

Mudança demográfica e crescimento econômico no Brasil: uma análise exploratória de dados espaciais

Marianne Zwilling Stampe*
Alexandre Alves Porsse♦
Marcelo Savino Portugal♠

Resumo

A estrutura etária da população brasileira vem sofrendo alterações em razão da redução das taxas de fecundidade e de mortalidade, acompanhadas pelo aumento da expectativa de vida da população, que tiveram como consequência a queda na taxa de crescimento populacional. Esse fenômeno também condiciona a chamada transição demográfica, processo no qual ocorre redução na proporção de crianças e aumento na proporção de pessoas idosas na população. A literatura supõe que esse processo esteja relacionado com o crescimento econômico, de forma que regiões com menor taxa de dependência (proporção de crianças e idosos na população) devem apresentar maior crescimento econômico. Este trabalho investiga as evidências empíricas sobre a existência dessa relação inversa entre taxa de dependência e crescimento econômico numa perspectiva espacial, utilizando técnicas de análise exploratória de dados espaciais (AEDE) aplicadas aos dados demográficos e a variação da renda per capita para as Áreas Mínimas Comparáveis do Brasil. Os resultados univariados da AEDE indicam a existência de correlação espacial elevada para a taxa de dependência e relativamente mais fraca para a variação da renda per capita. Os resultados bivariados da AEDE sustentam a hipótese de relação inversa entre taxa de dependência e crescimento da renda per capita, de modo que as características demográficas também podem ser um componente relevante para a compreensão do padrão de desigualdade regional e de convergência de renda no Brasil.

Palavras-chave: Mudança demográfica, variação da renda per capita, análise exploratória de dados espaciais.

Abstract

The age structure of the Brazilian population has undergone changes due to the reduction in fertility and mortality rates, followed by the increase of the population's life expectancy, which resulted in a decrease in the population growth rate. This phenomenon also affects the so-called demographic transition, process in which there is a reduction in the proportion of children and an increase in the proportion of aged people in the population. Literature assumes that this process is related to economic growth, so that regions with lower dependency ratio (proportion of children and aged people in the population) should have higher economic growth. This study investigates the empirical evidence on the existence of this inverse relationship between dependency ratio and economic growth in a spatial perspective, using exploratory spatial data analysis (AEDE)'s techniques applied to demographic data and per capita income variation to the comparable minimum areas (AMC) of Brazil. AEDE's univariate results indicate the existence of high spatial correlation to the dependency ratio, and relatively weaker correlation to the variation in income per capita. AEDE's bivariate results support the hypothesis of inverse relationship between dependency ratio and per capita income growth, so that the demographic characteristics can also be an important component to understanding the pattern of regional inequality and convergence of income in Brazil.

Keywords: Demographic change, change in per capita income, exploratory spatial data analysis.

JEL: J10, R11.

* Doutoranda em economia aplicada da UFRGS.

♦ Pesquisador da Fipe/USP e Pesquisador licenciado da FEE-RS.

♠ PPGE/UFRGS e Pesquisador do CNPq.

1. Introdução

A palavra demografia foi utilizada pela primeira vez em 1855 pelo francês Achille Guillard no livro “*Éléments de statistique humaine ou démographie comparée*”, cujo objetivo foi estudar a estrutura e a composição da população. A ciência da demografia, contudo, surgiu com a publicação das primeiras tábuas de mortalidade – as quais mediam o risco de mortalidade segundo a idade - por John Graunt (BANDEIRA, 1996) em 1662 na sua obra Observações Naturais e Políticas. As idéias de Graunt serviram de base para a formulação das principais teorias demográficas.

Este estudo aborda a mudança demográfica, fenômeno que se iniciou nas regiões desenvolvidas e que tem impactado o Brasil. Trata-se da mudança na estrutura etária da população, resultado da combinação de uma série de fatores. Primeiramente, a redução das taxas de fecundidade e de mortalidade, acompanhadas pelo aumento da expectativa de vida da população, tiveram como consequência a queda na taxa de crescimento populacional. Com isso, percebeu-se uma alteração na composição da população por grupos de idade, de forma que existe uma redução na proporção de crianças e um aumento na proporção de pessoas idosas na população.

O movimento de redução do número de crianças e aumento da população mais velha possui uma fase intermediária, uma vez que, ao reduzir o número de crianças, aumenta proporcionalmente o número de pessoas na idade trabalhadora (“janela de oportunidade” ou “bônus demográfico”) e somente após um certo período que irá aumentar a população idosa¹. Com isso, à medida que o processo de envelhecimento da população se inicia, primeiro existe uma queda da taxa de dependência tanto em razão da queda do número de crianças quanto em razão do aumento do número de pessoas em idade ativa. À medida que o processo de envelhecimento avança, a população em idade ativa vai diminuindo proporcionalmente e a população idosa aumenta, de forma que a taxa de dependência passa a ser positiva, assim como era antes do processo de envelhecimento se iniciar. Esta mudança impacta sobre a população trabalhadora de forma que ou incidirão mais impostos ou haverá aumento da contribuição previdenciária, uma vez que os custos relacionados ao suporte para idosos são maiores do que os custos de suporte para crianças.

No mundo, a taxa de dependência ainda era positiva em 1950, passando a diminuir apenas em 1970-1975. Em 2009, esta taxa encontrava-se no auge do seu declínio e espera-se que ela volte a subir em torno de 2025. Nos países mais desenvolvidos verificou-se que o aumento da taxa de dependência ocorre antes, a partir de 2009. No Brasil, a taxa de dependência² é, atualmente, negativa, uma vez que o número de pessoas em idade ativa está em ascensão, e deve continuar diminuindo até 2022, quando então retoma-se o movimento de aumento em razão do aumento da participação de idosos na população total.

Neste artigo, analisaremos o padrão espacial de mudança demográfica no Brasil, buscando ainda correlacionar esse padrão com a variação do PIB per capita regional. Além de avaliar as características espaciais do processo de mudança demográfica, o objetivo principal do trabalho é investigar se existe uma relação entre taxa de dependência e crescimento econômico. Para tanto, será utilizada a técnica de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) no período de 1991 a 2000, tendo como abrangência o Brasil, considerando-se a desagregação territorial em Áreas Mínimas Comparáveis. Além desta introdução e da conclusão, o artigo organiza-se em mais três

¹ Quando aumentar a proporção de pessoas idosas, haverá uma redução da proporção de pessoas na idade trabalhadora.

² Outra denominação da taxa de dependência é razão de dependência.

seções. A segunda seção apresenta uma breve revisão da literatura, com ênfase para a relação entre mudança demográfica e crescimento econômico. A terceira seção expõe os procedimentos metodológicos, enquanto a quarta seção se dedica a análise dos resultados.

2. Breve revisão da literatura

A análise da relação entre a mudança na estrutura demográfica e o crescimento econômico é recente na literatura. Anteriormente, a variável população era limitada pela medida do seu crescimento total, considerando a estrutura etária da população constante, concluindo-se que a mesma não tinha impacto sobre o crescimento econômico. Mesmo com essa conclusão, os modelos clássicos de crescimento econômico podem ser tratados como fonte inspiradora de muitos outros modelos que surgiram na literatura. Cabe, neste sentido, destacar a importância do estudo de Robert Solow, que é o marco do estudo do crescimento econômico. Solow (1956) concluiu que a tecnologia, inserida no modelo de forma exógena e conhecida como o resíduo de Solow, é o fator responsável pelo crescimento da economia, de forma que a variável população não tinha influência sobre o crescimento econômico no estado estacionário. Diversos outros estudos surgiram para avaliar o crescimento econômico buscando explicações endógenas para o mesmo, uma vez que a tecnologia no modelo de Solow era exógena. Dessa forma, outras modelagens foram desenvolvidas, tais como os modelos de crescimento endógeno, dentre os quais se destacam o de Lucas (1988) e o de Romer (1990). De acordo com esses autores, uma economia com maior capital humano crescerá mais rápido. Interessante nesse resultado é que apesar de o investimento em capital humano iniciar desde a infância, o investimento em capital humano é uma porta para o mercado de trabalho, uma vez que essa variável impacta positivamente sobre o salário dos indivíduos. Assim, pressupõe-se que o impacto do “bônus demográfico” sobre o crescimento econômico seja maior quando existe um alto investimento em capital humano.

Além dos modelos endógenos, os modelos lineares e os schumpeterianos também abordam o crescimento econômico. Os modelos lineares supõem que as fontes básicas do crescimento econômico são o capital físico, capital humano e a pesquisa, agregando-se esses fatores em uma medida ampla de capital, de forma que a produção é uma função linear dessa medida de capital. O retorno do capital pode ser afetado pelas taxações das atividades econômicas pelo governo. Os modelos neoclássico-schumpeterianos atribuem à inovação o papel fundamental na explicação do crescimento econômico do longo prazo. O progresso tecnológico é explicado pela busca de maiores lucros. Considerando-se competição imperfeita, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) permitem a criação de uma variedade de novos produtos com maior qualidade, garantindo a obtenção de lucro (MARANDUBA JÚNIOR, 2007).

A economia regional e urbana, através do surgimento da Nova Geografia Econômica (NGE), na década de 90, de acordo com Fujita *et al* (2002), incorpora a lógica microeconômica para explicar as concentrações da população e da atividade econômica no espaço, as quais originam-se e mantêm-se devido a algum tipo de aglomeração no espaço (MARANDUBA JÚNIOR, 2007). Dessa forma, pode-se dizer que a NGE explica a relação espacial entre a população ou os componentes populacionais e o crescimento econômico. Essas aglomerações ocorrem devido à mobilidade de fatores, mão-de-obra, e capital (Oliveira, 2006). Existem forças que induzem a aglomeração das atividades econômicas (forças centrípetas) e forças que

induzem a dispersão das mesmas (forças centrífugas). Estas forças estão relacionadas às relações da empresa com seus fornecedores (*backward linkage*) e às relações da empresa com seus consumidores (*forward linkage*).

Assim, o entendimento do papel da concentração espacial como um fator favorável da sustentação das concentrações acima citadas é objeto de investigação da NGE. As razões para essa compreensão estão relacionadas a processos cumulativos, e não às características dos locais em si, de forma que retornos crescentes de escala passam a desempenhar um papel importante na explicação das irregularidades espaciais. De acordo com a NGE, a desigualdade entre as regiões está relacionada ao espaço, que tem implicações diretas na localização das atividades econômicas, e a distância, que impacta no custo de transporte de bens e serviços.

Poucos são os estudos que analisam a relação entre mudança demográfica e crescimento econômico, notadamente utilizando-se técnicas de análise de dados espaciais. Contudo, são recorrentes, na literatura, estudos univariados de análise espacial para o crescimento econômico. Menos recorrentes são os estudos para a mudança demográfica. Por exemplo, Swiaczny *et al* (2008) discutem as tendências demográficas futuras para a Alemanha³, utilizando como base previsões espaciais do *Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development*, indicando que tende a ocorrer uma inversão no processo de envelhecimento da população entre os núcleos urbanos envelhecidos e a ainda jovem da periferia suburbana. Na área de desenvolvimento e de crescimento, Yang e Hu (2008) investigaram disparidades regionais na China utilizando o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em uma análise de clusters utilizando o método do agrupamento hierárquico de Ward⁴. Celebioglu e Dall'Erba (2009) realizaram uma AEDE sobre o nível de crescimento e desenvolvimento de 76 regiões da Turquia para o período de 1995-2001. As ferramentas de estatística espacial revelaram a presença de dependência espacial e indicaram que a localização geográfica influencia o nível de renda.

Apesar de a técnica de AEDE não ser recorrente para avaliar a relação entre a mudança demográfica e a economia, a relação entre essas variáveis tem sido objeto de estudo de diversos autores principalmente a partir da década de 90, uma vez que se percebeu que, apesar da variável população não explicar o crescimento econômico, a mudança na estrutura demográfica é uma variável significativa para explicar o crescimento econômico. Em relação às implicações do processo de mudança demográfica para a esfera econômica, Miles (1999) cita como exemplo o impacto sobre a taxa de poupança, a formação de capital, a oferta de trabalho, a taxa de juros, e os salários reais. Wong e Carvalho (2006) consideram importante o impacto sobre a oferta de trabalho, uma vez que a população brasileira que está na idade ativa de trabalho (25 a 64 anos) deverá crescer ao menos até 2045. Contudo, essa oferta de trabalhadores só poderá ser aproveitada se a mesma tiver habilidades para desenvolver a sua produtividade, mantendo o equilíbrio entre o balanço econômico, social e intergeracional.

Por sua vez, o envelhecimento da população demanda mais recursos de saúde e de seguridade social, tendo como consequência o aumento dos gastos do governo nos grupos etários mais elevados (WONG e CARVALHO, 2006). De fato, quando se analisam as despesas do governo por grupo de idade para o Brasil (Turra, 2001),

³ A Alemanha é um dos países que se encontra em estágio mais avançado do envelhecimento da população, e, por isso, já discute o envelhecimento da população entre áreas centrais e não centrais.

⁴ Este método forma os clusters através da maximização da homogeneidade, que se realiza através da minimização do total da soma dos quadrados dos resíduos. Para maiores detalhes ver Ward, 1963.

percebe-se que, acima dos 49 anos, as mesmas crescem exponencialmente, de forma que acima dos 60 anos, o gasto médio per capita do governo é de US\$ 4.000,00 ao ano, o dobro do grupo de idade entre 30 e 39 anos. Com o avanço da mudança demográfica, a tendência é que os gastos futuros do governo irão crescer proporcionalmente mais do que as receitas. Projeções estimadas por Turra (2001) sobre a relação entre receitas e despesas públicas para o Brasil apresentam um declínio considerável dessa relação para o período de 2000 a 2050, confirmando essa tendência. Como consequência, o déficit fiscal do governo tende a aumentar, sendo necessário tomar medidas de precaução que compensem essa demanda pública.

Prskawetz e Lindh (2007) fornecem uma revisão de literatura recente que ligam as mudanças no perfil demográfico ao crescimento econômico e introduzem três novas regressões empíricas de crescimento econômico para os 15 países membros da União Européia na década de 1995 a 2005, com o objetivo de realizar uma análise prospectiva do futuro das implicações demográficas no crescimento econômico para os 25 membros atuais da União Européia até 2050. De acordo com os autores, as mudanças na estrutura etária da população na união européia ocorrem desde 1970, quando o “baby boom” surgido no período pós II Guerra Mundial ingressou no mercado de trabalho, criando um dividendo demográfico cujo resultado foi uma taxa de crescimento da população tornou-se menor do que a taxa de crescimento da população em idade ativa.

Esse dividendo recentemente foi identificado como o primeiro dividendo demográfico, uma vez que pode existir um segundo quando a população envelhece. De acordo com os mesmos autores, o primeiro dividendo pode ser dividido em dois efeitos, um contábil e um comportamental. Enquanto o primeiro indica diferenças nas taxas de crescimento da população ativa e da população total, o segundo centra-se no papel das alterações demográficas no produto per capita (muitas vezes chamado de componente de produtividade). A demografia pode afetar a produtividade através do seu impacto sobre poupança, investimento, formação de capital humano, mudanças tecnológicas, entre outros. Como a taxa de fertilidade continua em queda, o segundo dividendo demográfico pode ser previsto quando a taxa de crescimento da população em idade ativa for menor do que a taxa de crescimento da população total, que pode resultar em um aumento da taxa de riqueza, uma vez que as pessoas poupam mais à medida que a sua expectativa de vida aumenta, supondo que esperam não ter renda proveniente do trabalho na sua aposentadoria. Contudo, com o envelhecimento da população, essa riqueza acumulada será despoupada, eliminando o segundo dividendo demográfico e tornando o impacto sobre a renda negativo.

A maior parte da literatura que analisa a relação entre a mudança demográfica e o crescimento econômico se aplica a modelos de convergência, onde a taxa de crescimento da população por trabalhador é modelada como sendo proporcional à diferença entre o logaritmo do nível de produto por trabalhador corrente e de longo prazo. A taxa de crescimento é assumida como sendo constante, enquanto o *steady-state* de equilíbrio por trabalhador é modelado para ser país e tempo específicos e dependem de características específicas dos países. A revisão de literatura crescente sobre o empirismo da relação entre demografia e crescimento econômico, segundo Prskawetz e Lindh (2007), implica que, embora a configuração dos modelos (em relação à escolha das variáveis explicativas e períodos de tempo) e dos métodos de estimativas (normalmente, cross-section ou painel) sejam diferentes, os resultados de vários estudos são geralmente compatíveis. Um resultado importante é o fato de que a taxa de crescimento da população em idade ativa tem um efeito positivo sobre a taxa de crescimento da produção por trabalhador, ou seja, a taxa de crescimento da população

em idade de trabalhar não só determina o efeito da contabilidade como também influencia o componente de comportamento (o termo de produtividade).

Entre as diversas variáveis demográficas introduzidas, a taxa de dependência dos jovens mostrou-se significativamente negativa na maioria dos estudos revistos. Avaliando o papel da demografia, Kelley e Schmidt (2005) constatam que, para a Europa, o efeito de contabilidade estava exausto na década de 1970, enquanto que o declínio na taxa de dependência de jovens tem um forte efeito positivo para a taxa de crescimento da produção por trabalhador durante as décadas de 1970 e 1980. Bloom e Williamson (1998) encontraram que a dinâmica da população explica quase 20 por cento do crescimento observado na Europa ao longo do período 1965-1990, estimativas semelhantes às encontradas por Kelly e Schmidt, que encontraram 24% para o intervalo de tempo de 1960-1995.

Estudos recentes têm utilizado a composição demográfica interna da força de trabalho ao invés da taxa de dependência. As conclusões desses estudos indicam que a proporção de trabalhadores na idade de 40 a 49 anos está associada com um maior produto. Como uma revisão de vários estudos empíricos indica, a taxa de crescimento da população em idade ativa é, em geral, uma das variáveis demográficas mais robustas que é positiva e significativamente ligada ao crescimento por trabalhador. Combinado com o fato de que a taxa de crescimento da população em idade de trabalhar também afeta positivamente o efeito contábil, o papel global demográfico da população em idade ativa para o crescimento econômico é ainda maior. Uma descoberta semelhante, segundo Prskawetz e Lindh (2007), pode ser verificada para a taxa de dependência dos jovens, a qual, se adicionada como um regressor adicional demográfico, tende a ser significativa e negativamente relacionada com o crescimento econômico na maioria dos estudos. A conclusão geral a partir dessa análise é que independente do método aplicado e conjunto de variáveis de controle adicionais consideradas, o papel importante da taxa de crescimento da população em idade ativa e da taxa de dependência de jovens é robusto. Muitos autores notaram a importância do aspecto político e social e sua interação com mudanças demográficas como um importante determinante de longo prazo do crescimento econômico.

3. Metodologia

Serão utilizadas as técnicas uni e bivariadas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) a serem aplicadas neste estudo. Essa técnica se justifica, de acordo com Maranduba Júnior (2007), em razão de ser um método que tem por objetivos descrever a distribuição espacial da(s) variável(is) em análise, os padrões de associação espacial (clusters espaciais), bem como verificar a forma da associação (estacionária ou não) e a existência de observações atípicas (*outliers*). Além disso, a autocorrelação espacial é também importante, pois permite que, mediante efeitos de transbordamento espaciais (*spillover*), dados de uma localidade ou região podem influenciar dados de outra localidade.

As variáveis demográficas utilizadas na análise serão a taxa de dependência total⁵ (população infantil + população idosa)/(população jovem + população madura) e componentes da mudança demográfica para a população infantil (total da população de 0 a 14 anos de idade/total da população) e idosa (total da população de 65 anos ou mais de idade/total da população). Será também utilizada uma variável de rendimento, sendo esta representada pela variação da renda familiar per capita no período 1991-2000. O

⁵ A definição da idade de cada elemento da estrutura da população (infantil, jovem, madura e idosa) seguiu os critérios adotados pelo IBGE em seus livros de notas metodológicas e em suas publicações.

período da análise compreende os anos de 1991 e 2000 e o espaço compreende as Áreas Mínimas Comparáveis (AMC) para o Brasil⁶. Optou-se por essa forma de delimitação do espaço em razão da incompatibilidade de se utilizar municípios para os censos demográficos de 1991 e 2000, uma vez que existem mudanças ao longo do tempo que dificultariam a análise. Ademais, AMC permitem realizar uma análise consistente ao longo do tempo em um nível bastante desagregado. Os dados demográficos foram obtidos através dos censos do IBGE, enquanto os dados da renda familiar per capita foram obtidos do Ipeadata e referem-se àqueles utilizados no cálculo do IDH municipal. Ambas as bases foram compatibilizadas para as AMC disponíveis no IPEA.

3.1. Técnicas de Análise

A análise será da forma uni e bivariada, considerando-se as estatísticas I de Moran e LISA (Indicador Local de Associação Espacial). A primeira permite analisar a existência de autocorrelação espacial global, e a segunda permite identificar a existência de clusters espaciais locais ao redor de uma localização individual⁷ e também fazer inferências a respeito da estacionariedade da autocorrelação espacial global.

3.1.1. Análise Univariada

A estatística I de Moran pode ser definida da seguinte forma⁸ para o caso univariado:

$$\Lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{j=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1),$$

onde a variável em análise y é expressa através do desvio em relação à média ($y_i - \bar{y}$), w_{ij} é a matriz de pesos espaciais que indica a relação de vizinhança (ANSELIN *et al.*, 2008) e n é o número de observações da amostra (se a amostra for por AMC, como será neste projeto, n representa o número de AMC).

É importante observar que a estatística I de Moran apenas indica se há autocorrelação espacial, mas não diz nada a respeito de como a variável y se relaciona com sua vizinhança. Para tanto torna-se necessário a análise local ou o gráfico de dispersão de Moran, o qual possui o valor da variável no eixo das abscissas X, contra a sua defasagem espacial no eixo das ordenadas Y, permitindo avaliar quanto à estabilidade da associação espacial. Assim, através do gráfico de dispersão de Moran, é possível analisar a influência da estatística local sobre a medida global, identificando como as localizações e sua vizinhança se relacionam. Além disso, também é possível identificar *outliers*, identificando pontos no gráfico de mais de duas unidades da origem.

⁶ Pretende-se atualizar este trabalho incorporando a renda per capita de 2010, após a divulgação dos dados do Censo de 2010.

⁷ A identificação dos clusters espaciais locais pode ser identificada na literatura pela terminologia de *hot spots*.

⁸ A notação para a estatística I de Moran foi utilizada conforme aparece em Anselin, 1955.

Em termos gerais, a LISA para uma variável y_i , observada em um local i , pode ser expressa, conforme ANSELIN (1995), pela estatística L_i tal como:

$$L_i = f(y_i, y_{Ji}) \quad (2)$$

onde f é uma função que pode incluir parâmetros adicionais e y_i são os valores observados na vizinhança Ji de i . Os valores de y_i podem ser os valores originais das observações ou alguma padronização destes para evitar dependência do indicador local (similar ao que é feito com indicadores globais de associação linear).

A vizinhança Ji para cada observação é formalizada pela média dos pesos espaciais ou matriz de contigüidade W . As colunas com elementos não-zero em uma dada linha indicam a vizinhança relevante para esta observação. A matriz W pode ser padronizada por linhas (a soma dos elementos de cada linha é 1) para facilitar a interpretação. Quando esta padronização é feita, a função $f(y_i, y_{Ji})$ é ponderada pelos valores médios das observações j de Ji .

3.1.2. – Análise Bivariada

A aplicação da técnica LISA univariada permite identificar o padrão de associação espacial considerando cada variável isoladamente. Além da identificação desse padrão, nosso interesse também é analisar se existe um padrão de associação espacial específico entre a taxa de dependência e a variação da renda per capita, portanto. Para tanto, serão utilizadas as mesmas estatísticas da análise univariada, porém considerando-se uma perspectiva bivariada.

A definição da autocorrelação espacial multivariada entre duas variáveis aleatórias segue Anselin et al. (2002) *apud* Chiarini (2008). Sejam duas variáveis aleatórias z_k e z_l , que foram padronizadas em média igual a zero e o desvio padrão igual a unidade, de forma que $z_i = \frac{(x_i - \bar{x}_i)}{\sigma_i}$, $i = k, l$. A autocorrelação espacial multivariada busca verificar a associação linear entre a variável z_k em uma localização i (z_k^i) e o lag espacial de outra variável $[W_{zl}]^i$, de forma que o Índice de Moran bivariado para duas variáveis aleatórias z_k e z_l pode ser dado por:

$$I_{kl} = \frac{z_k' W_{zl}}{z_k' z_k} \text{ ou } I_{kl} = \frac{z_k' W_{zl}}{n} \quad (3),$$

onde n é o número de observações e W é a matriz de ponderação espacial. Dessa forma, este índice tem por objetivo, neste trabalho, verificar se existe correlação espacial entre a taxa de dependência e o lag da renda per capita, e, seguindo a mesma lógica, entre a renda per capita e o lag da mudança demográfica.

A autocorrelação local multivariada pode ser definida seguindo a mesma lógica de definição da estatística global (ANSELIN *et al.* (2002) *apud* CHIARINI, 2008):

$$I_{kl}^i = z_k^i \sum_j w_{ij} z_l^j \quad (4)$$

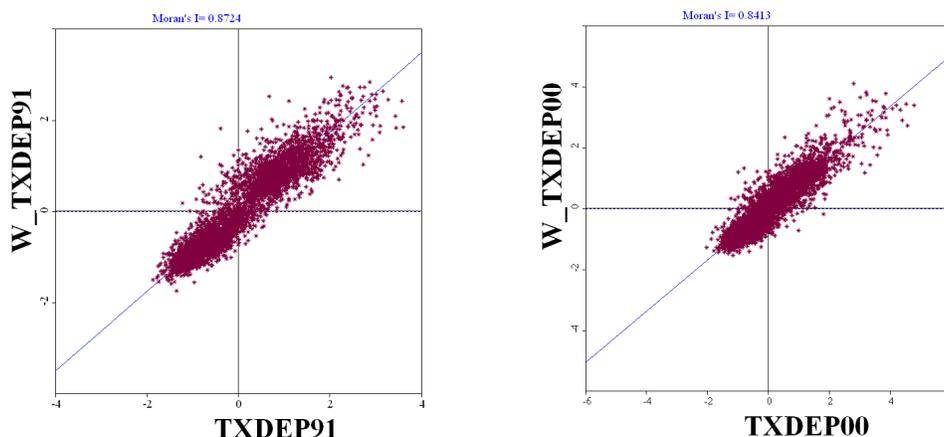
Pode-se interpretar a estatística LISA multivariada como o grau de associação linear entre o valor de uma variável em cada localização i e a média de outra variável em locais vizinhos j .

4. Resultados

4.1. Análise univariada

A análise univariada indica uma forte relação positiva de autocorrelação espacial na taxa de dependência. A partir dos resultados apresentados na Figura 1, é possível verificar que houve uma redução da dispersão entre 1991 e 2000, ao mesmo tempo em que a correlação diminuiu de 0,87 para 0,84. A relação positiva global de dependência espacial indica que AMC com elevada taxa de dependência apresentam alto grau de vizinhança e vice-versa. Dessa forma, o padrão de autocorrelação indica que a taxa de dependência é caracterizada pela existência de aglomerações espaciais no Brasil.

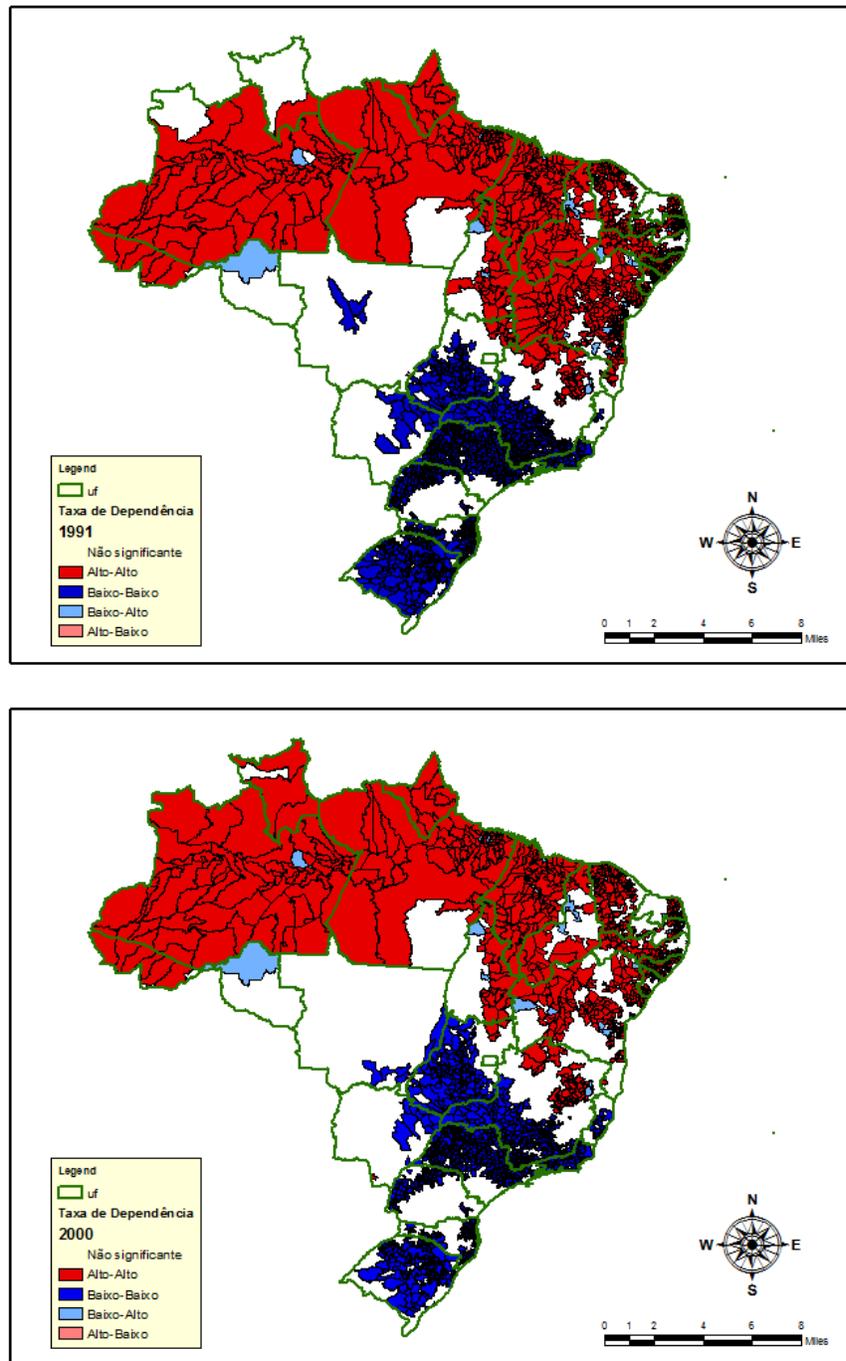
Figura 1 – Índice de Moran univariado para a taxa de dependência no Brasil – 1991 e 2000



A análise da estatística LISA para os anos 1991 e 2000 indica que a dinâmica espacial da taxa de dependência é estável no Brasil nesse período, sendo identificados dois clusters⁹: um AA que abrange as AMC localizadas nas regiões norte e nordeste, e um BB, nas regiões sul (exceto centro-sul e nordeste do Paraná), sudeste (exceto o norte de Minas Gerais) e centro-oeste (metade o sul de Goiás). Dessa forma, há claramente no período uma concentração de áreas mínimas comparáveis (AMC) de alta taxa de dependência nas regiões norte e nordeste e uma concentração de AMC de baixa taxa de dependência nas regiões sul, sudeste e em parte da região centro-oeste.

⁹ O gráfico de dispersão de Moran apresenta 4 quadrantes, sendo que cada um deles corresponde a um diferente tipo de autocorrelação espacial: valores positivos de Λ (quadrante baixo à esquerda e quadrante alto à direita) indicam clusters espaciais de valores similares – Alto-Alto (AA) ou Baixo-Baixo (BB), por exemplo, uma região de valores altos/baixos cercada de vizinhos de valores altos/baixos), e valores negativos de Λ indicam clusters de valores dissimilares – Alto-Baixo (AB) ou Baixo-Alto (BA), localizações de valores altos/baixos e vizinhos de valores baixos/altos).

Figura 2 – Clusters da taxa de dependência no Brasil – 1991 e 2000



Essa configuração indica que as regiões sul e sudeste já estarem mais avançadas no processo de mudança demográfica, pois apresentam maior concentração de pessoas na idade ativa. Contudo, esse resultado também pode estar associado com a migração já que a população em idade ativa tende a buscar oportunidades de trabalho em regiões mais dinâmicas, onde a chance de empregabilidade é mais elevada e os salários tendem a ser mais altos também.

Como a taxa de dependência possui dois componentes (população infantil e população idosa), é possível que o perfil espacial desses componentes seja diferente no

território nacional. Nesse sentido, buscamos avaliar também o padrão de associação espacial para cada um desses componentes. Os índices de Moran para esses componentes são apresentados na Figura 3 e os respectivos clusters, obtidos pela aplicação da técnica LISA, são apresentados na Figura 4.

Já as regiões norte e nordeste apresentam uma taxa de dependência alta em razão de ainda terem muitas crianças na sua composição etária. Essa suposição é comprovada quando analisamos os clusters para a população infantil, conforme mostra a Figura 3, indicando uma alta concentração de população infantil nas regiões norte e nordeste e uma baixa concentração nas regiões sul (exceto centro-sul e nordeste do Paraná), sudeste e centro-oeste (metade sul de Goiás).

À medida que o processo de mudança demográfica avançar, esses mapas tendem a se modificar, de forma que as regiões BB (que possuem baixa taxa de dependência) terão cada vez mais idosos e as regiões AA terão cada vez mais pessoas em idade ativa. Considerando o processo de mudança demográfica, é interessante observar a evolução da população idosa. A Figura 4 mostra que nas regiões norte e centro oeste (exceto Goiás), há uma baixa concentração de população idosa. Contudo, a concentração de alta população idosa ainda é incipiente, sendo verificada apenas na região centro-sul do Rio Grande do Sul e nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

Figura 3 – Índice de Moran univariado para os componentes da taxa de dependência no Brasil – 1991 e 2000

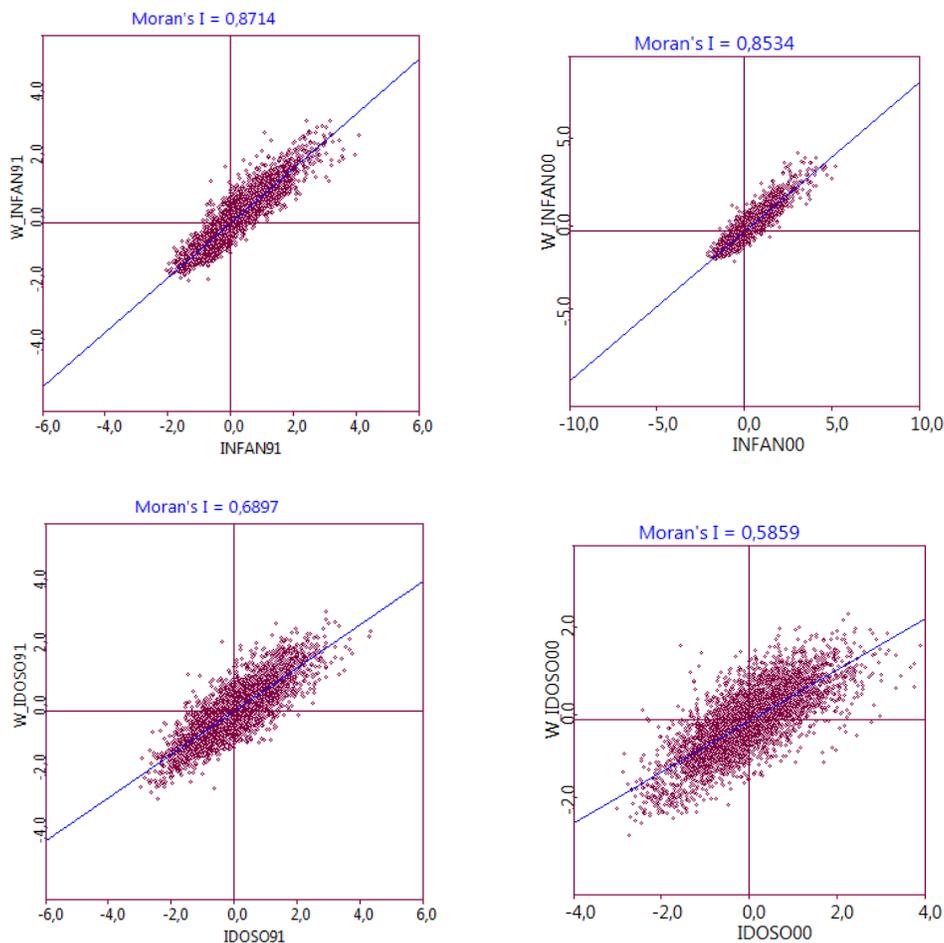
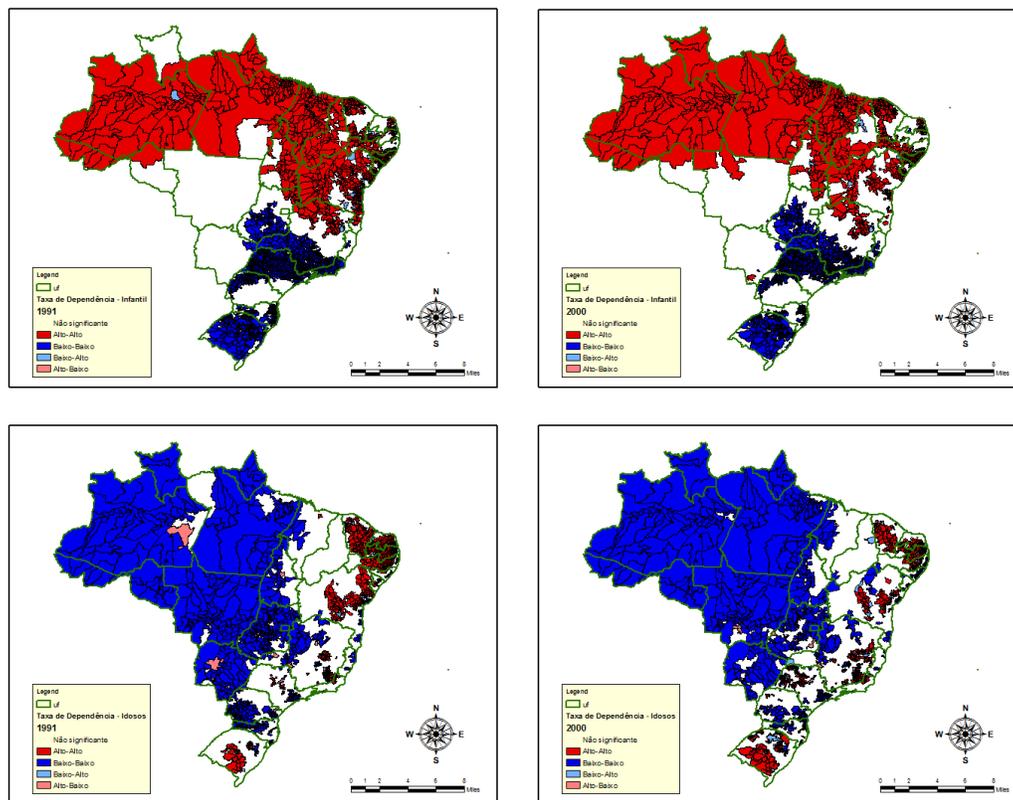
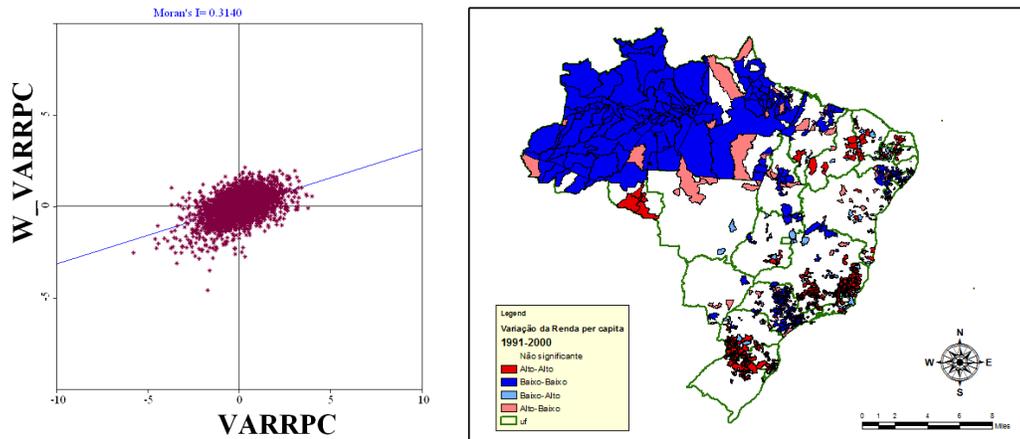


Figura 4 – Clusters dos componentes da taxa de dependência no Brasil – 1991- 2000



Considerando uma perspectiva dinâmica para a renda per capita (Figura 4), a sua variação no período de 1991 a 2000 apresentou uma autocorrelação espacial positiva, porém em menor intensidade que a taxa de dependência (I de Moran = 0,31). A análise da medida local de associação linear (LISA) indica que a região norte teve um baixo crescimento da renda no período (cluster BB), e que o crescimento foi maior em áreas concentradas principalmente no norte do Rio Grande do Sul e no centro-leste da região sudeste (dois clusters AA). Apesar de as áreas de maior crescimento não apresentam ser uma única área como era possível identificar para a taxa de dependência, percebe-se que existe uma semelhança com os clusters de taxa de dependência anteriormente identificados, uma vez que o cluster de alta taxa de dependência nas regiões norte e nordeste, que indica uma baixa predominância de uma população em idade ativa, apresentou um menor crescimento da renda principalmente na região norte, ao passo que o cluster de baixa taxa de dependência das regiões sul e sudeste, que indica uma grande predominância de pessoas em idade ativa, corresponde às áreas de maior crescimento da renda (com exceção de São Paulo e do Mato Grosso do Sul), principalmente na região sul.

Figura 5 – Índice de Moran univariado e clusters da variação da renda per capita no Brasil no período 1991- 2000



4.2. Análise bivariada

Cabe agora analisar se existe alguma relação de dependência espacial entre a taxa de dependência e a variação da renda per capita. Segundo a literatura, a relação entre taxa de dependência e crescimento econômico tende a ser negativa, pois a produtividade da economia, principalmente associada ao fator trabalho, tende a se reduzir à medida que a população envelhece. Considerando ainda que o envelhecimento da população também reduz a taxa de poupança e implica maiores despesas previdenciárias, tais fatores reforçariam os efeitos negativos sobre o crescimento.

Para avaliar essa questão, procedeu-se uma análise bivariada de dados espaciais entre a variação da renda per capita no período 1991-2000 e a taxa de dependência em 1991. Os resultados do índice de Moran (Figura 6) indicam que a relação espacial entre essas duas variáveis é, de fato, inversa. Embora tal relação não seja extremamente forte, esse mostra evidências de que o crescimento da renda per capita de regiões vizinhas de regiões com elevada taxa de dependência tende a ser menor do que no caso contrário.

A análise bivariada local identificou clusters do tipo AB para o norte, isto é, regiões de alta taxa de dependência são vizinhas de regiões de baixo crescimento da renda per capita (Figura 7). Na região sul e sudeste, foram identificados dois clusters do tipo BA, de forma que regiões de baixa taxa de dependência são vizinhas de regiões de alto crescimento da renda. Interessante observar que várias AMCs de São Paulo se enquadram como um cluster de baixa taxa de dependência como vizinhos de baixo crescimento da renda. Tal resultado pode decorrer de efeitos negativos associados à aglomeração espacial.

Figura 6 – Índice de Moran Bivariado para a taxa de dependência e para a variação da renda per capita

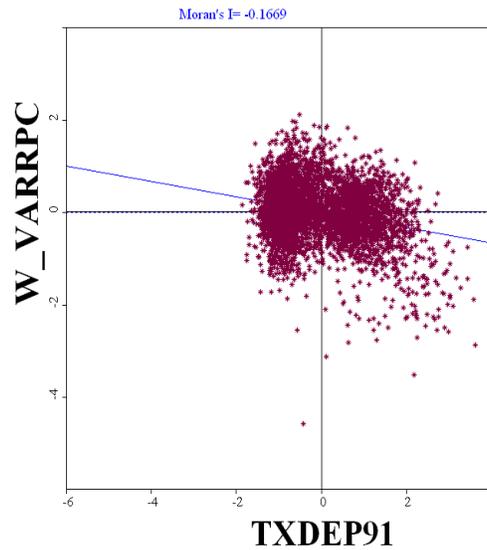
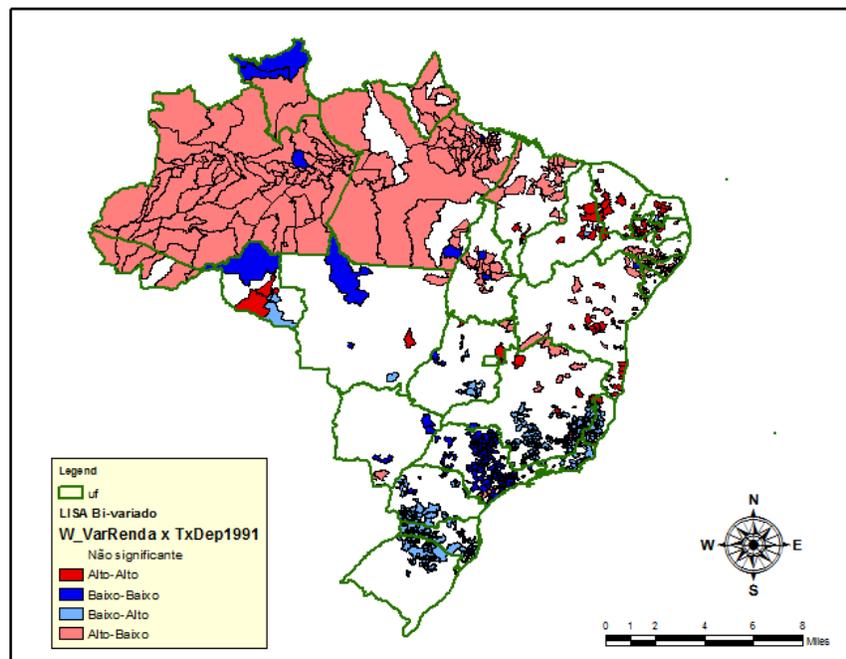


Figura 7 – Clusters de taxa de dependência e de variação de renda per capita



5. Conclusão

O Brasil vem experimentando um movimento particular do processo de mudança demográfica, pelo qual a proporção da população infantil tem se reduzido ao passo que a proporção de pessoas em idade ativa e de idosos tem se elevado. Essa transição demográfica implicará, futuramente, no envelhecimento da população brasileira.

Neste artigo buscamos avaliar o padrão espacial desse processo de mudança demográfica, como também a sua relação com o crescimento da renda per capita, numa perspectiva espacial tomando-se as AMC como unidade territorial de análise. A literatura sugere que o processo de envelhecimento da população está associado a redução do ritmo de crescimento da economia devido diversos fatores: redução da produtividade do trabalho, redução da taxa de investimento e aumento das despesas previdenciárias com maior carga de tributos sobre a geração ativa presente.

Os resultados da AEDE univariada evidenciaram um padrão espacial dicotômico Norte-Sul para a taxa de dependência. Resumidamente, as AMC das regiões Norte e Nordeste pertencem a um cluster caracterizado por alta taxa de dependência, enquanto as AMC localizadas nas regiões Sul, Sudeste e parte do Centro-Oeste pertencem a um cluster caracterizado por baixa taxa de dependência. Por sua vez, esse padrão espacial se manteve relativamente estável entre 1991 e 2000 e, ademais, mostra uma dominância do componente infantil da taxa de dependência. Nas próximas décadas, esse padrão pode se modificar em função da tendência de envelhecimento da população e de outros fatores, como a migração.

A análise AEDE univariada aplicada na variável de crescimento da renda per capita também evidenciou a existência de correlação espacial positiva, embora mais fraca do que aquela observada para os componentes demográficos. Neste caso, as AMC do Norte e algumas de São Paulo configuraram um cluster de baixo crescimento econômico. Vale lembrar que a variável utilizada no estudo reflete a apropriação da renda mais do que a geração da renda, usualmente mensurada pelo PIB.

De outro lado, os resultados da AEDE bivariada evidenciaram a existência de uma relação espacialmente inversa entre taxa de dependência e o crescimento da renda per capita. Dessa forma, ainda que essa relação não seja muito forte, há evidências de que regiões vizinhas de regiões com alta taxa de dependência tendem a apresentar menor ritmo de crescimento da renda per capita e vice-versa. Tal resultado se alinha àquele encontrado por Prskawetz e Lindh (2007), principalmente porque o componente infantil é dominante sobre a magnitude da taxa de dependência no Brasil. Conforme os resultados da análise LISA, as AMC da região Norte majoritariamente se enquadram em um cluster caracterizado por alta taxa de dependência e baixo crescimento da renda per capita. A situação inversa (baixa taxa de dependência e alto crescimento) ocorre para algumas aglomerações nos três estados do Sul e em Minas Gerais e Espírito Santo. Chamou atenção a configuração de um cluster de baixa taxa de dependência e baixo crescimento da renda per capita localizado em São Paulo, fenômeno que pode ser reflexo de uma saturação do processo de crescimento nessas áreas devido efeitos de aglomeração negativos.

Em resumo, os resultados do presente trabalho mostram evidências de que o padrão espacial do processo de mudança demográfica no Brasil é regionalmente assimétrico. Esse padrão, cuja natureza reflete uma dicotomia Norte-Sul, também se assemelha ao padrão de desigualdade da renda. Considerando essas evidências, juntamente com a identificação de uma relação espacial inversa entre taxa de dependência e crescimento da renda per capita, constata-se que as características demográficas também parecem desempenhar um papel relevante na explicação dos diferenciais de nível e de dinâmica da renda no contexto regional do Brasil.

Por fim, destacamos que esse artigo faz parte de uma agenda de pesquisa mais ampla que busca investigar os condicionantes demográficos da desigualdade e da convergência regional da renda no Brasil. Nesse primeiro ensaio, a pesquisa buscou evidências a partir da técnica de análise exploratória de dados espaciais. A evolução da pesquisa compreende avaliar o papel desses componentes demográficos mediante

estimação de um modelo de convergência condicional da renda, com utilização de técnicas de econometria espacial.

6. Bibliografia

BANDEIRA, Mário Leston. Teorias da População e modernidade: o caso português. *Análise Social*, vol. XXXI (135), 1996 (1º), 7-43.

ANSELIN, L. **The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spacial Assosiation**. West Virginia University, Regional Research Institute, Research Paper 9330, 1993b.

ANSELIN, L. **Exploratory Spatial Data Analysis and Geographic Information Systems**. West Virginia University, Regional Research Institute, Research Paper 9329, 1993a.

ANSELIN, L. **Local Indicators of Spacial Association – LISA**. *Geographical Analysis*, Vol. 27, No. 2 (April, 1995).

ANSELIN, L. Under the hood: issues in the specification and interpretation of spatial regression models. *Agricultural Economics*, v. 27, p.247-267, 2002.

ANSELIN, L., LE GALLO, J., JAYET, H. **Spatial Panels Econometrics**. In *The Econometrics of Panel Data: Fundamental and Recent Developments in Theory and Practice*. Springer Berlin Heilderberg, 2008.

BLOOM, D. E. e WILLIAMSON, J.G. **Demographic Transitions and Economis Miracles in Emerging Asia**. *World Bank Wconomic Review* 12(3), 419-455, 1998.

CELEBIOGLU, F. e DALL`ERBA, S. **Spatial disparities across the regions os Turkey: na exploratory spatial data analysis**. *Ann Reg Sci* 45: 379-400, 2009.

CHIARINI, T. Clusters de Pobreza no Rio Grande do Sul: Análise a partir de indicadores de dependência espacial para a pobreza como sinônimo de insuficiência de renda e privação. In: **IV Encontro de Economia Gaúcha**, 2008, Porto Alegre.

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

GETIS, A.e K. ORD. **The Analysis of Spacial Association by Use of Dsitance Statistics**. *Geographical Analysis* 24, 189-206, 1992.

IBGE. **Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade: 1980-2050**. Estudos & Pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica número 24. Revisão 2008. Rio de Janeiro, 2008.

IBGE. **Censo Demográfico 2000: Trabalho e Rendimento**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2000.

KELLEY, A. C. e SCHMIDT, R. M. Evolution of recent economic-demographic modeling: A synthesis. *Journal of Population Economics* 18(2), 275-300, 2005.

LUCAS, Jr. Robert E. **On The Mechanics of Economic Development**. *Journal of Monetary Economics* 22 (July 1988): 3-42.

MARANDUBA JR., N. G. **Política regional, crescimento econômico e convergência de renda em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2007.

MILES, David. **Modelling the Impact of Demographic Change upon the Economy**. *The Economic Journal*, Vol. 109, No. 452 (Jan., 1999), pp. 1-36.

MURRAY, A. T., MCGUFFOG, I., WESTERN. J. S., MULLINS, P. **Exploratory Expatial Data Analysis Techniques for Examinig Urban Crime**. *Brit. J. Criminol*, 41: 309-329, 2001.

NEREUS. **Análise Exploratória de Dados Espaciais com Geoda**. Aula 6. 2007.

Disponível no link:

http://www.econ.fea.usp.br/nereus/eae0503_2_2007/aula06_aede07.ppt#322,5, Autocorr
elação Espacial Global

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. **Crescimento das Cidades Brasileiras na Década de Noventa**. *Revista Economia*. Set/Dez 2006.

OPENSHAW, S. **Some Suggestions concerning the Development of Artificial Intelligence Tools for Spacial Modelling and Analysis in GIS**. In *Geographical Information Systems, Spatial Modelling and Policy Education*, edited by M. M. Fischer and P. Nijkamp, pp. 17-33. Berlin: Springer Verlag, 1993.

ORD, j. e GETIS, A. **Distributional Issues concerning Distance Statistics**. Working Paper, 1994.

PRSKAWETZ, A. e LINDH, T. **The relationship between Demographic Change and Economic Growth in the EU**. Research Report N. 32, Vienna Institute of Demography, Austrian Academy of Science, eds. 2007.

Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2009a). **World Population Ageing 2009**. New York: United Nations.

Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2009b). **World Population Prospects: The 2008 Revision. Highlights**. New York: United Nations.

PORSSE, A. A. **Dinâmica da desigualdade de renda municipal no Rio Grande do Sul: evidências da análise estatística espacial**. Secretaria do Planejamento e Gestão – Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. Textos para Discussão FEE n° 42, 2008.

ROMER, Paul M. **Endogenous Technological Change**. *Journal of Political Economy*, vol. 98, no.5, Outubro de 1990.

SAAD, Paulo M. (2001). **Support transfers between elderly parents and adult children in two Brazilian settings** (CD-ROM). Paper presented at the Twenty-fourth IUSSP General Population Conference, Salvador de Bahia, Brazil, 18-24 August 2001. Paris: International Union for the Scientific Study of Population.

SOLOW, Robert M. **A Contribution to the Theory of Economic Growth**. *Quarterly Journal of Economics* 70 (February 1956): 65-94.

SWIACZNY, F.; GRAZE, P.; SCHLÖMER, C. **Spatial impacts of demographic change in Germany**. *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft*, 33, 2:181–206, 2008.

TURRA, C. M. Intergenerational accounting and economic consequences of aging in Brazil. In: *Proceedings of the IUSSP General Conference*. Salvador, Brazil, 2001.

Ward, J. H. Jr. **Hierarchical grouping to optimize an objective function**. *Journal of the American Statistical Association*, 58, 235–244, 1963.

WONG, L. R. e CARVALHO, J. A. **O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas**. *R. Bras. Est. Pop.* São Paulo, v. 23, n. 1, p. 5-26, jan/jun 2006.

YANG, Y. e HU, A. **Investigating Regional Disparities of China's Human Development with Cluster Analysis: A Historical Perspective**. *Social Indicators Research*, v. 86, n. 3, 2008: p. 417-432.