tanto, foi utilizado o programa GeodaSpace. A tabela 5.2 apresenta os resultados do modelo SAR, SEM e SAC, estimados em Mínimos Quadrados em Dois Estágios. Para o primeiro modelo foi utilizado uma matriz de variância-covariância consistente de White para corrigir o problema da heterocedasticidade, já observada no MCRL. Para o segundo e terceiro modelo, para garantir a mesma consistência, foi utilizado o procedimento HET, de Kelejian e Pruga (2010).

Tabela 5.2 – Resultados dos Modelos SAR, SEM e SAC

	SAR	SEM	SAC
Constante	0,2416* (13,199)	0.2638* (15.102)	0,2433* (11,274)
REND	-0,0010* (-19,947)	-0.0011* (-20.166)	-0,0011* (-20,143)
IND	0,0688** (2,087)	0.1012** (2.950)	0,0948** (2,772)
SERV	0,2544* (7,469)	0.2337* (6.369)	0,2390* (6,520)
EDUC	0,4898* (6,408)	0.6262* (7.442)	0,5934* (7,091)
URB	0,0392** (2,426)	0.0187 (1,385)	0,0225 (1,385)
ELET	-0,0833* (-4,806)	-0.0616** (1.155)	-0,0669* (1,385)
ρ	0,2306* (2,761)		0,1997 (1,366)
λ		0,5992* (6,123)	0,5992* (6,123)
Pseudo R²	0,3688	0,3638	0,3638

Elaboração do autor. Observações: i) Os valores entre parênteses indicam o valor da estatística *t*. ii) Para estimação dos testes de autocorrelação espacial foi utilizada uma matriz de ponderação espacial com base na distância em quilométrica, onde Km = 100⁵. iii) *, ** e *** indicam que os coeficientes são significativos a 1%, 5% e 10% respectivamente.

Concentrando a análise comparativa na importância das relações espaciais sobre o crescimento da renda entre os municípios nordestinos, na última década, com o modelo de Lall e Shalizi (2003), não é possível observar para o período recente o mesmo comportamento na dinâmica do crescimento encontrado no trabalho deles. Primeiramente, quando estimado o modelo SAR, o coeficiente ρ é positivo e estatisticamente significativo. Ao contrário de Lall e Shalizi, o resultado aponta para uma relação direta entre o crescimento das regiões vizinhas, ou seja, o crescimento de uma região estaria influenciando positivamente pelo crescimento das regiões vizinhas, ou vice-versa.

No entanto, assim como Lall e Shalizi, a fim de garantir uma maior robustez nos resultados, é mensurada a relação espacial dos efeitos não observados no modelo, desta forma, quando estimado o modelo SAC, o coeficiente ρ da defasagem da variável dependente deixa de ser estatisticamente significativo. Desta forma, é possível afirmar que há um processo de interação espacial, que se manifesta nos resíduos do modelo, visto que o coeficiente λ é estatisticamente significativo e positivo, indicando uma similaridade entre as regiões.

No que tange a questão central do problema apresentado, a hipótese de convergência, é possível indicar através destes modelos que houve na última década, uma convergência muito lenta entre os municípios nordestinos, visto que os coeficientes -0,0010 (SAR) e -0,0011 (SAC) da renda por trabalhador no período inicial foram estatisticamente significativos e negativos, em ambos os modelos, indo de acordo com o esperado na literatura.

Visto que há uma manifestação da autocorrelação espacial em fatores não observados no modelo, e dada à significância estatística de grande parte das variáveis explicativas, pode-se avançar na estimativa econométrico-espacial com uso de modelos que incorporam ainda defasagens espaciais das variáveis exógenas, dentre eles os modelos SLX, SDM e SDEM, dado que fatores, por exemplo, nível de capital humano e grau de atividade econômica em um determinado município podem afetar o crescimento dos municípios vizinhos.

Desta forma, a próxima seção trata dos resultados dos modelos em Regressões Ponderadas Geograficamente com controle para dependência espacial, sendo esta abordagem o avanço metodológico deste trabalho, e principal colaboração a literatura que trata da questão da desigualdade regional no Nordeste brasileiro, considerando explicitamente a heterogeneidade existente nesta região.

5.4 – Resultados dos modelos de convergência local com controle para dependência espacial.

Analizado o modelo clássico de regressão linear, e verificada a presença de dependência espacial na forma do erro, ou seja, observada a presença de efeitos não modelados autocorrelacionados espacialmente. São apresentados nesta seção, os resultados dos modelos que consideram a presença de efeitos espaciais na estimativa do processo de convergência local da renda entre os municípios nordestinos, no período compreendido entre 2000/2010.

Como apresentado na metodologia deste trabalho, a econometria espacial fornece um conjunto amplo de modelos que tratam dos efeitos espaciais. E para especificação do modelo

que melhor se ajusta as expectativas teóricas, adota-se com base em Almeida (2012) o procedimento de especificação geral, no qual são estimados os diversos modelos espaciais, sendo eles, o SAR, o SDM, o SLX, o SEM e o SDEM. A definição do modelo mais adequado deve atender duas condições. A primeira, que o modelo não apresente autocorrelação espacial nos resíduos, e respeitada a anterior. A segunda condição é que o modelo apresente o menor critério de informação de Akaike (AIC). Para tanto, os resultados estimados apresentam-se na tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Resultados do Modelo Global de RPG com controle para dependência espacial

	SAR	SEM	SLX	SDM	SDEM
Constante	0,1808*	0,1843*	0,2905*	-0,0322	0,1939*
REND	-0,0010*	-0,0011*	-0,0011*	-0,0011*	-0,0011*
IND	0,0765**	0,0865**	0,1133*	0,1110*	0,1072*
SERV	0,2483*	0,2451*	0,2251*	0,2081*	0,2183*
EDUC	0,4415*	0,5762*	0,6941*	0,6819*	0,6876*
URB	0,0220	0,0313	0,0088	0,0100	0,0128
ELET	-0,0644*	-0,0774*	-0,0491**	-0,0471**	-0,0496**
ρ	0,6365*			1,0897*	
λ		0,3172*			0,3172*
W_REND			-0,00001	0,0012*	-0,0000
W_IND			-0,3502*	-0,1213	-0,0299
W_SERV			0,1264	-0,1021	0,1941
W_EDUC			-0,4231**	-0,8583*	-0,4376
W_URB			0,2872*	-0,0060	0,2515*
W_ELET			-0,1675*	0,0391	-0,1674*
AIC	-3875,75	-3854,01	-3850,15	-3900,14	-3841,13
Dependência Espacial	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM

Elaboração do autor. Observações: i) Os valores entre parênteses indicam o valor da estatística t . ii) Para estimação dos testes de dependência espacial nos resíduos foi utilizada uma matriz de ponderação espacial com base na distância em quilométrica, onde Km = 100. iii) *, ** e *** indicam que os coeficientes são significativos a 1%, 5% e 10% respectivamente. iv) para estimação dos modelos em RPG foi utilizado um kernel espacial adaptativo bi-quadrado.

A interpretação dos resultados que aqui se apresentam, exige cuidado na definição do modelo mais ajustado para explicação da dinâmica da renda entre os municípios nordestinos, sobretudo do ponto de vista teórico, tendo em vista a aplicação destes critérios de seleção. Considerando o primeiro critério, o de eliminação da dependência espacial nos resíduos, três modelos atingem este propósito, sendo eles, o SAR, o SEM, e o SLX. Dentre os modelos que eliminam a dependência espacial, o que exhibe menor critério de informação é o modelo SAR com um AIC de -3875,75. No entanto, o valor deste teste é muito próximo entre os três

modelos que corrigem a dependência espacial, no SEM o AIC foi de -3854,01, e no SLX o AIC foi de -3850,15.

Os resultados do modelo SAR indicam que a taxa de crescimento da renda por trabalhador em um determinado município estaria influenciando o crescimento das cidades vizinhas. Desta forma, poderia ser afirmado que estar próximo de uma região com maior dinâmica de crescimento da renda geraria um efeito positivo para a localidade. No entanto, comparando este resultado com os apresentados na Análise Exploratória de Dados Espaciais, nos testes de dependência espacial do MCRL (tabela 5.1), e do modelo SAR (tabela 5.2) é possível indicar que este modelo possa representar um processo de convergência local da renda impulsionado pelo crescimento da renda nos municípios próximos dentro da região Nordeste.

O modelo SAR sugere um processo global do efeito da defasagem espacial da variável dependente, ou seja, o crescimento das regiões está associado espacialmente, e assim, o crescimento em determinada região afeta o crescimento de todas as regiões vizinhas. Ao observar os resultados da tabela 5.1 e tabela 5.2, não há indícios de uma relação global da defasagem da variável dependente, e o processo espacial presente no objeto de estudo era manifestada nas variáveis não observadas do termo de erro. No entanto, voltando aos resultados da AEDE e o encontrado no modelo SAR local (tabela 5.3) poderia ser entendido que houve um processo de convergência local, ou seja, não há um efeito global do crescimento da renda, expresso pela defasagem da variável dependente como sugere metodologicamente o modelo SAR, porém, visto os resultados da tabela 5.3, e refletindo sobre o processo que se apresenta, é cabível indicar que existe uma relação entre o crescimento da renda de uma região e os vizinhos mais próximos, porém que não transborda este efeito para toda região em análise, e apenas para os municípios de maior proximidade.

Nas estimativas dos modelos econométricos espaciais para o caso da convergência entre os municípios nordestinos, o modelo SEM local apresenta-se como representativo. Desde o teste para dependência espacial nos resíduos do MCRL (tabela 5.1) há uma indicação de dependência espacial manifestada nos resíduos do MCRL, visto o teste do multiplicador de Lagrange robusto para o termo de erro ser estatisticamente significativo, vide tabela 5.1. Ao aplicar o modelo SEM da tabela 5.2, as estimativas apontam a presença de autocorrelação espacial manifestada nos fatores não observados do modelo, e quando estimado o modelo SAC, que engloba a defasagem espacial da variável dependente, e a defasagem espacial dos resíduos, apenas este último mantém-se significativo.

Desta forma, o modelo SEM local não pode ser desconsiderado, visto que há um forte indicativo que fatores não observados pelos modelos estruturados apresentam um padrão de associação espacial. Como no SEM local (tabela 5.3) o coeficiente λ é significativamente estatístico, e com a incorporação do $W\epsilon$ o modelo não apresenta sinais de dependência espacial nos resíduos, é fundamental considerar esta relação espacial na análise que segue.

Como indagado na seção anterior, se há uma evidente manifestação de interação espacial manifestada nos resíduos dos modelos, e visto que as características estruturais dos municípios tais como capital humano, instituições, cultura, dentre outras, são sim fatores que impactam no crescimento regional da renda, e visto os avanços metodológicos da econometria espacial é possível estimar modelos que incorporam em suas estimativas variáveis representativas da interação espacial existentes entre os fatores condicionantes do crescimento da renda em uma determinada região e seus vizinhos. Ao analisar o processo de convergência nordestino evidencia-se a presença de uma relação espacial entre as variáveis não observadas no modelo, desta forma, incorporam-se defasagens espaciais das variáveis explicativas que analisam o impacto das variáveis estruturantes nas relações de vizinhança. Assim, foram estimados também os modelos SLX local, SDM local, e SDEM local.

Para este caso, será analisado apenas o resultado do modelo SLX, visto que o SDM e o SDEM não foram suficientes para eliminação da dependência espacial nos resíduos.

No modelo SLX local (tabela 5.3) pode-se observar que haveria um o processo espacial manifestado nas variáveis estruturantes do modelo, visto a significância estatística das defasagens espaciais das variáveis explicativas W_IND , W_EDUC , W_URB , e W_ELET .

Dirigindo esta análise para o que foi identificado nos modelos SAR local, SEM local e SLX local, um fato que chama bastante atenção é similaridade dos resultados estatísticos para as variáveis adotadas nestes modelos.

A variável chave desta análise, renda por trabalhador no período inicial (REND_A) foi altamente significativa e negativa nos três modelos, e o coeficiente apresentou praticamente a mesma magnitude do $\beta = -0,001$. Desta forma, os resultados apontam para um processo de convergência local nos municípios nordestinos, no entanto verifica-se que este processo foi muito lento na década analisada, visto que os valores dos betas estimados em todos os modelos foram muito semelhantes, e com a mesma magnitude.

Com relação às variáveis de controle, os resultados encontrados também se assemelham nos três modelos, no aspecto significância estatística, tendo como diferença a magnitude do impacto gerado em cada um deles.

Nesse sentido, podem ser avaliados os impactos significativos das atividades econômicas mais dinâmicas, tanto na indústria (IND), setor que ao longo de década ganhou importância relativa na economia nordestina, crescendo sua participação na produção agregada em grande parte dos estados nordestinos, bem como no setor de serviços (SERV), setor que gera mais empregos e com maior participação na produção agregada da região, as duas variáveis foram estatisticamente significativas no crescimento da renda dos municípios nordestinos nos três modelos analisados. No que tange as variáveis econômicas, o modelo SLX local aponta que a defasagem espacial da variável IND (W_IND) é estatisticamente significativa, porém esta associação espacial é negativa, ou seja, o desenvolvimento ou concentração da atividade industrial em uma determinada localidade gera um decréscimo na renda das regiões vizinhas, o que faz todo sentido.

Com relação aos ganhos advindos da dotação de capital humano, esta variável se mostrou bastante significativa para melhora da renda no Nordeste, nos modelos SAR local, SEM local, e SLX local, os impactos da variável percentual da população com ensino médio (EDUC) foi extremamente impactante sobre o crescimento da renda por trabalhador nos municípios nordestinos, ou seja, em dez anos, a dotação de um melhor serviço educacional para população, geraria um impacto em torno de 50% no crescimento da renda na região, visto os coeficientes dos três modelos.

Uma estimativa intrigante com relação ao capital humano, apresentada pela defasagem espacial da variável EDUC (W_EDUC) encontrada pelo SLX local, é que existe uma relação espacial negativa entre os níveis de educação das regiões vizinhas e o crescimento da renda em uma determinada região. Esta relação inversa pode ser interpretada de duas formas, primeiro pela relação centro-periferia, sabe-se que as melhores condições de educação estão disponíveis nas grandes cidades, e este efeito concentrador do capital humano, pode impactar negativamente no desempenho das cidades vizinhas. Outra interpretação para este resultado seria o fato de o Nordeste contar ainda com um grande número de cidades com baixos níveis educacionais, e isto impactar no crescimento dos vizinhos próximos.

A variável percentual da população urbana (URB) não foi significativa, em nenhum dos modelos estimados, o que poderia estar mostrando a realidade das cidades nordestinas, o fato da população estar vivendo cada vez mais em cidades, não significou que este processo de urbanização esteja criando um efeito de economias de aglomeração ressaltado na literatura.

A variável W_URB que representa os efeitos do processo de urbanização em cidades vizinhas se apresentou significativa e positiva, o que poderia indicar mais uma relação centro-periferia, quando comparado com a variável URB, já que ele não tem impacto direto nas

cidades menores, no entanto, o crescimento do processo de economias de aglomeração em grandes cidades nordestinas, estaria gerando um efeito que impulsiona o crescimento das cidades vizinhas, talvez pelo fato de estas cidades maiores, estarem cercadas por menores geralmente cidades dormitórios, e fornecedoras de mão de obra, que atua especialmente nos setores de serviço das grandes cidades.

Com relação a variável percentual da população com acesso a energia elétrica, apesar desta ser estatisticamente significativa, o sinal esperado não foi o que tem sido preconizado na literatura sobre crescimento.

No entanto, é importante refletir sobre o que poderia levar esta variável ser negativa, neste contexto ela não está representando a estrutura de capital físico, mas poderia sim estar servindo como *proxie* para o poder de consumo da população, já que com o acesso a energia, é esperado que a cesta de consumo de pessoas que não tinha acesso à energia seja ampliada, com a cobertura do serviço, o que permitiria uma interpretação para o sinal negativo, visto que regiões com menor nível de consumo no período, e dado um maior crescimento destas regiões, espera-se que o consumo da população também aumente numa proporção maior àquelas regiões com maior nível de renda. Outro aspecto desta variável é com as políticas de acesso a energia, esta variável tende a um, ou seja, no futuro próximo quase 100% da população estará coberta pelo serviço de energia elétrica.

Os resultados do modelo de RPG com dependência espacial, apresentados são os resultados globais dos modelos. Estas estimativas trazem um panorama geral do que acontece na região Nordeste, ademais, os modelos em RPG permitem a estimação de modelos que tratam a heterocedasticidade espacial extrema. Como Almeida e Ribeiro (2012) indicam, o modelo em RPG considera a existência de múltiplos equilíbrios e este pode ser o modelo mais ajustado para análise da convergência da renda entre os municípios. Os resultados a serem apresentados em seguida levam em conta este avanço metodológico, pois permite visualizar a dinâmica local da convergência da renda entre os municípios nordestinos, indicando, no entanto o grau de convergência de cada município individualmente para sua própria renda de equilíbrio.

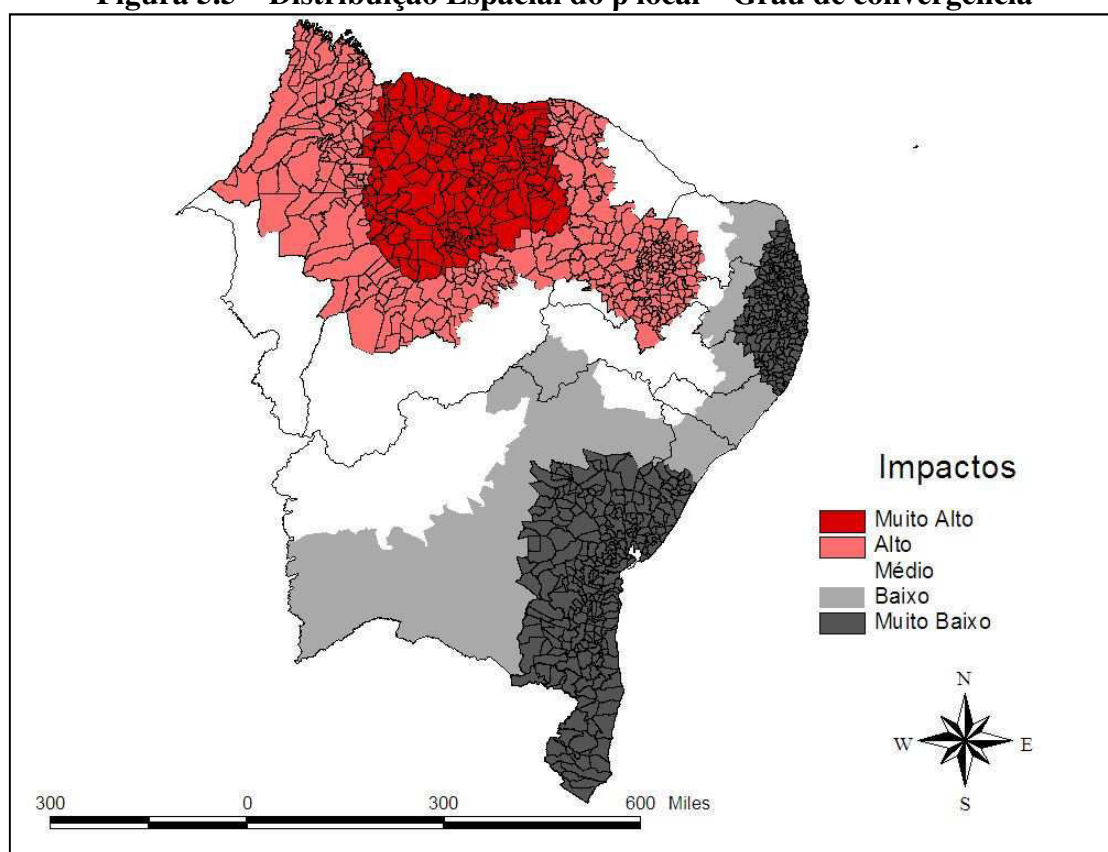
Desta forma, a figura 08 exhibe os resultados dos impactos locais da renda por trabalhador no período inicial sobre as variações das diferentes taxas de crescimento da renda entre os municípios do Nordeste, para tanto foi considerado os coeficientes locais da variável renda por trabalhador no período inicial do modelo SLX (tabela 5.3).

Os impactos totais são negativos e significativos para todos os municípios, indicando convergência local em todos os municípios nordestinos. No entanto, há uma diferença na

magnitude deste processo, ou seja, existem diferenças neste processo, alguns municípios exibem um maior grau de convergência do que em outros. Desta forma, o grau de convergência estaria associado às características particulares de cada município no período inicial.

A magnitude do processo de convergência local pode ser expressa em cinco categorias: Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. Esta caracterização não quer, todavia, definir clube de convergências, serve apenas como um instrumento para melhor visualização dos resultados. Isto porque a RPG exhibe um processo individual, ou seja, o processo de convergência para cada município para sua própria renda de equilíbrio, e não a estimação de clubes de convergência. Os resultados do modelo local podem ser visualizados na figura 5.5.

Figura 5.5 – Distribuição Espacial do β local – Grau de convergência



Fonte: Elaboração do autor. Estimativas locais do coeficientes da renda por trabalhador no período inicial.

Os municípios caracterizados nos intervalos “Alto” e “Muito Alto” são aqueles que apresentaram maior sinal de convergência da renda no período analisado, este sinal era esperado, visto o fato destas regiões, que compreendem a um extensivo número de municípios

do Maranhão e Piauí, e as cidades do semiárido no Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, serem ao longo das décadas regiões com baixíssimos níveis de renda.

A mesma relação era esperada em parte dos municípios que foram classificados de “Baixa” e “Muito Baixa” convergência, sobretudo as principais cidades litorâneas e capitais dos estados, visto que estas são regiões com maior nível de renda, espera-se que o crescimento da renda nestas regiões seja relativamente menor.

No entanto, surgem alguns indícios de permanência de uma baixa dinâmica da renda entre os municípios do Nordeste, ao analisar o mapa da figura 5.5, grande parte dos municípios da Bahia (sobretudo a parte central), parte de Sergipe e Alagoas, interior de Pernambuco e Paraíba, são regiões que não possuem uma dinâmica econômica tão favorável, e ainda assim apresentaram baixos sinais de convergência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O presente trabalho analisou os efeitos das interações espaciais existentes entre as regiões e o processo de convergência da renda proveniente do trabalho nos municípios nordestinos na década recente (2000-2010). Num primeiro momento foi analisado se o processo de convergência da renda desta região segue o mesmo padrão encontrado em trabalhos anteriores que tratam da questão da convergência e dos efeitos espaciais no Nordeste, mais especificamente, com relação ao trabalho de Lall e Shalizi (2003), que analisa o processo de convergência da renda por trabalhador entre 1985-1997. Compararam-se os resultados encontrados por eles, com os estimados neste trabalho. Para tanto, utilizou-se o mesmo conjunto de indicadores adotados por aqueles autores. Também os mesmos procedimentos metodológicos foram utilizados, ou seja, estimaram-se os modelos SAR e SAC, para verificar a influência exercida pelas relações espaciais existentes entre municípios vizinhos.

Nas estimativas realizadas neste trabalho, não foi observado para o período recente o mesmo comportamento na dinâmica do crescimento encontrado no trabalho de Lall e Shalizi (2003). O coeficiente estimado do modelo SAR apontou para uma relação direta entre o crescimento das regiões vizinhas, ou seja, o crescimento de uma região estaria influenciando positivamente o das regiões vizinhas. Resultado este contrário ao identificado por Lall e Shalizi (2003), que haviam identificado uma relação inversa entre a taxa de crescimento de um município e a dos municípios vizinhos.

No entanto, assim como Lall e Shalizi (2003), para dar maior robustez às estimativas, regrediu-se um modelo SAC que capta a relação espacial dos efeitos não observados no modelo e da própria variável dependente. Diferentemente do trabalho de referência citado acima, nas estimativas aqui realizadas a defasagem da variável taxa de crescimento da renda por trabalhador não se mostrou estatisticamente significativa. Porém, é possível afirmar que há um processo de interação espacial, manifesto nos resíduos do modelo, visto que o coeficiente da defasagem dos resíduos do modelo é estatisticamente significativo e positivo, indicando uma similaridade entre as regiões.

Para esta primeira análise comparativa, não é possível afirmar que o processo de convergência da renda nos municípios nordestinos na década recente tenha acompanhado o verificado em momentos anteriores.

A manifestação de interação espacial entre efeitos não observados nos modelos espaciais estimados, pode ter sido um avanço metodológico dentro do conjunto de técnicas

desenvolvido na econometria espacial. Além disso, dada a heterogeneidade espacial dos fatores econômicos e sociais existentes entre os municípios nordestinos, mostrou-se necessário adotar modelos que captem estas diferenças espaciais existentes nesta região.

Nesse sentido, o segundo objetivo deste trabalho foi o de identificar um processo de convergência local entre os municípios nordestinos, que leva em conta as diferenças nas características estruturais individuais de cada município. Para tanto, utilizou-se a técnica de Regressões Ponderadas Geograficamente com controle para dependência espacial, que trata da heterogeneidade extrema entre regiões, e permite ainda captar os efeitos das interações espaciais entre as localidades.

Os resultados dos modelos estimados em RPG trouxeram resultados interessantes. O primeiro deles corresponde às estimativas do modelo SAR local, que indicam a existência de uma interação espacial localizada entre as taxas de crescimento de alguns municípios vizinhos no Nordeste, e não de um processo global, o que preconiza o modelo SAR em sua estrutura básica e confirmam as hipóteses apresentadas com a AEDE, que apontam para este processo localizado dos efeitos das taxas de crescimento em regiões pontuais no Nordeste.

O segundo resultado que chama atenção é a presença de interação espacial manifesta nos fatores não observados do modelo, como indica o coeficiente do modelo SEM local. Este resultado deu o indicativo para a necessidade de verificar se os fatores condicionantes, representados pelas variáveis explicativas dos modelos anteriores, também na apresentariam sob algum grau de transbordamento espacial. Assim, buscou-se estimar os modelos SLX local, SDM local e SDEM local que incorporam as defasagens das variáveis explicativas na análise do processo de convergência da renda dos municípios nordestinos.

Destes, o modelo SLX local apresentou-se como um modelo consistente, visto a significância estatística das defasagens espaciais das variáveis explicativas Indústria, Educação, Urbanização, e ainda, por não mais apresentar autocorrelação espacial em seus resíduos.

Nesse sentido, podem ser avaliados os impactos significativos das atividades econômicas mais dinâmicas, observa-se que o setor industrial e o setor de serviços ganharam importância relativa na economia nordestina, ao longo da década. A Indústria e os Serviços foram importantes no processo de crescimento da renda dos municípios nordestinos no período analisado. Os resultados apontam que a concentração da atividade industrial em uma determinada localidade gera um decréscimo na renda das regiões vizinhas, visto a defasagem espacial da variável Indústria ser altamente significativa, porém negativa.

Um resultado muito positivo para o desenvolvimento econômico da região Nordeste foi o efeito do capital humano no processo de crescimento da renda do trabalhador nordestino. Em todos os modelos estimados o impacto desta variável foi de grande magnitude e altamente significativo. No entanto, o resultado encontrado para o efeito de vizinhança da variável Educação, pode ser um indicativo de reversão das políticas públicas educacionais, de expansão do serviço educacional, em especial o de nível médio para fora das grandes cidades, dado que existe uma relação espacial negativa entre os níveis de educação das regiões vizinhas e o crescimento da renda em uma determinada região. Isto pode ser influenciado por dois aspectos: i) melhores condições de educação estão disponíveis nas grandes cidades, e este efeito concentrador do capital humano, pode impactar negativamente no desempenho das cidades vizinhas e ii) o Nordeste conta ainda com um grande número de cidades com baixos níveis educacionais, e isto pode impactar negativamente no crescimento dos vizinhos próximos.

Outro resultado interessante é o indicado pelos transbordamentos presenciados pelo processo de urbanização, visto que a defasagem da espacial da variável urbanização foi positiva e significativa. O que poderia indicar uma relação centro-periferia, quando comparado com a variável Urbanização, já que esta não apresentou um impacto direto nos municípios, no entanto, o crescimento do processo de economias de aglomeração em grandes cidades nordestinas estaria gerando um efeito que impulsiona o crescimento das cidades vizinhas.

Por fim, o coeficiente da variável renda por trabalhador no período inicial, indicativo do processo de convergência, foi significativo e negativo em todos os modelos estimados neste trabalho, o que indica a presença de convergência da renda nos municípios nordestinos. No entanto, a magnitude deste coeficiente, que foi robusta em todos os modelos, foi de aproximadamente -0,001. Desta forma, pode-se afirmar que o processo de convergência que se instaurou no Nordeste na última década foi muito lento.

De modo geral, a preocupação que se levanta é que o processo de crescimento da economia nordestina, na última década não tem proporcionado uma atenuação considerável das desigualdades intrarregionais. Em sua amplitude os resultados econométricos estimados para cada localidade, apontam para um pequeno sinal de convergência em toda a região, variando entre -0,0005 e -0,002. E ainda, dado o baixo crescimento de muitas cidades que já apresentavam sinais de estagnação econômica, é provável que a desigualdade da renda entre os municípios mais pobre e os mais ricos permaneça e talvez se fortaleça.

Por fim, é possível concluir através dos resultados aqui apresentados, que as relações espaciais são fatores determinantes no processo de crescimento econômico dos municípios da região Nordeste brasileira. De um lado, a dinâmica da renda seguiu diferentes tipos de padrões de associação espacial, com aglomerações espaciais de maiores graus de convergência se revelando em espaços distintos de outras com menor dinamismo. De outro lado, esses processos distintos contribuíram para uma lenta convergência global na Região.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ABREU, M., GROOT, H. L. F., FLORAX R. J. Space and growth: A survey of empirical evidence and methods. **Région et développement**, v.21, p. 13–44, 2005.

ACEMOGLU, D. **Introduction to modern economic growth**. Princeton: Princeton University Press, 2009.

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 2012.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Kluwer Academic, Boston, 1988.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, v.27, n.2, p. 93-115, 1995.

ARAUJO, T. B. . Northeast, Northeast: what Northeast? **Latin American Perspectives**, v. 31, n.2, p. 16-41, 2004.

ARBIA, G., BATTISTI, M. e DI VAIO, G. Institutions and geography: empirical test of spatial growth models for European regions. **Economic Modelling**, vol. 27, n.1, p.12–21, 2010.

ARRAES, R. A. Convergência e crescimento econômico do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 28, n. especial, p. 31-40, jul. 1997.

AZZONI, C. R. Concentração regional e dispersão das rendas per capita estaduais: Análise a partir de séries históricas estaduais de PIB, 1939-1995. **Estudos Econômicos**, São Paulo, vol. 27, n. 3, p. 341-393, set. / dez. 1997.

AZZONI, C.; MENEZES, T.; MENEZES, N.; NETO, R. Geografia e convergência da renda entre os estados brasileiros. In: HENRIQUES, R. (Org.). **Desigualdade e pobreza no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, p. 299-343.2000.

BAUMOL, W. J. Productivity growth, convergence, and welfare: What the long-run data show. **The American Economic Review**, vol. 76, n. 5, p. 1072-1085, dec. 1986.

BARRO, R. J. Growth in a Cross Section of Countries. **The Quarterly Journal of Economics**, vol. 106, n. 2, p. 407-403, may, 1991.

BARRO, R. J. e SALA-I-MARTIN, X. Convergence. **The Journal of Political Economy**, vol. 100, n. 2, p. 223-251, apr. 1992.

BARRO, R. J. e SALA-I-MARTIN, X. **Economic growth**, London: McGraw-Hill, Inc, 2003.

BARROS, M. A. e VERGOLINO, J. R. O. Educação, crescimento econômico e convergência do PIB *per capita* no Nordeste do Brasil: Uma análise microrregional – 1970-1991, **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.29, n. especial, p. 805-825, jul. 1998.

BASILE, R. Productivity polarization across regions in Europe: the role of nonlinearities and spatial dependence. **International Regional Science Review**, vol. 31, n.1, p. 92–115, 2009.

DELONG, J. B. Productivity growth, convergence, and welfare: comment. **The American Economic Review**, v. 78, n. 5, p. 1.138-1.154, 1988.

DINIZ, C.C. **Dinâmica espacial e ordenamento do território**. Documento de trabalho, CEPAL/ IPEA, jan. 2006.

DURLAUF, S. N. e JOHNSON, P. Multiple regimes and cross-country growth behavior. **Journal of Applied Econometrics**, v. 10, n. 4, p. 365-384, 1995.

ELHORST, J.P. Specification and estimation of spatial panel data models. **International Regional Science Review**, vol.26, n.3, p.224-268, 2003.

ECKEY H.F., KOSFELD R. e TURCK M. Regional convergence in Germany: a geographically weighted regression approach. **Spatial Economic Analysis**, vol. 2, n.1, p. 45-64, 2007.

ERTUR, C., LE GALLO, J. e BAUMONT, C. The European regional convergence process, 1980–1995: do spatial regimes and spatial dependence matter? **International Regional Science Review**, vol. 29, n. 1, p. 3–34, 2006.

ERTUR, C., LE GALLO, J. e LESAGE, J. P. Local *versus* Global convergence in Europe: A Baysean spatial econometric approach. **The Review of Regional Studies**, vol. 37, n.1, p. 82-108, 2007.

FERREIRA, A. H. B. e DINIZ, C. C. Convergência entre as rendas *per capita* estaduais no Brasil. **Revista de Economia Política**, vol. 15, n. 4, p. 38–56, out. /dez. 1995.

FERREIRA, A.H.B. Concentração regional e dispersão das rendas *per capita* estaduais: Um comentário. **Estudos Econômicos**, São Paulo,v. 29, n. 1, p. 47-63, jan./ mar. 1999.

FERREIRA, P. C. G. e ELLERY JÚNIOR, R. G. Convergência entre a renda *per-capita* dos estados brasileiros. **Revista de Econometria**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 83-103, abr. 1996.

FINGLETON, B. The new economic geography versus urban economics: an evaluation using local wage rates in Great Britain. **Oxford Economic Papers**, v.58, n. 3, p. 501-530, 2006.

FINGLETON, B. e LÓPEZ-BAZO, E. Empirical growth models with spatial effects. **Papers in Regional Science**, v. 85, n. 2, p. 177-198, 2006.

FINGLETON, B. Competing models of global dynamics: evidence from panel models with spatially correlated error components. **Economic Modelling**, vol. 25, n.3, p. 542–558, 2008.

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 Econometrics**, v. 33, p. 557-579, 2003.

FOTHERINGHAM, A.S.; BRUNDSON, C.; CHARLTON, M. **Quantitative geography: perspectives on spatial data analysis**. Londres: Sage publications, 2000.

FOTHERINGHAM, A.S.; BRUNDSON, C.; CHARLTON, M. Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships. West Sussex: John Wiley and Sons, 2002.

FUJITA, M.; KRUGMAN, P. e VENABLES, A. J. **Economia espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo**. São Paulo: Futura, 2002.

GONDIM, J. L. B.; BARRETO, F. A.; CARVALHO, J. R. Condicionantes de clubes de convergência no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 37, n.1, p. 71-100, jan./ mar. 2007.

JOHNSON, P. A.; TAKEYAMA, L. N. **Convergence among the U.S. States: absolute, conditional or club?** 2003. (Working Paper, n. 50).

JONES, C. I. On the evolution of world income distribution. **Journal of Economic Perspectives**, v. 11, n. 3, p. 19-36, 1997.

JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

LALL, S. e SHALIZI, Z. Location and growth in the Brazilian Northeast. **Journal of Regional Science**, v.43, n. 4, p. 663-681, 2003.

LAURINI, M.; ANDRADE, E.; PEREIRA, P. L. V. Clubes de convergência de renda para os municípios brasileiros: Uma análise não-paramétrica. **Inspere Working Paper**, n.48, 2003.

LAURINI, M. A note on the use of quantile regression in beta convergence analysis. **Economics Bulletin**, v. 3, n.52, p. 1-8, 2007.

LE GALLO, J. e ERTUR, C. Exploratory spatial data analysis of the distribution of regional per capita GDP in Europe, 1980-1985. **Papers in Regional Science**, vol. 82, n. 2, p. 175-201, 2003.

LE GALLO, J. Space-time analysis of GDP disparities among European regions: a Markov chain approach. **International Regional Science Review**, vol.27, n. 2, p. 138-163, 2004.

LE GALLO, J. e CHASCO, C.Y. Spatial analysis of urban growth in Spain (1900-2001). **Empirical Economics**, vol.34, n. 1, p. 59-80, 2008.

LESAGE, J. P. A spatial econometric examination of China's economic growth. **Geographic Information Sciences**, vol.5, n.2, p. 143-153, dec. 1999.

LIMA, A. C. C. e SIMÕES, R. Centralidade e emprego na região Nordeste do Brasil no período 1995/2007. **Nova Economia**, vol.20, n.1, p. 39-83, jan.-abr., 2010.

LYNN, S. R. **Economic development: theory and practice for a divided world**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2003.

LÓPEZ-BAZO, E., VAYÁ, E., MORA, A.J., SURINACH, J. Regional economic dynamics and convergence in the European Union. **Annals of Regional Science**, v. 33, p. 343-370, 1999.

MAGALHÃES, A.; HEWINGS, G. J. D.; AZZONI, C. R. **Spatial dependence and regional convergence in Brazil**. South Matthews: The Regional Economics Applications Laboratory (REAL), 2000, 20 p. (Discussions Papers REAL 00-T-11).

MELO, L. M. C. e SIMÕES, R. F. Crescimento industrial no Nordeste: novo dinamismo, velho padrão. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 20, p. 56-66, 2009.

MONASTERIO, L.M. Brazilian spatial dynamics in the long term (1872–2000): ‘path dependency’ or ‘reversal of fortune’. **Journal of Geographical Systems**, vol. 12, n. 1, p.51–67, 2010.

MOSSI, M. B.; AROCA, P.; FERNÁNDEZ, I. J., e AZZONI, C. R. Growth dynamics and space in Brazil. **International regional science review**, v. 26, n. 3, p. 393-418, 2003.

OLIVEIRA, C. W. A. e RODRIGUES, W. Crescimento Econômico, convergência da renda e elementos espaciais. In: CRUZ, B. O. *et al.* (Org.). **Economia regional e urbana: Teorias e métodos com ênfase no Brasil**. Brasília: Ipea, p. 183-220, 2011.

PÔRTO JÚNIOR, S. S. e RIBEIRO, E. P. Dinâmica espacial da renda *per capita* e crescimento entre os municípios da região Nordeste do Brasil – Uma análise Markoviana. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 34, n. 3, jul./set. 2003.

PRITCHETT, L. Divergence, big time. **Journal of Economic Perspectives**, v. 11, n. 3, p. 3-17, 1997.

QUAH, D. Galton’s fallacy and tests of the convergence hypothesis. **Scandinavian Journal of Economics**, v. 95, n. 04, p. 427-443, 1993.

_____. Twin Peaks: Growth and convergence in Models of Distribution Dynamics. **The Economic Journal**, v.106, pp 1045-1055. 1996.

_____. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization and convergence clubs. **Journal of Economic Growth**, v. 2, n. 1, p. 27-59, mar. 1997.

REY, S. J. e MONTOURI, B. D. US regional income convergence: A spatial econometric perspective. **Regional Studies**, vol. 33, n.2, p. 143-156, 1999.

REY, S. J. e JANIKAS, M. V. Regional convergence, inequality, and space. **Journal of Economic Geography**, vol. 5, n.2, p. 155-176, abr. 2005.

RESENDE, G. M. Multiple dimensions of regional economic growth: The Brazilian case, 1991 – 2000. **Papers in Regional Science**, v. 90, n.3, p. 629 – 663, 2011.

RIBEIRO, E. C. B. A. e ALMEIDA, E. S. Convergência local de renda no Brasil. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, Set. 2012.

RODRÍGUEZ-POSE, A. Convergence or Divergence? Types of Regional Responses to Socioeconomic Change. **Journal of Economic and Social Geography**, v. 90, p. 363-378, 1999.

SALA-I-MARTIN, X. The classical approach to convergence analysis. **Economic Journal**, Summer 1996.

SILVA, C. R. F. e FIGUEIREDO, E. A. Convergência de renda *per capita* entre os municípios nordestinos: Uma análise robusta. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 28, n. 53, p. 181-195, mar. 2010.

SILVEIRA NETO, R. e AZZONI, C. R. Location and regional income disparity dynamics: The Brazilian case. **Papers in Regional Science**, vol. 85, n.4, p. 599-613, Nov. 2006.

VERGOLINO, J. R. O. e NETO, A. M. A Hipótese da convergência da renda: Um teste para o Nordeste do Brasil com dados microrregionais, 1970-1993. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, vol. 27, n. 4, p.701-724, out./ dez. 1996.

YU D.-L. Spatially varying development mechanisms in the Greater Beijing Area: A geographically weighted regression investigation, **Annals of Regional Science**, vol.40, n. 1, p.173-190, mar. 2006.