UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
ÁREA: ECONOMIA APLICADA

GRAZIELLA MAGALHÃES CANDIDO DE CASTRO

O impacto dos componentes da infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileiras: uma análise espacial do período de 1970 a 2010.

Orientador: Rudinei Toneto Jr.

RIBEIRÃO PRETO
2014

Prof. Dr. Marco Antônio Zago

Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Sigismundo Bialoskorski Neto

Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dr. Sérgio Kannebley Júnior

Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dra. Elaine Toldo Pazello

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Economia

GRAZIELLA MAGALHÃES CANDIDO DE CASTRO

O impacto dos componentes da infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileiras: uma análise espacial do período de 1970 a 2010.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia - Área de Concentração: Economia Aplicada da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Professor Doutor Rudinei Toneto Jr.

(Versão Corrigida. A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP)

Ribeirão Preto

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Castro, Graziella Magalhães Candido de
O impacto dos componentes da infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileiras: uma análise espacial do período de 1970 a 2010. Ribeirão Preto, 2014.
146 p. : il. 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP.
Orientador: Toneto Jr, Rudinei

1. Crescimento Econômico Regional. 2. Infraestrutura. 3. Econometria Espacial.

Nome: CASTRO, Graziella Magalhães Candido de

Título: O impacto dos componentes da infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileiras: uma análise espacial do período de 1970 a 2010.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia - Área de Concentração: Economia Aplicada da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:_____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao Prof. Dr. Maurício Jorge de Souza Pinto (in memoriam), grande professor e amigo, e a todos os brasileiros que ainda vivem sem acesso os componentes básicos de infraestrutura. Espero que, algum dia, o Brasil seja um país melhor para todos nós.

AGRADECIMENTOS

Para muitos, agradecimentos podem não ter um significado expressivo, são apenas palavras proferidas ao acaso por mera convenção social. Entretanto, para mim, a demonstração de gratidão possui uma importância inenarrável e expressa o verdadeiro valor que as pessoas atribuem as pequenas coisas.

Em todas as conquistas da minha vida houve pessoas que estiveram ao meu lado, fornecendo auxílio e que ajudaram a construir a pessoa que eu sou. Essas pessoas foram cruciais para a realização de mais esta etapa da minha vida. Listar todas as pessoas que me apoiaram nessa difícil fase que foi o mestrado é uma tarefa árdua, uma vez que muitas pessoas foram importantes nesse processo. De forma geral, gostaria agradecer a todas as pessoas que contribuíram para que esta dissertação fosse possível. Esse agradecimento é sincero e é uma forma de retribuição por toda a ajuda que me foi concedida.

Apesar de ser de praxe, gostaria de agradecer primeiramente a Deus. Força maior que me acompanha em todos os momentos da minha vida. Agradeço ao Senhor, por toda a força e coragem que me concedeu e por ter mantido eu e a minha família saudáveis.

Não há palavras que possam expressar a minha gratidão e o meu amor à minha família. Meus pais, Antônio Carlos e Rosane, e minha irmã, Deborah, são à base de sustentação emocional que me mantem firme para enfrentar todas as barreiras que me foram e que me serão impostas. Foram inumeráveis os momentos em que apenas as palavras dos meus pais foram capazes de me acalmar e me mostrar os caminhos a seguir. Agradeço a vocês também por todo o empenho dedicado à minha dissertação, inclusive a compra de um computador da "NASA" para que fosse possível realizar as estimações dos meus modelos econométricos.

Agradeço muito ao meu incrível orientador, Rudinei Toneto Jr., por ter divido um pouco do seu enorme conhecimento comigo. Agradeço também por ter sido como um pai para mim em Ribeirão Preto e por ter se preocupado comigo sempre. Rudinei, não houve um momento em que as nossas conversas não tenham me ensinado algo novo ou me feito ver o mundo de outra forma.

Meu muito obrigado também a todo o corpo docente da Faculdade de Economia, Administração, e Contabilidade de Ribeirão Preto. Em especial agradeço aos Professores Doutores Maurício Jorge de Souza Pinto e a Renato Marcondes Leite, coordenadores do

Projeto “Levantamento e avaliação da literatura econômica sobre o BNDES”, por terem me dado a oportunidade de trabalhar nesse projeto e terem me proporcionado a possibilidade de permanecer por mais um ano em Ribeirão Preto. À Maurício, eu agradeço também pela amizade e por todos os conselhos.

Gostaria de agradecer ao Professor Doutor Sérgio Sakurai, por ter me indicado para participar desse projeto e por todas as inúmeras vezes que me ajudou. À Professora Doutora Elaine Pazzelo, muito obrigada por ter sido sempre uma pessoa extremamente simpática e solicita, por sempre me aconselhar e ajudar em todos os momentos do mestrado. Agradeço também ao Professor Doutor Eliezer Martins Diniz, meu supervisor do estágio PAE, pela disponibilidade para me atender e por todo apoio que me forneceu.

Agradeço também aos funcionários de Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, em especial, a Érika de Lima Veronezi Costa, a Matheus Carlos da Costa e a André Pignata.

Aos meus grandes amigos do mestrado, agradeço por terem me suportado e compartilhado comigo os momentos mais difíceis. Agradeço a Camila Vogt por ter sido uma grande amiga e confidente. Agradeço a Wilson Cardoso por ter me feito companhia sempre e escrito uma linda música para mim. Agradeço a Gabriel Gava pelos papos de sempre. Agradeço ao Paulo Coniaric por ter me feito rir em todos os momentos, inclusive nos piores. Agradeço ao Ivan de Paula por ser essa pessoa querida com a qual eu sei que posso contar e por ter me feito rir com os seus e-mails extremamente hilários no nosso grupo. Agradeço ainda ao Ivan e ao Paulo por todas as milhares de caronas concedidas. Espero que possamos ser amigos para sempre.

Muito obrigada também para as minhas grandes amigas Fernanda Braga, Iohane Sanches, Lívia Campos, Renata Portela e Vivian Araújo. Agradeço a vocês por fazerem parte da minha vida, pelas palavras de incentivo nos meus momentos de surto. Obrigada meninas e que seja dada continuidade na sequência de casórios que teremos esse ano e no que estar por vir.

Agradeço também a minha amiga de toda a vida, Evelyn Sobrinho, que me ajudou muito a encarar todos os desafios, que sempre me dedicou as melhores palavras de conforto e que foi me visitar em Ribeirão Preto. Muito obrigada também ao meu querido amigo Anderson Ricci, por todas as risadas e peço-lhe perdão por todos os vexames que eu já te fiz passar.

À Rafaela Mello, muito obrigada por ter lido a minha dissertação inteira e feito comentários sangrentos. Graças a você o meu texto ficou melhor escrito. Obrigada!

Por fim, agradeço a Guilherme Byrro e a Eduardo Coura por me aturarem diariamente e por terem suportado o meu alto nível de estresse na reta final da minha dissertação. Agradeço também ao Guilherme por todas as correções da minha dissertação.

Enfim, gostaria de agradecer a todos por fazerem parte da minha vida e espero que vocês permaneçam nela por muito tempo. Espero poder contribuir tanto para a vida de vocês quanto vocês contribuem para mim.

“Se enxerguei longe foi porque me apoiei sobre ombros de gigantes.”

Isaac Newton

RESUMO

CASTRO, G. M. C. **O impacto dos componentes da infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileiras**: uma análise espacial do período de 1970 a 2010. 2014. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

Na literatura econômica, há um grande interesse no estudo sobre a dinâmica do crescimento das cidades e os fatores que a influenciam. A motivação principal dos pesquisadores é verificar por que algumas cidades crescem enquanto outras permanecem estagnadas, e quais são os fatores que contribuem para o fluxo de migração de fatores de produção para os grandes centros urbanos. Neste sentido, o presente trabalho procura avaliar o impacto da infraestrutura pública sobre o crescimento econômico das cidades brasileiras – mensurado por meio do crescimento populacional e salarial. O acesso à infraestrutura é um dos principais fatores que determinam o desenvolvimento econômico e é considerado um dos maiores entraves para a o crescimento econômico do Brasil. Boa infraestrutura pode garantir serviços básicos, bem como externalidades positivas sobre a saúde, meio ambiente, produtividade e possibilidades de investimento. Os dados dos Censos Demográficos, utilizados nesta dissertação, mostraram que o país experimentou um forte crescimento no acesso à infraestrutura no período de 1970 a 2010. O acesso ao abastecimento de água, a coleta de esgoto, energia elétrica e a telefonia mais do que dobrou no período analisado. Tendo em vista que os municípios brasileiros são suscetíveis a diversas formas de interações entre si, é de se esperar que existam efeitos espaciais entre estes. Portanto, para analisar os impactos da infraestrutura sobre o crescimento econômico regional, foi utilizada a metodologia econométrica de dados em painel com dependência espacial. Como esperado, os resultados mostram que as variáveis de infraestrutura afetam positivamente o crescimento econômico regional, sendo o acesso à energia elétrica e a telefonia as variáveis com maior impacto.

Palavra chave: Crescimento Econômico Regional, Infraestrutura, Econometria Espacial.

ABSTRACT

CASTRO, G. M. C. **The impact of the components of public infrastructure on growth of Brazilian cities:** A spatial econometric analysis of the period 1970-2010. 2014. 140 f. Dissertation (Master) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

In the economic literature there is a great interest in the study of the dynamics of the growth of cities and the factors that influence it. The main attraction of the researchers is to check why some cities grow while others remain stagnant, and what are the factors that contribute to the migration flow of production factors to the major urban centers. In this sense, this paper seeks to assess the impact of public infrastructure on economic growth of Brazilian cities - measured by population and wage growth. Since the access to infrastructure is one of the main factors determining economic development and is considered one of the greatest barriers to the economic growth in Brazil. Good infrastructure can guarantee basic services, as well as positive externalities in health, environment, productivity and possibilities for investment. Data from Demographic Censuses, used in this paper, showed that the country experienced strong growth in the access to infrastructure in the period of 1970-2010. The access to water supply, the sewage collection, electricity and telecommunications more than doubled during the period analyzed. In order to measure the effects of infrastructure on regional economic growth, we used the econometric analysis of panel data with spatial dependence, since the Brazilians' municipalities are susceptible to diverse forms of interactions among them, is to be expected that exist spatial effects between them. As expected, the results show that the infrastructure variables positively affect the variation of income, being the access to electricity and telecommunications the variables with the greatest impact.

Keywords: Regional Economic Growth, Infrastructure, Spatial Econometrics.

LISTA MAPAS

Mapa 1: Percentual de domicílios com acesso ao abastecimento de água pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente. 72

Mapa 2: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso ao abastecimento de água pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente. 73

Mapa 3: Percentual de domicílios com acesso à coleta de esgoto pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente. 74

Mapa 4: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso à coleta de esgoto pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente. 75

Mapa 5: Percentual de domicílios com acesso à energia elétrica fornecida pela companhia distribuidora por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente. 76

Mapa 6: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso à energia elétrica fornecida pela companhia distribuidora por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente. 77

Mapa 7: Percentual de domicílios com acesso à telefonia por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente. 78

Mapa 8: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso à telefonia por Unidade da Federação para os anos 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente..... 79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do acesso à infraestrutura 125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos municípios brasileiros por região geográfica 63
Tabela 2 - Distribuição das AMCs por região geográfica 64
Tabela 3 – Compatibilidade entre os níveis hierárquicos das pesquisas de Região de Influência realizadas nos anos de 1978 e 1993 66
Tabela 4 - Deflator e Conversor das Rendas do Censo 67
Tabela 5 – Estatísticas Descritivas 68
Tabela 6 - Teste de Autocorrelação Espacial I de Moran 82
Tabela 7 – Teste F para Especificação do Modelo de Dados em Painel: AMC 1970 85
Tabela 8 - Teste F para Especificação do Modelo de Dados em Painel: AMC 1980 87
Tabela 9 - Teste de Especificação da dependência espacial: AMC 1970 90
Tabela 10 - Teste de Especificação da dependência espacial: AMC 1980 91
Tabela 11 - Teste de Especificação da dependência espacial: Municípios 91
Tabela 12 – Teste de Razão de Verossimilhança 93
Tabela 13 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1970 a 2010 96
Tabela 14 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1970 a 2010 99
Tabela 15 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1980 a 2010 103
Tabela 16 – Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1980 a 2010 106
Tabela 17 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional dos municípios entre 1970 a 2010 110
Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010 118
Tabela 19 – Matriz de Correlação – População 1970 a 2010 127
Tabela 20 - Matriz de Correlação – Salário per capita 1970 a 2010 127
Tabela 21 – Matriz de Correlação – População 1980 a 2010 128
Tabela 22 - Matriz de Correlação – Salário per capita 1970 a 2010 129
Tabela 23 – Teste de Fatores de Inflação da Variância 130
Tabela 24 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento econômico, com a exclusão da variável energia elétrica 131
Tabela 25 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1970 a 2010 135
Tabela 26 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1970 a 2010 136
Tabela 27 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1980 a 2010 137
Tabela 28 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1980 a 2010 138

LISTA DE SIGLAS

AMC	Área Mínima de Comparação
GMM	Método Generalizado dos Momentos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPC	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IV	Método de Variáveis Instrumentais
LM	Teste Multiplicador de Lagrange
LR	Teste de Razão de Verossimilhança
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
POOLED	Modelo de dados em painel agrupados, sem a consideração das idiossincrácias específicas da unidade seccional
SAR	Modelo autorregressivo espacial ou Modelo de defasagem espacial
SDM	Modelo Espacial de Durbin
SEM	Modelo de erro autorregressivo espacial
SUR	Seemingly Unrelated Regressions
UF	Unidade da Federação
VIF	Teste de Fatores de Inflação da Variância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 20
2 REVISÃO DA LITERATURA 22
2.1 Crescimento econômico regional 22
2.2 Crescimento econômico e infraestrutura pública 30
2.2.1 Capital público e crescimento econômico 31
2.2.2 Investimento público e investimento privado 35
2.3 O caso brasileiro: Crescimento econômico regional e infraestrutura 36
3 MODELO 40
4 METODOLOGIA 47
4.1 Econometria espacial 47
4.1.1 Defasagem espacial e matriz de ponderação 48
4.1.2 Modelo econométricos de dependência espacial 51
4.1.3 Modelos de painel de dados com dependência espacial 54
5 BASE DE DADOS 62
5.1 Áreas Mínimas de Comparação 63
5.2 Munícipios sem alteração territorial 65
5.3 Deflator para rendas obtidas a partir dos Censos Demográficos 66
5.4 Estatísticas Descritivas 67
6 RESULTADOS 80
6.1 Testes de Diagnóstico 80
6.1.1 Teste de Autocorrelação espacial 81
6.1.2 Testes de Especificação 83
6.2 Resultados 94
6.2.1 Áreas Mínimas de Comparação – Período de análise: 1970 a 2010. 94
6.2.2 Áreas Mínimas de Comparação – Período de análise: 1980 a 2010. 101
6.2.3 Municípios sem alteração territorial no período de 1970 a 2010. 109
7 CONCLUSÃO 133
8 APÊNDICE 135
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 140

1 INTRODUÇÃO

Infraestrutura pode ser definida como o conjunto de instalações, equipamentos e serviços, geralmente públicos, que garantem o funcionamento das cidades. Na literatura econômica, há um grande debate a respeito dos efeitos da infraestrutura pública sobre o crescimento econômico nacional e regional. De acordo com autores como Aschaeur (1989) e Munnell (1990), o investimento público em infraestrutura fornece o pilar para a instalação de investimentos privados, bem como afeta positivamente o seu retorno, estimulando mais investimentos e crescimento econômico.

Ao âmbito regional, muitas pesquisas foram desenvolvidas a respeito dos impactos dos componentes da infraestrutura sobre o crescimento econômico. Os resultados dos estudos considerados seminais para este tema, concluíram que alguns dos componentes da infraestrutura, como energia elétrica e sistema de águas e esgoto, possuem grandes efeitos sobre o crescimento econômico, enquanto outros componentes, como prédios de hospitais, possuem efeito pequeno ou não significativo.

Esses resultados empíricos foram verificados em diversas pesquisas para distintos países, principalmente para a economia norte-americana. Para a brasileira, no entanto, os estudos desenvolvidos até o momento não encontraram evidências empíricas sistemáticas dos efeitos positivos da infraestrutura pública sobre o crescimento econômico das cidades. Os resultados encontrados para a economia brasileira contradizem grande parte da literatura econômica com foco em economia regional e estão em desacordo com os principais especialistas em economia brasileira. Uma vez que, segundo estes, a falta de infraestrutura é considerada um obstáculo ao crescimento econômico.

Neste contexto, esta dissertação sugere uma nova metodologia econométrica para a verificação dos efeitos da infraestrutura pública sobre as cidades brasileiras. O modelo teórico desenvolvido neste trabalho é uma generalização do trabalho desenvolvido por Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995). Esses autores consideram que as cidades são "economias completamente abertas, sem barreiras, com livre mobilidade de capital, trabalho e ideias", portanto, "diferenças na taxa de crescimento não podem ser justificadas pela taxa de poupança ou dotação exógena de mão de obra. (...) As cidades irão diferir apenas pelo seu nível de produtividade e qualidade de vida" (GLAESER, SCHEINKMAN E SHLEIFER, 1995, p.

119). Dessa forma, a livre mobilidade não levará a equalização dos salários entre as regiões, mas conduzirá a um equilíbrio espacial no qual os níveis de utilidade são igualados.

Para a estimação do modelo teórico foi utilizada uma metodologia econométrica recente, capaz de acomodar tanto a heterogeneidade quanto a dependência espacial entre os municípios brasileiros. Este método consiste em modelos de dados em painel com dependência espacial.

Os componentes da infraestrutura que serão estudados nesta dissertação são energia elétrica, abastecimento de água, coleta de esgoto e telefonia. As variáveis utilizadas como *proxie* para os componentes de infraestrutura regional foram extraídas dos microdados dos Censos Demográficos, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Todas as cidades brasileiras serão analisadas durante o período compreendido entre os anos de 1970 e 2010. Entretanto, o forte processo de emancipação dos municípios gera uma complexa dificuldade aos estudos com dados longitudinais. Para contornar esse problema serão utilizadas duas metodologias: agregação dos municípios de acordo com configuração político-administrativa no ano inicial e apenas a consideração dos municípios que não sofreram alteração territorial no período estudado.

Os resultados encontrados nesta dissertação sugerem que há um forte efeito do acesso à energia elétrica e a telefonia sobre o crescimento econômico das regiões e cidades brasileiras. Com relação ao acesso à coleta de esgoto e ao abastecimento de água,

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Crescimento econômico regional

Uma vasta literatura tem-se desenvolvido a respeito do crescimento econômico urbano e regional. De forma geral, tentou-se verificar a razão pela qual algumas cidades são ricas e outras pobres; por que algumas cidades estão crescendo, enquanto outras permanecem estagnadas. Esta revisão da literatura buscou sintetizar as principais contribuições para o estudo do crescimento econômico regional ao longo do tempo e, portanto não contemplou estudos que abordaram outros fenômenos regionais a menos que estes estejam relacionados ao crescimento econômico.

O interesse a respeito do crescimento econômico regional surgiu, de forma bastante preliminar, a partir do desenvolvimento da Teoria da Localização Industrial, cujo objetivo principal foi criar uma teoria sobre os fatores determinantes da distribuição espacial das atividades econômicas. Apesar de um dos primeiros trabalhos sobre esse tema, Weber (1929), considerar que o estudo regional estava amplamente ligado à teoria da localização, poucas foram as contribuições significativas dos primeiros estudos dessa linha de pensamento sobre o crescimento econômico regional [1]. As principais contribuições para esse tema foram apresentadas por Fischer e Hoover (1949) e Isard (1942), que atribuíram o desenvolvimento regional à industrialização. Para estes autores, como consequência da "Lei de Engle", as regiões industrializadas crescem mais que os locais cuja atividade principal é a agricultura[2].

Tanto Fisher e Hoover (1949) quanto Isard (1942) descreveram o desenvolvimento regional como ocorrendo em estágios. As regiões com menor crescimento seriam aquelas cujas atividades foram voltadas para a própria subsistência, enquanto as regiões mais dinâmicas seriam as que conseguiram desenvolver o setor de serviços[3].

---

[1] Para Weber (1929), as características passadas de uma região são o fator influenciador do seu crescimento ou declínio industrial.

[2] De acordo com essa lei, aumentos da renda pessoal levariam a aumentos menos que proporcionais dos gastos com alimentos.

[3] Fischer e Hoover (1949) distinguiram as seguintes fases do desenvolvimento regional:

1. Os altos custos dos transportes impedem a especialização da produção, fazendo com que cada região produza uma ampla cesta de bens para o seu próprio consumo.
2. Com a redução dos custos dos transportes, o comércio passa a permitir que as localidades se especializem na produção dos bens para os quais possuem vantagem comparativa e desta forma, todas as localidades experimentam melhoras em seu padrão de consumo.

Assim como a Teoria da Localização Industrial, a Teoria de Polos de Crescimento, difundida por Perroux (1955), associou o desenvolvimento econômico regional à industrialização. De acordo com essa linha de pensamento, o desenvolvimento de uma indústria motriz cria um ambiente favorável para o crescimento e o progresso. A grande repercussão dessa teoria na literatura econômica regional derivou de seu pioneirismo em considerar o crescimento econômico como concentrado regionalmente e forçadamente desequilibrado. De acordo com Perroux (1967, p.164), "o crescimento não surge ao mesmo tempo e em todo lugar; ele se manifesta em pontos ou polos de crescimento e propaga-se no conjunto da economia segundo vias diferentes e com efeitos finais variáveis".

A argumentação de que o crescimento regional ocorre por meio da industrialização foi criticada por North (1955), principal percussor da teoria da base de exportação, por não possuir análise sistemática e falhar em descrever o caso americano. Conforme o autor, que utilizou a teoria da localização para desenvolver seu arcabouço teórico, não há razões pelas quais todas as regiões devam se industrializar para continuar a crescer. Ademais grande parte da indústria secundária e terciária se desenvolveria automaticamente como reflexo passivo do crescimento da região. Dessa forma,

> [...] um deslocamento percentual do emprego do setor primário para o secundário e terciário ao nível regional não necessariamente reflete um afastamento da dependência da agricultura para a manufatura e serviços. Ao contrário, pode refletir o simples fato de que os agricultores estão recebendo altas rendas pelo produto de exportação e por isso estão comprando bens e serviços da indústria doméstica (NORTH, 1955, p. 252-253).

De acordo com teoria da base de exportação, as atividades exportadoras desempenhavam um importante papel na determinação do nível de renda per capita da região. Conforme a renda da região crescesse, a poupança da atividade exportadora transbordaria para novos tipos atividades produtiva multiplicando seus efeitos. Assim, à medida que a região se tornasse madura, a produção tornar-se-ia mais variada e o produto principal menos distinguível, portanto os regionalismos tenderiam a desaparecer.

Essa teoria sustentou que o crescimento econômico regional é intimamente ligado ao sucesso das atividades voltadas para exportações. Portanto, para estudar o crescimento regional deviam-se estudar as razões para o declínio, crescimento e mudanças na base de exportação. Segundo North (1955), as razões do declínio estavam associadas à redução da

---

3. O sucesso do comércio inter-regional permite que as regiões intensifiquem sua produção agrícola.
4. Com o crescimento da população e os retornos decrescentes da agricultura e da indústria extrativa, a região vê-se forçada a desenvolver a indústria secundária, a fim de continuar a crescer.
5. A fase final é atingida quando a região adquire maturidade industrial e desenvolve atividades terciárias necessárias para suprir as demandas locais de serviços e para exportação.

demanda externa pelo bem exportado, exaustão dos recursos naturais, aumentos dos custos relativos da terra e do trabalho em relação às regiões que competiam nesse produto e a mudanças tecnológicas que alteravam a composição relativa dos insumos. Em contraste, as razões para o crescimento da base de exportação deviam-se ao desenvolvimento dos transportes, ao crescimento da renda e da demanda em outras regiões, a programas governamentais e ao desenvolvimento tecnológico.

Apesar da teoria da base de exportação ser inovadora ao mostrar que o desempenho econômico depende e pode estar associado a fatores fora da região, Tiebout (1956) criticou a consideração da exportação da região como variável autônoma na determinação da renda regional. A crítica do autor fundamentou-se na observação dos dados empíricos, que mostravam que as regiões podiam crescer enquanto as exportações permaneciam constantes. Neste sentido, outras variáveis como investimento e gastos do governo deveriam ser tão independentes quanto às exportações na determinação da renda. Com livre mobilidade dos fatores, mesmo considerando que a base de exportação fosse condição necessária e suficiente para o crescimento regional, a região só poderia crescer se pudesse competir com as outras regiões. Dessa forma, "o crescimento ocorrerá apenas se o retorno dos fatores for igual ou maior que o retorno dos mesmos fatores em outras regiões", sendo que "a determinação dos custos dos fatores depende em parte da natureza das atividades domésticas". Caso as atividades domésticas sejam assumidas como endógenas e não forem consideradas como determinantes do crescimento regional, a análise implicitamente assumiria que os custos dos fatores sejam iguais e, portanto, a teoria da localização falharia.

Tiebout (1956) considerou também que há uma omissão de discussão na teoria da base de exportação, uma vez que a mesma não desenvolveu relações com a teoria de comércio internacional. Segundo o autor, "a importância quantitativa das exportações como variável explicativa na determinação da renda depende do tamanho da região em estudo." (TIEBOUT, 1956, p.161).

Com o surgimento dos modelos neoclássicos de crescimento econômico, no final da década de 1950, cujos principais expoentes foram Solow (1956) e Swan (1956), começaram a ser desenvolvidos estudos sobre o crescimento econômico regional utilizando como base esse arcabouço teórico [4]. Entretanto, o modelo de crescimento neoclássico, tal como foi desenvolvido inicialmente, concebia a suposição de que a economia em estudo fosse fechada

[4] Segundo Solow, um aumento da taxa de poupança provoca um efeito em nível sobre o produto por trabalhador, mas não um efeito de crescimento, pois no longo prazo a taxa de crescimento do produto por unidade de mão de obra dependerá apenas do progresso tecnológico exógeno.

e, portanto, não considerava os efeitos dos movimentos dos fatores sobre o crescimento econômico. Os primeiros modelos de crescimento regional alicerçados nas hipóteses neoclássicas de crescimento econômico, desenvolvidos por Borts (1960) e Borts e Stein (1964), buscaram explicar como ocorria o processo de crescimento em áreas de livre mercado, caracterizadas pelo livre comércio e movimento dos fatores sob condições de pleno emprego.

No livro "Economic Growth in a Free Market", Borts e Stein (1964) desenvolveram diversos modelos de crescimento regional e os testaram empiricamente utilizando dados dos Estados Unidos. A princípio testaram um modelo de crescimento econômico regional agregado. A principal hipótese adotada referia-se aos padrões de crescimento regionais, gerados pelas disparidades iniciais nas dotações de recursos. Uma síntese desse primeiro modelo pode ser encontrada em Oliveira e Rodrigues Jr. (2011, p. 206),

> Seguindo os pressupostos neoclássicos e admitindo que exista conhecimento comum para preço e tecnologia, cada região convergirá para um único equilíbrio, comum a todas as regiões. Fora do estado estacionário, existirão diferenças nas taxas de remuneração dos fatores entre as regiões, se houverem diferenças na razão capital-trabalho. Dada a existência de livre movimento dos fatores de produção entre regiões, o capital se deslocará para regiões com menor relação capital-trabalho e o trabalho migrará para as regiões nas quais essa relação é maior.

Entretanto, a análise empírica evidenciou um baixo poder explicativo do modelo, o que para Borts e Stein (1964) estaria associada à falha em reconhecer a diversidade das atividades econômicas intra e entre regiões. Ignorando, portanto, as diferenças na demanda intrarregional e inter-regional. Visando contornar essa fraqueza, Borts e Stein (1964) criaram um modelo de crescimento econômico regional desagregado. As principais hipóteses desse modelo consistiam em: existência de dois setores de produção em cada região, dois fatores de produção com livre mobilidade entre setores e regiões – capital e trabalho –, três tipos de bens – um bem exportável, um bem direcionado para o consumo interno e um bem importado – e a consideração da poupança como uma fração fixa da renda. Em síntese, de acordo com o modelo, a taxa de crescimento do produto regional cresceria ao longo do tempo a uma taxa de equilíbrio determinada pelo crescimento da força de trabalho, assumindo que os preços fossem constantes e que não houvesse avanços tecnológicos. Essa taxa de crescimento poderia ser alterada pela migração, que consequentemente alteraria da taxa de crescimento da oferta de trabalho.

De acordo com o modelo neoclássico de crescimento econômico regional, com livre migração do trabalho, do capital e do fluxo de informação, além de custos dos transportes modestos, haveria um equilíbrio de longo prazo no qual os preços dos fatores seriam

igualados. Todavia, diversos autores, perceberam que havia diferenciais de longo prazo dos salários reais entre as regiões, sem nenhuma tendência de equalização.

Uma reflexão até então ignorada pelos estudiosos foi trazida à luz por Nordhaus e Tobin (1972). De acordo com esses autores, o produto regional bruto ignora muitas fontes de utilidade e desutilidade, que não são associadas a transações de mercado. Além disso, muitas das externalidades negativas do crescimento econômico estariam associadas à urbanização e ao congestionamento. Dessa forma, uma porção da renda dos residentes urbanos deveria ser considerada como um "prêmio pela desamenidade", isto é, uma compensação pela moradia em ambientes menos agradáveis. Esse prêmio foi considerado como uma das fontes das diferenças nas taxas de salários e rendas entre as regiões, além das diferenças tecnológicas.

Assim como Nordhaus e Tobin (1972), Goldfarb e Yezer (1976) ressaltaram que a existência de diferenciais salariais entre as regiões, em um ambiente competitivo com livre mobilidade de bens e fatores, devia-se principalmente a exigência de taxas de salários mais elevadas por parte da mão de obra, para trabalhar em áreas que possuem desvantagens para moradia. Entretanto, as firmas somente poderiam pagar esses altos salários se fossem compensadas por vantagens de localização nessa região.

Perante a conclusão dos estudos acima, segundo os quais os diferenciais de salários e renda poderiam persistir em virtude das diferenças de amenidades entre as regiões, Rosen (1979) e Roback (1982) desenvolveram estudos em que buscavam explicar a razão da existência de diferenciais de salários entre as regiões[5]. Posteriormente, esses estudos serviram como base para o desenvolvimento de novos modelos de crescimento econômico regional, como Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) e Glaeser e Gottlieb (2009).

Os autores assumiram que a livre mobilidade dos fatores criaria um equilíbrio espacial estático, no qual, os níveis de utilidade seriam equalizados no espaço, sendo a migração populacional principal responsável por conduzir ao equilíbrio espacial. Rosen (1979) desenvolveu um modelo baseado no comportamento dos consumidores para explicar como as características não comercializáveis específicas da região – "amenidades" e "desamenidades" – afetam o diferencial regional dos salários reais. De acordo com o autor, as cidades que exibiam atributos avaliados negativamente (positivamente), como crimes e poluição, deveriam oferecer altos (baixos) salários e baixos (altos) preços dos imóveis para induzir (repelir) os trabalhadores a residirem nessa região.

[5] O foco principal do trabalho de Rosen (1979) estava no cálculo dos preços implícitos dos atributos locais de forma a utilizá-los como pesos para a criação de índices de qualidade de vida nas regiões. Entretanto, o estudo possui uma análise secundária em que explica a razão para os diferenciais de salários entre as regiões.

A ampliação desse modelo foi realizada por Roback (1982), ao incorporar o comportamento das firmas e considerar que as amenidades regionais poderiam afetar a produtividade dessas. Uma vez que os trabalhadores requerem um diferencial compensatório para viver em áreas menos agradáveis, as firmas também devem possuir alguma vantagem produtiva para que possam arcar com os salários mais altos nessas regiões, portanto, ignorar o lado das firmas faz com que o problema de combinação entre consumidores e firmas seja perdido. A principal conclusão empírica da autora foi que os diferenciais regionais nos salários podem ser amplamente explicados pelos atributos locais.

O avanço dos modelos de crescimento econômico ao âmbito das nações, com destaque para os trabalhos de Romer (1986), Lucas (1988), Barro (1990) e Barro e Sala-i-Martin (1992), influenciaram a criação de diversos estudos ao âmbito regional, como Glaeser et al (1992), Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) e Black e Henderson (1999)[6]. Estes estudos procuraram adaptar as hipóteses dos modelos de crescimento das nações para refletirem a problemática regional, com o intuito de verificar se os determinantes do crescimento econômico ao âmbito nacional também possuíam impacto sobre o crescimento regional.

Para Romer (1986) e Lucas (1988) as externalidades, principalmente as associadas ao transbordamento de conhecimento, atuam como "motor do crescimento". Dessa forma, "se a proximidade geográfica facilita a transmissão de ideias, então se pode esperar que os transbordamentos de ideias sejam particularmente importantes para as cidades" (GLAESER, 1992, p.1127).

Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) desenvolveram um modelo de crescimento econômico neoclássico com o objetivo de verificar quais são as forças econômicas responsáveis por explicar o crescimento das cidades. Esse modelo foi fortemente baseado no

---

[6] Ao contrário das teorias de externalidades da localização e urbanização, que se referiam a especialização e a formação das cidades em uma análise primordialmente estática, o modelo desenvolvido por Glaeser et al (1992) utilizou a teoria das externalidades dinâmicas, que explicava simultaneamente como as cidades se formam e como elas crescem. Os autores testaram as hipóteses de transbordamento de conhecimento de Marshall (1890), Porter (1990) e Jacob (1969) em um contexto dinâmico. Segundo Marshall (1890) e Porter (1990) o transbordamento de conhecimento ocorre entre firmas de uma mesma indústria concentradas geograficamente, já para Jacob (1969) a diversidade industrial em uma mesma cidade é a responsável por promover o transbordamento de ideias e contribuir para o crescimento das indústrias. O estudo empírico desenvolvido pelos autores não teve como o foco o crescimento das cidades, mas sim a taxa de crescimento de um conjunto de indústrias maduras presentes nas cidades americanas. As evidências sugeriram que o *spillover* de conhecimento mais importante ocorre entre e não intraindústria, consistente com a teoria de Jacobs.

estudo sobre a convergência da renda entre as nações desenvolvido por Barro e Sala-i-Martin (1992). O estudo de Barro e Sala-i-Martin buscava verificar se existiam forças automáticas que contribuíam para a convergência da renda entre as nações e se países pobres tendiam a crescer mais rápido que países ricos.

Com o intuito de estudar a convergência da renda entre as cidades, Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) adaptaram o modelo de Barro e Sala-i-Martin (1992) ao âmbito regional. Para isso, adotaram as hipóteses de Borts e Stein (1964), de Rosen (1979) e Roback (1982).

De acordo com Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995), "as cidades são economias completamente abertas, sem barreiras, com livre mobilidade de capital, trabalho e ideias" (GLAESER, SCHEINKMAN E SHLEIFER, 1995, p. 118), portanto, "diferenças na taxa de crescimento não podem ser justificadas pela taxa de poupança ou dotação exógena de mão de obra" (GLAESER, SCHEINKMAN E SHLEIFER, 1995, p. 119). Dessa forma, "as cidades irão diferir apenas pelo seu nível de produtividade e qualidade de vida" (GLAESER, SCHEINKMAN E SHLEIFER, 1995, p. 119). A principal hipótese assumida pelos autores consiste na consideração de que a renda elevada de determinada cidade possa ser compensada pela baixa qualidade de vida associada à mesma, como criminalidade, preços elevados, engarrafamentos, entre outros. Portanto, a livre mobilidade não conduzirá a equalização dos salários entre as regiões, mas conduzirá a um equilíbrio espacial no qual os níveis de utilidade são igualados.

Assim como Borts e Stein (1964), Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) concluem que a principal mensuração para o crescimento das cidades é a taxa de variação da mão de obra, que captura o quanto as cidades se tornam mais atrativas para os habitantes. O crescimento da renda ao nível regional é uma medida menos direta do crescimento econômico, uma vez que além de capturar o crescimento da produtividade, capta os declínios no índice de qualidade de vida. As conclusões de Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) foram seminais para o estudo sobre o crescimento econômico regional e deram origem a diversos outros estudos posteriores, como por exemplo, os estudos para o caso brasileiro desenvolvidos por Andrade e Serra (1999) e Chagas e Toneto Jr. (2003).

Black e Henderson (1999) estenderam o modelo de crescimento econômicos desenvolvido por Ramsey (1928), Cass (1965) e Koopmans (1965) ao considerar um ambiente no qual existem planejadores locais e dois tipos de cidades – as cidades do tipo 1, produtoras de bens intermediários, e as cidades do tipo 2, produtoras de bens de consumo.

Esse modelo considerou que "as economias de escalas externas (Romer, 1986) e os transbordamentos de conhecimento (Lucas, 1988) aumentam o retorno do capital humano e conduzem ao crescimento endógeno de longo-prazo" (BLACK e HENDERSON, 199, p. 253). As conclusões centrais do modelo sugerem que as cidades crescem com a uma taxa dada pela taxa de crescimento do capital humano vezes a elasticidade da renda com respeito ao nível de capital humano da cidade do tipo 1. Portanto, o crescimento das cidades seria paralelo, ou seja, cidades cresceriam a taxas similares, uma vez que o modelo supôs que o capital humano cresce a mesma taxa em ambos os tipos de cidades. Essa evidência é fortemente contraditória com os resultados de Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995).

Utilizando dados das áreas metropolitanas americanas de 1960 a 2000, Glaeser e Gottlieb (2009) verificaram que apesar de haver evidências empíricas a favor da convergência de renda, não houve aumento do crescimento populacional nas áreas que possuíam altos salários iniciais. Portanto, a renda estaria convergindo, mas não por meio da migração dos trabalhadores para áreas de altos salários. Além disso, os dados indicaram que a convergência de renda das cidades americanas tornou-se declinante a partir da década de 80 e as disparidades de renda entre as regiões permaneceram. Essa evidência empírica contribuiu para que os autores se inserissem no conjunto de estudos que enfatizam a existência do equilíbrio espacial entre as regiões.

O modelo desenvolvido por Glaeser e Gottlieb (2009) fornece uma visão dinâmica do modelo de Roback (1982), com o objetivo de avaliar o efeito de variáveis exógenas – que afetam a produtividade dos bens – e das amenidades sobre o crescimento das cidades. Nos modelos de equilíbrio espacial desenvolvidos até então, os indivíduos igualavam a utilidade ao longo do espaço em cada período de tempo, entretanto no modelo de Glaeser e Gottlieb (2009) a utilidade instantânea não necessariamente será equalizada entre as regiões em cada período de tempo. Nesse contexto dinâmico, o equilíbrio espacial será dado por meio da equalização da utilidade intertemporal ao longo do espaço. Caso a mobilidade do trabalho seja suficiente barata, haverá tanto equalização da utilidade instantânea quanto a equalização da utilidade intertemporal no espaço.

Apesar da migração do trabalho ser um dos principais responsáveis pela condução para o equilíbrio espacial, Glaeser e Gottlieb (2009) destacaram que esta pode ser lenta e, portanto, o preço da moradia, que varia mais rapidamente, pode ser um forte fator para a condução ao equilíbrio espacial. Nesse sentido, um modelo de crescimento urbano só seria completo se contivesse pelo menos três variáveis dependentes – salários, nível populacional e

preço da moradia. As equações dinâmicas finais do modelo descrevem como as variáveis endógenas – taxa de crescimento dos salários, da população e dos preços da moradia – são influenciados por variáveis exógenas que afetam o crescimento da produtividade do setor de bens transacionáveis, não transacionáveis e pelas amenidades.

Em síntese, a teoria de crescimento regional se desenvolveu de forma autônoma em um primeiro momento, posteriormente, verificou-se um grande vínculo com os estudos de crescimento econômico nacional, desenvolvendo estudos em paralelo com os estudos ao âmbito das nações. Considerando a literatura como um todo, percebe-se uma grande heterogeneidade entre os estudos.

Além da revisão da literatura a respeito dos modelos de crescimento econômico regional, faz-se necessário revisar um tema muito frequente nas discussões sobre economia regional. Nesse sentido, a próxima seção abordará os trabalhos que trataram dos efeitos da infraestrutura pública sobre o crescimento econômico regional.

2.2 Crescimento econômico e infraestrutura pública

O papel do capital público sobre o crescimento regional é muito discutido na literatura de economia regional. Apesar do investimento público não garantir que o crescimento econômico regional ocorrerá, os economistas regionais consideram que este é capaz de criar as fundações necessárias para as atividades econômicas e sociais regionais (DENO, 1988, p.400).

Meade (1952) definiu o estoque de capital público como um fator de produção fixo e não remunerado, que contribui independentemente para o produto das firmas. A responsabilidade pelo fornecimento do capital público é do governo local, que realiza investimentos públicos como um retorno pelo pagamento de impostos. Portanto, ao contrário dos outros insumos de produção, a firma não pode comprar o capital público por unidade. A quantidade de capital público ofertada pelo governo é determinada por meio do processo político, do qual supostamente a firma não desempenha nenhum papel.

O autor destacou ainda que firmas em áreas com estoque de capital público acima da média podem ser mais produtivas do que em outras áreas. Essa vantagem explica a razão pela qual firmas em cidades de altos salários podem ser capazes de competir com firmas em cidades de baixo salário.

O estoque de capital público local pode afetar a atividade econômica por meio de alguns canais. O investimento em capital público pode expandir a capacidade produtiva de uma região, tanto pelo aumento dos fatores de produção como pelo aumento da produtividade dos fatores já existentes, além de influenciar as decisões de investimentos privados. Dessa forma, o capital público pode afetar o crescimento econômico diretamente, como insumo no processo de produção, e indiretamente, por meio de seus efeitos sobre a produtividade total dos fatores e sobre os investimentos privados.

Os principais estudos que compõem esta revisão da literatura buscaram investigar os efeitos do capital público sobre o crescimento econômico, sobre a produtividade total dos fatores e sobre o investimento privado.

2.2.1 Capital público e crescimento econômico

Eberts (1986) investigou a relação entre a infraestrutura pública e o crescimento econômico, por meio da relação de causalidade entre o investimento público e o privado. A premissa utilizada pelo autor baseou-se nos modelos de crescimento econômico regional cumulativo, segundo os quais o período de ocorrência dos investimentos públicos indica o seu papel na promoção do desenvolvimento econômico local. Dessa forma, se o investimento público precede o investimento privado, então parece que as regiões utilizam os desembolsos públicos como instrumento para o desenvolvimento local. Se por outro lado, a sequência de eventos ocorre em direção oposta, parece que o governo local meramente responde às decisões do investimento privado.

Os resultados encontrados por Eberts (1986), a partir dos dados de desembolsos públicos e investimentos em manufaturas de quarenta cidades norte-americanas entre os anos de 1904 a 1978, indicam uma forte relação causal entre os desembolsos públicos e o investimento privado em trinta e três dos quarenta casos, entretanto a direção da causalidade varia entre as cidades americanas.

Apesar de Eberts (1986) ter encontrado uma relação de causalidade entre o investimento público e privado variante entre as cidades, os resultados encontrados pelo autor indicam que os diferenciais de crescimento regional são influenciados pela taxa de crescimento do estoque de capital público, uma vez que o estoque de capital público gera uma

contribuição positiva e significativa sobre o produto da manufatura de trinta e oito áreas metropolitanas norte-americanas, de 1958 a 1981.

Buscando verificar o efeito individual de cada componente da infraestrutura pública sobre o produto privado, Deno (1988) desagregou o capital público em estradas, sistema de esgoto e instalações de tratamento e distribuição de água. O autor verificou que os três tipos de capital público possuem efeitos positivos sobre a oferta de produtos da manufatura. O sinal e a magnitude dos coeficientes do capital público, principalmente, estradas e esgoto, sugeriram que o investimento público pode ser uma importante ferramenta de política para a promoção do crescimento regional.

O declínio da produtividade dos Estados Unidos nos anos de 1970 incentivou o aumento da produção literária a respeito dos fatores que contribuíram para esse fenômeno. Aschauer (1989) e Munnell (1990) investigaram o efeito do investimento público sobre a queda da produtividade dos Estados Unidos e concluíram que a mesma foi acelerada pelas taxas declinantes de investimentos em capital público.

Os resultados encontrados por Aschauer (1989) mostraram uma forte relação entre o produto por unidade de capital e o estoque de capital público, além de uma significativa relação entre o estoque de capital público e a produtividade total dos fatores. Para dados anuais dos Estados Unidos no período de 1949 a 1985, um aumento de 1% na razão trabalho-capital aumenta a produtividade do capital em 0,35%, enquanto um aumento de 1% na razão entre os estoques de capital público e o capital privado aumenta a produtividade total dos fatores em 0,39%.

Para Aschauer (1989), o "núcleo" da infraestrutura – composto por ruas, estradas, aeroportos, instalações de gás e elétricas, transporte coletivo, sistema de águas e esgoto, deve possuir um grande poder explicativo sobre a produtividade. O coeficiente estimado por esse autor para o "núcleo" da infraestrutura foi de 0,24, fortemente significativo ao nível de 5%. Portanto, os resultados indicaram que o núcleo da infraestrutura é principal responsável pelo aumento da produtividade, enquanto outros componentes da infraestrutura, como prédios de hospitais e de escolas, são insignificantes estatisticamente. Contudo, segundo o autor, é de se esperar que existam significativas defasagens temporais entre a construção das instalações educacionais e seus subsequentes impactos sobre a produtividade.

Munnell (1990) explorou o impacto do capital público sobre o produto e sobre o crescimento do emprego ao âmbito estadual e regional. De acordo com a autora, o investimento público precede a aceleração da atividade econômica e lhe serve como base.

Dessa forma, os estados que investiram mais em infraestrutura pública tenderiam a ter maior produto, mais investimento privado e maior crescimento do emprego. Os resultados encontrados pela autora ao âmbito nacional indicaram que um aumento em 1% no estoque de capital público aumentaria o produto em 0,34%.

Ao âmbito estadual e regional, conforme já discutido na seção anterior, o melhor indicador do desenvolvimento econômico são as tendências de emprego. Nesse sentido, Munnell (1990) examinou a relação entre o crescimento do emprego regional e o capital público, em um modelo de localização das firmas. Os resultados sugerem que a infraestrutura pública contribui para o crescimento do emprego, uma vez que o coeficiente estimado do capital público é positivo e consistente para todo o período analisado.

Os estudos citados acima não estão isentos de crítica. Munnell (1992) questionou os seus próprios resultados e os de Aschauer (1989). De acordo com a autora, o impacto do investimento público no produto, resultante de estudos de séries temporais agregadas, é muito elevado para ser crível. Faria mais sentido estudar a relação entre o capital público e a atividade econômica a nível estadual, sendo os resultados encontrados mais plausíveis.

As principais críticas aos estudos a respeito do impacto do capital público sobre o produto podem ser agrupadas em três grupos e referem-se a: i) existência de tendência comum entre o capital público e o produto, gerando resultados espúrios; ii) a relação de causalidade não ocorre do capital público para o produto ou para produtividade, mas sim em outra direção; iii) o grande intervalo dos coeficientes encontrados nos diversos trabalhos tornou os coeficientes suspeitos.

Aaron (1990) e Canning (1998) argumentaram que os dados de capital público e produto não são estacionários. Portanto é necessário à remoção dessa tendência, de forma a determinar a verdadeira relação entre o estoque de capital público e o produto. O método de estimação sugerido por esses autores foi a estimação em primeira diferença.

Munnell (1992) discordou dessa opinião, uma vez que, segundo a autora, a estimação em primeira diferença destrói qualquer relação de longo-prazo dos dados. Para Munnell (1992), ao invés de estimação em primeira diferença, deveriam ser conduzidos testes de cointegração.

Um terceiro método de estimação para dados não estacionários foi defendido por Kao e Chiang (2001). De acordo com os autores, se for incluído o efeito idiossincrático específico de cada região, em um modelo de dados em painel com efeito fixo, os parâmetros estimados serão consistentes, mesmo se a relação for não cointegrada.

A respeito da segunda crítica, segundo a qual o capital público é endógeno e, portanto a relação de causalidade ocorre da produtividade para o capital público, Fernald (1999) encontrou fortes indícios que contradizem essa crítica.

Fernald (1999) investigou a relação de causalidade entre as estradas, maior componente da infraestrutura pública, e a produtividade. Supondo que as estradas sejam produtivas, então as indústrias que as utilizam mais intensivamente deveriam se beneficiar mais do crescimento dos investimentos neste componente de infraestrutura. Dado a indisponibilidade de mensuração direta do uso das estradas pelas indústrias norte-americanas, o autor utilizou como proxy a quantidade de veículos utilizadas pelas firmas, uma vez que estradas e veículos são fortemente complementares.

De acordo com Fernald (1999), os dados da indústria norte-americana, de 1953 a 1989, sugeriram que a indústria intensiva em veículos beneficiou-se desproporcionalmente da construção de estradas. Portanto, a relação de causalidade ocorre do capital público para a produtividade e não o contrário. Há, portanto, uma forte evidência contra a hipótese de "causação reversa" entre infraestrutura pública e produtividade, uma vez que nesse caso as indústrias se beneficiariam da construção de estradas de forma relativamente similar, independentemente da intensidade do uso de veículos. Assim como Aschauer (1989), Fernald (1999) concluiu que a redução da produtividade norte-americana durante a década de 1970 foi fortemente influenciada pela redução dos investimentos públicos.

Com relação à terceira crítica, que diz respeito ao grande intervalo dos coeficientes estimados em diferentes estudos, Munnell (1992) argumentou que ao contrário de fragilizar os resultados, fornecem maior evidência do impacto positivo do estoque de capital público sobre o produto. Em todos os estudos, o coeficiente estimado do capital público foi positivo e estatisticamente significativo. Munnell (1992, p. 193) ressaltou que:

> Esse resultado é incrível, uma vez que grande parte dos gastos do capital público é voltada para solucionar problemas ambientais e aumentar a qualidade de vida, e, por conseguinte pouco contribui para o produto nacional.

Ademais, conforme Munnell (1992) não há discrepância entre os coeficientes por esfera governamental, a diferença nas estimativas surge quando a unidade de observação passa da nação para o âmbito estadual.

> Se o foco geográfico for limitado, o impacto estimado do capital público torna-se menor. A explicação mais óbvia é que, por causa dos vazamentos, não se pode

> capturar todo o retorno do investimento em infraestrutura olhando pequenas áreas geográficas (MUNNELL, 1992, p. 193-194).

O estudo desenvolvido por Coehn e Paul (2004) visou incorporar os efeitos dos vazamentos do capital público entre as regiões – mais especificamente, das estradas – e verificar o grau no qual as estradas estaduais fornecem benefícios de produtividade para além de seus limites. Para tanto, foi construída uma variável para capturar o *spillover* dos investimentos das estradas em uma região sobre as outras. A principal hipótese desse modelo é que o estoque de capital efetivo em um estado é relacionado ao estoque de capital efetivo dos estados vizinhos.

Os resultados encontrados por Coehn e Paul (2004) sugerem uma contribuição significativa do investimento público em estradas intraestaduais sobre a produção industrial, que é aumentada pelos *spillovers* interestaduais. Dessa forma, o reconhecimento da existência de vínculos espaciais, aumentou os efeitos estimados do investimento em estradas intraestaduais, e os efeitos entre estados causaram um efeito combinado ainda mais elevado.

Em linha com os estudos de Aschauer (1989) e Fernald (1999), o estudo recente de Mussolini e Teles (2010) analisou a relação da infraestrutura e da produtividade total dos fatores para o caso da economia brasileira. Os autores verificaram que o investimento em infraestrutura causa um aumento da produtividade total dos fatores, quando o primeiro é escasso. Portanto, a infraestrutura é necessária para o crescimento da produtividade total dos fatores, mas não é suficiente. Consequentemente, o efeito indireto da infraestrutura no produto, via produtividade, não é sempre verificado, apesar do efeito direto, como insumo na produção, ser de grande importância.

2.2.2 Investimento público e investimento privado

Outra questão muito presente na literatura é a respeito dos efeitos do investimento público sobre o investimento privado. Duas forças opostas parecem atuar na relação entre o capital público e o investimento privado. Se por um lado, o capital público pode elevar a produtividade do capital privado, aumentando a sua taxa de remuneração e, desta forma, incentivar um maior investimento privado. Por outro lado, o capital público pode servir como um substituto para o privado, portanto, quanto maior o estoque de capital público, menor será o incentivo ao investimento privado (MUNNELL, 1990, p. 18).

Alguns estudos, concentrados na década de 80 e 90, buscaram verificar qual a relação entre o capital público e o investimento privado. Os mais relevantes para esta dissertação serão contemplados a seguir[7].

Eberts (1986), por meio da estimação de uma função de produção translog, concluiu que o capital público e o capital privado são substitutos, enquanto capital público e trabalho são complementares.

Deno (1988) examinou a complementariedade entre o capital público – desagregado em estradas, sistema de esgoto e instalações de tratamento e distribuição de água –, o capital privado e o trabalho por meio da estimação de uma função translog de lucro das firmas. Segundo o autor, todos os três componentes do capital público possuem efeitos de complementariedade com o capital privado e o trabalho. As elasticidades estimadas indicaram que o capital em estradas é a mais efetiva ferramenta de política para promover o crescimento do emprego e a expansão do capital privado, enquanto o capital investido no sistema de tratamento de água é o menos efetivo.

As estimativas de Munnell (1990) mostraram um fraco grau de substitutibilidade entre os capitais privado e público. No esforço de ganhar mais informação sobre a natureza da substitutibilidade, a autora desagregou o capital público em estradas e ruas, sistema de água e esgoto e outros componentes do capital público. Os resultados permitiram concluir que estradas e ruas são substitutas do capital privado, já o sistema de água e esgoto é altamente complementar ao capital privado. Portanto, o capital público pode tanto encorajar quanto desencorajar os investimentos em capital privado.

Os resultados e conclusões citados nesta seção sugerem que há uma relação positiva entre o capital público e crescimento econômico nacional e regional e que a relação de causalidade dá-se do capital público para o produto e do capital público para produtividade total dos fatores.

2.3 O caso brasileiro: Crescimento econômico regional e infraestrutura

[7] O período utilizado nesses estudos foi citado na seção anterior.

Nesta seção faz-se uma revisão dos principais trabalhos a respeito do crescimento econômico regional brasileiro apresentando o modelo, a metodologia utilizada e os resultados a respeito do impacto da infraestrutura pública sobre o crescimento econômico regional.

Andrade e Serra (1999) utilizaram o modelo desenvolvido por Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) para verificar a influência das características estruturais iniciais das cidades médias brasileiras sobre o crescimento econômico regional, no período de 1970 a 1990. Esse estudo investigou a influência de sete temas sobre o crescimento econômico das cidades médias brasileiras: dimensão demográfica, grau de industrialização, renda e distribuição de renda, nível educacional, infraestrutura, gasto público e tamanho de mercado.

Ao se considerar um largo período de tempo, como o utilizado no artigo de Andrade e Serra (1999), é de se esperar que as variáveis características das cidades tenham se alterado, entretanto o modelo econométrico utilizado por esses autores não considerou essas alterações. A hipótese assumida por Andrade e Serra (1999) foi que as variáveis características das cidades são endógenas e, portanto, se alteram como uma função das condições iniciais.

Como variável de infraestrutura, Andrade e Serra (1990) utilizaram a razão do pessoal ocupado nas atividades de transportes, comunicação e armazenagem com relação ao pessoal ocupado urbano total. Os resultados apresentaram reversão de sinal ao longo do período analisado, enquanto no período de 1970 a 1980 o sinal estimado da variável de infraestrutura foi negativo, denotando que as cidades menos dotadas de infraestrutura foram as que cresceram mais, para o período de 1980 a 1990, o coeficiente estimado apresentou sinal oposto, indicando que as cidades com maior infraestrutura foram as que mais cresceram.

Azzoni et al (2000) procuraram verificar se houve convergência absoluta e condicional da renda para os estados brasileiros, além de investigar se as características geográficas, tais como, clima, infraestrutura local, acesso a serviços públicos e conhecimento a respeito da realidade física local, afetavam o crescimento das cidades, ao longo do período de 1981 a 1996. A hipótese fundamental desse trabalho foi a consideração do capital geográfico como um fator de produção fixo presente na função de produção das firmas, capaz de influenciar o capital privado, afetando sua produtividade marginal.

O modelo teórico desenvolvido por Azzoni et al (2000) baseasse no modelo neoclássico e o modelo econométrico utilizado foi o modelo de pseudo-painel. Dessa forma, todas as variáveis de interesse foram mensuradas como uma média anual da coorte por estado. De acordo com os autores, existem grandes vantagens em utilizar microdados em coortes, uma vez essa metodologia permite controlar as mudanças na composição da população em

cada estado, considerar o efeito das variáveis geográficas no crescimento e na convergência da renda por geração e identificar o efeito fixo dos estados sem a necessidade de uma grande série de tempo.

Das características geográficas estimadas por Azzoni et al (2000), a mais interessante para esta dissertação são as variável de infraestrutura: acesso à coleta de esgoto, à eletricidade e à coleta de lixo. Em ambos os modelos estimados, a única variável de infraestrutura que se mostrou significativa foi à coleta de lixo, e em todos os casos, seu coeficiente estimado foi positivo. Portanto, estados com alta cobertura de coleta pública de lixo tendem a apresentar elevado nível de crescimento de renda.

Chagas e Toneto Jr. (2003) investigaram a existência de convergência condicional e absoluta da renda e os determinantes do crescimento econômico regional para a economia brasileira no período de 1980 a 1991. O objetivo foi verificar se as variáveis de infraestrutura local, nível de riqueza, organização produtiva, mercado de trabalho e capital humano influenciam diretamente o crescimento econômico e de que forma se dá essa relação.

O modelo utilizado no estudo de Chagas e Toneto Jr. (2003) foi uma generalização do desenvolvido por Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995), ao considerar o capital físico privado como insumo de produção. A estimação das regressões cross-section foi realizada por meio do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Seemingly Unrelated Regressions (SUR).

Para verificar os efeitos da infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileira, Chagas e Toneto Jr. (2003) criaram uma proxy composta pela taxa de urbanização do município, percentual dos domicílios atendidos com água canalizada, percentual dos domicílios atendidos com rede de esgoto, percentual de domicílios com telefone instalado e percentual de domicílios servidos com energia elétrica. Os resultados encontrados sugeriram que a princípio a infraestrutura previamente existente desempenhou um papel negativo sobre a taxa de crescimento, mas há um ponto de mínimo, a partir do qual ocorre uma inversão e a infraestrutura passa a desempenhar um papel positivo sobre o crescimento.

Em todos os estudos regionais sobre a economia brasileira discutidos acima, a grande maioria das variáveis de infraestrutura apresentaram coeficiente estimado negativo, indicando que a infraestrutura pública possui um efeito adverso sobre o crescimento econômico das cidades brasileiras. Esses resultados divergem fortemente dos resultados encontrados para os outros países. Diante desse contexto, esta dissertação busca investigar o impacto da infraestrutura pública sobre o crescimento econômico regional, utilizando uma metodologia

econométrica mais avançada, econometria espacial, e uma série de dados com maior corte temporal.

3 MODELO

O modelo teórico desenvolvido neste capítulo investiga o efeito da infraestrutura pública sobre o crescimento das regiões, fornecendo assim a base teórica para o estudo empírico que será realizado no último capítulo desta dissertação. Tal modelo configura-se como uma extensão do modelo desenvolvido por Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995), uma vez que insere o capital privado, como em Chagas e Toneto Jr. (2003), e o capital público na função de produção das cidades.

Nos modelos de crescimento econômico regional, ao contrário dos modelos ao nível nacional, as diferenças nas taxas de crescimento urbano não podem ser explicadas por diferenças nas taxas de poupança ou nas dotações exógenas de trabalho entre as regiões, já que há livre mobilidade dos fatores de produção. Portanto, segundo Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995), quando se considera o nível político-administrativo das cidades, cujas economias são separadas, abertas e nas quais é livre a mobilidade do capital e do trabalho, os principais fatores que explicam as diferentes taxas de crescimento das cidades são a taxas de produtividade e o índice de qualidade de vida nas regiões.

Para a construção deste modelo admite-se que todas as regiões produzam um único e similar produto final, utilizando para isso a mesma função de produção. Ademais, supõe-se que a oferta de trabalho total é fixa, portanto a única forma de uma região empregar mais trabalho será por meio da migração de outras regiões. O mercado é regido por concorrência perfeita e não existe custo de transporte entre as regiões, dessa forma, o preço dos produtos é regionalmente uniforme.

Como todas as regiões produzem o mesmo produto final utilizando a mesma função de produção, o produto total da cidade i no período t é uma função dos fatores de produção existentes na cidade:

$$Y_{i,t} = f\ (A_{i,t}, K_{i,t}, L_{i,t}, G_{i,t}) \quad (1)$$

Em que, $A_{i,t}$ representa o nível de produtividade da cidade i no período t, L_{it} denota a quantidade de mão-de-obra disponível na cidade i no instante t, K_{it} é o estoque de capital privado existente na cidade i no período t, G_{it} é o estoque de capital público disponível na cidade i no instante t e, finalmente, $f(\cdot)$ denota uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, dessa forma:

$$Y_{i,t} = (A_{i,t}L_{i,t})^{1-\alpha}K_{i,t}^{\alpha}G_{i,t}^{\beta} \quad (2)$$

O progresso tecnológico nas cidades é do tipo Harrod-Neutro, ou multiplicador do trabalho. O estoque de capital público da cidade i no período t, $G_{i,t}$, é fruto da acumulação dos fluxos de investimentos públicos em capital, $I_{i,T}^{k}$, excluída a depreciação do capital. Admite-se que governo investe toda a sua arrecadação tributária incidente sobre a remuneração do capital privado em capital público, $I_{i,t}^{k}(T) = \tau r K_T$, em que $T = t - \Delta$..

$$G_{i,t}(T) = \int_0^{\infty} \left(I_{i,t}^{K}(T) - \delta G_{i,t}(T)\right) dT \quad (3)$$

Os parâmetros da função de produção, α e $1 - \alpha$ – parcelas da renda gasta com a remuneração dos fator trabalho e capital – são comuns para todas as cidade. De acordo com o Teorema de Euler, juntamente com a hipótese de concorrência perfeita, a renda é destinada integralmente para remunerar os fatores de produção. Sendo assim, não é possível que todos os fatores sejam remunerados com o seu produto marginal. Portanto, considera-se que o capital público não receba nenhuma compensação, a não ser a receita auferida pelo pagamento dos impostos por parte das firmas.

Sob o regime de concorrência perfeita, o único objetivo das firmas da cidade i será a maximização de seu fluxo de lucros intertemporal, o que equivale a maximizar o seu lucro presente:

$$\max_{K,L} \pi_{i,t} = \left[f\left(A_{i,t}, K_{i,t}, L_{i,t}, G_{i,t}\right) - w_{i,t}L_{i,t} - (r(1-\tau) + \delta)K_{i,t}\right] \quad (4)$$

Das condições de primeira ordem da maximização de lucro das firmas, conclui-se que os fatores de produção – capital privado e trabalho – recebem como remuneração a sua produtividade marginal. Por conseguinte, o salário do migrante potencial será igual à produtividade marginal do trabalho:

$$w_{i,t} = (1-\alpha){A_{i,t}}^{1-\alpha}L_{i,t}^{-\alpha}K_{i,t}^{\alpha}G_{i,t}^{\beta} \quad (5)$$

$$r = \frac{(1-\alpha)(A_{i,t}L_{i,t})^{1-\alpha}K_{i,t}^{\alpha-1}G_{i,t}^{\beta} - \delta}{(1-\tau)} \quad (6)$$

Perante a decisão do local de moradia, além da remuneração do trabalho em cada região, os indivíduos levam em consideração a qualidade de vida nessas regiões, representada pelo índice de qualidade de vida, $V_{i,t}$. O índice de qualidade de vida na cidade i decresce com o tamanho de sua população, e captura, através de $Q_{i,t}$, um grande conjunto de fatores que afetam a qualidade de vida, como criminalidade, custo de vida, poluição, congestionamento de trânsito, entre outros. Portanto, a utilidade total do migrante potencial para a cidade i relaciona o salário recebido pelos trabalhadores nessa cidade com o seu índice de qualidade de vida:

$$V_{i,t} = Q_{it}(L_{i,t})^{-\sigma} \quad (7)$$

$$U_{i,t} = w_{i,t} \cdot V_{i,t} \quad (8)$$

A livre mobilidade do trabalho conduzirá ao equilíbrio espacial entre as cidades, que ocorre quando o nível de utilidade equalizar-se espacialmente entre todos os indivíduos em todas as regiões, igualando-se ao nível de utilidade da cidade média, U_t. Ao longo do tempo, os fatores responsáveis pela variação da utilidade da cidade média são a variação da produtividade, a taxa de crescimento do capital privado, da força de trabalho, do capital público e da qualidade de vida.

$$\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) = (1-\alpha)\ln\left(\frac{A_{i,t+1}}{A_{i,t}}\right) + \alpha \ln\left(\frac{K_{i,t+1}}{K_{i,t}}\right) - (\sigma+\alpha) \ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) + \beta \ln\left(\frac{G_{i,t+1}}{G_{i,t}}\right) + \ln\left(\frac{Q_{i,t+1}}{Q_{i,t}}\right) \quad (9)$$

Assume-se que as variações na produtividade, no capital privado, no capital público e na qualidade de vida sejam influenciadas pelas características iniciais específicas de cada cidade, que são descritas pelas equações abaixo:

$$\ln\left(\frac{A_{i,t+1}}{A_{i,t}}\right) = \vec{a}'_{i,t}\vec{\gamma}_A + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

$$\ln\left(\frac{K_{i,t+1}}{K_{i,t}}\right) = \vec{k'}_{i,t}\vec{\gamma}_K + \xi_{i,t} \quad (11)$$

$$\ln\left(\frac{G_{i,t+1}}{G_{i,t}}\right) = \vec{g}'_{i,t}\vec{\gamma}_G + \varsigma_{i,t} \quad (12)$$

$$\ln\left(\frac{Q_{i,t+1}}{Q_{i,t}}\right) = \vec{q}'_{i,t}\vec{\gamma}_Q + \zeta_{i,t} \quad (13)$$

Em que $\vec{a}_{i,t}$, $\vec{k}_{i,t}$, $\vec{g}_{i,t}$, $\vec{q}_{i,t}$ são os vetores de variáveis características da cidade i no instante t, que influenciam, respectivamente, o crescimento do nível de produtividade, do estoque de capital privado, do estoque de capital público e da qualidade de vida na região i. Entretanto, permite-se a possibilidade que a mesma variável característica influencie todas as variáveis que conduzem a equalização da variação da utilidade entre as cidades, e, portanto, se encontre em todos os vetores de variáveis explicativas, este caso será abordado posteriormente.

Inserindo (10), (11), (12) e (13) em (9), tem-se:

$$\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) = (1-\alpha)\left[\vec{a}'_{i,t}\vec{\gamma}_A + \varepsilon_{i,t}\right] + \alpha\left[\vec{k}'_{i,t}\vec{\gamma}_K + \xi_{i,t}\right] + \beta\left[\vec{g}'_{i,t}\vec{\gamma}_G + \varsigma_{i,t}\right] + \left[\vec{q}'_{i,t}\vec{\gamma}_Q + \zeta_{i,t}\right] - (\sigma+\alpha)\ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) \quad (14)$$

Enquanto nos modelos de crescimento econômico ao nível das nações, o crescimento da renda é a melhor forma de mensurar o crescimento da produtividade, ao nível das cidades, no qual é livre a mobilidade da mão-de-obra, o crescimento populacional é a maneira mais direta de capturar o quanto as cidades estão crescendo e tornando-se atrativas para a moradia e mercado de trabalho (GLAESER, SCHEINKMAN e SHLEIFER, 1995, p. 121). A principal desvantagem em utilizar a renda como medida de crescimento urbano e regional deve-se ao fato do crescimento da renda tanto capturar o crescimento da produtividade quanto o declínio na qualidade de vida das cidades. Dessa forma, resolvendo a equação (14) para a variação da mão de obra, tem-se:

$$\ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) = \frac{(1-\alpha)}{(\sigma+\alpha)}\left[\vec{a}'_{i,t}\vec{\gamma}_A + \varepsilon_{i,t}\right] + \frac{\alpha}{(\sigma+\alpha)}\left[\vec{k}'_{i,t}\vec{\gamma}_K + \xi_{i,t}\right] + \frac{\beta}{(\sigma+\alpha)}\left[\vec{g}'_{i,t}\vec{\gamma}_G + \varsigma_{i,t}\right] + \frac{1}{(\sigma+\alpha)}\left[\vec{q}'_{i,t}\vec{\gamma}_Q + \zeta_{i,t}\right] - \frac{1}{(\sigma+\alpha)}\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right)$$

Pode-se escrever a equação acima na forma empilhada:

$$\ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) = \begin{bmatrix} \vec{a}_{i,t} \\ \vec{k}_{i,t} \\ \vec{g}_{i,t} \\ \vec{q}_{i,t} \end{bmatrix}' \cdot \begin{bmatrix} \vec{\mu} \\ \vec{\chi} \\ \vec{\eta} \\ \vec{\theta} \end{bmatrix} \cdot [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1] + \varpi_{i,t} \quad (15)$$

Em que:

$\vec{\mu} = \frac{(1-\alpha)\overrightarrow{\gamma_A}}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\chi} = \frac{\alpha\overrightarrow{\gamma_K}}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\eta} = \frac{\beta\overrightarrow{\gamma_G}}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\theta} = \frac{\overrightarrow{\gamma_Q}}{(\sigma+\alpha)}$ e $\varpi_{i,t} = \frac{(1-\alpha)}{(\sigma+\alpha)}\varepsilon_{i,t} + \frac{\alpha}{(\sigma+\alpha)}\xi_{i,t} + \frac{\beta\varsigma_{i,t}}{(\sigma+\alpha)} + \frac{\zeta_{i,t}}{(\sigma+\alpha)} - \frac{1}{(\sigma+\alpha)}\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right)$

A equação (15) descreve como as variáveis características de cada região afetam o crescimento da mão-de-obra por meio de seus efeitos sobre o crescimento da produtividade, do capital privado, do capital público e da qualidade de vida. Portanto, os vetores $\vec{\mu}$, $\vec{\chi}$, $\vec{\eta}$ e $\vec{\theta}$, mensuram o efeito indireto das variáveis que afetam o crescimento da produtividade, do capital privado, do capital público e da qualidade de vida sobre o crescimento da mão de obra. O termo de erro composto e não correlacionado com as variáveis características da cidade i no período t é dado por $\varpi_{i,t}$.

Conforme já discutido, uma forma menos direta de mensurar o crescimento econômico regional é a partir do crescimento da renda, uma vez que os migrantes potenciais somente aceitarão ambientes menos agradáveis caso a renda seja mais elevada, portanto o crescimento da renda regional pode ser um resultado do declínio na qualidade de vida de tal localidade. O crescimento da renda na cidade i nesta dissertação será representado pela taxa de crescimento dos salários, pois acredita-se que essa seja uma variável mais adequada para renda regional[8].

$$\ln\left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}}\right) = \alpha\ln\left(\frac{K_{i,t+1}}{K_{i,t}}\right) + (1-\alpha)\ln\left(\frac{A_{i,t+1}}{A_{i,t}}\right) - \alpha\ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) + \beta\ln\left(\frac{G_{i,t+1}}{G_{i,t}}\right) \quad (16)$$

Inserindo (10), (11), (12) e (13) em (16), obtém-se:

[8] A utilização dos salários como proxie para o crescimento da renda deve-se a dificuldade da verificação da região de origem da renda do capital.

$$\ln\left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}}\right) = \frac{[(\alpha+\sigma)\alpha - \alpha^2]\vec{k}'_{i,t}\vec{\gamma}_K}{(\alpha+\sigma)} + \frac{[(\alpha+\sigma)(1-\alpha) - \alpha(1-\alpha)]\vec{a}'_{i,t}\vec{\gamma}_A}{(\alpha+\sigma)} + \frac{[(\alpha+\sigma)\beta - \alpha\beta]\vec{g}'_{i,t}\vec{\gamma}_G}{(\alpha+\sigma)} - \frac{\alpha\vec{q}'_{i,t}\vec{\gamma}_Q}{(\alpha+\sigma)} + \alpha\xi_{i,t} + (1-\alpha)\varepsilon_{i,t} + \beta\varsigma_{i,t+1} - \alpha\varpi_{i,t}$$

Da mesma forma que para o crescimento da mão de obra, pode-se escrever essa equação na forma de vetores empilhados, assim:

$$\ln\left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}}\right) = \begin{bmatrix}\vec{k}_{i,t}\\ \vec{a}_{i,t}\\ \vec{g}_{i,t}\\ \vec{q}_{i,t}\end{bmatrix}' \cdot \begin{bmatrix}\vec{\delta}\\ \vec{\lambda}\\ \vec{\varphi}\\ \vec{\psi}\end{bmatrix} \cdot [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1] + \nu_{i,t} \quad (17)$$

Em que:

$\vec{\delta} = \frac{(\sigma\alpha)\overrightarrow{\gamma_K}}{(\alpha+\sigma)}$, $\vec{\lambda} = \frac{[\sigma(1-\alpha)]\overrightarrow{\gamma_A}}{(\alpha+\sigma)}$, $\vec{\varphi} = \frac{(\sigma\beta)\overrightarrow{\gamma_G}}{(\alpha+\sigma)}$, $\vec{\psi} = -\frac{\alpha\overrightarrow{\gamma_Q}}{(\alpha+\sigma)}$ e $\nu_{i,t} = \alpha\xi_{i,t} + (1-\alpha)\varepsilon_{i,t} + \beta\varsigma_{i,t} - \alpha\varpi_{i,t}$

O efeito das variáveis características de cada região sobre o crescimento dos salários pode ser verificado por meio da equação (17). Os vetores de coeficientes $\vec{\delta}, \vec{\lambda}, \vec{\varphi}$ e $\vec{\psi}$ mensuram o efeito indireto das variáveis características das cidades sobre o crescimento dos salários, por meio de seus efeitos sobre crescimento da produtividade, do capital privado, do capital público e da qualidade de vida. O termo de erro composto e não correlacionado com as variáveis características da cidade i no período t é dado por $\nu_{i,t}$.

No caso específico em que as variáveis características da cidade i consideradas na análise afetam tanto o crescimento do nível de produtividade, do estoque de capital privado, do estoque de capital público e da qualidade de vida da região, o modelo se reduz a:

$$\ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) = \vec{x}'_{i,t}[\vec{\mu} + \vec{\chi} + \vec{\eta} + \vec{\theta}] + \varpi_{i,t} \quad (18)$$

$$\ln\left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}}\right) = \vec{x}'_{i,t}[\vec{\delta} + \vec{\lambda} + \vec{\varphi} + \vec{\psi}] + \nu_{i,t} \quad (19)$$

Em que:

$\vec{\mu} = \frac{(1-\alpha)}{(\sigma+\alpha)}\overrightarrow{\gamma_A}$, $\vec{\chi} = \frac{\alpha}{(\sigma+\alpha)}\vec{\gamma}_K$, $\vec{\eta} = \frac{\beta}{(\sigma+\alpha)}\vec{\gamma}_G$, $\vec{\theta} = \frac{1}{(\sigma+\alpha)}\vec{\gamma}_Q$, $\varpi_{i,t} = + \frac{(1-\alpha)}{(\sigma+\alpha)}\varepsilon_{i,t} + \frac{\alpha}{(\sigma+\alpha)}\xi_{i,t} + \frac{\beta\varsigma_{i,t}}{(\sigma+\alpha)} + \frac{\zeta_{i,t}}{(\sigma+\alpha)} - \frac{1}{(\sigma+\alpha)}\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right)$, $\vec{\delta} = \frac{[(\alpha+\sigma)\alpha - \alpha^2]}{(\alpha+\sigma)}\vec{\gamma}_K$, $\lambda = \frac{[(\alpha+\sigma)(1-\alpha) - \alpha(1-\alpha)]}{(\alpha+\sigma)}\vec{\gamma}_A$,

$\varphi = \frac{[(\alpha+\sigma)\beta - \alpha\beta]}{(\alpha+\sigma)}\vec{\gamma}_G$, $\psi = -\frac{\alpha}{(\sigma+\alpha)}\vec{\gamma}_Q$ e $\nu_{i,t} = \alpha\xi_{i,t} + (1-\alpha)\varepsilon_{i,t} + \beta\varsigma_{i,t} - \alpha\varpi_{i,t}$.

4 METODOLOGIA

O modelo econométrico de dados em painel com dependência espacial será utilizado para a estimação por Máxima Verossimilhança do modelo teórico de crescimento econômico regional desenvolvido no capítulo anterior. Com o objetivo de fornecer subsídios para a compreensão dos resultados que serão discutidos posteriormente, neste capítulo faz-se uma revisão metodológica a respeito das características principais da metodologia de econometria espacial, com foco nos modelos de dados em painel com efeito fixo e dependência espacial.

4.1 Econometria espacial

Os municípios brasileiros são suscetíveis a diversas formas de interações entre si, portanto, é de se esperar que existam efeitos espaciais entre eles. Por essa razão, faz-se necessário a utilização de métodos econométricos que incorporem a influência da configuração espacial, a fim de estimar apropriadamente a influência das variáveis em estudo sobre as variáveis de interesse das regiões. Os efeitos espaciais podem ser separados em dois tipos: dependência espacial e heterogeneidade espacial.

A inerente organização espacial e a estrutura espacial dos fenômenos tendem a gerar padrões complexos de interação e dependências entre as regiões (ANSELIN, 1988). A dependência espacial ocorre em virtude da influência simultânea que as regiões exercem umas sobre as outras e ao contrário dos processos temporais, nos quais a interação é unidirecional, no processo espacial, as interações são multidirecionais. Ademais, dependência espacial também pode ser oriunda de uma ampla gama de problemas na mensuração das variáveis em estudo, como por exemplo, a presença de externalidades espaciais e *spillovers*.

No modelo econométrico clássico, as variáveis exógenas da própria região i e o termo de erro aleatório da regressão são responsáveis por explicar a variável dependente desta região. Contudo, com a presença de dependência espacial além das variáveis exógenas da própria região i, é necessário incorporar no modelo a autocorrelação espacial, pois, neste caso,

as variáveis dependentes das regiões vizinhas também ajudam a explicar o comportamento da variável de interesse da região i[9].

O segundo tipo de efeito espacial, denominado heterogeneidade espacial, ocorre em consequência da ampla evidência da ausência de estabilidade estrutural dos dados espaciais, o que significa diferentes respostas para distintas regiões, resultando em formas funcionais e parâmetros variantes no espaço. Além disso, é pouco provável que haja homogeneidade nos dados regionais, e, portanto, a diagonal principal da matriz de variância e covariância exibirá termos não constantes.

A presença dos efeitos espaciais citados acima viola algumas das hipóteses de Gauss-Markov, são elas: ausência de multicolineariedade, exogeneidade estrita e variância do erro esférica. A violação dessas hipóteses torna o estimador de Mínimos Quadrados Ordinários viesado, inconsistente e ineficiente. Dada a impossibilidade da utilização de estimadores MQO para dados espaciais, fez-se necessário o desenvolvimento de novos métodos de estimação, que serão abordados posteriormente. Antes, porém, faz-se uma revisão do método de inserção da defasagem espacial no modelo econométrico, além de uma revisão dos modelos que serão utilizados nesta dissertação.

4.1.1 Defasagem espacial e matriz de ponderação

Uma das principais questões em econometria espacial é a forma pela qual a dependência espacial deve inserida no modelo. O primeiro problema surge da impossibilidade de estimar a relação entre as variáveis regionais, uma vez que a quantidade de parâmetros a ser estimado cresce com o tamanho da amostra. Assim, é necessário impor um arranjo para a ocorrência das interações espaciais entre as regiões. Em geral, define-se uma matriz quadrada de ponderação com o objetivo de quantificar a forma na qual a observação de uma região depende das observações das regiões vizinhas. A multiplicação da matriz de ponderação com as variáveis espaciais das regiões vizinhas cria o termo de defasagem espacial, que agrega os n-1 componentes espaciais em apenas uma variável. Dessa forma, apenas um coeficiente espacial deverá ser estimado.

Os pesos espaciais, w_{ij}, isto é, os termos da matriz de ponderação W, representam o grau de interação entre as regiões, seja interação geográfica, econômica, ou qualquer outra

[9] As variáveis de interesse de uma região podem estar relacionadas com as variáveis de interesse de outras regiões, a esta interação, denomina-se autocorrelação espacial.

forma de relação. Logo, a matriz W realiza uma ponderação da influência que as regiões exercem entre si (ALMEIDA, 2012). Para que a matriz de ponderação não seja fonte de má especificação no modelo, a mesma deve ser construída de tal forma que capte toda a dependência espacial do objeto em estudo. Existem diversos tipos de matriz de ponderação, entre elas:

4.1.1.1 Matriz de Contiguidade:

As matrizes de contiguidade são matrizes de pesos binária, baseadas na contiguidade geográfica entre regiões vizinhas. Caso as regiões possuam fronteira em comum o peso dado para interação entre elas será igual a um, caso contrário, será nulo. Existem diversas formas de se definir as matrizes de contiguidade, segundo Chagas (2004) e Almeida (2012), estas podem ser classificadas de acordo com as seguintes convenções:

i. Contiguidade Linear:

Os pesos serão iguais a $\omega_{rs} = 1$ para toda a região s que possuir fronteira em comum com a região r, com extensão diferente de zero, à sua direita ou à sua esquerda; e $\omega_{rs} = 0$ para aquelas regiões que não fazem fronteira com a região r.

ii. Contiguidade Rook:

Os pesos serão iguais a $\omega_{rs} = 1$ para toda a região s que possuir fronteira em comum com a região r, a leste, a oeste, a norte ou a sul, com extensão diferente de zero; e $\omega_{rs} = 0$ para aquelas regiões que não fazem fronteira com a região r.

iii. Contiguidade Bishop:

Os pesos serão iguais a $\omega_{rs} = 1$ para toda a região s que possuir vértice comum a região r; e $\omega_{rs} = 0$ para as demais localidades.

iv. Contiguidade Bilinear:

Define-se que o peso será $\omega_{rs} = 1$ toda região s que estiver duas regiões à direita ou à esquerda de r; e $\omega_{rs} = 0$ caso contrário.

v. Contiguidade Bi-rook:

Os pesos serão iguais a $\omega_{rs} = 1$ para toda a regiões s que estiver duas regiões a leste, a oeste, a norte ou a sul da região r; e $\omega_{rs} = 0$ para as demais localidades.

vi. Contiguidade Queen:

Os pesos serão iguais a $\omega_{rs} = 1$ para as regiões s que possuírem fronteira, diferente de zero, em comum com a região r; e $\omega_{rs} = 0$ caso contrário.

4.1.1.2 Matriz de Distância Geográfica:

As matrizes de ponderação por distância geográfica consideram que quanto maior a proximidade, maior a interação entre as regiões. Dentre as várias formas de especificação desta matriz, destacam-se a forma binária e a forma contínua (matriz inverso da distância):

i. Matriz Binária:

A matriz binária considera como vizinhos apenas as k regiões mais próximas da região i e estabelece o peso destas k regiões mais próximas como igual a uma unidade, já ao restante das regiões será atribuído peso nulo.

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

Em que $d_i(k)$ é a distância de corte, isto é, a menor distância para que a região i possua exatamente k vizinhos.

A vantagem desta matriz de ponderação está no combate ao desequilíbrio de conectividade, uma vez que todas as unidades espaciais terão a mesma quantidade de vizinhos, e ao aparecimento de "ilhas", regiões sem vizinhos (ALMEIDA, 2012).

ii. Matriz Inverso da Distância:

A principal diferença desta matriz de ponderação é que as influências das regiões consideradas vizinhas diferem entre si, sendo igual ao inverso da distância entre os centroides dos polígonos das duas regiões consideradas.

$$w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$$

Assim, como na matriz binária, é possível delimitar um corte de vizinhos.

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

4.1.1.3 Matriz de Proximidade socioeconômica:

Em alguns casos o pesquisador pode estar interessado em utilizar forças socioeconômicas para mensurar as interações entre as regiões. Entretanto, esse tipo de matriz pode gerar endogeneidade dos pesos, conduzindo a má especificação do modelo econométrico. Portanto, segundo Anselin (1988) é necessário evitar que a variável que define os pesos espaciais seja inserida no modelo como variável dependente.

4.1.2 Modelo econométricos de dependência espacial

A forma de interação dos dados espaciais determina a modelagem mais apropriada da dependência espacial. Dentre os vários tipos de modelo de dependência espacial, serão apresentados apenas os modelos mais relevantes, com foco principal nos modelos que serão utilizados no capítulo 6.

4.1.2.1 Modelos de dependência espacial de alcance global

Neste tipo de modelo, o *spillover* entre as regiões é global, isto é, todas as regiões se afetam simultaneamente.

i. Modelo SAR Misto (Modelo autorregressivo espacial ou Modelo de defasagem espacial)

O modelo de autocorrelação espacial da variável dependente é, de acordo Anselin et al. (2006, p. 6),

> [...] tipicamente considerado como uma especificação formal para os resultados de equilíbrio do processo de interação espacial ou social, no qual o valor da variável dependente para um agente é conjuntamente determinado com o dos agentes vizinhos.

O modelo SAR misto considera que além da matriz de variáveis explanatórias da região, as variáveis dependentes das regiões vizinhas também ajudam a explicar a variável dependente de uma localidade. A autocorrelação espacial é inserida no modelo por meio da

média ponderada dos valores da variável dependente observados na vizinhança (**Wy**). Dessa forma, o escalar ρ capta a influência da variável dependente defasada espacialmente, **Wy**, e os parâmetros do vetor **β** mensuram a relação das variáveis explicativas da matriz **X** sobre a variável dependente, **y**.

$$\boldsymbol{y} = \rho \boldsymbol{W}\boldsymbol{y} + \boldsymbol{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (20)$$
$$\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 \boldsymbol{I_n})$$

Em que, **y** é o vetor Nx1 de variáveis dependentes**, X** é uma matriz NxK de variáveis explicativas e **W** é a matriz de ponderação NxN.

Na forma reduzida, a expressão (**20**) é dada pela seguinte equação:

$$y = (I_n - \rho W)^{-1} X\beta + (I_n - \rho W)^{-1} \varepsilon \quad (21)$$

A inversão da matriz $(I_n - \rho W)$ só é possível caso esta seja singular, para isso, a matriz W deve ser normalizada de forma que a soma de suas linhas e colunas seja limitada a um número finito. Essa normalização é importante, pois garante que não haverá um processo explosivo ou processos de memória persistente dos choques no espaço. A normalização assegura que o grau de conectividade entre as regiões seja amortecido.

ii. Modelo SEM (Modelo de erro autorregressivo espacial)

A interação espacial do termo de erro é consistente com situações em que os determinantes omitidos das variáveis dependentes são autocorrelacionados espacialmente e em situações em que os choques não observados seguem um padrão espacial (ELHORST, 2011).

Quando os resíduos apresentam dependência espacial, o modelo deve incluir uma estrutura autorregressiva espacial de primeira ordem no termo de erro. Assim, a influência sobre a variável dependente não será resultado somente do choque específico de uma região, representado pelo termo de erro, mas também do *spillover* dos choques das regiões conectadas. Almeida (2012, p. 161) descreveu o significado intuitivo desse modelo:

> O padrão espacial manifestado no termo de erro é dado por efeitos não modelados por conta da falta de adequada medida, que, por sua vez não são distribuídos aleatoriamente no espaço, mas, ao contrário, estão espacialmente autocorrelacionados.

O modelo SEM pode ser especificado como:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{u}$$
$$\boldsymbol{u} = \lambda \boldsymbol{W}\boldsymbol{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (22)$$
$$\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 \boldsymbol{I_n})$$

Em que λ é o parâmetro de erro autoregressivo espacial. Sendo assim, o termo de erro associado a qualquer unidade espacial é uma média do termo de erro das regiões vizinhas mais um termo de erro aleatório. A forma reduzida do modelo é dada pela equação abaixo:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + (\boldsymbol{I_n} - \lambda \boldsymbol{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \quad (23)$$

Assim, como no modelo SAR, a matriz $(\mathrm{I_n} - \lambda \mathrm{W})$ deve ser singular, para que seja possível realizar a sua inversão. O efeito retroalimentador do choque em uma região nas outras regiões será decrescente se $|\lambda| < 1$.

4.1.2.2 Modelos de dependência espacial de alcance global e local

i. Modelo SDM (Modelo Espacial de Durbin)

De acordo com a literatura teórica e empírica em crescimento econômico e convergência de renda entre países e regiões, o crescimento econômico não depende somente dos valores iniciais do nível de renda, da taxa de poupança, do crescimento populacional, das mudanças tecnológicas da sua própria economia, mas também das economias vizinhas (Ertur e Koch, 2007 apud Elhrost, 2011; Elhorst et al, 2010a). Portanto, faz sentido a utilização de modelos Durbin para a estimação de modelos de crescimento econômico.

Este modelo econométrico espacial incorpora tanto a dependência espacial de alcance global quanto à de alcance local, pois supõe que as variáveis dependentes de todas as áreas são correlacionadas espacialmente, além de considerar que as variáveis exógenas possuem dependência espacial local.

$$y = \rho W y + \beta X + \pi W X + \varepsilon \quad (24)$$

As matrizes **X** e **WX** podem ser correlacionadas, gerando multicolinearidade, e, portanto, resultados inválidos, se a correlação for muito alta. Almeida (2012) ressaltou o trade-off entre o viés e a eficiência das estimativas no modelo SDM:

A especificação do modelo SDM levanta uma discussão sobre um possível trade-off entre o viés e a eficiência das estimativas. Ao especificar que todas as variáveis explicativas transbordem no modelo SDM para se evitar o viés de variável relevante omitida, pode-se introduzir no modelo algumas variáveis irrelevantes para explicar a variação da variável dependente y. Como se sabe, a incorporação de variáveis irrelevantes implica que as estimativas percam eficiência, apesar de continuarem não viesadas. O contra-argumento defendido aqui é que a perda de eficiência é um mal menor em comparação ao viés e inconsistência das estimativas, provocada pela omissão de variável relevante.

4.1.3 Modelos de painel de dados com dependência espacial

O modelo convencional de dados em painel é composto pela combinação dos dados em corte transversal com a sua dimensão temporal. As principais vantagens da observação dos dados das unidades de interesse ao longo do tempo advêm da maior quantidade de informação, maior variação e menor colinearidade entre as variáveis. Dessa forma, há um aumento da eficiência da estimação proveniente da grande disponibilidade de graus de liberdade. Além disso, o modelo permite a existência da heterogeneidade não observável entre as unidades, cuja omissão pode gerar estimadores viesados. O modelo apresenta-se com uma alternativa para controlar todas as variáveis específicas das unidades de interesse.

As principais hipóteses do modelo convencional de dados em painel são:

i. O termo de erro não é correlacionado com a variável idiossincrática não observável específica de cada unidade de interesse:

$$E(\varepsilon_{it}, \mu_i) = 0$$

ii. Ausência de autocorrelação serial do termo de erro:

$$E(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{is}) = \begin{cases} \sigma_\varepsilon^2, & se\ t = s \\ 0, & se\ t \neq s \end{cases}$$

iii. Exogeneidade forte das variáveis explicativas:

$$E(\varepsilon_{it}/X_{is}) = 0 \ \forall\, s, t$$

O modelo convencional de dados em painel assume ainda que as unidades em corte transversal são independentes entre si. Essa suposição é pouco provável quando as unidades em observação são regiões (Driscoll e Kraay, 1995 apud Almeida, 2012). Portanto, apesar do modelo convencional acomodar a heterogeneidade espacial por meio da inclusão de uma variável idiossincrática específica de cada região e invariante no tempo, o mesmo necessita de adaptação para considerar a existência da dependência espacial entre as observações. Com esse objetivo surgiram os modelos de painel de dados espaciais, cuja principal característica é

permitir a dependência espacial entre as regiões, por meio da inclusão de diversos tipos de dependência espacial no modelo. A forma geral do modelo de dados espaciais em painel é dada pela equação (25):[10]

$$\begin{gathered} \boldsymbol{y_t} = \alpha \boldsymbol{i_n} + \boldsymbol{\mu} + \rho \boldsymbol{W_1 y_t} + \boldsymbol{X_t \beta} + \boldsymbol{W_1 X_t \tau} + \boldsymbol{\xi_t} \\ \boldsymbol{\xi_t} = \lambda \boldsymbol{W_2 \xi_t} + \boldsymbol{\varepsilon_t} \end{gathered} \quad (25)$$

Em que $\boldsymbol{\mu} = (\mu_1, \dots, \mu_N)'$ é o vetor composto pelas variáveis idiossincráticas específicas de cada região e invariante no tempo, que afetam a variável dependente, mas são de difícil observação; $\boldsymbol{y_t} = (y_{1t}, \dots, y_{nt})'$ é o vetor das variáveis dependentes; $\boldsymbol{W_1 y_t}$ denota o efeito da interação da variável dependente de uma região com a de seus vizinhos; $\boldsymbol{X_t} = (\boldsymbol{X'_{1t}}, \dots, \boldsymbol{X'_{nt}})'$ é a matriz composta pelos vetores empilhados das variáveis explicativas exógenas de cada região, $\boldsymbol{W_1 X_t} = (\boldsymbol{W_1 X'_{1t}}, \dots, \boldsymbol{W_1 X'_{nt}})'$ representa as variáveis explicativas exógenas defasadas espacialmente, $\boldsymbol{\xi_t} = (\xi_{1t}, \dots, \xi_{nt})'$ é o vetor empilhado do termo de erro autocorrelacionado espacialmente, $\boldsymbol{W_2 \xi_t}$ representa a defasagem espacial do termo de erro, $\boldsymbol{\varepsilon_t} = (\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{nt})'$ é o vetor empilhado dos termos de erro aleatórios independentes e identicamente distribuídos com média zero e variância $\sigma^2 I_n$, ρ é o coeficiente autorregressivo espacial e λ é conhecido como parâmetro de erro autorregressivo espacial. O intercepto α só poderá ser estimado sob a condição de que $\sum_i \mu_i = 0$.

Assim como no modelo de painel de dados convencional, no de dados espaciais em painel existem duas formas de especificação da variável idiossincrática de cada região, conduzindo a duas variantes: o modelo de efeitos fixos e o de efeitos aleatórios. No modelo de efeitos fixos, a heterogeneidade não observada se manifesta no intercepto e, portanto, uma variável dummy é introduzida para cada unidade espacial como uma medida da variável de intercepto. No modelo de efeitos aleatórios, a variável idiossincrática é tratada como uma variável aleatória independente e identicamente distribuída, com média zero e variância σ_μ^2, que se manifesta no termo de erro. Entretanto, quando se trabalha com toda a população de regiões, o modelo de efeitos aleatórios não é apropriado (Beenstock, Felsenstein, 2006 apud Almeida, 2012). Portanto, nesta dissertação será abordado apenas o modelo de efeitos fixos, uma vez que a base de dados utilizada é composta por toda população de regiões.

A literatura de econometria espacial sugere dois métodos para estimação dos modelos com interação espacial: a estimação por Máxima Verossimilhança e a estimação por Variáveis Instrumentais (IV) ou Método Generalizado dos Momentos (GMM). A desvantagem do

[10] Na equação (25), os dados estão empilhados por unidade em corte transversal.

método de estimação por Máxima Verossimilhança está em sua dependência da suposição da normalidade do termo de erro, já a desvantagem do estimador IV/GMM deve-se a possibilidade dos coeficientes espaciais estimados encontrarem-se fora do intervalo de estacionariedade $(1/w_{min}, 1/w_{max})$, em que w_{min} e w_{max} denotam a menor e a maior raiz característica da matriz de ponderação, **W**. Apesar do método de estimação por Variáveis Instrumentais ou Método Generalizado dos Momentos ser consolidado para modelos cross-sections, para o caso de dados espaciais em painel, os estudos são ainda escassos, portanto, os modelos desta dissertação serão estimados por Máxima Verossimilhança.

A estimação por máxima verossimilhança baseasse na independência das observações, contudo em modelos espaciais, as observações são dependentes, causando perda de propriedades para os estimadores e para os testes, já que amostras dependentes possuem menos informação. Entretanto, segundo Arbia (2006), as propriedades assintóticas de consistência e eficiência deste estimador continuam válidas, se algumas condições a respeito das derivadas parciais da função de máxima verossimilhança com relação aos parâmetros prevalecerem.

Os dados em painel também podem ser modelados de forma agrupada, denominado modelo POOLED. O modelo POOLED considera que não haja variável idiossincrática específica para cada região e, portanto, não controla a heterogeneidade espacial. A estimação é realizada considerando que cada informação é referente a uma unidade seccional diferente. Dessa forma, quando há dependência espacial, o modelo POOLED é estimado como um modelo cross-section, pelos estimadores de Máxima Verossimilhança ou Método dos Mínimos Quadrados Generalizados.

Nessa seção serão apresentadas as modificações necessárias para estimar o modelo de efeito fixo incorporando diversos tipos de dependência espacial. Para tanto, supõe-se que a matriz de ponderação espacial **W** é constante no tempo e o painel é balanceado.

4.1.3.1 Modelo de efeito fixo:

O modelo de efeito fixo considera que a variável idiossincrática de cada região é não observável, invariante no tempo e potencialmente correlacionada com as variáveis explicativas, nesse caso, $E(\mu_i/\boldsymbol{x_{it}})$ pode ser qualquer função de $\boldsymbol{x_{it}}$. Essa formulação permite que as diferenças não observáveis entre as unidades de interesse sejam capturadas pelos diferentes termos constantes.

O modelo de efeitos fixos possui uma limitação, conhecida como o problema do parâmetro incidental, uma vez que os coeficientes de efeitos fixos não podem ser estimados consistentemente quando o painel é curto, T pequeno e N grande. Entretanto, a inconsistência da variável idiossincrática não é transmitida para os coeficientes de inclinação e, portanto, quando o painel for curto somente os coeficientes de inclinação podem ser estimados consistentemente.

Os modelos de efeito fixo com diferentes formas de dependência espacial serão apresentados abaixo.

i. Modelo de efeito fixo com defasagem espacial (SAR)

O modelo de efeito fixo com defasagem espacial da variável dependente assume a seguinte forma:

$$\boldsymbol{y_t} = \boldsymbol{\mu} + \rho \boldsymbol{W} \boldsymbol{y_t} + \boldsymbol{X_t} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\xi_t} \quad (26)$$

Essa extensão do modelo de efeito fixo, incorporando a variável dependente defasada espacialmente, gera duas complicações adicionais para a estimação (ANSELIN et al, 2006 apud ELHORST, 2010a):

a. A endogeneidade da variável dependente defasada espacialmente, $\sum_{j=1}^{n} w_{ij} y_{jt}$, viola a suposição de exogeneidade fraca do modelo de regressão padrão, $E\left[\left(\sum_{j=1}^{N} w_{ij} y_{jt}\right) \varepsilon_{it}\right] = 0$.
b. A dependência espacial entre as observações em cada ponto de tempo pode afetar a estimação do efeito fixo.

Em razão da endogeneidade da variável dependente autocorrelacionada espacialmente, o modelo não poderá ser estimado por Mínimos Quadrados Ordinários. Uma das formas de superar esse problema é por meio da estimação pelo método da Máxima Verossimilhança. Entretanto, esse método pressupõe que o termo de erro seja normalmente distribuído, caso o termo de erro não seja normalmente distribuído pode-se adotar o método da Quase Máxima Verossimilhança.

O procedimento de estimação por Máxima Verossimilhança do modelo de efeitos fixos com defasagem espacial da variável dependente foi desenvolvido por Elhorst (2003 e 2010a) e corrigido por Lee e Yu (2010). A correção foi necessária, pois os autores demonstraram que o estimador de Máxima Verossimilhança de modelos com efeito espacial fixo e dependência espacial fornecem parâmetros estimados inconsistentes para a variância se

N for grande e T pequeno. A função log-verossimilhança assumindo que os efeitos espaciais são fixos e que há autocorrelação espacial da variável dependente assume a seguinte forma:

$$\begin{aligned}\log L(\boldsymbol{\mu}, \rho, \boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\sigma^2}) \\ &= \frac{-NT}{2}\log(2\pi\sigma^2) + T\log|\boldsymbol{I_N} - \rho\boldsymbol{W}| \\ &- \frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left(y_{it} - \rho\sum_{j=1}^{N} w_{ij}y_{jt} - \boldsymbol{x_{it}\beta} - \mu_i\right)^2\end{aligned} \tag{27}$$

"O segundo termo do lado direito da função de log-verossimilhança representa o termo jacobiano da transformação de ε para y, levando em consideração a endogeneidade de $\sum_{j=1}^{N} w_{ij}y_{jt}$" (ANSELIN, 1988, p.63 apud Elhorst, 2010a, p.13).

O estimador do efeito espacial não observável, $\hat{\mu}_i$, pode ser encontrado a partir da maximização da função log-verossimilhança com respeito à μ_i:

$$\hat{\mu}_i = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\left(y_{it} - \rho\sum_{j=1}^{N} w_{ij}y_{jt} - \boldsymbol{x_{it}\beta}\right), i = 1, \ldots, \mathrm{N} \tag{28}$$

Substituindo a solução de μ_i na função log-verossimilhança obtém-se a função de log-verossimilhança concentrada com respeito à $\boldsymbol{\beta}, \rho\ e\ \sigma^2$:

$$\begin{aligned}\log L = \frac{-NT}{2}\log(2\pi\sigma^2) + T\log|\boldsymbol{I_N} - \rho\boldsymbol{W}| \\ - \frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left(y_{it}^* - \rho\left[\sum_{j=1}^{N} w_{ij}y_{jt}\right]^* - \boldsymbol{x_{it}^*\beta}\right)^2\end{aligned} \tag{29}$$

Em que as variáveis com asterisco representam o desvio das variáveis originais de suas médias temporais ("demeaned"):

$$y_{it}^* = y_{it} - \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} y_{it}$$

$$\boldsymbol{x_{it}^*} = \boldsymbol{x_{it}} - \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \boldsymbol{x_{it}}$$

$$\left[\sum_{j=1}^{N} w_{ij} y_{jt}\right]^{*} = \sum_{j=1}^{N} w_{ij} y_{jt} - \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\sum_{j=1}^{N} w_{ij} y_{jt}$$

Segundo Elhorst (2010a) o procedimento de estimação pode ser realizado de acordo com os seguintes passos:

a. Empilhar as observações conforme as sucessivas cross-sections, para t= 1,...,T, de forma a obter os vetores (NT,1) para Y^*, $(I_T \otimes W)Y^*$e a matriz (NTxK) das variáveis exógenas transformadas X^*.
b. A partir das regressões das variáveis Y^* e $(I_T \otimes W)Y^*$ contra X^*, encontram-se os estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários, b_0 e b_1, e os resíduos e_0^* e e_1^*dessas regressões respectivamente.
c. Substituem-se os resíduos e_0^* e e_1^* na função log-verossimilhança, concentrando-a em ρ. Em que C é uma constante que não depende de ρ.

$$log\, L = C - \frac{NT}{2} log[(e_0^* - \rho e_1^*)'(e_0^* - \rho e_1^*)] + T\, log|I_N - \rho W| \qquad (30)$$

d. O estimador de ρ é obtido a partir da maximização dessa função, que somente poderá ser resolvida numericamente, entretanto, como a função log-verossimilhança é côncava em ρ, garante-se que a solução encontrada será única (ANSELIN e HUDACK, 1992 apud ELHORST, 2010a).
e. Dada à estimativa numérica de $\hat{\rho}$, os estimadores de β e σ^2 poderão ser computados.

$$\hat{\beta} = b_0 - \rho b_1 = (X^{*\prime} X^*)^{-1} X^{*\prime}[Y^* - \rho(I_T \otimes W)Y^*] \qquad (31)$$

$$\widehat{\sigma^2} = \frac{1}{NT}(e_0^* - \rho e_1^*)'(e_0^* - \rho e_1^*) \qquad (32)$$

A abordagem descrita acima equivale ao procedimento de eliminação do efeito espacial fixo antes da estimação por meio da utilização do operador de desvio da média no tempo $\left(Q = I_{NT} - \frac{1}{T} i_T i_T \otimes I_N\right)$. Esse procedimento possui a vantagem de evitar o problema do parâmetro incidental, e somente poderá ser utilizado se a matriz **Q** puder ser substituída por sua inversa generalizada[11]. A estimação desse modelo também é realizada por Máxima

[11] Q^+ é chamada de inversa generalizada (Moore-Penrose) de Q se ela satisfizer as seguintes condições (ver Hsião, 2003):

Verossimilhança em virtude da endogeneidade remanescente da variável dependente defasada espacialmente. Anselin et al. (2006) demonstraram que esse estimador pode ser visto como um estimador de Mínimos Quadrados Generalizados de um modelo de regressão linear com matriz de covariância $\sigma^2 Q$.

Lee e Yu (2010) provaram que a abordagem desenvolvida por Elhorst (2003 e 2010a) fornecerá estimativa inconsistente do parâmetro de variância se N for grande e T pequeno. Por isso, propuseram dois métodos para obtenção de resultados consistentes. O primeiro, denominado de abordagem transformada, baseasse em uma alternativa para eliminar o efeito fixo que reduz em uma unidade o número de observações disponíveis para toda unidade espacial na amostra, passando de NT para N(T-1). A segunda abordagem consiste em um procedimento de correção do viés da variância obtida pela estimação desenvolvida acima.

$$\hat{\sigma}_{CV}^2 = \frac{T}{T-1}\hat{\sigma}^2 \quad (33)$$

ii. Modelo de efeito fixo Durbin

A forma geral do modelo Durbin é dada pela equação a seguir:

$$y_t = \mu + \rho W_1 y_t + X_t\beta + W_1 X_t \tau + \xi_t \quad (34)$$

A estimação do modelo de efeito fixo com defasagem espacial das variáveis explicativas exógenas é realizada de forma similar ao modelo de efeito fixo com variável dependente autocorrelacionada espacialmente, a única diferença reside na matriz de variáveis explicativas, que será $[\boldsymbol{X} \quad \boldsymbol{WX}]$ ao invés da matriz $\boldsymbol{X}$.

iii. Modelo de efeito fixo com erro autorregressivo espacial (SEM)

O modelo tradicional de efeitos fixos estendido para incorporar a autocorrelação espacial do termo de erro pode ser especificado como:

$$y_t = \mu + X_t\beta + \xi_t \quad (35)$$

---

1. $Q \times Q^+ \times Q = Q$
2. $Q^+ \times Q \times Q^+ = Q^+$
3. $(Q^+Q)' = Q^+Q$
4. $(QQ^+)' = QQ^+$

$$\xi_t = \lambda W_2 \xi_t + \varepsilon_t$$

A função de log-verossimilhança desse modelo é dada por:

$$\begin{aligned} log\, L(\beta, \lambda, \sigma^2) &= \frac{-NT}{2} log(2\pi\sigma^2) + T\, log|I_N - \lambda W| \\ &- \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \left\{ y_{it}^* - \lambda \left[\sum_{j=1}^{N} w_{ij} y_{jt} \right]^* - \left(x_{it}^* - \lambda \left[\sum_{j=1}^{N} w_{ij} x_{jt} \right]^* \right) \beta \right\} \end{aligned} \quad (36)$$

Dado λ, o estimador de máxima verossimilhança de β e σ^2 pode ser resolvido por meio das condições de primeira ordem:

$$\hat{\beta} = ([X^* - \lambda(I_T \otimes W)X^*]'[X^* - \lambda(I_T \otimes W)X^*])^{-1}[X^* - \lambda(I_T \otimes W)X^*]'[Y^* - \lambda(I_T \otimes W)Y^*] \quad (37)$$

$$\widehat{\sigma^2} = \frac{\epsilon(\lambda)'\epsilon(\lambda)}{NT} \quad (38)$$

Em que $\epsilon(\lambda) = Y^* - \lambda(I_T \otimes W)Y^* - [X^* - \lambda(I_T \otimes W)X^*]\beta$.

A função log-verossimilhança concentrada em λ é dada pela equação (39), dado $\beta\ e\ \sigma^2$. A condição de primeira ordem com relação a λ fornece o estimador desse parâmetro.

$$\log L(\lambda) = \frac{-NT}{2} \log[\epsilon(\lambda)'\epsilon(\lambda)] + T \log|I_N - \lambda W| \quad (39)$$

Para estimar ambos os parâmetros pode-se utilizar um procedimento iterativo, no qual o conjunto de parâmetros $\beta\ e\ \sigma^2$ e o parâmetro λ são estimados alternativamente até a convergência ocorrer.

5 BASE DE DADOS

A base de dados utilizada nesta dissertação foi extraída dos Censos Demográficos realizados a cada dez anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). De forma mais específica, utilizaram-se os microdados amostrais de domicílios e pessoas, referentes a 25% da população, para os anos de 1970, 1980, 1991, e 10% da população para os anos de 2000 e 2010[12].

Os microdados amostrais de domicílios permitiram calcular os índices de acesso à infraestrutura, cujo valor é dado pelo percentual de domicílios com acesso aos serviços básicos. Essas variáveis foram utilizadas como *proxies* para a infraestrutura instalada nos municípios brasileiros.

Mudanças nos questionários da pesquisa ao longo do tempo impossibilitaram a análise de todas as variáveis desejadas durante todo o período de estudo. Para período completo, isto é, entre os anos de 1970 a 2010, somente é possível mensurar o percentual de domicílios com acesso ao abastecimento de água pela rede geral de distribuição, à coleta de esgoto pela rede geral e a energia elétrica fornecida pela companhia distribuidora. A partir do censo de 1980, pode-se calcular o percentual de domicílios com acesso a telefonia fixa.

Para o cálculo da variável depende do modelo foram utilizados os rendimentos das pessoas que possuem vínculo empregatício com ou sem carteira assinada em sua ocupação principal. Essa variável foi extraída dos microdados da amostra de pessoas. A opção pela utilização de rendimentos do trabalho, como forma de captar as variações de produtividade nas cidades, deve-se ao fato do trabalhador ser mais propício a trabalhar no local onde mora, do que os lucros serem oriundos do local de residência do detentor do capital.

Diversos estudos ressaltam a importância do capital humano para o crescimento econômico regional. Portanto, optou-se por utilizar variáveis educacionais para controlar os efeitos dos diferentes níveis de educação sobre o crescimento econômico regional. As variáveis educacionais de controle utilizadas nesta dissertação foram: taxa de alfabetização e percentual de pessoas com ensino médio completo, superior completo e incompleto, especialização, mestrado e doutorado, doravante denominada de variável "educação".

[12] Apenas uma amostra da população é entrevistada com o questionário completo, para o restante da população é utilizado um questionário resumido. Uma vez que as questões relevantes para esta dissertação encontravam-se apenas no questionário completo, foram utilizados os microdados amostrais para a construção da base de dados, considerando os fatores de expansão. As amostras foram definidas pelo IBGE.

Os procedimentos adotados e as estatísticas descritivas dos dados utilizados nesta pesquisa serão descritos a seguir.

5.1 Áreas Mínimas de Comparação

Durante os anos de 1970 a 2010, foi perceptível o grande processo de emancipação dos distritos, elevando-se à categoria de municípios. Enquanto em 1970, o Brasil possuía 3.952 municípios, e estados como Rondônia e Roraima possuíam apenas dois municípios, em 1980 o número de municípios aumentou para 3.991. Esse crescimento é ainda mais impressionante no período compreendido entre os anos de 1991 a 2000, durante o qual 1.016 municípios foram criados, passando de 4.491, em 1991, para 5.507 municípios em 2000. No período seguinte percebeu-se uma estabilização do processo de emancipações, uma vez que apenas 58 municípios foram criados. A Tabela 1 mostra a quantidade de municípios por região geográfica.

Tabela 1 - Distribuição dos municípios brasileiros por região geográfica

Ano / Região	1970	1980	1991	2000	2010
Brasil	3.952	3.991	4.491	5.507	5.565
Região Norte	195	203	298	449	449
Região Nordeste	1.376	1.375	1.509	1.787	1.794
Região Sudeste	1.410	1.410	1.432	1.666	1.668
Região Sul	717	719	873	1.159	1.188
Região Centro-Oeste	254	284	379	446	466

Fonte: IBGE.
Nota: Os municípios que pertenciam ao estado de Goiás, em 1970 e 1980, e passaram a pertencer a Tocantins a partir de 1988, estão contabilizados nessa tabela como pertencendo a Região Norte em todos os períodos.

O forte processo de emancipação dos distritos ao longo do tempo, desmembrando-se de um ou mais municípios, gera uma complexa dificuldade aos estudos com dados longitudinais ao nível municipal. Em geral, existem algumas formas amplamente utilizadas na literatura para lhe lidar com esse problema: i) considerar apenas os municípios existentes no período inicial, desconsiderando-se os municípios que se originaram a partir destes; ii) acompanhar apenas os municípios que não sofreram perda territorial ao longo do tempo do estudo; iii) agregar os municípios por área mínima de comparação (AMC), de forma que as áreas sejam as mesmas ao longo do tempo; iv) aplicar os Polígonos de Voronoi, que

determinam as AMCs com base nas áreas de influência que cada município gerador tem sobre os novos municípios, sem a limitação das divisões políticas.

Duas metodologias foram adotadas nesta dissertação para contornar o problema das emancipações: agregação dos municípios por áreas mínimas de comparação (AMC) e a consideração dos municípios que não sofreram perdas territoriais no período. A opção pela utilização de AMCs deve-se a esta ser a forma mais utilizada na literatura, tornando os resultados deste estudo mais comparáveis. Todavia, assim como todas as metodologias citadas acima, a metodologia de agregação por AMC possui vantagens e desvantagens. Segundo Bacha e Silva (2011), existem algumas críticas quanto à utilização da metodologia de AMCs, dado que a mesma não considera as variações locacionais, podendo gerar sinais invertidos dos parâmetros, subestimação e/ou superestimação dos mesmos. Com o intuito de aumentar a variação locacional, estruturalmente reduzida pela opção de utilização das AMCs, nesta dissertação os municípios serão agregados conforme sua configuração inicial em 1970 e em 1980.

O agrupamento dos municípios brasileiros por AMCs foi realizado pioneiramente pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), para o período compreendido entre os anos de 1970 a 1997. Portanto, esse agrupamento precisou ser ajustado para incorporar as emancipações ocorridas após 1997. Ademais, criou-se, também, outra série de AMCs iniciando-se a partir da configuração política existente em 1980. A principal vantagem do segundo agrupamento reside em sua maior variação locacional, uma vez que são consideradas uma maior quantidade de áreas iniciais.

Tabela 2 - Distribuição das AMCs por região geográfica

Ano / Região	1970 - 2010	1980 – 2010
Brasil	3.652	3.828
Região Norte	143	166
Região Nordeste	1.298	1.326
Região Sudeste	1.401	1.404
Região Sul	588	676
Região Centro-Oeste	222	256

Fonte: Elaboração Própria.

5.2 Munícipios sem alteração territorial

Ao estudar os fatores que influenciam o crescimento da produtividade dos municípios é necessário perceber que existem diferenças estruturais e hierarquização entre as cidades. Os diferentes níveis hierárquicos podem influenciar a relação da infraestrutura com o crescimento das cidades. Por esse motivo, os níveis hierárquicos foram utilizados como variáveis de controle em alguns modelos que serão estimados no capítulo seguinte.

Os níveis hierárquicos dos municípios foram extraídos da Pesquisa de Rede de Influência realizada pelo IBGE. Essa pesquisa visa construir um quadro nacional da rede urbana brasileira, revelando a hierarquia entre os centros. Uma rede urbana compreende a organização do conjunto de cidades e suas zonas de influência e é composta por centros urbanos de dimensões e relações dinâmicas distintas.

A Pesquisa de Rede de Influência foi realizada nos anos de 1966, 1978, 1993 e 2007. Entretanto, durante esse período, o IBGE alterou a metodologia da pesquisa por duas vezes, tornando complexa a comparação entre as pesquisas. As pesquisas do ano de 1978 e 1993, por sua base teórica similar, concepção metodológica e operacionalização, permitem comparabilidade (MOURA, WERNECK, 2001, p. 29). Contudo, as pesquisas de 1978 e 1993 não são compatíveis com as pesquisas de 1966 e 2007[13].

Uma vez que não é de se esperar profundas modificações na hierarquia das cidades num curto período de tempo, optou-se por utilizar apenas as pesquisas de 1978 e 1993. A hierarquia definida na pesquisa de redes de influência de 1978 foi utilizada para os anos de 1970 e 1980, já a pesquisa de 1993 foi utilizada para os anos de 1991 e 2000[14]. A compatibilização dos níveis hierárquicos dessas pesquisas foi realizada por Moura e Werneck (2001) e ligeiramente modificada nesta dissertação.

[13] A mesma metodologia foi utilizada nas Pesquisas de Rede de Influência de 1966 e 2007.

[14] Para o ano de 2010, não é necessária os níveis hierárquicos, uma vez que o modelo consiste no impacto das condições iniciais sobre a variação salarial e populacional no período de 1970 a 2010. Dessa forma, as variáveis explicativas do ano de 2010 não foram inseridas no modelo.

Tabela 3 – Compatibilidade entre os níveis hierárquicos das pesquisas de Região de Influência realizadas nos anos de 1978 e 1993

Hierarquia dos municípios	1978	1993
Grande Metrópole Nacional	Grande Metrópole Nacional	Máximo (Cidade de São Paulo)
Metrópole Nacional	Metrópole Nacional	Máximo (Cidades do Rio de Janeiro e Brasília)
Metropolitano	Metrópole Regional	Máximo
Predominantemente Submetropolitano	Centro Submetropolitano	Muito Forte
Predominantemente Capital Regional	Capital Regional	Forte
Predominantemente Centro Sub-regional	Centro Sub-regional	Forte para Médio
Tendendo a Centro Sub-regional		Médio
Predominantemente Centro de Zona	Centro de Zona	Médio para Fraco
Tendendo a Centro de Zona		Fraco

Fonte: Elaboração Própria e Moura e Werneck (2001).

O controle pelo nível hierárquico dos municípios não faz sentido se os dados estiverem agrupados por áreas mínimas comparáveis. Portanto, para a utilização dessa variável de controle, foram utilizados apenas os 2883 municípios que não sofrem alteração territorial no período compreendido entre os anos de 1970 a 2010.

5.3 Deflator para rendas obtidas a partir dos Censos Demográficos

Como os preços não são constantes ao longo do tempo é necessário que os rendimentos obtidos por meio dos dados censitários sejam deflacionados, para que captem de forma apropriada o poder de compra dos indivíduos ao longo dos períodos. Para o caso da economia brasileira que experimentou períodos hiperinflacionários e diversas alterações da base monetária, a deflação e conversão dos dados é essencial.

O índice de preços escolhido para deflacionar os rendimentos obtidos por meio dos Censos Demográficos foi o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), calculado pelo IBGE. A opção por este índice de inflação em detrimento dos demais se deve ao estudo de Corseuil e Foguel (2002), no qual o INPC é sugerido como o melhor índice para deflacionar séries obtidas a partir de pesquisas domiciliares. De acordo com os autores, não há índice de preços com maior abrangência regional. Com relação à faixa salarial sobre a qual é definida a

cesta de produtos, os autores julgam ser mais relevante utilizar um índice que mede com maior precisão o poder de compra das famílias mais pobres, para as quais a renda real é mais sensível a ajustes.

A área de abrangência do INPC é composta de dez regiões metropolitanas mais o Distrito Federal. A cesta de produtos e os respectivos pesos que compõem esse índice foram definidos a partir dos hábitos da parcela da população cuja renda familiar está na faixa de 1 a 5 salários mínimos.

Ainda conforme esses autores é crucial a realização de três ajustes no INPC: i) alteração da data de referência, centrando o índice no primeiro dia do mês; ii) alteração do valor referente a julho de 1994, de forma a levar em consideração o carry-over inflacionário decorrente da mudança de unidade monetária ocorrida naquele mês; iii) expansão da série para períodos anteriores a sua criação.

No estudo de Corseuil e Foguel (2002), encontram-se disponíveis o fator de deflação, com base no INPC, para os anos de 1970 a 2000. Para o ano de 2010, o índice de preços utilizado é de elaboração própria, seguindo a mesma metodologia.

Tabela 4 - Deflator e Conversor das Rendas do Censo

Ano	Deflator	Conversor
1970	0,000000000000264	2.750.000.000.000
1980	0,000000000005778	2.750.000.000.000
1991	0,000067602304350	2.750.000
2000	0,895380694130519	1
2010	1,745583482968060	1

Fonte: Corseuil e Foguel (2002) e elaboração própria.
Nota: Janeiro de 2002 = 1.

5.4 Estatísticas Descritivas

O percentual de domicílios com acesso à infraestrutura foi utilizado como *proxy* para o nível de infraestrutura instalada nos municípios e nas Áreas Mínimas Comparação. Antes da apresentação dos resultados obtidos neste estudo, é fundamental analisar a evolução e as características dessas variáveis ao longo do tempo.

A análise dos dados permite verificar que a evolução dos componentes de infraestrutura ao longo do período em estudo foi bastante heterogênea. Mesmo os índices de

abastecimento de água e coleta de esgoto que possuíam patamares muito baixos em 1970, apresentaram trajetórias de expansão distintas. Enquanto, o índice de abastecimento de água apresentou taxas de crescimento crescentes até o ano de 1991, a partir do qual passou a crescer a taxas muito inferiores e declinantes, o índice de coleta de esgoto apresentou forte crescimento apenas no ano de 1980, passando a crescer a velocidades inferiores desde então.

Desde o início do período analisado, o acesso à energia elétrica sempre foi o componente de infraestrutura com maior cobertura. Entretanto, este índice cresceu a taxas decrescentes durante todo o período analisado. O motivo para esse crescimento lento deve-se ao fato de que 85% dos domicílios brasileiros já possuíam acesso à energia elétrica em 1991.

Ao contrário dos outros componentes da infraestrutura, o índice de acesso à telefonia apresentou taxas de crescimento elevadas e crescentes durante todo o período analisado.

Tabela 5 – Estatísticas Descritivas

Variável	Período	Média	Desvio- Padrão
Crescimento do salário per capita	1970 a 1980	0,76052	0,36498
	1980 a 1991	-0,0781	0,28579
	1991 a 2000	0,48268	0,29031
	2000 a 2010	0,20282	0,16506
Crescimento populacional	1970 a 1980	0,20265	0,26269
	1980 a 1991	0,14124	0,23512
	1991 a 2000	0,07963	0,201228
	2000 a 2010	0,10714	0,1125
Água	1970	0,31203	0,28346
	1980	0,45272	0,29552
	1991	0,68662	0,27915
	2000	0,76463	0,23375
	2010	0,81688	0,196
Esgoto	1970	0,12317	0,1945
	1980	0,26057	0,29371
	1991	0,32967	0,3467
	2000	0,47079	0,33707
	2010	0,54158	0,34139
Energia Elétrica	1970	0,45589	0,34101
	1980	0,66803	0,31204
	1991	0,85235	0,21102
	2000	0,93648	0,12431
	2010	0,9744	0,0606

(Continua)

Tabela 5 – Estatísticas Descritivas

Variável	Período	Média	Desvio- Padrão
Telefonia	1980	0,11503	0,10774
	1991	0,1764	0,13634
	2000	0,37573	0,23611
	2010	0,86988	0,14186
Salário per capita	1970	829,656	823,638
	1980	1733,42	1414,06
	1991	1546,03	1190,76
	2000	2208,89	1392,99
	2010	2567,65	1388,78

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

Outra característica relevante a respeito da evolução dos componentes da infraestrutura é o da hierarquia do atendimento. Municípios ou domicílios mais ricos acessam os componentes de infraestrutura com mais rapidez que municípios ou domicílios mais pobres. As estatísticas descritivas comprovam essa teoria, uma vez que as cidades apresentam experiências de crescimento do acesso à infraestrutura distintas e seguidas, num primeiro momento, pelo aumento das disparidades entre os municípios. Com o objetivo de analisar esse processo, nesta subseção será pormenorizada a trajetória de evolução dos indicadores de acesso à infraestrutura por Unidade da Federação[15].

De acordo com o Mapa 1, ao longo dos quarenta anos estudados nesta dissertação, é perceptível a ampliação da cobertura da rede geral de abastecimento de água em todo o país. Em 1970, a grande maioria dos estados possuía um nível bastante reduzido de domicílios com acesso ao abastecimento de água. Dezessete estados possuíam menos de 20% de seus domicílios atendidos pela rede geral de distribuição de água, e apenas dois, Rio de Janeiro e o Distrito Federal, apresentavam mais de 80% de seus domicílios com abastecimento de água. Entretanto, a melhora ao longo do tempo foi evidente para todos, embora, não no mesmo grau. Em 2010, doze estados conseguiram alcançar mais de 80% de seus domicílios com abastecimento de água pela rede geral, mas Rondônia, Pará e Amapá ainda possuem um baixo percentual de domicílios com cobertura para este serviço básico.

Dentre as variáveis em estudo, a coleta de esgoto, apesar de apresentar os maiores impactos negativos sobre a sociedade, foi a que menos evoluiu no período analisado (vide

[15] Alguns estados brasileiros não existiam no período inicial desta pesquisa. O estado de Mato Grosso do Sul foi desmembrado do estado do Mato Grosso no ano de 1979 e o estado do Tocantins só foi desmembrado do estado de Goiás em 1988. Dessa forma, nos mapas referentes aos anos em que estes estados não existiam, o valor apresentado é o do estado de origem.

Mapa 3). Em 1970, praticamente todas as Unidades da Federação possuíam menos de 20% de seus domicílios com acesso à coleta de esgoto, apenas São Paulo, Rio de Janeiro e do Distrito Federal encontravam-se na faixa de 20 a 30% de seus domicílios com acesso a esse serviço de saneamento básico. Em 1980, percebeu-se uma melhora na região Sudeste, que permaneceu em elevação nas décadas seguintes. Somente nos anos de 2000 e 2010, a melhora se expandiu para as demais regiões do país. Entretanto, a situação permanece grave, uma vez que em 2010, nove estados, localizados principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, encontravam-se abaixo dos 20% dos domicílios com acesso à coleta de esgoto e oito estavam na faixa dos 20 a 40% dos domicílios com acesso a este serviço.

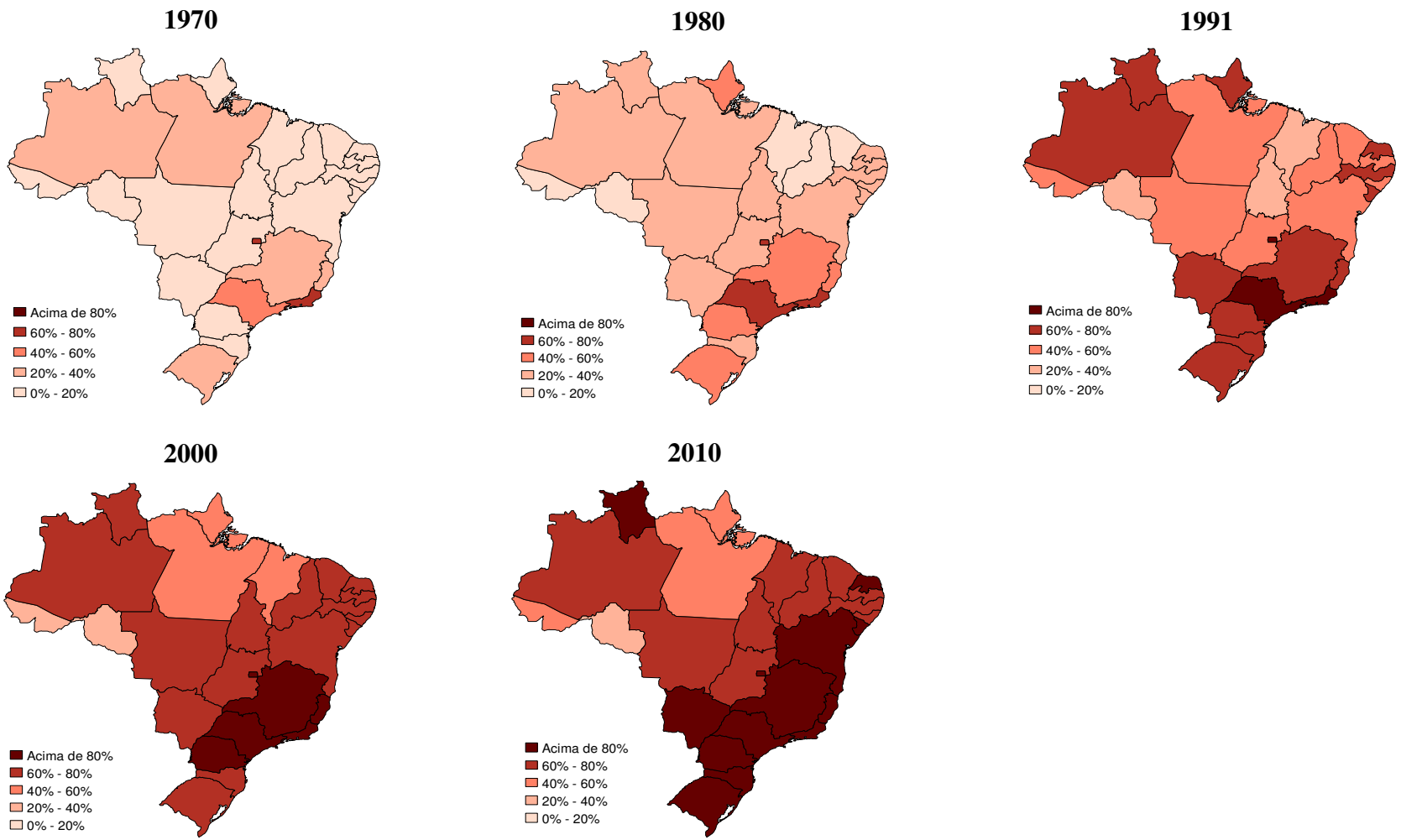
Energia elétrica é a única variável de infraestrutura deste estudo a estar próxima da universalização ao seu acesso (vide Mapa 5). Apesar de no ano de 1970 apenas o Rio de Janeiro, São Paulo e o Distrito Federal, apresentarem mais 80% de seus domicílios com acesso à energia elétrica, verificou-se que ao longo do período todo o país evoluiu com relação a este serviço. O eixo de crescimento, novamente, foi do sul para o norte. Em 2010, todos os estados do país alcançaram mais de 80% de seus domicílios com acesso à energia elétrica. Os estados com os mais baixos índices de acesso à energia elétrica são o Amazonas (86,6%), do Pará (86,9%) e de Roraima (90,0%).

O crescimento mais impressionante no período foi o do acesso à telefonia. Enquanto na década de 1970 essa pergunta nem fazia parte dos questionários, uma vez que poucos eram os domicílios que possuíam uma linha de telefone fixo, dado os exorbitantes custos de aquisição, em 2010, 87,9% dos domicílios brasileiros possuíam linha telefônica fixa ou móvel (vide Mapa 7).

Todavia, o aumento da cobertura estadual dos componentes de infraestrutura ao longo do tempo foi acompanhado, num primeiro estágio, por um aumento das disparidades entre os municípios que o compõem. Essa disparidade se reduziu ao longo do tempo, indicando que o crescimento do acesso a esses itens de infraestrutura atingiu certa maturidade e caminhou para o ponto no qual a maioria dos domicílios dos estados passou a ser atendida e as desigualdades de acesso entre os municípios diminuíram, exceto para o caso da coleta de esgoto (vide Mapa 2, Mapa 6 e Mapa 8).

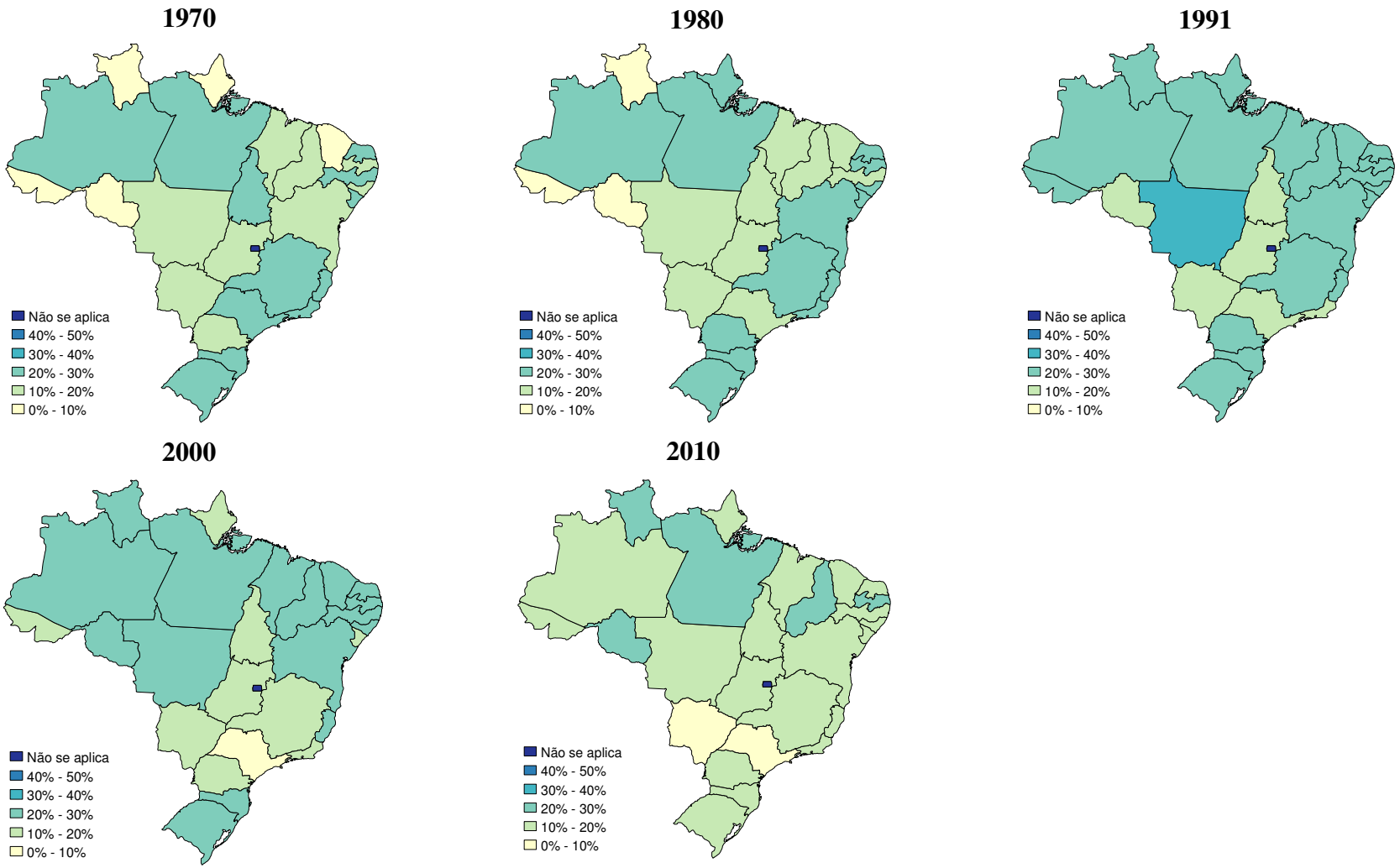
O desvio-padrão do acesso à coleta de esgoto entre os municípios se elevou consideravelmente durante todo o período, indicando um crescimento desigual. Os estados com maiores disparidades de acesso à coleta de esgoto são Bahia e Paraná, para os quais o desvio-padrão por município encontra-se na faixa dos 30 a 40% dos domicílios. Os estados

com menor desvio-padrão são aqueles cujo grau de acesso a este serviço são os mais baixos do país, como é o caso de Rondônia, Amapá e Piauí (vide Mapa 4).

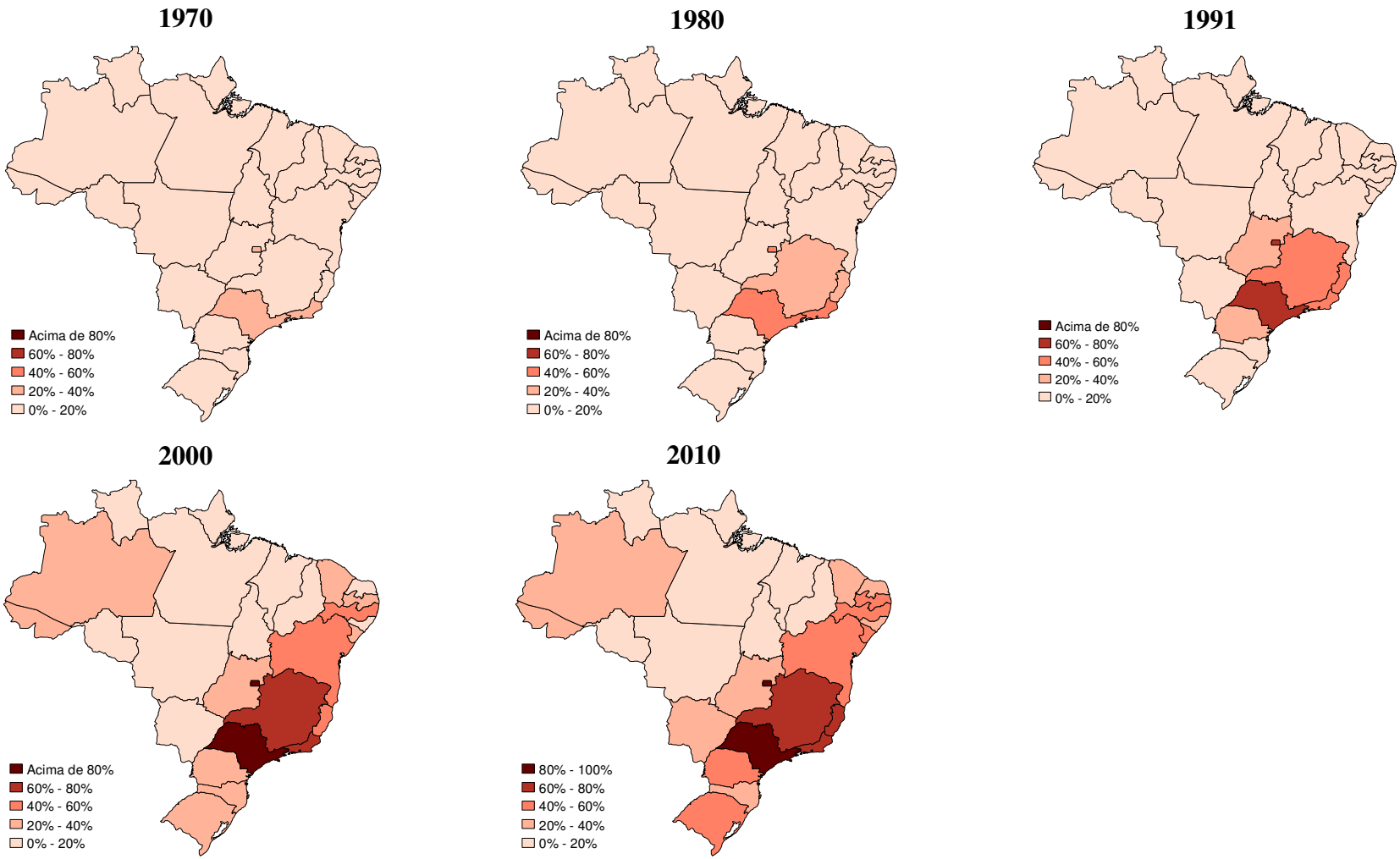


Mapa 1: Percentual de domicílios com acesso ao abastecimento de água pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.

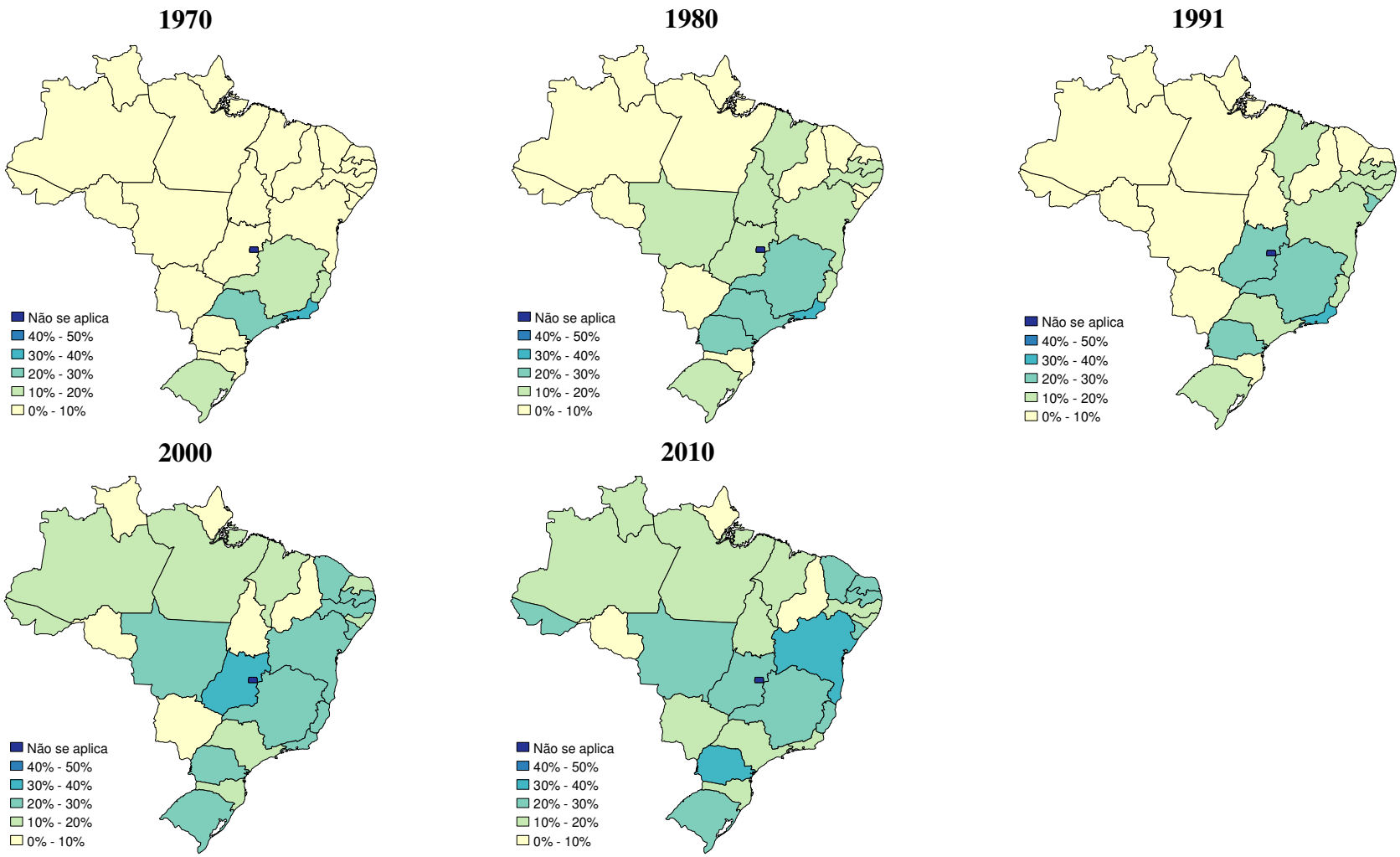


Mapa 2: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso ao abastecimento de água pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.
Fonte: Elaboração própria.



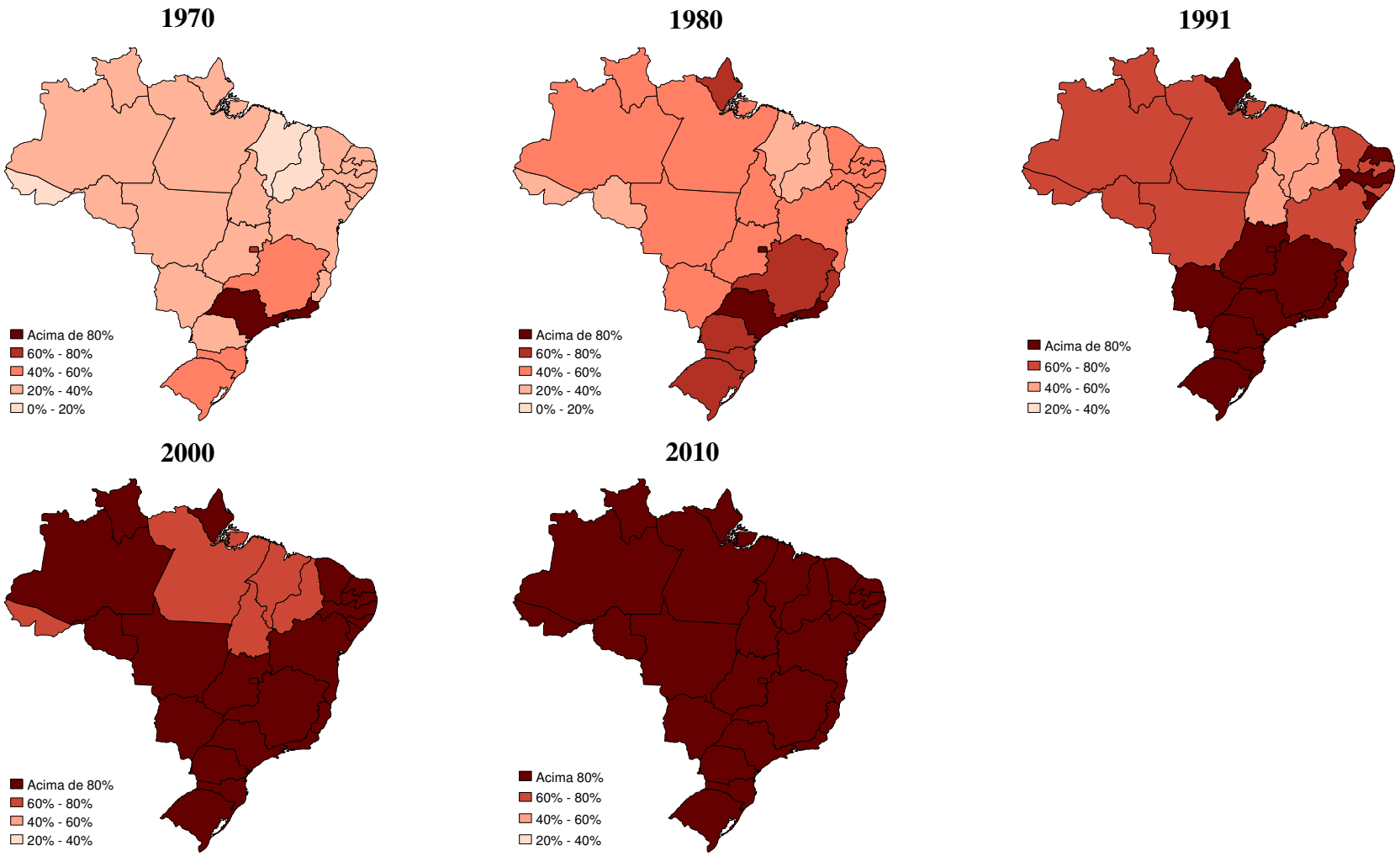
Mapa 3: Percentual de domicílios com acesso à coleta de esgoto pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.



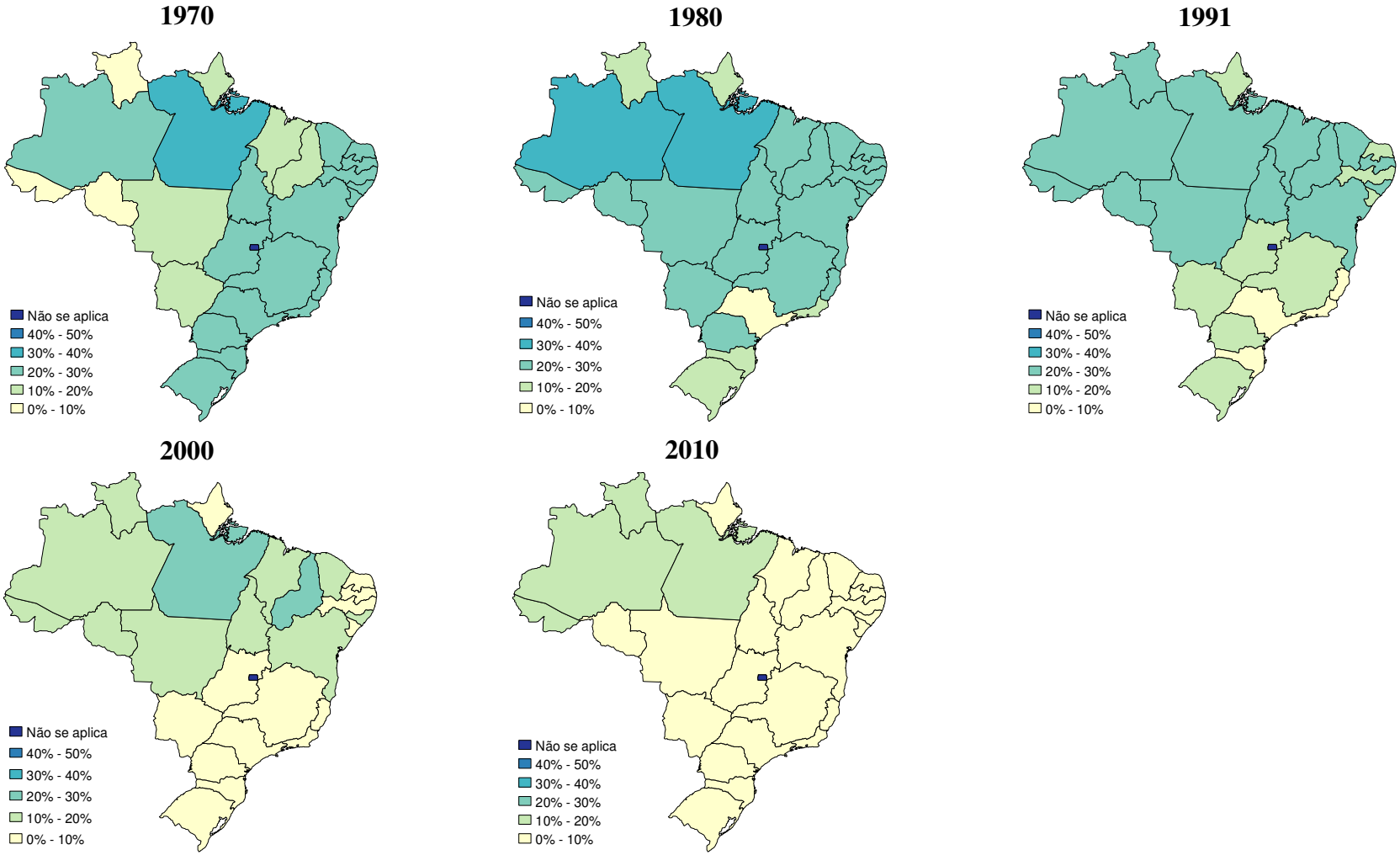
Mapa 4: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso à coleta de esgoto pela rede geral por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.



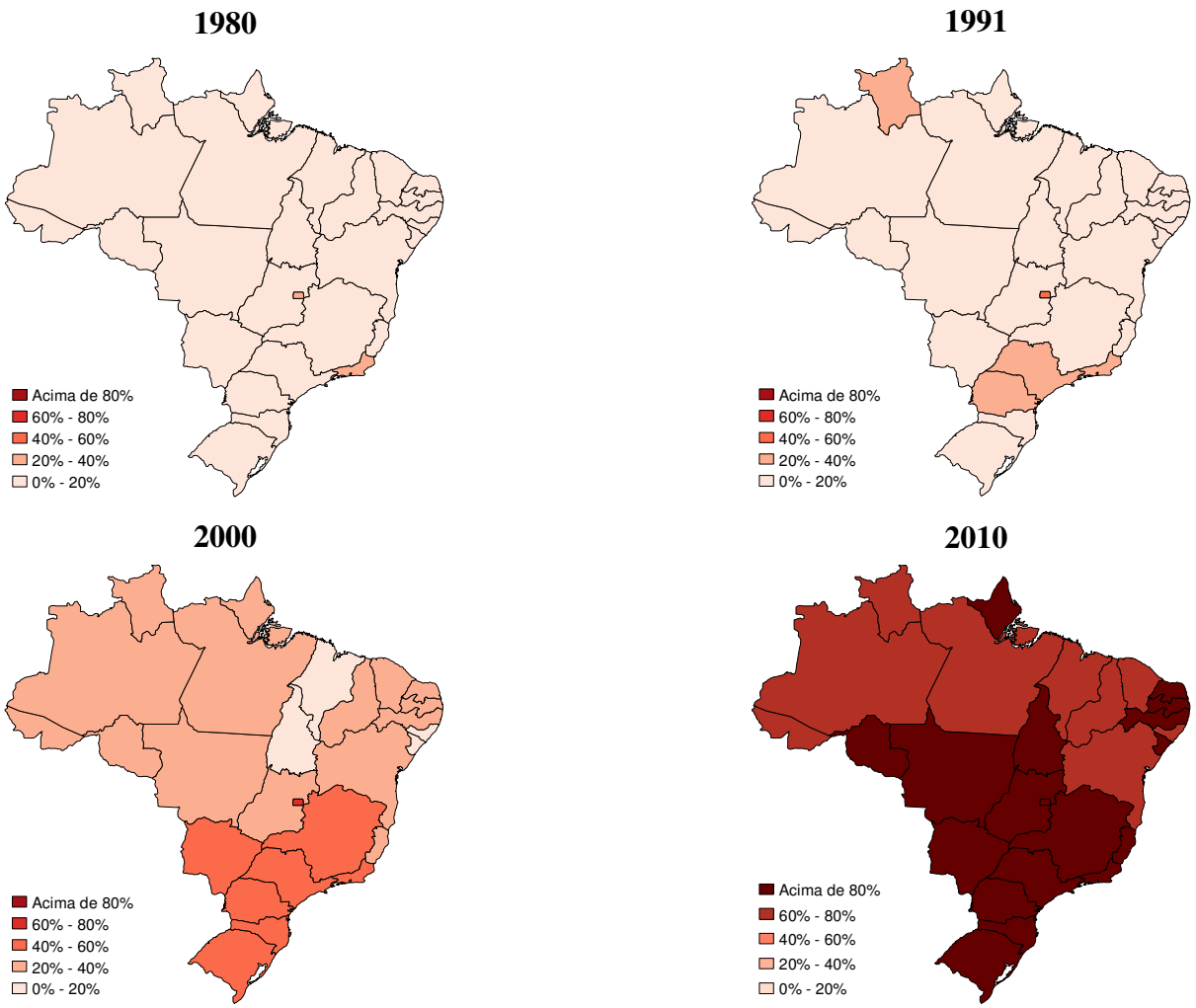
Mapa 5: Percentual de domicílios com acesso à energia elétrica fornecida pela companhia distribuidora por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.



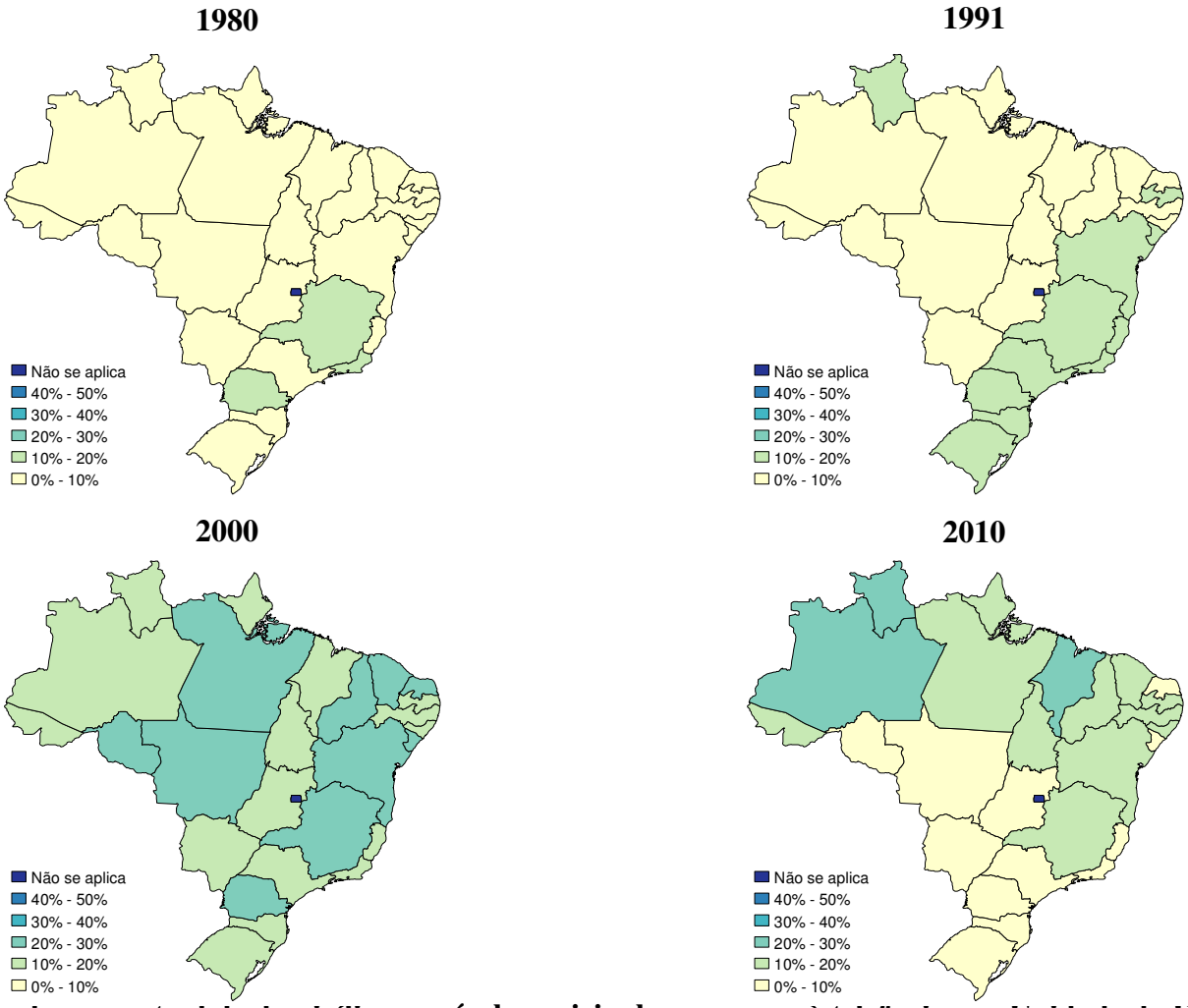
Mapa 6: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso à energia elétrica fornecida pela companhia distribuidora por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.



Mapa 7: Percentual de domicílios com acesso à telefonia por Unidade da Federação para os anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.



Mapa 8: Desvio-Padrão do percentual de domicílios ao nível municipal com acesso à telefonia por Unidade da Federação para os anos 1980, 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.

6 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados encontrados a respeito do efeito dos componentes da infraestrutura sobre o crescimento econômico das cidades. Na primeira seção são expostos os testes de diagnóstico que foram realizados e que tornam os resultados encontrados fidedignos. Na segunda e última parte são apresentados e discutidos os resultados das estimações.

As observações foram estudadas a partir de três configurações espaciais e temporais distintas. Na primeira, o ano inicial da análise foi 1970 e os municípios foram agregados de acordo com a configuração político-administrativa deste mesmo ano, criando-se áreas mínimas de comparação. Na segunda, os dados também foram agrupados por áreas mínimas de comparação, entretanto o período inicial e a configuração espacial dos municípios tiveram como base o ano de 1980. Este segundo corte temporal e espacial foi realizado com o objetivo de verificar o efeito da telefonia sobre o crescimento econômico, uma vez que esta variável só está presente a partir do censo demográfico de 1980. Apesar do período de estudo da segunda configuração ser reduzido, há uma maior variação locacional, em virtude do maior número de municípios existente em 1980. Na terceira e última configuração, foram utilizados apenas os municípios que não sofreram alteração territorial a partir do ano de 1970. Dessa forma, será possível controlar as diferenças hierárquicas entre os municípios e verificar se estas afetam a forma com a qual a infraestrutura afeta o crescimento econômico.

6.1 Testes de Diagnóstico

Três grupos de testes foram conduzidos com o intuito de identificar qual o modelo econométrico que melhor descreve os dados. O primeiro analisa o comportamento dos dados e investiga se há dependência espacial entre os dados regionais. O segundo e o terceiro grupo de testes possuem como objetivo verificar qual a especificação mais adequada do modelo de dados espaciais em painel.

6.1.1 Teste de Autocorrelação espacial

Antes de proceder com os testes de especificação é necessário analisar o comportamento dos dados e verificar se, realmente, há dependência espacial entre as observações regionais. Com este intuito, será realizada uma análise exploratória dos dados, por meio do teste de autocorrelação espacial I de Moran.

O teste I de Moran verifica se as observações são espacialmente aleatórias, isto é, investiga se os valores de uma variável em uma região não dependem dos valores desta variável nas regiões vizinhas. Para isso, calcula-se o coeficiente de correlação espacial, buscando verificar se os dados estão ordenados de acordo com alguma sequência espacial. O coeficiente de autocorrelação do teste I de Moran é calculado por meio do produto cruzado das variáveis divididas pela sua variância.

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^{n} z_i^2}$$

Em que n é o número de regiões, z representa os valores da variável de interesse padronizada, W denota a matriz de ponderação espacial e Wz representa o valor médio da variável padronizada dos vizinhos e $S_0 = \sum \sum w_{ij}$.

A hipótese nula do teste é a de que há aleatoriedade espacial. Conforme demonstrado por Cliff e Ord (1981), na ausência de padrão espacial sistemático entre os dados, o valor esperado do I de Moran será igual a $-\left[{}^{1}/_{(n-1)}\right]$. Desta forma, o valor calculado de I deve ser igual ao valor esperado, dentro dos limites de significância, para que seja aceita a hipótese nula de que as observações são espacialmente aleatórias. Valores de I calculado acima do I esperado indicam autocorrelação espacial positiva entre os dados. Da mesma forma, valores de I calculado abaixo do valor de I esperado, indicam autocorrelação negativa.

Conforme apresentado na Tabela 6, para todas as variáveis estudadas nesta dissertação, pode-se rejeitar, ao nível de significância de 5%, a hipótese de que os dados apresentam aleatoriedade espacial. Segundo o teste I de Moran, há uma indicação de autocorrelação positiva das variáveis, isto significa que altos (baixos) valores da variável de interesse são circundados por altos (baixos) valores das variáveis de interesse de seus vizinhos.

Tabela 6 - Teste de Autocorrelação Espacial I de Moran

Ano	Variável	I esperado	I calculado	Desvio-Padrão	P-valor
1970	Abastecimento de água	-0,00027	0,2438	0,000661	0,00
	Coleta de esgoto	-0,00027	0,1732	0,000661	0,00
	Energia elétrica	-0,00027	0,2622	0,000661	0,00
	Urbanização	-0,00027	0,1001	0,000661	0,00
	Alfabetização	-0,00027	0,4426	0,000662	0,00
	Educação	-0,00027	0,1537	0,000661	0,00
	Salário per capita	-0,00027	0,2161	0,000661	0,00
	População	-0,00027	0,0051	0,000526	0,00
1980	Abastecimento de água	-0,00027	0,2282	0,000661	0,00
	Coleta de esgoto	-0,00027	0,2424	0,000661	0,00
	Energia elétrica	-0,00027	0,3040	0,000662	0,00
	Telefonia	-0,00026	0,1464	0,000678	0,00
	Urbanização	-0,00027	0,1237	0,000662	0,00
	Alfabetização	-0,00027	0,4801	0,000662	0,00
	Educação	-0,00027	0,1969	0,000661	0,00
	Salário per capita	-0,00027	0,2565	0,000661	0,00
	População	-0,00027	0,0066	0,000518	0,00
1991	Abastecimento de água	-0,00027	0,2126	0,000662	0,00
	Coleta de esgoto	-0,00027	0,3149	0,000661	0,00
	Energia elétrica	-0,00027	0,3004	0,000662	0,00
	Telefonia	-0,00026	0,1853	0,000678	0,00
	Urbanização	-0,00027	0,1383	0,000662	0,00
	Alfabetização	-0,00027	0,4912	0,000662	0,00
	Educação	-0,00027	0,2053	0,000661	0,00
	Salário per capita	-0,00027	0,2802	0,000661	0,00
	População	-0,00027	0,0079	0,000535	0,00
2000	Abastecimento de água	-0,00027	0,1814	0,000661	0,00
	Coleta de esgoto	-0,00027	0,2555	0,000662	0,00
	Energia elétrica	-0,00027	0,2221	0,000661	0,00
	Telefonia	-0.000261	0,2042	0,000678	0,00
	Urbanização	-0,00027	0,1500	0,000662	0,00
	Alfabetização	-0,00027	0,4782	0,000662	0,00
	Educação	-0,00027	0,2768	0,000661	0,00
	Salário per capita	-0,00027	0,3559	0,000661	0,00
	População	-0,00027	0,0092	0,000549	0,00

(Continua)

Tabela 6 - Teste de Autocorrelação Espacial I de Moran

Ano	Variável	I esperado	I calculado	Desvio-Padrão	P-valor
	Taxa de Crescimento do salário per capita entre 1970 a 1980	-0,00027	0,0009	0,000470	0,01
	Taxa de Crescimento populacional entre 1970 a 1980	-0,00027	0,0912	0,000661	0,00
	Taxa de Crescimento do salário per capita entre 1980 a 1991	-0,00027	0,0623	0,000661	0,00
	Taxa de Crescimento populacional entre 1980 a 1991	-0,00027	0,0615	0,000660	0,00
	Taxa de Crescimento do salário per capita entre 1991 a 2000	-0,00027	0,0749	0,000661	0,00
	Taxa de Crescimento da populacional entre 1991 a 2000	-0,00027	0,0615	0,000661	0,00
	Taxa de Crescimento do salário per capita entre 2000 a 2010	-0,00027	0,1049	0,000661	0,00
	Taxa de Crescimento da populacional entre 2000 a 2010	-0,00027	0,0494	0,000661	0,00

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria

6.1.2 Testes de Especificação

6.1.2.1 Teste de modelos de dados em painel

Os primeiros testes de especificação realizados foram testes de especificação de modelos de dados em painel. Para isso, foram realizados os testes F e de Hausman. O teste F pode ser usado para verificar se o efeito fixo de cada município é estatisticamente igual a zero e, portanto, foi utilizado com o objetivo de verificar se o modelo POOLED descreve melhor os dados que o de efeitos fixos. Os resultados, descritos nas Tabelas 7 e 8, indicam que para todos os modelos, exceto um, o modelo POOLED pode ser rejeitado, uma vez que se rejeita a hipótese nula de que os efeitos idiossincráticos de cada região são nulos. Portanto, o teste F indica que o modelo de efeitos fixos deve ser utilizado, quando comparado com o POOLED.

De acordo com a teoria econométrica, o modelo de efeitos aleatórios não é adequado quando a base de dados é composta por toda a população. Apesar de a teoria econométrica indicar que o modelo de efeitos aleatórios não é apropriado, buscou-se verificar

empiricamente se o modelo de efeitos fixos é realmente mais adequado que o de efeitos aleatórios, por meio do Teste de Especificação de Hausman. Esse teste verifica se há ortogonalidade entre a idiossincrasia específica de cada município e os regressores. Sob a hipótese nula de não correlação, o modelo de efeitos fixos e o de efeitos aleatórios são consistentes, porém o de efeito fixo é ineficiente, já sob a hipótese alternativa, apenas o modelo de efeito fixo é consistente. Os resultados do Teste de Hausman, também descritos nas Tabelas 7 e 8, permitem rejeitar a 1% a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios é consistente, portanto, o de efeitos fixos é a melhor especificação.

Os Testes F e de Hausman não foram conduzidos para a terceira configuração espacial e temporal utilizada nesta dissertação, composta pelos municípios que não sofreram alteração territorial entre os anos de 1970 a 2010. A não realização dos testes deve-se a utilização de algumas variáveis dummies para controle do nível hierárquico das cidades, que são invariantes no tempo. A estimação por efeito fixo possui a limitação de não identificar regressores tempo-invariantes. Portanto, optou-se pela estimação do modelo POOLED, isto é, sem a consideração dos efeitos fixos.

Os dois testes realizados permitem afirmar que o modelo de efeitos fixos é a especificação que melhor acomoda a heterogeneidade espacial. Entretanto, além de heterogeneidade espacial, os dados apresentam dependência espacial, verificada por meio do Teste I de Moran. Para verificar qual o modelo que melhor se adequa a dependência espacial, foram conduzidos outros testes de especificação, apresentados na próxima seção.

Tabela 7 – Teste F para Especificação do Modelo de Dados em Painel: AMC 1970

	AMC - 1970							
Variável dependente	**Crescimento do Salário Per Capita**				**Crescimento Populacional**			
Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Intercepto	5,36712***	5,23439***	4,90079***	5,52568***	3,899073***	3,84245***	3,86449***	3,89949***
	(416,07)	(205,9)	(81,34)	(235,29)	(93,82)	(93,43)	(92,76)	(92,84)
Água	1,138985***	1,051754***	1,029007***	0,0946915*	0,039521***	-0,0046283	-0,0029284	-0,026398**
	(21,42)	(19,12)	(18,69)	(1,8)	(4,03)	(-0,46)	(-0,29)	(-2,51)
Esgoto	0,867826***	0,818490***	0,823182***	0,0071023	0,065515***	0,040414***	0,039801***	0,02079***
	(21,12)	(19,57)	(19,71)	(0,17)	(8,79)	(5,4)	(5,31)	(2,57)
Eletricidade	1,45957***	1,324046***	1,151717***	1,300939***	0,067392***	-0,0023961	0,0142354	-0,0034685
	(35,64)	(28,41)	(21,16)	(31,12)	(9,12)	(-0,29)	(1,46)	(-0,42)
Taxa de Urbanização		0,505954***	0,477318***	-0,11064		0,25959***	0,262305***	0,244385***
		(6,06)	(5,71)	(-1,46)		(17,41)	(17,58)	(16,22)
Taxa de Alfabetização			0,7405661***				-0,07091***	
			(6,1)				(-3,26)	
Educação				10,37595***				0,260848***
				(51,65)				(6,42)
Ln do Salário Inicial	-0,99975***	-0,99985***	-0,99998***	-0,99985***				
	(-1392,83)	(-1394,88)	(-1396,71)	(-1555,49)				
Ln da População Inicial					-0,40613***	-0,4074***	-0,40631***	-0,41267***
					(-91,95)	(-93,48)	(-93,02)	(-93,21)

(Continua)

Tabela 7 – Teste F para Especificação do Modelo de Dados em Painel: AMC 1970

	AMC - 1970							
Variável dependente	**Crescimento do Salário Per Capita**				**Crescimento Populacional**			
Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
R^2								
within	0,9944	0,9944	0,9944	0,9955	0,4422	0,4572	0,4578	0,4593
between	0,9914	0,9913	0,9927	0,9928	0,1745	0,1565	0,1564	0,1597
overall	0,9936	0,9936	0,994	0,9948	0,0466	0,0378	0,0376	0,0393
Estatística F da regressão	486058,91	390120,99	326183,8	404712,7	2170,67	1845,12	1540,73	1550,13
Prob > F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teste F para efeito fixo	1,38	1,37	0,97	1,48	8,31	7,9	7,87	7,78
Prob > F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teste de Hausman	740,46	700,25	609,97	569,41	5689,78	5571,42	5548,44	5638,7
Prob > chi2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 8 - Teste F para Especificação do Modelo de Dados em Painel: AMC 1980

	AMC - 1980							
Variável dependente	**Crescimento do Salário Per Capita**				**Crescimento Populacional**			
Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Intercepto	0,690926***	0,614926***	0,045061	1,004737***	4,965679***	4,882295***	4,878297***	4,918922***
	(7,46)	(6,63)	(0,44)	(11,28)	(85,21)	(83,33)	(83,17)	(83,71)
Água	0,0462947	-0,061062	-0,15764***	-0,39876***	0,039949***	0,011718	0,0097715	-0,00239
	(0,94)	(-1,19)	(-3,07)	(-7,99)	(3,95)	(1,12)	(0,93)	(-0,22)
Esgoto	0,806151***	0,763204***	0,723334***	0,525855***	0,0098037	-0,0018053	-0,0027867	-0,0123788
	(20,61)	(19,37)	(18,46)	(13,75)	(1,23)	(-0,23)	(-0,35)	(-1,52)
Eletricidade	1,984081***	1,882146***	1,590493***	1,70813***	0,0122757	-0,017819**	-0,025205**	-0,02647***
	(46,54)	(42,22)	(31,53)	(39,99)	(1,48)	(-2,02)	(-2,46)	(-2,97)
Telefonia	3,684483***	3,592641***	3,78516***	1,534997***	0,178488***	0,15059***	0,156028***	0,061119***
	(54,87)	(52,83)	(54,64)	(16,05)	(12,55)	(10,43)	(10,44)	(2,96)
Taxa de Urbanização		0,6301587	0,6404366	0,4091278		0,16009***	0,159592***	0,148456***
		(7,54)	(7,73)	(5,13)		(9,57)	(9,53)	(8,83)
Taxa de Alfabetização			1,455619***				0,0350641	
			(11,97)				(1,4)	
Educação				7,56332***				0,33493***
				(29,16)				(6,05)
Ln do Salário Inicial	-0,30899***	-0,3302***	-0,3543***	-0,3647***				
	(-19,27)	(-20,36)	(-21,87)	(-23,62)				
Ln da População Inicial					-0,51289***	-0,5094***	-0,510714***	-0,512266***
					(-83,34)	(-83,1)	(-82,31)	(-83,51)

(Continua)

Tabela 8 - Teste F para Especificação do Modelo de Dados em Painel: AMC 1980

	AMC - 1980							
Variável dependente	**Crescimento do Salário Per Capita**				**Crescimento Populacional**			
Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
R^2								
Within	0,7451	0,747	0,7516	0,7723	0,4927	0,4987	0,4988	0,5011
Between	0,2501	0,2682	0,2632	0,2248	0,1263	0,1189	0,1187	0,1213
Overall	0,2616	0,2396	0,1968	0,3252	0,0479	0,0435	0,0435	0,0447
Estatística F da regressão	4472,86	3764,03	3306,76	3706	1486,23	1268,42	1087,64	1097,51
Prob > F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teste F para efeito fixo	2,14	2,05	2,1	1,91	7,68	7,14	7,14	7,06
Prob > F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teste de Hausman	5328,93	5202,37	5319,21	4912,96	4711,58	4489,87	4491,55	4564,57
Prob > chi2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

6.1.2.2 Testes de Especificação da dependência espacial

Como os dados não são aleatórios espacialmente torna-se necessário verificar qual o tipo de interação espacial que os dados apresentam. Para tanto, serão realizados dois testes: Multiplicador de Lagrange (LM) e Razão de Verossimilhança (LR). O primeiro investiga se o modelo sem dependência espacial é mais adequado do que aquele que incorpora a relação de dependência entre os dados regionais. Além disso, uma vez detectada a dependência espacial, o teste do Multiplicador de Lagrange robusto indica qual o tipo de dependência espacial mais adequado para descrever os dados. O segundo teste, o teste de Razão de Verossimilhança, também foi conduzido com o intuito de verificar qual o tipo de interação espacial entre os dados.

6.1.2.2.1 Teste Multiplicador de Lagrange (LM)

O Teste LM pode ser utilizado para verificar se os modelos de defasagem espacial da variável dependente (SAR) ou de erro espacial (SEM) são mais apropriados para descrever os dados do que um modelo sem interação espacial. Entretanto, o Teste LM não apresenta muito poder, uma vez que caso haja má especificação do teste, isto é, que exista outro tipo de dependência espacial que não a que está sendo testada, a distribuição dos testes torna-se uma qui-quadrado não centrada, conduzindo a rejeição da hipótese nula com muita frequência.

Para contornar o problema foi desenvolvido o Teste LM robusto, que incorpora um fator de correção para levar em conta a má especificação do modelo (FLORAX et al., 2003 apud ALMEIDA, 2012). Dessa forma, o Teste LM robusto testa a existência de um tipo de dependência espacial condicionada a outro tipo de dependência espacial.

Estes testes são baseados nos resíduos dos modelos sem dependência espacial. Uma vez que os resultados dos testes dependem da forma de tratamento do efeito idiossincrático, recomenda-se a realização dos testes LM para diferentes especificações de modelos de dados em painel.

Os resultados permitem rejeitar, a 1% de significância, a hipótese de que um modelo sem dependência espacial é mais apropriado que um modelo SAR ou SEM, independentemente da forma de tratamento dos efeitos fixos espaciais. Esse resultado está alinhado com os resultados do teste I de Moran, que indicam a existência de interação espacial dos dados.

Uma vez que o modelo que incorpora a dependência espacial é mais apropriado do que o modelo que não considera as interações espaciais entre as regiões, torna-se fundamental verificar qual o tipo de dependência espacial que os dados apresentam. Para isso, pode ser utilizado o teste LM robusto, no qual a hipótese nula é a ausência de um tipo de dependência espacial condicionada à existência de outro.

O teste LM robusto permite rejeitar, a 5% de significância, as hipóteses de ausência de dependência espacial da variável dependente e do termo de erro. Os resultados dos testes apontam que o modelo de dependência espacial do termo de erro é o mais apropriado que o modelo de defasagem espacial da variável dependente, exceto quando a variável dependente é crescimento populacional e o período estudado inicia-se em 1970.

Tabela 9 - Teste de Especificação da dependência espacial: AMC 1970

	AMC 1970			
Variável Dependente	**Crescimento do Salário Per Capita**		**Crescimento Populacional**	
Modelo	**POOLED**	**EFEITO FIXO**	**POOLED**	**EFEITO FIXO**
Intercepto	5,2268***		0,0448***	
	(0,000)		(0,0007)	
Água	0,9089***	1,139***	0,0078	-0,1165***
	(0,000)	(0,000)	(0,5278)	(0,000)
Esgoto	0,4118**	0,8678***	0,015*	0,0219***
	(0,000)	(0,000)	(0,0747)	(0,012)
Energia elétrica	1,9619***	1,4596***	0,0318***	0,1287***
	(0,000)	(0,000)	(0,0028)	(0,000)
Ln do Salário Inicial	-0,9977***	-0,9998***		
	(0,000)	(0,000)		
Ln da População Inicial			0,0028	-0,0205
			(0,2527)	(0,000)
σ^2	0,4291	0,2938	0,0378	0,0169
R^2	0,9939	0,9958	0,0087	0,5581
logL	-14546	-11780	3197	9097,5
LM no spatial lag	194,36	441,28	2809,34	1350,17
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
LM no spatial error	19010,52	21553,05	3017,66	1348,22
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
robust LM no spatial lag	44,03	53,24	665,95	5,10
	(0,000)	(0,013)	(0,000)	(0,024)
robust LM no spatial error	18860,19	21111,76	874,27	3,15
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,076)

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10 - Teste de Especificação da dependência espacial: AMC 1980

Variável Dependente	AMC 1980 Crescimento do Salário Per Capita		Crescimento Populacional	
Modelo	**POOLED**	**EFEITO FIXO**	**POOLED**	**EFEITO FIXO**
Intercepto	3,6649*** (0,000)		-0,2565*** (0,000)	
Água	0,2855*** (0,000)	0,0463 (0,2501)	-0,005 (0,659)	0,0399*** (0,000)
Esgoto	-0,1592*** (0,000)	0,8062*** (0,000)	0,0231*** (0,002)	0,0098 (0,1306)
Energia elétrica	1,8244*** (0,000)	1,9841*** (0,000)	0,032*** (0,001)	0,0123* (0,0692)
Telefonia	2,8971*** (0,000)	3,6845*** (0,000)	-0,0661*** (0,0004)	0,1785*** (0,000)
Ln do Salário Inicial	-0,7339*** (0,000)	-0,309*** (0,000)		
Ln da População Inicial			0,0341*** (0,000)	-0,5129*** (0,000)
σ^2	0,2843	0,1373	0,0275	0,0057
R^2	0,5024	0,7598	0,0514	0,804
logL	-9070,4	-4889,6	4349,8	13404
LM no spatial lag	13041,48 (0,000)	6497,69 (0,000)	433,7 (0,000)	24,92 (0,000)
LM no spatial error	12697,08 (0,000)	4488,8 (0,000)	472,43 (0,000)	185,34 (0,000)
robust LM no spatial lag	2270,44 (0,000)	2131,74 (0,000)	3,07 (0,000)	43,68 (0,000)
robust LM no spatial error	1926,05 (0,000)	122,86 (0,000)	41,8 (0,000)	204,1 (0,000)

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 11 - Teste de Especificação da dependência espacial: Municípios

Variável Dependente	Municípios sem alteração territorial Crescimento do Salário Per Capita	Crescimento Populacional
Modelo	**POOLED**	**POOLED**
Intercepto	3,1004*** (67,7519)	-0,3332*** (-17,6107)
Água	0,7275*** (17,3004)	-0,0395*** (-3,0508)

(Continua)

Tabela 11 - Teste de Especificação da dependência espacial: Municípios

Municípios sem alteração territorial		
Variável Dependente	**Crescimento do Salário Per Capita**	**Crescimento Populacional**
Modelo	**POOLED**	**POOLED**
Esgoto	0,2242***	0,0023
	(7,8022)	(0,2696)
Energia elétrica	1,1251***	0,0928***
	(30,4707)	(9,2032)
Grande Metrópole Nacional	-0,0186	-0,2093**
	(-0,0621)	(-2,2539)
Metrópole Nacional	-0,1637	-0,2488***
	(-0,5453)	(-2,6823)
Metropolitano	-0,0107	-0,0689
	(-0,0756)	(-1,5502)
Predominantemente Submetropolitano	-0,0269	0,0194
	(-0,3008)	(0,6873)
Predominantemente de Capital Regional	-0,154***	0,0588***
	(-2,6285)	(3,1474)
Predominantemente de Centro Sub-Regional	-0,1394***	0,0085
	(-3,6598)	(0,7066)
Tendendo a Centro Sub-Regional	-0,0189	-0,0542***
	(-0,3358)	(-3,1117)
Predominantemente de Centro de Zona	-0,0965***	-0,0201***
	(-5,5089)	(-3,5962)
Tendendo a Centro de Zona	0,0862*	-0,0242*
	(1,9192)	(-1,7603)
Ln do Salário Inicial	-0,5511***	
	(-59,1848)	
Ln da População Inicial		0,0402***
		(19,4721)
σ^2	0,3594	0,0337
R^2	0,2909	0,0657
logL	-10456	3191,6
LM no spatial lag	83743,39	16368,58
	(0,000)	(0,000)
LM no spatial error	1693177,11	40790,87
	(0,000)	(0,000)
robust LM no spatial lag	844,77	238,2425
	(0,000)	(0,000)
robust LM no spatial error	1610278,49	24660,53
	(0,000)	(0,000)

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

6.1.2.2.2 Teste de Razão de Verossimilhança (LR)

Quando o teste LM robusto rejeita a ausência de autocorrelação espacial da variável dependente e do termo de erro, deve-se tomar cuidado para escolher qual o modelo apropriado. LeSage e Pace (2009, apud Elhrost, 2010) recomendam considerar também o modelo Durbin, por se tratar de um modelo mais geral.

Para verificar se o modelo Durbin descreve melhor os dados que o modelo SAR ou SEM, pode-se conduzir o teste de Razão de Verossimilhança ou o de Wald. Entretanto, preferiu-se utilizar o teste de Razão de Verossimilhança, uma vez que o de Wald é mais sensível a parametrização das restrições não-lineares (Hayashi, 2000, p.122). A hipótese nula do Teste LR é que o modelo Durbin pode ser simplificado para um modelo SAR ou para um modelo SEM.

O teste de Razão de Verossimilhança permite rejeitar, a 1% de significância, a hipótese nula. Dessa forma, o modelo que melhor descreve os dados é o modelo Durbin com efeitos fixos. Para o caso da terceira configuração espacial, não foram realizados testes LR, pois não foi possível estimar o modelo Durbin sem que as variáveis de controle para o nível hierárquico dos municípios fossem defasadas espacialmente.

Tabela 12 – Teste de Razão de Verossimilhança

Período	Modelo	Variável dependente	Teste LR	Probabilidade
1970 - 2010	SAR	Crescimento do Salário Per Capita	22381,00	0,00
		Crescimento Populacional	909,03	0,00
	SEM	Crescimento do Salário Per Capita	585,61	0,00
		Crescimento Populacional	160,67	0,00
1980 - 2010	SAR	Crescimento do Salário Per Capita	6679,2	0,00
		Crescimento Populacional	230,38	0,00
	SEM	Crescimento do Salário Per Capita	1041,00	0,00
		Crescimento Populacional	94,53	0,00

Fonte: Elaboração Própria.

6.2 Resultados

De acordo com o modelo desenvolvido no Capítulo 3, o crescimento populacional é a mensuração mais direta para o crescimento das cidades, uma vez que captura o quanto as cidades estão se tornando atrativas para os habitantes e para o mercado de trabalho. Já o crescimento da renda, apesar de ser uma mensuração da variação da produtividade, possui a desvantagem de capturar também os declínios de qualidade de vida. Nesta seção, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos considerando as duas variáveis discutidas acima como variáveis dependentes.

Com intuito de controlar as diferenças de urbanização e de capital humano, foram inseridas três variáveis de controle: Taxa de urbanização, taxa de alfabetização e percentual de pessoas que concluíram o ensino médio ou cursos mais avançados (variável educação).

6.2.1 Áreas Mínimas de Comparação – Período de análise: 1970 a 2010.

6.2.1.1 Crescimento populacional

De acordo com os testes realizados na seção anterior, verificou-se que o modelo que melhor descreve os dados é o modelo Durbin, que incorpora tanto a dependência de alcance global, em virtude da presença da variável dependente defasada espacialmente, quanto à de alcance localizado, dada pelas defasagens espaciais das variáveis explicativas (Almeida, 2012, p.173).

A análise dos coeficientes estimados abaixo não é direta, devido aos efeitos indiretos de inter-relações e realimentação dos spillovers regionais. Portanto, deve-se analisar o efeito total, isto é, a soma dos efeitos diretos e indiretos da variação da variável de interesse sobre a variável dependente. O efeito direto mensura o impacto da variação da variável de interesse da cidade i sobre a variável endógena da própria cidade. Já o efeito indireto captura os impactos da variação da variável exógena da cidade i sobre as cidades vizinhas.

Conforme pode ser observado na Tabela 13, os resultados da estimação deste modelo sugerem que um aumento da capacidade de abastecimento de água em uma região contribui positivamente para seu crescimento populacional, uma vez que o efeito marginal direto está no intervalo de 0,02 a 0,06. Entretanto, contribui negativamente para o crescimento

populacional das regiões vizinhas, pois o efeito médio indireto é de aproximadamente -0,1. Os resultados sugerem que há uma migração populacional para as cidades com maior abastecimento de água. O resultado líquido da variável água sobre o crescimento populacional, mensurado pelo efeito médio total, é negativo, uma vez que o efeito indireto é superior ao efeito direto.

A variável de acesso à coleta de esgoto, quando significativa, apresenta efeito direto, indireto e total positivo. Esses resultados sugerem que uma ampliação da rede de coleta de esgoto em uma região beneficia a própria e seus vizinhos. O efeito sobre a própria região é da magnitude de 0,0235, já o efeito sobre as regiões vizinhas encontra-se no intervalo de 0,072 a 0,084. Portanto, o efeito total de uma ampliação da variável de acesso à coleta de esgoto sobre o crescimento populacional está no intervalo de 0,067 a 0,108.

A variável de energia elétrica apenas apresentou sinal estatisticamente significativo, a 5%, na ausência das variáveis de controle. Assim como a variável de coleta de esgoto, um aumento na rede de geral de distribuição de energia elétrica em um município gera efeitos positivos para o próprio município, 0,042, e para os municípios vizinhos, 0,0398. Dessa forma, o efeito total do acesso à energia elétrica sobre o crescimento populacional das cidades é positivo, 0,082.

O tamanho populacional de uma região no instante inicial contribui negativamente para o seu crescimento, uma vez que o efeito médio direto foi estável e significativo a 1%, no valor de -0,44. Entretanto, contribui positivamente para o crescimento populacional das regiões vizinhas. Portanto, uma AMC com elevado tamanho populacional no período inicial cresce menos que as outras regiões, entretanto atrai mais pessoas para as regiões vizinhas. O efeito total do tamanho populacional inicial é negativo, -0,35, uma vez que o efeito negativo sobre o crescimento populacional da própria AMC é maior que o efeito positivo das vizinhas.

Com relação às variáveis de controle, os resultados encontrados sugerem que a taxa de urbanização e a educação contribuem positivamente para o crescimento populacional da região. Entretanto, a variável de educação apresenta efeito médio indireto negativo, indicando que o aumento educacional em uma AMC contribui negativamente para o crescimento populacional do município vizinho. A taxa de alfabetização apresenta resultados não significativos, exceto no caso do efeito direto, que apresentou sinal negativo, sugerindo que um aumento da alfabetização possui resultados adversos sobre o crescimento populacional da própria região.

Tabela 13 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1970 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Água		0,071***	0,031***	0,033***	0,0158
		(6,6625)	(2,8486)	(2,9941)	(1,4402)
Esgoto		0,0195**	0,0027	0,0002	-0,0081
		(2,0453)	(0,2875)	(0,0163)	(-0,8455)
Energia Elétrica		0,04***	-0,0188	-0,0074	0,0044
		(3,4375)	(-1,568)	(-0,6069)	(0,3573)
Taxa de Urbanização			0,240***	0,245***	0,241***
			(15,9268)	(16,2087)	(15,9285)
Taxa de Alfabetização				-0,12***	
				(-4,5236)	
Educação					0,563***
					(8,7499)
Ln da População Inicial		-0,44***	-0,44***	-0,44***	-0,44***
		(-88,120)	(-88,646)	(-88,871)	(-89,188)
W*dep.var.		0,375***	0,375***	0,381***	0,373***
		(34,5573)	(34,6143)	(34,8767)	(56,2862)
W*Água		-0,09***	-0,08***	-0,08***	-0,07***
		(-5,4857)	(-4,6089)	(-4,7113)	(-3,9544)
W*Esgoto		0,047***	0,045***	0,047***	0,049***
		(3,8697)	(3,6507)	(3,7871)	(3,7951)
W*Energia Elétrica		0,0113	0,0272*	0,0246	0,0081
		(0,7656)	(1,69)	(1,3697)	(0,4849)
W*Taxa de Urbanização			-0,08***	-0,08***	-0,08***
			(-3,0865)	(-3,3014)	(-3,2063)
W*Taxa de Alfabetização				0,0831**	
				(2,2313)	
W*Educação					-0,49***
					(-6,1716)
W*Ln da População Inicial		0,229***	0,222***	0,226***	0,222***
		(36,9191)	(36,4185)	(37,0034)	(28,4957)
Água	**Efeito Direto**	0,066***	0,0262**	0,028***	0,0106
		(6,3525)	(2,4095)	(2,6329)	(0,9747)
	Efeito Indireto	-0,10***	-0,10***	-0,11***	-0,10***
		(-4,1482)	(-4,1958)	(-4,3639)	(-3,8477)
	Efeito Total	-0,0339	-0,08***	-0,08***	-0,09***
		(-1,3796)	(-3,0364)	(-3,1032)	(-3,2447)

(Continua)

Tabela 13 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1970 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Esgoto	**Efeito Direto**	0,0235**	0,0055	0,0034	-0,0049
		(2,5431)	(0,5773)	(0,369)	(-0,532)
	Efeito Indireto	0,084***	0,072***	0,073***	0,072***
		(5,1782)	(4,5356)	(4,5674)	(4,1416)
	Efeito Total	0,108***	0,077***	0,076***	0,067***
		(7,2211)	(5,0972)	(4,8979)	(3,9146)
Energia Elétrica	**Efeito Direto**	0,042***	-0,017	-0,006	0,0048
		(3,7265)	(-1,4628)	(-0,5088)	(0,4157)
	Efeito Indireto	0,0398**	0,0312	0,0339	0,0154
		(2,0712)	(1,5233)	(1,3641)	(0,7293)
	Efeito Total	0,082***	0,0142	0,0279	0,0202
		(4,5989)	(0,6998)	(1,0986)	(0,9667)
Taxa de Urbanização	**Efeito Direto**		0,241***	0,246***	0,241***
			(16,2744)	(16,3388)	(15,8251)
	Efeito Indireto		0,0206	0,019	0,0085
			(0,5441)	(0,516)	(0,2225)
	Efeito Total		0,262***	0,265***	0,25***
			(6,3397)	(6,7126)	(6,0427)
Taxa de Alfabetização	**Efeito Direto**			-0,11***	
				(-4,5793)	
	Efeito Indireto			0,0602	
				(1,1646)	
	Efeito Total			-0,0524	
				(-0,9989)	
Educação	**Efeito Direto**				0,545***
					(9,0156)
	Efeito Indireto				-0,43***
					(-4,2175)
	Efeito Total				0,1187
					(1,2881)
Ln da População Inicial	**Efeito Direto**	-0,44***	-0,44***	-0,44***	-0,44***
		(-87,22)	(-90,127)	(-93,9651)	(-91,7634)
	Efeito Indireto	0,096***	0,087***	0,09***	0,088***
		(7,5696)	(6,8006)	(6,5454)	(6,6641)
	Efeito Total	-0,34***	-0,35***	-0,35***	-0,35***
		(-26,7172)	(-26,773)	(-24,842)	(-26,118)

(Continua)

Tabela 13 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1970 a 2010

	MODELO DURBIN			
Variável / Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
σ^2	0,0114	0,0111	0,0111	0,0111
R^2	0,7756	0,7808	0,7814	0,7822
LogL	13593,62	13765,13	13778,72	13815,96

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.1.2 Crescimento do Salário Real Per Capita:

Quando a variável utilizada para mensurar o crescimento econômico regional é o crescimento do salário per capita, o modelo Durbin também foi o que apresentou a melhor adequação aos dados.

Os resultados, apresentados na Tabela 14, indicam que o efeito direto do abastecimento de água é negativo, no intervalo de -0,135 a -0,1892, entretanto o efeito indireto é positivo e elevado, no intervalo de 2,8852 a 3,004, para os três primeiros modelos. O forte efeito médio indireto contribuiu para um efeito total positivo no intervalo de 2,7107 a 2,8688, para os três primeiros modelos, sendo todos os coeficientes significativos a 1%. Os efeitos médios sugerem que um maior acesso ao abastecimento de água em uma região possui pequenos efeitos negativos sobre o crescimento do salário nessa região. Todavia apresentam fortes efeitos positivos sobre o crescimento do salário de seus vizinhos, conduzindo a um efeito total fortemente positivo e significativo a 1%, em três dos quatro modelos estimados. A inserção da variável de controle educação na estimação reduz o efeito indireto do abastecimento de água e o torna significativo apenas a 10%, o efeito médio total permanece positivo, mas muito inferior e não significativo, 0,4456.

Assim como o abastecimento de água, o efeito médio direto do acesso à coleta de esgoto sobre o crescimento do salário per capita é negativo e significativo a 5%. Este resultado sugere que um aumento da coleta de esgoto de uma região impacta negativamente no crescimento dessa região. Entretanto, o efeito indireto é positivo e significativo a 1%, 0,9332, indicando que o aumento da coleta de esgoto em uma região contribui positivamente para o crescimento de seus vizinhos. Dessa forma, o efeito total sugere que um aumento do acesso à coleta de esgoto possui efeitos positivos sobre o crescimento do salário. A inserção das variáveis de controle taxa de urbanização e taxa de alfabetização mantém os resultados

estáveis. Entretanto, quando o modelo é controlado pelo nível educacional, como proxy para o capital humano da região, a variável de coleta de esgoto apresenta uma reversão do sinal, estimulada pela mudança de sinal do efeito indireto. Nesse caso, o sinal do efeito total torna-se negativo e significativo a 5%, -0,4533.

Ao contrário das variáveis de abastecimento de água e coleta de esgoto, a variável de energia elétrica apresenta efeito direto positivo, 0,6165, e efeito indireto não significativo. O efeito médio total é positivo e significativo a 5%, 0,5293.

Os resultados da tabela 14 mostram, ainda, a existência de convergência condicional da renda. O efeito direto do salário per capita inicial é negativo e significativo em todos os modelos, -1. O efeito médio total do salário inicial per capita é negativo e significativo a 1%, compreendido no intervalo de -0,992 a 0,996.

A variável de controle para a urbanização das AMCs possui efeitos médios ambíguos, pois há reversão de sinal com a inclusão das variáveis de controle de alfabetização e educação. O índice de educação apresenta resultados estimados em desacordo com a teoria econômica, uma vez que o efeito direto é negativo e significativo a 1%. Entretanto, em virtude do forte efeito indireto, o efeito total da variável de educação é fortemente positivo.

Tabela 14 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1970 a 2010

	MODELO DURBIN			
Variável / Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Água	-0,220***	-0,253***	-0,259***	-0,209***
	(-8,4821)	(-9,4827)	(-9,6966)	(-7,7949)
Esgoto	-0,091***	-0,105***	-0,095***	-0,075***
	(-3,9058)	(-4,4676)	(-4,0287)	(-3,1877)
Energia Elétrica	0,618***	0,5692***	0,5248***	0,4616***
	(22,6909)	(19,7832)	(17,795)	(15,8368)
Taxa de Urbanização		0,1942***	0,1755***	0,1381***
		(5,2006)	(4,6953)	(3,7322)
Taxa de Alfabetização			0,458102***	
			(7,269)	
Educação				-2,645***
				(-16,8302)
Ln do Salário Per Capita Inicial	-1,001***	-1,001***	-1,001***	-1,001***
	(-3877,49)	(-3875,13)	(-3885,31)	(-3888,91)

(Continua)

Tabela 14 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1970 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
W*dep.var.		0,9009***	0,9018***	0,9008***	0,8778***
		(316,66)	(322,54)	(323,78)	(321,52)
W*Água		0,5070***	0,5192***	0,5269***	0,2662***
		(12,5686)	(12,4196)	(12,6235)	(5,9297)
W*Esgoto		0,1772***	0,1775***	0,1689***	0,01961
		(5,8919)	(5,7719)	(5,5002)	(0,6095)
W*Energia Elétrica		-0,566***	-0,544***	-0,502***	-0,289***
		(-15,9146)	(-13,8587)	(-11,4125)	(-7,1971)
W*Taxa de Urbanização			-0,092903	-0,075356	-0,316***
			(-1,5066)	(-1,2235)	(-4,9745)
W*Taxa de Alfabetização				-0,443819***	
				(-4,8284)	
W*Educação					4,4178***
					(22,8364)
W*Ln do Salário Per Capita Inicial		0,9020***	0,9028***	0,9017***	0,8790***
		(308,12)	(313,01)	(313,81)	(312,91)
Água	**Efeito Direto**	-0,135***	-0,172***	-0,176***	-0,189***
		(-4,5634)	(-5,5633)	(-6,0092)	(-6,2591)
	Efeito Indireto	3,004***	2,8852***	2,8871***	0,6347*
		(8,7092)	(7,9123)	(7,9512)	(1,9168)
	Efeito Total	2,8688***	2,7135***	2,7107***	0,4456
		(7,9931)	(7,1377)	(7,1953)	(1,2838)
Esgoto	**Efeito Direto**	-0,0634**	-0,083***	-0,073***	-0,087***
		(-2,5377)	(-3,4465)	(-2,8351)	(-3,418)
	Efeito Indireto	0,9332***	0,8303***	0,8183***	-0,3665*
		(4,0242)	(3,5137)	(3,5026)	(-1,8261)
	Efeito Total	0,8697***	0,7469***	0,7457***	-0,4533**
		(3,6095)	(3,0662)	(3,0557)	(-2,1526)
Energia Elétrica	**Efeito Direto**	0,6165***	0,5588***	0,5169***	0,493***
		(21,1408)	(18,0406)	(16,2021)	(16,2918)
	Efeito Indireto	-0,0873	-0,3217	-0,2922	0,9462***
		(-0,3392)	(-1,087)	(-0,7838)	(3,6938)
	Efeito Total	0,5293**	0,2371	0,2247	1,4393***
		(1,9747)	(0,7712)	(0,5802)	(5,3975)

(Continua)

Tabela 14 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1970 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Taxa de Urbanização	**Efeito Direto**		0,2172***	0,1964***	0,0866***
			(4,8899)	(4,5835)	(2,061)
	Efeito Indireto		0,8411	0,8023	-1,573***
			(1,4502)	(1,3823)	(-3,2885)
	Efeito Total		1,0583*	0,9987*	-1,486***
			(1,7488)	(1,6488)	(-2,9639)
Taxa de Alfabetização	**Efeito Direto**			0,4503***	
				(6,8228)	
	Efeito Indireto			-0,2679	
				(-0,3669)	
	Efeito Total			0,1824	
				(0,2405)	
Educação	**Efeito Direto**				-2,113***
					(-12,9049)
	Efeito Indireto				16,677***
					(15,8702)
	Efeito Total				14,564***
					(13,2439)
Ln do Salário Per Capital Inicial	**Efeito Direto**	-1,000***	-1,000***	-1,000***	-1,000***
		(-2167,80)	(-2151,35)	(-2275,56)	(-2419,36)
	Efeito Indireto	0,0078	0,0056	0,004	0,0069
		(0,8085)	(0,5701)	(0,4063)	(0,9298)
	Efeito Total	-0,992***	-0,995***	-0,996***	-0,993***
		(-98,789)	(-97,9376)	(-98,8317)	(-128,737)
σ^2		0,0687	0,0685	0,0682	0,0664
R^2		0,9993	0,9993	0,9993	0,9993
LogL		-646,4	-628,53	-592,54	-311,13

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.2 Áreas Mínimas de Comparação – Período de análise: 1980 a 2010.

6.2.2.1 Crescimento Populacional

De forma similar à estimação do modelo de crescimento populacional para o período de 1970 a 2010, os resultados para o período de 1980 a 2010, expostos na tabela 15, indicam

que o efeito direto do abastecimento de água quando significativo é positivo, 0,034. Entretanto, o efeito indireto é negativo e maior que o direto, conduzindo a um efeito total negativo, no intervalo de -0,006 a -0,008. O efeito negativo da ampliação do abastecimento de água sobre o crescimento populacional dos vizinhos é mais forte que o efeito positivo sobre a região que investiu na ampliação da cobertura do abastecimento de água, resultando em um efeito total negativo.

Na maioria dos modelos estimados, o efeito da coleta de esgoto não foi significativo, exceto para o caso do primeiro modelo, no qual não há variáveis de controle. Os resultados do primeiro modelo permitem afirmar apenas que o efeito médio indireto de um aumento do acesso à coleta de esgoto sobre o crescimento populacional é positivo e significativo a 5%, 0,0414. Dessa forma, o efeito total do acesso à coleta de esgoto sobre o crescimento populacional também é positivo e significativo a 5%, 0,0465.

Assim como para o caso da variável de acesso à coleta de esgoto, apenas o modelo sem a inserção de nenhum tipo de controle apresentou significância estatística em todos os efeitos médios da variável energia elétrica. De acordo com os resultados, o impacto médio direto do aumento da cobertura de energia elétrica reduz o crescimento nessa região, porém aumenta o crescimento populacional nas cidades vizinhas. O resultado líquido é um efeito total positivo, uma vez que o impacto sobre as AMCs vizinhas é maior que o efeito sobre a própria região.

A variável de telefonia apresenta resultado completamente oposto se comparada com a variável de energia elétrica. Um aumento da cobertura de telefonia possui um efeito positivo sobre a região que investiu em telefonia, e um efeito negativo sobre as regiões vizinhas, gerando um efeito total positivo e significativo, 0,1141.

Os resultados da taxa de urbanização, alfabetização e educação, além do tamanho populacional inicial, são similares aos encontrados quando o período inicial e a configuração espacial referiram-se ao ano 1970.

Tabela 15 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1980 a 2010

	MODELO DURBIN			
Variável / Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Água	0,0356***	0,0105	0,0113	0,0012
	(3,2897)	(0,9408)	(1,0147)	(0,108)
Esgoto	0,0042	-0,0039	-0,0031	-0,0073
	(0,489)	(-0,4578)	(-0,3579)	(-0,8477)
Energia Elétrica	-0,0334***	-0,0581***	-0,0533***	-0,0449***
	(-2,7899)	(-4,7609)	(-4,263)	(-3,6254)
Telefonia	0,2014***	0,1901***	0,1842***	0,1262***
	(10,2489)	(9,7012)	(9,2504)	(5,7789)
Taxa de Urbanização		0,1532***	0,1543***	0,1494***
		(9,102)	(9,16)	(8,8823)
Taxa de Alfabetização			-0,0488***	
			(-1,6709)	
Educação				0,4463***
				(6,3759)
Ln da População Inicial	-0,5334***	-0,5302***	-0,53***	-0,5294***
	(-81,4364)	(-81,0348)	(-80,9727)	(-81,0362)
W*dep.var.	0,1926***	0,1756***	0,1766***	0,1806***
	(22,5887)	(10,37)	(10,3994)	(10,5095)
W*Água	-0,0575***	-0,0639***	-0,0636***	-0,0672***
	(-2,6964)	(-2,9252)	(-2,9054)	(-3,0029)
W*Esgoto	0,0328**	0,0217	0,0231	0,0087
	(2,0533)	(1,3504)	(1,4245)	(0,5237)
W*Energia Elétrica	0,0784***	0,0491**	0,0527**	0,0354*
	(4,2129)	(2,4375)	(2,3195)	(1,7523)
W*Telefonia	-0,1102***	-0,163***	-0,168***	-0,186***
	(-4,0392)	(-5,7654)	(-5,332)	(-4,6555)
W*Taxa de Urbanização		0,1072***	0,1087***	0,087**
		(2,8581)	(2,8904)	(2,2969)
W*Taxa de Alfabetização			0,0136	
			(0,2596)	
W*Educação				-0,1342
				(-1,1423)
W*Ln da População Inicial	0,158***	0,1455***	0,1478***	0,1444***
	(15,7418)	(10,4457)	(10,333)	(10,2348)

(Continua)

Tabela 15 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1980 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Água	**Efeito Direto**	0,034***	0,0091	0,0096	-0.0006
		(3,1397)	(0,8433)	(0,8859)	(-0.0591)
	Efeito Indireto	-0,0627**	-0,0745***	-0,0748***	-0.0816***
		(-2,497)	(-3,0225)	(-2,9791)	(-3.1617)
	Efeito Total	-0,0288	-0,0654**	-0,0652**	-0.0822***
		(-1,1042)	(-2,5396)	(-2,4541)	(-3.0152)
Esgoto	**Efeito Direto**	0,005	-0,0034	-0,0027	-0.0072
		(0,5931)	(-0,3873)	(-0,3212)	(-0.8646)
	Efeito Indireto	0,0414**	0,0252	0,0285	0.0103
		(2,2445)	(1,3378)	(1,5311)	(0.5397)
	Efeito Total	0,0465**	0,0219	0,0258	0.0031
		(2,4873)	(1,1506)	(1,3764)	(0.1597)
Energia Elétrica	**Efeito Direto**	-0,0316***	-0,0581***	-0,0522***	-0.0442***
		(-2,7106)	(-4,8367)	(-4,2401)	(-3.6285)
	Efeito Indireto	0,0879***	0,0478**	0,0535**	0.0343
		(4,1051)	(2,0885)	(2,0433)	(1.4936)
	Efeito Total	0,0562***	-0,0103	0,0013	-0.0099
		(2,8316)	(-0,4748)	(0,0477)	(-0.4357)
Telefonia	**Efeito Direto**	0,1996***	0,1871***	0,1809***	0.1221***
		(10,2448)	(9,7882)	(9,0914)	(5.5908)
	Efeito Indireto	-0,0855***	-0,1533***	-0,1641***	-0.198***
		(-2,842)	(-4,9474)	(-4,6363)	(-4.4357)
	Efeito Total	0,1141***	0,0337	0,0169	-0.0759
		(4,1872)	(1,1626)	(0,4886)	(-1.6408)
Taxa de Urbanização	**Efeito Direto**		0,1563***	0,1574***	0.152***
			(9,2965)	(9,402)	(9.1058)
	Efeito Indireto		0,1594***	0,1634***	0.1347***
			(3,5982)	(3,8737)	(2.9734)
	Efeito Total		0,3158***	0,3209***	0.2867***
			(6,5812)	(7,0709)	(5.895)
Taxa de Alfabetização	**Efeito Direto**			-0,0498*	
				(-1,693)	
	Efeito Indireto			0,003	
				(0,0479)	
	Efeito Total			-0,0468	
				(-0,7517)	

(Continua)

Tabela 15 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1980 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Educação	**Efeito Direto**				0.4431*** (6.2023)
	Efeito Indireto				-0.0559 (-0.4244)
	Efeito Total				0.3872*** (2.9677)
Ln da População Inicial	**Efeito Direto**	-0,5315*** (-77,6387)	-0,5294*** (-80,1691)	-0,529*** (-81,0646)	-0.5285*** (-80.7909)
	Efeito Indireto	0,0664*** (4,5721)	0,0621*** (4,8963)	0,0656*** (4,894)	0.0588*** (4.5418)
	Efeito Total	-0,4651*** (-29,3971)	-0,4673*** (-32,9972)	-0,4634*** (-32,2296)	-0.4697*** (-33.6744)
σ2		0,0083	0,0082	0,0082	0,0081
R2		0,8092	0,8114	0,8115	0,8125
LogL		13116,204	13187,567	13189,8	13220

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.2.2 Crescimento do Salário Real Per Capita

De acordo com a Tabela 16, o efeito médio total do abastecimento de água sobre o crescimento dos salários apresenta reversão de sinal se comparado com o resultado encontrado quando o período de análise é de 1970 a 2010. Essa reversão deve-se a alteração do sinal do efeito indireto, que passou a ser negativo.

A abrangência da coleta de esgoto apresenta efeito total positivo, no intervalo de 0,50 a 0,76. Em todos os modelos, o efeito direto é pequeno e não significativo, portanto o efeito indireto é o principal responsável por explicar quase a totalidade do efeito médio total. O forte efeito indireto está de acordo com o esperado, uma vez que o esgoto lançado de forma inapropriada na natureza gera impactos ambientais danosos que ultrapassam as fronteiras municipais ou regionais.

Assim como nos outros modelos, energia elétrica é um componente de infraestrutura que apresenta um forte impacto positivo sobre o crescimento do salário per capita, uma vez que o efeito total estimado encontra-se no intervalo de 0,8166 a 1,6251. Energia elétrica contribui positivamente tanto para a AMC que realiza o investimento – efeito direto no

intervalo de 0,516 a 0,622 –, quanto para o crescimento do salário per capita nas regiões vizinhas – efeito indireto no intervalo de 0,9207 a 1,0032.

A variável de telefonia é o componente de infraestrutura que apresentou o maior impacto positivo sobre o crescimento do salário per capita, uma vez que efeito médio total estimado encontra-se no intervalo de 2,328 a 4,459. Entretanto, não há estabilidade nos efeitos médios encontrados, pois a inserção das variáveis de controle altera significativamente os resultados. O efeito total positivo deve-se ao efeito indireto, isto é, o efeito de uma variação da cobertura da rede de telefonia em uma região afeta positivamente o crescimento do salário per capita das regiões vizinhas. Entretanto, o efeito direto indica um impacto adverso da ampliação da cobertura telefônica em uma região sobre o crescimento dos salários nessa região.

Assim como no modelo anterior, verifica-se que há convergência condicional do salário per capita, uma vez que o efeito direto é negativo. Entretanto, o efeito indireto é positivo e maior que o efeito direto, em termos absolutos, tornando o efeito total pequeno e positivo. Esses resultados sugerem que o salário per capita inicial elevado em uma região influencia positivamente o crescimento do salário per capita nas cidades vizinhas.

O efeito marginal total de todas as variáveis de controle são positivos e significativos.

Tabela 16 – Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1980 a 2010

	MODELO DURBIN			
Variável / Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Água	-0,1428***	-0,1812***	-0,1911***	-0,1447***
	(-5,4612)	(-6,7278)	(-7,0906)	(-5,3955)
Esgoto	-0,0277	-0,0396*	-0,048**	-0,0397*
	(-1,3331)	(-1,9016)	(-2,3042)	(-1,9261)
Energia Elétrica	0,5848***	0,5507***	0,5401***	0,4772***
	(20,4275)	(18,8684)	(18,1838)	(16,2971)
Telefonia	-0,3463***	-0,3541***	-0,3264***	-0,1337***
	(-7,3394)	(-7,5058)	(-6,7817)	(-2,5966)
Taxa de Urbanização		0,2348***	0,2419***	0,2237***
		(5,7490)	(5,9333)	(5,5398)
Taxa de Alfabetização			-0,0366	
			(-0,5161)	
Educação				-2,0461***
				(-12,227)

(Continua)

Tabela 16 – Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1980 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Ln do Salário Per Capita Inicial		-0,9376***	-0,9446***	-0,9450***	-0,9454***
		(-101,77)	(-101,71)	(-101,51)	(-103,07)
W*dep.var.		0,7617***	0,7606***	0,7566***	0,7556***
		(61,1176)	(60,7006)	(58,64)	(58,93)
W*Água		0,0419	0,0549	-0,0058	-0,084
		(0,7886)	(0,9906)	(-0,1020)	(-1,4696)
W*Esgoto		0,2079***	0,2063***	0,1893***	0,1603***
		(5,2937)	(5,2367)	(4,8135)	(4,058)
W*Energia Elétrica		-0,1961***	-0,1914***	-0,3455***	-0,1023*
		(-3,8665)	(-3,6467)	(-6,1605)	(-1,9563)
W*Telefonia		1,4053***	1,3720***	1,5973***	0,7084***
		(17,5247)	(16,9488)	(17,4036)	(7,1587)
W*Taxa de Urbanização			-0,0507	-0,0619	-0,1222
			(-0,5431)	(-0,6646)	(-1,318)
W*Taxa de Alfabetização				0,7954***	
				(6,2557)	
W*Educação					3,5837***
					(12,5618)
W*Ln do Salário Per Capita Inicial		1,0346***	1,0387***	1,0161***	1,0336***
		(68,4042)	(67,5055)	(65,1936)	(68,11)
Água	**Efeito Direto**	-0,154***	-0,1936***	-0,2148***	-0,1747***
		(-5,4596)	(-6,7526)	(-7,3575)	(-6,0269)
	Efeito Indireto	-0,2636	-0,3345	-0,6075***	-0,773***
		(-1,242)	(-1,5622)	(-2,8154)	(-3,5818)
	Efeito Total	-0,4175*	-0,5281**	-0,8223***	-0,9477***
		(-1,8453)	(-2,3156)	(-3,562)	(-4,1109)
Esgoto	**Efeito Direto**	0,002	-0,0133	-0,0249	-0,0201
		(0,0913)	(-0,59)	(-1,1554)	(-0,9354)
	Efeito Indireto	0,7608***	0,7082***	0,6167***	0,5242***
		(5,2284)	(4,7036)	(4,3233)	(3,6041)
	Efeito Total	0,7629***	0,695***	0,5918***	0,5041***
		(4,9731)	(4,3622)	(3,9314)	(3,2792)
Energia Elétrica	**Efeito Direto**	0,6219***	0,5829***	0,5504***	0,5167***
		(21,57)	(19,4854)	(17,5479)	(17,0287)
	Efeito Indireto	1,0032***	0,9207***	0,2662	1,0306***
		(5,7365)	(5,1272)	(1,2738)	(5,7567)
	Efeito Total	1,6251***	1,5036***	0,8166***	1,5473***
		(8,9093)	(7,9679)	(3,6791)	(8,1506)

(Continua)

Tabela 16 – Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1980 a 2010

		MODELO DURBIN			
Variável / Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**
Telefonia	**Efeito Direto**	-0,1738***	-0,1887***	-0,1236**	-0,0434
		(-3,6267)	(-3,9625)	(-2,438)	(-0,7841)
	Efeito Indireto	4,6092***	4,4443***	5,3268***	2,3716***
		(20,922)	(20,2472)	(20,8144)	(6,9209)
	Efeito Total	4,4354***	4,2556***	5,2032***	2,3283***
		(19,1374)	(18,4381)	(19,2002)	(6,3648)
Taxa de Urbanização	**Efeito Direto**		0,2547***	0,2601***	0,23***
			(5,4516)	(5,7245)	(5,0674)
	Efeito Indireto		0,5214	0,4794	0,1675
			(1,3423)	(1,3261)	(0,4445)
	Efeito Total		0,7761*	0,7395*	0,3975
			(1,8687)	(1,9171)	(0,9896)
Taxa de Alfabetização	**Efeito Direto**			0,0756	
				(1,0065)	
	Efeito Indireto			3,0179***	
				(6,3141)	
	Efeito Total			3,0935***	
				(6,1466)	
Educação	**Efeito Direto**				-1,7431***
					(-9,733)
	Efeito Indireto				8,073***
					(8,2652)
	Efeito Total				6,33***
					(6,1005)
Ln do Salário Per Capital Inicial	**Efeito Direto**	-0,8884***	-0,8969***	-0,8999***	-0,8978***
		(-94,9367)	(-90,4)	(-93,3483)	(-95,7918)
	Efeito Indireto	1,2945***	1,2857***	1,1945***	1,2602***
		(23,9971)	(23,1614)	(21,0556)	(23,2478)
	Efeito Total	0,4061***	0,3888***	0,2946***	0,3624***
		(7,172167)	(6,613873)	(4,91016)	(6,334993)
σ^2		0,0477	0,0475	0,0473	0,0463
R^2		0,9443	0,9445	0,9448	0,946
LogL		2551,4053	2576,1104	2609,9224	2741,04

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.3 Municípios sem alteração territorial no período de 1970 a 2010.

6.2.3.1 Crescimento Populacional

Os testes de especificação indicaram que o modelo mais apropriado para controlar a dependência espacial é o modelo SEM. Entretanto, o coeficiente de determinação do modelo SEM é extremamente baixo e o parâmetro de erro autorregressivo espacial não é significativo. Dessa forma, optou-se pela estimação do modelo SAR e do SEM. Em ambos os casos, o modelo de dados em painel utilizado foi o POOLED, uma vez que as variáveis de controle do nível hierárquico são invariantes no tempo.

Os resultados da estimação do modelo SAR, apresentados na tabela 17, sugerem que a variável de infraestrutura água possui efeitos adversos sobre o crescimento populacional dos municípios, uma vez que os efeitos direto, indireto e total são negativos. Assim como o acesso à água, a coleta de esgoto também possui efeitos negativos sobre o crescimento populacional.

A única variável de infraestrutura que possui efeitos positivos sobre o crescimento populacional é energia elétrica. Grande parte deve-se ao efeito indireto de uma ampliação da rede de distribuição de energia elétrica em um município sobre os municípios vizinhos.

Com relação às variáveis de controle, a taxa de urbanização apresenta efeitos positivos sobre o crescimento populacional das cidades, entretanto a taxa de alfabetização e educação apresentam impactos negativos.

Considerando as variáveis que hierarquizam as cidades, pode-se perceber que o crescimento populacional é menor em cidades muito grandes ou pequenas, enquanto as cidades médias exibem efeitos positivos tanto para si próprias quanto para seus vizinhos.

O tamanho populacional inicial apresenta impactos positivos sobre o crescimento populacional, o que significa que cidades com maior tamanho populacional no inicio do período apresentam maior crescimento.

Os resultados do modelo SEM são similares, exceto para a variável água que apresentou sinal ambíguo e para os níveis hierárquicos das cidades que foram todos negativos ou não significativos.

Tabela 17 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo	POOLED							
	SAR				SEM			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Intercepto	-0,3449***	-0,3359***	-0,2997***	-0,3589***	1,0512	0,6243	0,634	0,5914
	(-19,7873)	(-19,8133)	(-16,1804)	(-21,0699)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Água	0,0042	-0,134***	-0,1327***	-0,0972***	0,0535***	-0,0774***	-0,0741***	-0,0641***
	(0,3505)	(-10,7322)	(-10,6449)	(-7,5235)	(4,1723)	(-5,5036)	(-5,2671)	(-4,5079)
Esgoto	-0,0187**	-0,0373***	-0,0319***	-0,0185**	-0,0346***	-0,0389***	-0,0384***	-0,0285***
	(-2,347)	(-4,8233)	(-4,0836)	(-2,3456)	(-3,643)	(-4,1805)	(-4,1251)	(-3,0122)
Energia elétrica	0,0667***	0,0051	0,0256**	0,0307***	0,248***	0,1408***	0,1648***	0,1466***
	(7,1837)	(0,5478)	(2,5268)	(3,2179)	(20,3109)	(10,8178)	(11,4587)	(11,2466)
Taxa de Urbanização		0,3306***	0,3323***	0,3305***		0,2708***	0,2721***	0,2812***
		(28,651)	(28,8167)	(28,7778)		(20,9354)	(21,049)	(21,576)
Taxa de Alfabetização			-0,0620***				-0,0788***	
			(-4,8465)				(-3,9223)	
Educação				-0,5308***				-0,4236***
				(-10,4057)				(-5,9148)
Grande Metrópole Nacional	-0,246***	-0,2495***	-0,2367***	-0,2265***	-0,2863***	-0,2634***	-0,2588***	-0,24***
	(-2,8755)	(-3,0177)	(-2,8644)	(-2,7514)	(-3,4385)	(-3,2229)	(-3,168)	(-2,9369)
Metrópole Nacional	-0,2107***	-0,2175***	-0,2048**	-0,174**	-0,2446***	-0,2277***	-0,2207***	-0,1865**
	(-2,466)	(-2,6344)	(-2,4825)	(-2,1147)	(-2,9325)	(-2,7818)	(-2,6972)	(-2,2728)
Metropolitano	-0,0576	-0,1050***	-0,0939**	-0,0659*	-0,1285***	-0,144***	-0,1373***	-0,1073***
	(-1,4063)	(-2,6501)	(-2,369)	(-1,6625)	(-3,2052)	(-3,6586)	(-3,4862)	(-2,6981)
Predominantemente Submetropolitano	0,0315	0,0036	0,0109	0,0417*	-0,0175	-0,0246	-0,0169	0,0099
	(1,2113)	(0,1435)	(0,4339)	(1,6504)	(-0,6867)	(-0,9828)	(-0,6726)	(0,3842)
Predominantemente de Capital Regional	0,0762***	0,0269	0,0324*	0,0313**	0,0202	-0,0002	0,0031	0,0098
	(4,4356)	(1,6122)	(1,9368)	(1,8802)	(1,1873)	(-0,014)	(0,187)	(0,5828)

(Continua)

Tabela 17 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Predominantemente de Centro Sub-Regional		0,0237**	-0,0156	-0,0113	-0,0154	-0,0162	-0,0341***	-0,0324***	-0,0282**
		(2,124)	(-1,4347)	(-1,0366)	(-1,4233)	(-1,453)	(-3,1063)	(-2,951)	(-2,5646)
Tendendo a Centro Sub-Regional		-0,0405**	-0,049***	-0,0473***	-0,0317**	-0,033**	-0,0432***	-0,0405***	-0,0309**
		(-2,5224)	(-3,1567)	(-3,0509)	(-2,0386)	(-2,1009)	(-2,8018)	(-2,6245)	(-1,9912)
Predominantemente de Centro de Zona		-0,0117**	-0,0278***	-0,0268***	-0,0288***	-0,0295***	-0,0358***	-0,0355***	-0,0341***
		(-2,2849)	(-5,5715)	(-5,3677)	(-5,792)	(-5,7464)	(-7,0824)	(-7,0264)	(-6,7416)
Tendendo a Centro de Zona		-0,02	-0,0130	-0,0143	-0,0037	0,003	-0,0014	-0,0007	0,0024
		(-1,5817)	(-1,0634)	(-1,1659)	(-0,3038)	(0,2402)	(-0,1182)	(-0,06)	(0,1966)
Ln da População Inicial		0,0332***	0,0247***	0,0233***	0,0265***	0,0288***	0,0225***	0,022***	0,0243***
		(17,5006)	(13,2012)	(12,3549)	(14,1767)	(14,272)	(11,188)	(10,9616)	(11,9803)
W*dep.var.		0,9953***	0,9933***	0,9953***	0,9933***				
		(106,7172)	(121,2983)	(106,5175)	(121,1481)				
ERRO AUTO						0,9963	0,9953	0,9953	0,9953
						(0)	(0)	(0)	(0)
Água	**Efeito Direto**	0,0038	-0,1361***	-0,1355***	-0,0985***				
		(0,3113)	(-11,1313)	(-10,5446)	(-7,3729)				
	Efeito Indireto	0,2458	-8,8481***	-8,6883***	-6,4305***				
		(0,299)	(-4,2598)	(-4,1546)	(-3,6229)				
	Efeito Total	0,2496	-8,9842***	-8,8238***	-6,529***				
		(0,2993)	(-4,3137)	(-4,2082)	(-3,6624)				

(Continua)

Tabela 17 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Esgoto	Efeito Direto	-0,0186**	-0,0382***	-0,0327***	-0,0189**				
		(-2,2864)	(-5,033)	(-3,988)	(-2,3656)				
	Efeito Indireto	-1,2161**	-2,4753***	-2,0992***	-1,2251**				
		(-2,0231)	(-3,5594)	(-2,9339)	(-2,1013)				
	Efeito Total	-1,2347**	-2,5135***	-2,1319***	-1,244**				
		(-2,0298)	(-3,5882)	(-2,9545)	(-2,1087)				
Energia Elétrica	Efeito Direto	0,0679***	0,0045	0,0262**	0,0312***				
		(7,1459)	(0,5009)	(2,5029)	(3,1902)				
	Efeito Indireto	4,4409***	0,2905	1,6774**	2,0474**				
		(3,8314)	(0,4827)	(2,172)	(2,4731)				
	Efeito Total	4,5087***	0,2951	1,7036**	2,0787**				
		(3,8725)	(0,4832)	(2,1805)	(2,4867)				
Taxa de Urbanização	Efeito Direto		0,3376***	0,3398***	0,3361***				
			(28,8389)	(28,6687)	(28,2685)				
	Efeito Indireto		21,9395***	21,7941***	21,8947***				
			(4,624)	(4,4373)	(4,3247)				
	Efeito Total		22,2771***	22,1339***	22,2308***				
			(4,6916)	(4,5032)	(4,3885)				
Taxa de Alfabetização	Efeito Direto			-0,0639***					
				(-5,0721)					
	Efeito Indireto			-4,1002***					
				(-3,2769)					
	Efeito Total			-4,1641***					
				(-3,305)					

(Continua)

Tabela 17 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Educação	Efeito Direto				-0,5411***				
					(-10,2227)				
	Efeito Indireto				-35,235***				
					(-4,0477)				
	Efeito Total				-35,776***				
					(-4,0994)				
Grande Metrópole Nacional	Efeito Direto	-0,2489***	-0,2574***	-0,2411***	-0,2287***				
		(-2,822)	(-3,0919)	(-2,8752)	(-2,727)				
	Efeito Indireto	-16,3378**	-16,7286**	-15,468**	-14,9081**				
		(-2,3291)	(-2,5398)	(-2,3651)	(-2,2466)				
	Efeito Total	-16,5867**	-16,986**	-15,7086**	-15,1368**				
		(-2,3397)	(-2,5521)	(-2,3763)	(-2,257)				
Metrópole Nacional	Efeito Direto	-0,2155**	-0,2217***	-0,2093**	-0,1781**				
		(-2,4569)	(-2,6377)	(-2,3871)	(-2,1631)				
	Efeito Indireto	-14,1015**	-14,4235**	-13,4455**	-11,5014*				
		(-2,1153)	(-2,2607)	(-2,0752)	(-1,9492)				
	Efeito Total	-14,317**	-14,6451**	-13,6549**	-11,6795*				
		(-2,1235)	(-2,2696)	(-2,083)	(-1,9553)				
Metropolitano	Efeito Direto	-0,0561	-0,1087***	-0,0952**	-0,0681*				
		(-1,3606)	(-2,652)	(-2,4083)	(-1,7039)				
	Efeito Indireto	-3,7091	-7,0385**	-6,119**	-4,4595				
		(-1,2652)	(-2,2807)	(-2,0908)	(-1,5475)				
	Efeito Total	-3,7652	-7,1472**	-6,2142**	-4,5275				
		(-1,2675)	(-2,2901)	(-2,0986)	(-1,5513)				

(Continua)

Tabela 17 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Predominantemente Submetropolitano	Efeito Direto	0,0324	0,0022	0,0123	0,0418*				
		(1,2033)	(0,0886)	(0,4773)	(1,6679)				
	Efeito Indireto	2,117	0,1395	0,7911	2,7042				
		(1,1462)	(0,0843)	(0,4632)	(1,5456)				
	Efeito Total	2,1493	0,1417	0,8034	2,746				
		(1,1479)	(0,0844)	(0,4636)	(1,5492)				
Predominantemente de Capital Regional	Efeito Direto	0,077***	0,0269	0,0333**	0,0323*				
		(4,4313)	(1,5801)	(1,9904)	(1,9456)				
	Efeito Indireto	5,0273***	1,74	2,1318*	2,0962*				
		(3,2257)	(1,4681)	(1,779)	(1,7548)				
	Efeito Total	5,1043***	1,767	2,1651*	2,1285*				
		(3,2498)	(1,471)	(1,7842)	(1,7598)				
Predominantemente de Centro Sub-Regional	Efeito Direto	0,0244**	-0,016	-0,0113	-0,0154				
		(2,1035)	(-1,4303)	(-1,031)	(-1,4185)				
	Efeito Indireto	1,5976**	-1,052	-0,7229	-1,0007				
		(1,8509)	(-1,3154)	(-0,9851)	(-1,3354)				
	Efeito Total	1,622**	-1,0681	-0,7342	-1,0162				
		(1,8569)	(-1,318)	(-0,9864)	(-1,3379)				
Tendendo a Centro Sub-Regional	Efeito Direto	-0,0413**	-0,0503***	-0,0487***	-0,0315**				
		(-2,4665)	(-3,1944)	(-3,0964)	(-2,0735)				
	Efeito Indireto	-2,7093**	-3,2661***	-3,1162***	-2,0477*				
		(-2,137)	(-2,6302)	(-2,5773)	(-1,8649)				
	Efeito Total	-2,7506**	-3,3164***	-3,1649***	-2,0792*				
		(-2,1449)	(-2,6432)	(-2,5903)	(-1,8705)				

(Continua)

Tabela 17 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Predominantemente de Centro de Zona	Efeito Direto	-0,0115**	-0,0283***	-0,0273***	-0,0292***				
		(-2,2907)	(-5,6252)	(-5,4947)	(-6,0194)				
	Efeito Indireto	-0,7553**	-1,8414***	-1,7541***	-1,8997***				
		(-1,9978)	(-3,5881)	(-3,3738)	(-3,5095)				
	Efeito Total	-0,7668**	-1,8697***	-1,7814***	-1,9289***				
		(-2,0045)	(-3,6201)	(-3,4045)	(-3,5442)				
Tendendo a Centro de Zona	Efeito Direto	-0,0203	-0,014	-0,0145	-0,0039				
		(-1,581)	(-1,1041)	(-1,1617)	(-0,3122)				
	Efeito Indireto	-1,3279	-0,9134	-0,9258	-0,2523				
		(-1,458)	(-1,0347)	(-1,0996)	(-0,3029)				
	Efeito Total	-1,3483	-0,9274	-0,9403	-0,2562				
		(-1,4612)	(-1,0363)	(-1,1013)	(-0,3032)				
Ln da População Inicial	Efeito Direto	0,0338***	0,0253***	0,0238***	0,0269***				
		(17,4166)	(12,8536)	(12,0978)	(13,9546)				
	Efeito Indireto	2,2136***	1,6421***	1,5277***	1,7507***				
		(4,314)	(4,33)	(4,202)	(4,1977)				
	Efeito Total	2,2474***	1,6673***	1,5516***	1,7776***				
		(4,3738)	(4,3871)	(4,2583)	(4,2552)				
σ^2		0,0286	0,0267	0,0266	0,0265	0,0272	0,0263	0,0262	0,0262
R^2		0,2061	0,2587	0,2604	0,2656	0,0005	0,0002	0,0002	0,0002
LogL		4105,32	4501,75	4513,5	4555,61	4384,66	4599,49	4607,2	4616,94

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.3.2 Crescimento do Salário Per Capita

Da mesma forma que no modelo anterior, os testes para esse modelo também indicaram que o modelo SEM é o mais apropriado para descrever os dados. Entretanto, novamente o coeficiente de determinação é muito pequeno e o parâmetro de erro autorregressivo espacial não é significativo. Portanto, optou-se por estimar o modelo SAR e o modelo SEM, sem controle para o efeito fixo.

Os resultados do modelo SAR, expostos na Tabela 18, indicam que a única variável de infraestrutura que possui efeitos adversos sobre o crescimento do salário per capita é a variável de abastecimento de água. Tanto o efeito direto quanto o indireto são negativos, sugerindo que as cidades com maior capacidade instalada de abastecimento de água são as que exibiram menor crescimento do salário per capita.

A variável de coleta de esgoto apresentou sinal estimado positivo e significativo em todos os modelos, no intervalo de 1,048 a 2,454. Tanto o efeito direto quanto o indireto de um aumento da rede de coleta de esgoto sobre o crescimento do salário per capita são positivos, entretanto o impacto sobre os municípios vizinhos é maior que o efeito sobre si próprio.

Energia elétrica também apresentou efeito médio total positivo e significativo a 1%, no intervalo de 6,87 a 11,94. Assim como no caso da variável de coleta de esgoto, o efeito marginal indireto é superior ao direto. Entretanto, deve-se ressaltar a falta de estabilidade dos efeitos estimados.

As variáveis de controle, taxa de urbanização, taxa de alfabetização e educação são positivas e apenas a variável de taxa de urbanização é não significativa em dois dos três modelos. Esses resultados mostram que regiões mais urbanas e com maior nível educacional apresentam maior crescimento do salário per capita.

A maioria dos níveis hierárquicos das cidades apresentaram efeitos não significativos, exceto para os casos inferiores da hierarquia, que apresentaram sinal negativo quando significativo. Os resultados indicam também a existência de convergência condicional da renda per capita entre os municípios brasileiros.

Quando o modelo estimado incorporava a dependência espacial do termo de erro, por meio do modelo SEM, os resultados diferiram fortemente dos resultados do modelo SAR, principalmente no que tange às variáveis de hierarquia das cidades. No modelo SEM, a variável de abastecimento de água é ambígua, uma vez que há alteração do sinal dos coeficientes. A variável de esgoto não é significativa. Além disso, alguns níveis hierárquicos

que não são significativos ou são negativos no modelo SAR, são positivos no SEM: Metropolitano, Predominantemente Submetropolitano, Predominantemente Capital Regional, Predominantemente Centro Sub-regional e Predominantemente Centro de zona.

De forma geral, os resultados dessa configuração espacial são em sua maioria ambíguos e os níveis hierárquicos não significativos. A não significância dos níveis hierárquicos indica que estes não são um bom controle para as diferenças estruturais das cidades brasileiras. Portanto, é preferível a estimação do modelo de efeitos fixos, que controla os efeitos idiossincráticos de cada região. Além disso, os testes LM indicaram a existência de dependência espacial da variável dependente e do termo de erro e os testes LM robusto indicaram que modelo SEM é o que melhor descreve os dados. Entretanto, uma vez que o coeficiente de determinação é muito pequeno e o parâmetro de erro autorregressivo espacial não é significativo, sugere-se que, futuramente, sejam conduzidos testes de especificação para verificar se o modelo Durbin é o que melhor incorpora a dependência espacial dos dados[16].

[16] Os testes para verificação do modelo Durbin não foram conduzidos, pois não houve tempo hábil para adequação das rotinas do MATLAB, desenvolvidas por Elhorst. Seria necessário que apenas um grupo de variáveis explicativas referentes a infraestrutura apresentasse dependência espacial.

Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo	POOLED							
	SAR				SEM			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Intercepto	1,4465***	1,4470***	1,4924***	1,5295***	1,27453	-2,7636	2,07803	0,82056
	(51,6406)	(51,3784)	(39,0893)	(51,0066)	(0)	(0)	(0)	(0)
Água	-0,0322	-0,0492*	-0,0974***	-0,1018***	0,0722***	-0,0344	-0,0578**	-0,0624**
	(-1,3464)	(-1,8901)	(-3,9052)	(-3,8163)	(2,9794)	(-1,2841)	(-2,197)	(-2,3035)
Esgoto	0,115***	0,1139***	0,0732***	0,0788***	0,00634	0,00222	0,00063	-0,0209
	(7,1658)	(7,0971)	(4,7663)	(4,8058)	(0,3559)	(0,125)	(0,0364)	(-1,1571)
Energia elétrica	0,5491***	0,5457***	0,3605***	0,5173***	0,6718***	0,6102***	0,4126***	0,6142***
	(26,0242)	(25,8443)	(16,662)	(24,2144)	(25,4883)	(22,5256)	(14,6834)	(22,717)
Taxa de Urbanização		0,0371	0,1682***	0,02571		0,2302***	0,2495***	0,2108***
		(1,4775)	(6,0049)	(1,0247)		(9,1933)	(10,1541)	(8,3796)
Taxa de Alfabetização			0,9778***				0,8327***	
			(26,61)				(21,5475)	
Educação				1,147***				0,9087***
				(9,7269)				(6,6245)
Grande Metrópole Nacional	0,13338	0,12967	0,14941	0,05443	0,18957	0,18634	0,18025	0,11822
	(0,7963)	(0,7742)	(0,9373)	(0,3259)	(1,224)	(1,2077)	(1,1911)	(0,7658)
Metrópole Nacional	0,03436	0,0304	0,02423	-0,0892	0,21665	0,21	0,18092	0,10437
	(0,2051)	(0,1815)	(0,152)	(-0,533)	(1,3965)	(1,3586)	(1,1934)	(0,6729)
Metropolitano	0,07559	0,06797	0,03907	-0,0327	0,2601***	0,2321***	0,1962***	0,1406*
	(0,955)	(0,8571)	(0,5178)	(-0,4101)	(3,5398)	(3,1676)	(2,7288)	(1,8888)
Predominantemente Submetropolitano	0,04936	0,04459	0,04021	-0,0502	0,2478***	0,2328***	0,1824***	0,1505***
	(0,9906)	(0,8931)	(0,8462)	(-0,9909)	(5,3423)	(5,0332)	(4,0175)	(3,1476)
Predominantemente Capital Regional	0,02517	0,01885	0,01184	-0,0025	0,1436***	0,1178***	0,0997***	0,0887***
	(0,7694)	(0,5713)	(0,3772)	(-0,0747)	(4,6802)	(3,8348)	(3,3088)	(2,8655)

(Continua)

Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Predominantemente de Centro Sub-Regional		0,01448	0,00989	-0,0018	0,00117	0,0835***	0,0629***	0,0565***	0,0455**
		(0,6806)	(0,4598)	(-0,0856)	(0,0546)	(4,1631)	(3,1302)	(2,8657)	(2,2493)
Tendendo a Centro Sub-Regional		-0,0391	-0,0414	-0,05*	-0,0827***	0,03849	0,0254	0,00567	-0,0047
		(-1,2472)	(-1,3181)	(-1,6732)	(-2,6197)	(1,3232)	(0,8751)	(0,1991)	(-0,1615)
Predominantemente de Centro de Zona		-0,0228**	-0,0247**	-0,014825	-0,0267***	0,0187**	0,01096	0,01392	0,00506
		(-2,3286)	(-2,5043)	(-1,5711)	(-2,7124)	(2,0275)	(1,188)	(1,5382)	(0,5469)
Tendendo a Centro de Zona		-0,0395	-0,0399	-0,0324	-0,0585**	-0,0003	-0,0055	-0,0107	-0,015
		(-1,575)	(-1,5915)	(-1,3573)	(-2,3359)	(-0,011)	(-0,2363)	(-0,468)	(-0,6434)
Ln do Salário Per Capita Inicial		-0,2853***	-0,2872***	-0,3842***	-0,2984***	-0,4443***	-0,4585***	-0,4926***	-0,4665***
		(-50,6363)	(-48,3383)	(-36,1096)	(-48,6641)	(-69,208)	(-69,7069)	(-74,1407)	(-69,8517)
W*dep.var.		0,9523	0,954***	0,96532	0,924295				
		(183,4548)	(190,3814)	(201,5883)	(138,8194)				
ERRO AUTO						0,9983	0,99933	0,99627	0,99832
						(0)	(0)	(0)	(0)
Água	**Efeito Direto**	-0,0333	-0,0489*	-0,0977***	-0,1016***				
		(-1,3884)	(-1,841)	(-3,8092)	(-3,7313)				
	Efeito Indireto	-0,679	-1,0277*	-2,6601***	-1,2442***				
		(-1,3422)	(-1,7339)	(-3,1663)	(-3,4046)				
	Efeito Total	-0,7123	-1,0766*	-2,7578***	-1,3458***				
		(-1,3453)	(-1,7404)	(-3,1945)	(-3,4405)				

(Continua)

Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Esgoto	Efeito Direto	0,1165***	0,115***	0,0738***	0,0791***				
		(7,1619)	(7,0906)	(4,7988)	(4,8343)				
	Efeito Indireto	2,3372***	2,3842***	1,9959***	0,9687***				
		(5,6375)	(5,5424)	(4,0579)	(4,2373)				
	Efeito Total	2,4538***	2,4991***	2,0697***	1,0479***				
		(5,7439)	(5,643)	(4,1007)	(4,3032)				
Energia Elétrica	Efeito Direto	0,5525***	0,5494***	0,3639***	0,52***				
		(25,7088)	(26,1543)	(16,153)	(23,5141)				
	Efeito Indireto	11,079***	11,393***	9,8417***	6,3551***				
		(8,9687)	(8,6946)	(7,4166)	(9,8829)				
	Efeito Total	11,631***	11,943***	10,2055***	6,8751***				
		(9,3906)	(9,0746)	(7,6563)	(10,577)				
Taxa de Urbanização	Efeito Direto		0,0372	0,1701***	0,0264				
			(1,5048)	(5,9961)	(1,0363)				
	Efeito Indireto		0,7769	4,6***	0,3239				
			(1,4631)	(4,8202)	(1,0236)				
	Efeito Total		0,8141	4,77***	0,35025				
			(1,4661)	(4,8865)	(1,0252)				

(Continua)

Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Taxa de Alfabetização	Efeito Direto			0,9858***					
				(26,2273)					
	Efeito Indireto			26,6989***					
				(7,369)					
	Efeito Total			27,6847***					
				(7,6231)					
Educação	Efeito Direto				1,1498***				
					(9,503)				
	Efeito Indireto				13,996***				
					(9,3824)				
	Efeito Total				15,146***				
					(9,6719)				
Grande Metrópole Nacional	Efeito Direto	0,1366	0,1292	0,1526	0,0569				
		(0,8034)	(0,7611)	(0,9532)	(0,3409)				
	Efeito Indireto	2,7444	2,656	4,1169	0,6943				
		(0,7915)	(0,7546)	(0,9381)	(0,3387)				
	Efeito Total	2,881	2,7851	4,2695	0,7512				
		(0,7925)	(0,7552)	(0,9392)	(0,339)				

(Continua)

Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Metrópole Nacional	Efeito Direto	0,0319	0,0327	0,021	-0,093				
		(0,1875)	(0,2024)	(0,1331)	(-0,5651)				
	Efeito Indireto	0,64376	0,68641	0,56507	-1,1323				
		(0,1876)	(0,2032)	(0,1314)	(-0,5588)				
	Efeito Total	0,6757	0,71914	0,58602	-1,2253				
		(0,1877)	(0,2032)	(0,1315)	(-0,5595)				
Metropolitano	Efeito Direto	0,08085	0,07081	0,03637	-0,0358				
		(1,0182)	(0,9019)	(0,4824)	(-0,452)				
	Efeito Indireto	1,62966	1,47425	0,98827	-0,4322				
		(1,0113)	(0,8922)	(0,4772)	(-0,4449)				
	Efeito Total	1,7105	1,54506	1,02465	-0,468				
		(1,0122)	(0,893)	(0,4775)	(-0,4456)				
Predominantemente Submetropolitano	Efeito Direto	0,05032	0,04443	0,03849	-0,0524				
		(0,9869)	(0,8758)	(0,8186)	(-1,0501)				
	Efeito Indireto	1,00991	0,92539	1,03578	-0,6375				
		(0,9768)	(0,8733)	(0,8049)	(-1,0385)				
	Efeito Total	1,06022	0,96982	1,07427	-0,6899				
		(0,9778)	(0,8738)	(0,8058)	(-1,0401)				

(Continua)

Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010

Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Predominantemente Capital Regional	Efeito Direto	0,0241	0,01841	0,01249	-0,0019				
		(0,745)	(0,5437)	(0,399)	(-0,0571)				
	Efeito Indireto	0,48494	0,38428	0,34292	-0,0202				
		(0,7409)	(0,5457)	(0,3958)	(-0,05)				
	Efeito Total	0,50904	0,40269	0,35541	-0,0221				
		(0,7414)	(0,5458)	(0,3961)	(-0,0505)				
Predominantemente de Centro Sub-Regional	Efeito Direto	0,01526	0,00881	-0,0016	0,00134				
		(0,6942)	(0,4011)	(-0,0775)	(0,0616)				
	Efeito Indireto	0,30832	0,18262	-0,0394	0,0181				
		(0,687)	(0,3991)	(-0,07)	(0,0683)				
	Efeito Total	0,32358	0,19143	-0,041	0,01943				
		(0,6877)	(0,3993)	(-0,0703)	(0,0679)				
Tendendo a Centro Sub-Regional	Efeito Direto	-0,0396	-0,0422	-0,0495**	-0,0819***				
		(-1,2214)	(-1,3398)	(-1,7242)	(-2,7003)				
	Efeito Indireto	-0,7963	-0,8765	-1,337*	-0,9988***				
		(-1,2015)	(-1,3135)	(-1,6769)	(-2,6454)				
	Efeito Total	-0,836	-0,9187	-1,3864*	-1,0808***				
		(-1,2033)	(-1,3156)	(-1,6806)	(-2,6568)				

(Continua)

Tabela 18 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita dos municípios entre 1970 a 2010

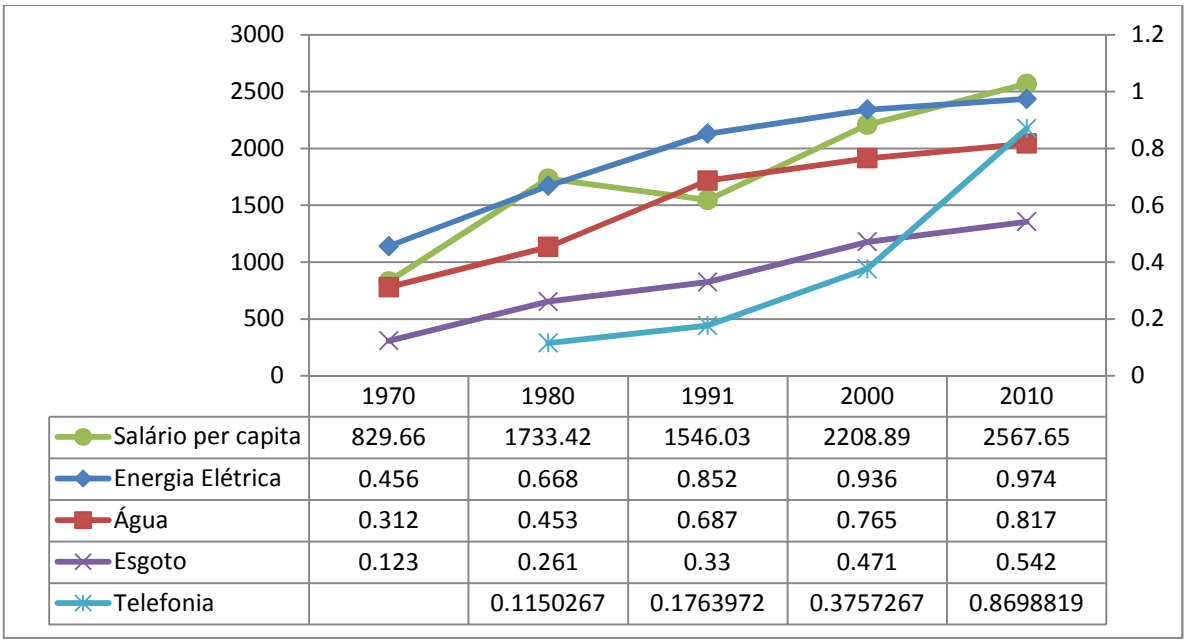
Variável / Modelo		POOLED							
		SAR				SEM			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Predominantemente Centro de Zona	Efeito Direto	-0,0221**	-0,0249**	-0,0148	-0,0267***				
		(-2,3336)	(-2,3404)	(-1,6447)	(-2,8312)				
	Efeito Indireto	-0,443**	-0,5161**	-0,3994	-0,3251***				
		(-2,2728)	(-2,2538)	(-1,5983)	(-2,7725)				
	Efeito Total	-0,4651**	-0,54096**	-0,4142	-0,3517***				
		(-2,2795)	(-2,2614)	(-1,6015)	(-2,7843)				
Tendendo a Centro de Zona	Efeito Direto	-0,0396	-0,0402	-0,033	-0,059**				
		(-1,5773)	(-1,5901)	(-1,3799)	(-2,3736)				
	Efeito Indireto	-0,7941	-0,8354	-0,8931	-0,7219**				
		(-1,5437)	(-1,5462)	(-1,3515)	(-2,2988)				
	Efeito Total	-0,8337	-0,8756	-0,9261	-0,781**				
		(-1,5467)	(-1,5494)	(-1,3535)	(-2,3087)				
Ln do Salário Per Capita Inicial	Efeito Direto	-0,2871***	-0,2894***	-0,3875***	-0,2999***				
		(-51,2585)	(-50,3431)	(-35,8708)	(-48,5475)				
	Efeito Indireto	-5,7576***	-6,002***	-10,489***	-3,6657***				
		(-9,2797)	(-9,1313)	(-7,7974)	(-10,9104)				
	Efeito Total	-6,0447***	-6,2912***	-10,877***	-3,9657***				
		(-9,7564)	(-9,5699)	(-8,088)	(-11,8364)				
σ^2		0,1119	0,1119	0,1012	0,111	0,096	0,0953	0,0916	0,0949
R^2		0,779	0,7791	0,8	0,7808	0,005	0,001	0,007	0,004
LogL		-3749	-3747,8	-3173,8	-3700,8	-2878,7	-2836,7	-2609,5	-2814,8

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria

A reversão e a ambiguidade do sinal da variável que mensura o acesso ao abastecimento de água, na grande maioria dos modelos, pode ser um sinal de que inicialmente essa variável de infraestrutura contribuía para o crescimento do salário per capita, mas que com a ampliação da cobertura, esse efeito tornou-se negativo. Entretanto, uma vez que a reversão é muito forte, torna-se necessário um estudo mais aprofundado sobre essa variável.

De acordo com a figura 1, pode-se observar que a partir de 1980 a evolução do acesso médio ao abastecimento de água foi similar à trajetória da variável de acesso de energia elétrica desde 1970. Parece, portanto, que o acesso à energia elétrica abre caminho para o aumento do acesso ao abastecimento de água pela rede geral de distribuição.



	1970	1980	1991	2000	2010
Salário per capita	829.66	1733.42	1546.03	2208.89	2567.65
Energia Elétrica	0.456	0.668	0.852	0.936	0.974
Água	0.312	0.453	0.687	0.765	0.817
Esgoto	0.123	0.261	0.33	0.471	0.542
Telefonia		0.1150267	0.1763972	0.3757267	0.8698819

Figura 1 – Evolução do acesso à infraestrutura

Fonte: Elaboração Própria

A análise preliminar da correlação entre as variáveis indica uma forte correlação entre o acesso ao abastecimento de água e à energia elétrica superior a 0,8 em todos os cortes temporais e espaciais.

Apesar do modelo de dados em painel reduzir a colinearidade entre as variáveis, no modelo de efeitos fixos a estimação de (N-1) parâmetros extras pode agravar o problema de multicolinearidade entre os regressores (BALTAGI, 2005, p.13). De acordo com Austerious e Hall (2011), quando há multicolineariedade imperfeita, as estimativas podem ser imprecisas em virtude da grande variância e desvio-padrão, a razão t tende a ser estatisticamente

insignificante e reversões de sinais podem ocorrer. Surge, portanto, a necessidade de verificar se a variável de acesso ao abastecimento de água é multicolinear.

Tabela 19 – Matriz de Correlação – População 1970 a 2010

	Crescimento populacional	Ln da população inicial	Água	Esgoto	Energia Elétrica	Taxa de Urbanização	Taxa de Alfabetização	Educação
Crescimento populacional	1							
Ln da população inicial	0,2218	1						
Água	0,0858	0,2374	1					
Esgoto	0,0694	0,1668	0,6824	1				
Eletricidade	0,0902	0,1634	0,8631	0,577	1			
Taxa de Urbanização	0,236	0,3244	0,8194	0,5997	0,7684	1		
Taxa de Alfabetização	0,0308	0,0951	0,6662	0,5108	0,7444	0,6032	1	
Educação	0,0393	0,2923	0,8064	0,6415	0,7662	0,7029	0,6311	1

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 20 - Matriz de Correlação – Salário per capita 1970 a 2010

	Crescimento do salário per capita	Ln do salário per capita inicial	Água	Esgoto	Energia Elétrica	Taxa de Urbanização	Taxa de Alfabetização	Educação
Crescimento do salário per capita	1							
Ln do salário per capita inicial	-0,9902	1						
Água	0,0046	0,1038	1					
Esgoto	0,0034	0,0765	0,6824	1				
Eletricidade	-0,0009	0,1143	0,8631	0,577	1			

(Continua)

Tabela 20 - Matriz de Correlação – Salário per capita 1970 a 2010

	Crescimento do salário per capita	Ln do salário per capita inicial	Água	Esgoto	Energia Elétrica	Taxa de Urbanização	Taxa de Alfabetização	Educação
Taxa de Urbanização	-0,0033	0,1006	0,8194	0,5997	0,7684	1		
Taxa de Alfabetização	-0,0184	0,1206	0,6662	0,5108	0,7444	0,6032	1	
Educação	0,0197	0,0929	0,8064	0,6415	0,7662	0,7029	0,6311	1

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 21 – Matriz de Correlação – População 1980 a 2010

	Crescimento populacional	Ln da população inicial	Água	Esgoto	Energia Elétrica	Telefonia	Taxa de Urbanização	Taxa de Alfabetização	Educação
Crescimento populacional	1								
Ln da população inicial	0,2203	1							
Água	0,2203	1	1						
Esgoto	0,0792	0,2286	0,2286	1					
Eletricidade	0,0647	0,1436	0,1436	0,6411	1				
Telefonia	0,0653	0,1234	0,1234	0,8204	0,5252	1			
Taxa de Urbanização	0,0728	0,3121	0,3121	0,6808	0,6042	0,6134	1		
Taxa de Alfabetização	0,2362	0,3279	0,3279	0,8063	0,5709	0,7164	0,6298	1	
Educação	0,4957	0,665	0,7785	0,5941	0,7301	0,8666	0,6812	0,6247	1

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 22 - Matriz de Correlação – Salário per capita 1970 a 2010

	Crescimento do salário per capita	Ln do salário per capita inicial	Água	Esgoto	Energia Elétrica	Telefonia	Taxa de Urbanização	Taxa de Alfabetização	Educação
Crescimento do salário per capita	1								
Ln do salário per capita inicial	-0,0123	1							
Água	0,3746	0,677	1						
Esgoto	0,183	0,5525	0,6411	1					
Eletricidade	0,4179	0,7195	0,8204	0,5252	1				
Telefonia	0,3758	0,6493	0,6808	0,6042	0,6134	1			
Taxa de Urbanização	0,1597	0,7236	0,8063	0,5709	0,7164	0,6298	1		
Taxa de Alfabetização	0,118	0,7943	0,6175	0,475	0,7277	0,5819	0,5565	1	
Educação	0,4957	0,665	0,7785	0,5941	0,7301	0,8666	0,6812	0,6247	1

Fonte: Elaboração Própria

Um teste bastante sugerido na literatura para verificar se há o problema da multicolineariedade entre as variáveis é o teste de Fatores de Inflação da Variância (VIF). O VIF é uma medida do grau em cada variável independente é explicada pelas demais variáveis explicativas. Quanto maior o fator de inflação da variância, mais severa é a multicolineariedade. Hair Jr. et al. (2005) sugerem que os VIFs não devem exceder 4 ou 5. Os resultados do teste VIF sugerem que a variável água é fortemente colinear.

Tabela 23 – Teste de Fatores de Inflação da Variância

Variável	AMC - Período de 1970 a 2010		AMC - Período de 1980 a 2010	
	VIF	1/VIF	VIF	1/VIF
Água	6,43	0,1554	5,41	0,1850
Esgoto	2,02	0,4952	1,93	0,5177
Energia Elétrica	5,37	0,1862	4,42	0,2260
Telefonia			4,51	0,2216
Taxa de urbanização	3,46	0,2889	3,75	0,2666
Taxa de alfabetização	2,34	0,4269	3,43	0,2914
Educação	3,37	0,2966	5,87	0,1705
População Inicial	1,20	0,8321	1,26	0,7928
Salário Per Capita Inicial	1,02	0,9826	4,20	0,2381

Fonte: Elaboração Própria.

Muitos métodos foram sugeridos para resolver o problema da multicolinearidade, entretanto todos sofreram duras críticas, uma vez que podem conduzir a problemas mais graves do que o problema gerado pela multicolineariedade. Nesta dissertação, optou-se pelo método da exclusão de uma ou mais variáveis independentes altamente correlacionadas com a variável colinear. Uma vez que a variável de energia elétrica é fortemente correlacionada com o índice de abastecimento de água, esta foi excluída das estimações abaixo[17].

Os resultados quando o índice de acesso à energia elétrica é excluído do modelo, apresentados na tabela 24, sugerem que os efeitos do acesso ao abastecimento de água sobre o crescimento do salário e da população são positivos em todos os modelos estimados. O efeito médio direto do índice de acesso ao abastecimento de água apresentou estabilidade entre os períodos analisados. Todavia, o efeito indireto, quando o período inicial foi o ano de 1970, foi superior ao do período iniciado em 1980. Portanto, o efeito médio total é maior quando o período inicial é o ano de 1970.

[17] Estudos mais aprofundados devem ser conduzidos a esse respeito.

Tabela 24 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento econômico, com a exclusão da variável energia elétrica

Variável / Modelo		MODELO DURBIN Crescimento do salário per capita 1970 a 2010	Crescimento do salário per capita 1980 a 2010	Crescimento populacional 1970 a 2010	Crescimento populacional 1980 a 2010
Água		-0,0342	0,0235	0,0895***	0,0331***
		(-1,373)	(0,9235)	(8,9638)	(3,2434)
Esgoto		-0,1392***	-0,0584***	0,0172*	0,0071
		(-5,8356)	(-2,7533)	(1,8048)	(0,8323)
Telefonia			-0,674***		0,2174***
			(-14,9067)		(11,5798)
Ln do Salário Per Capita Inicial		-1,0002***	-0,9009***		
		(-3832,82)	(-98,6726)		
Ln da População Inicial				-0,4459***	-0,5278***
				(-92,2925)	(-82,8835)
W*dep.var.		0,8969***	0,7746***	0,3808***	0,1916***
		(284,8977)	(93,8221)	(34,6638)	(22,5232)
W*Água		0,3992***	0,2878***	-0,0481***	-0,0034
		(14,5696)	(8,6123)	(-4,1482)	(-0,2567)
W*Esgoto		0,2279***	0,2239***	0,048***	0,0284*
		(7,4222)	(5,6968)	(3,9075)	(1,7816)
W*Telefonia			1,491***		-0,1453***
			(21,9334)		(-5,5857)
W*Ln do Salário Per Capita Inicial		0,8979***	1,0373***		
		(277,8532)	(70,9605)		
W*Ln da População Inicial				0,2351***	0,1603***
				(39,0447)	(16,3011)
Água	**Efeito Direto**	0,068***	0,0718***	0,0885***	0,0326***
		(2,5977)	(2,9087)	(8,9855)	(3,2658)
	Efeito Indireto	3,4675***	1,3097***	-0,0212	0,0039
		(22,541)	(14,6413)	(-1,5229)	(0,2713)
	Efeito Total	3,5356***	1,3816***	0,0674***	0,0365***
		(22,4985)	(15,1833)	(5,8353)	(3,0106)
Esgoto	**Efeito Direto**	-0,1108***	-0,0298	0,0208**	0,0078
		(-4,4755)	(-1,3779)	(2,3054)	(0,9218)
	Efeito Indireto	0,9683***	0,7659***	0,084***	0,037*
		(4,4873)	(4,8498)	(5,0298)	(1,9008)
	Efeito Total	0,8575***	0,7361***	0,1048***	0,0448**
		(3,802)	(4,4244)	(6,8018)	(2,2983)

(Continua)

Tabela 24 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento econômico, com a exclusão da variável energia elétrica

Variável / Modelo		MODELO DURBIN			
		Crescimento do salário per capita		Crescimento populacional	
		1970 a 2010	1980 a 2010	1970 a 2010	1980 a 2010
Telefonia	Efeito Direto		-0,5188***		0,2159***
			(-11,1386)		(11,7379)
	Efeito Indireto		4,1412***		-0,1266***
			(18,1338)		(-4,2665)
	Efeito Total		3,6223***		0,0893***
			(15,1115)		(3,2727)
Ln do Salário Per Capital Inicial	Efeito Direto	-0,9999***	-0,8471***		
		(-2242,66)	(-86,956)		
	Efeito Indireto	0,0089***	1,4518***		
		(0,9467)	(27,4052)		
	Efeito Total	-0,991***	0,6046***		
		(-101,2764)	(10,8223)		
Ln da População Inicial	Efeito Direto			-0,4415***	-0,5264***
				(-89,2413)	(-84,1988)
	Efeito Indireto			0,1011***	0,0715***
				(7,6756)	(5,0162)
	Efeito Total			-0,3404***	-0,4549***
				(-25,196)	(-29,9957)
σ^2		0,0721	0,0503	0,0114	0,0083
R^2		0,9992	0,9413	0,7752	0,8087
LogL		-982,658	2227,996	13574,15	13102,38

(Conclusão)

Fonte: Elaboração Própria.

7 CONCLUSÃO

Grande parte da literatura econômica considera a infraestrutura pública como benéfica para o crescimento econômico regional. Muitos estudos realizados para outras economias, principalmente a norte-americana, encontram fortes indícios de efeitos positivos da infraestrutura sobre o desenvolvimento de regiões e cidades. Entretanto, para o caso brasileiro, os estudos realizados até então, não apresentavam efeitos positivos sistemáticos da infraestrutura pública sobre o crescimento econômico das cidades brasileiras.

Neste contexto, esta dissertação propôs a utilização de uma nova metodologia para estimar os efeitos dos componentes da infraestrutura sobre o crescimento econômico das cidades brasileiras. A vantagem dessa nova metodologia está no reconhecimento dos efeitos espaciais entre as regiões.

Os resultados encontrados sugerem que há um forte efeito do acesso à energia elétrica e a telefonia sobre o crescimento econômico das regiões e cidades brasileiras. Este resultado está de acordo com o esperado, uma vez que esses componentes da infraestrutura são pré-condição para a atividade produtiva, principalmente energia elétrica.

Os acessos à coleta de esgoto e ao abastecimento de água afetam a capacidade produtiva, mas possuem maiores efeitos sobre a qualidade de vida. Por esse motivo, os efeitos estimados do acesso à coleta de esgoto são positivos, porém inferiores aos efeitos das variáveis de energia elétrica e telefonia.

O impacto do abastecimento de água sobre o crescimento dos salários per capita apresentou reversão de sinal ao longo do tempo, uma vez que foi positivo para o período de 1970 a 2010 e negativo para o período compreendido entre os anos de 1980 e 2010. Sobre o crescimento populacional, o efeito do abastecimento de água foi negativo em todos os períodos. Entretanto, o efeito médio direto do abastecimento de água sobre o crescimento populacional foi positivo, indicando que cidades com maior abastecimento de água crescem mais, mas geram migração populacional das cidades vizinhas.

Dado a inconstância dos resultados da variável de acesso ao abastecimento de água, estudos mais aprofundados sobre esta foram realizados. A análise das estatísticas descritivas permitiu verificar que há uma forte correlação entre as variáveis de acesso ao abastecimento de água e energia elétrica. Ademais, a variável de abastecimento de água apresentou evolução

similar ao índice de acesso à energia elétrica a partir do ano de 1980. Por estes motivos, testes de multicolinearidade foram conduzidos. Os resultados dos testes apontaram a existência de multicolinearidade do índice de acesso ao abastecimento de água.

A presença de multicolineariedade eleva a variância das estimativas, e para alguns estimadores pode conduzir a reversão do sinal estimado. Entretanto, a solução do problema de multicolineariedade não é trivial e muitas vezes podem gerar resultados ainda piores. Nesta dissertação, optou-se pela realização de novas estimações com a exclusão da variável energia elétrica, que é altamente correlacionada com a variável água. Entretanto, novos estudos ainda são necessários no sentido de verificar quais são efeitos da multicolineariedade do acesso ao abastecimento de água sobre as estimações e qual o método de solução mais apropriado.

Os novos resultados sugerem que há um forte efeito positivo da variável água sobre o crescimento populacional e salarial em todos os períodos considerando. Entretanto, o impacto estimado desta variável quando o ano inicial é 1970 foi superior ao efeito estimado para o outro período analisado. Este resultado era esperado, uma vez que em 1970 o acesso a essa variável era muito reduzido.

A superioridade da metodologia econométrica utilizada nesta pesquisa está no reconhecimento dos efeitos espaciais. A utilização da econometria espacial permite calcular os efeitos realimentadores e a existência de transbordamentos espaciais, o que não é possível no modelo clássico. Na grande maioria dos modelos estimados, os efeitos indiretos são superiores aos efeitos diretos. Portanto, a falta de interação entre as regiões pode ser a razão pela qual os estudos anteriores não tenham encontrado efeitos positivos da infraestrutura sobre o crescimento regional.

Além de novas pesquisas a respeito da multicolineariedade da variável de abastecimento de água, sugerem-se novos esforços para a realização de testes de especificação da dependência espacial para os dados municipais com controle para o nível hierárquico. Uma vez que nesta dissertação, não foi possível verificar se o modelo Durbin é o que melhor acomoda a dependência espacial das observações.

8 APÊNDICE

Tabela 25 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1970 a 2010

		Modelo SAR					
Variável /Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Água		0,12***	-0,0013	-0,02***			
		(21,189)	(-0,157)	(-2,764)			
Esgoto		0,06***	0,03***	0,0116	0,07***	0,03***	0,0102
		(7,9999)	(4,2406)	(1,4605)	(9,2092)	(4,3043)	(1,2837)
Energia Elétrica					0,1***	-0,0005	-0,0109
					(22,879)	(-0,08)	(-1,58)
Taxa de Urbanização			0,26***	0,24***		0,26***	0,23***
			(19,86)	(18,29)		(17,95)	(16,04)
Educação				0,26***			0,24***
				(6,6058)			(6,2116)
Ln da População Inicial		-0,39***	-0,39***	-0,39***	-0,38***	-0,39***	-0,39***
		(-85,94)	(-91,79)	(-87,24)	(-91,12)	(-93,49)	(-92,37)
W*dep.var.		0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***
		(17,20)	(26,59)	(17,45)	(26,51)	(26,58)	(26,51)
Água	**Efeito Direto**	0,12***	-0,0015	-0,03***			
		(20,66)	(-0,177)	(-2,88)			
	Efeito Indireto	0,03***	-0,0003	-0,01***			
		(11,70)	(-0,181)	(-2,811)			
	Efeito Total	0,14***	-0,0018	-0,03***			
		(19,84)	(-0,178)	(-2,877)			
Esgoto	**Efeito Direto**	0,06***	0,03***	0,012	0,07***	0,03***	0,0102
		(8,0922)	(4,1022)	(1,5212)	(9,5147)	(4,368)	(1,2729)
	Efeito Indireto	0,01***	0,01***	0,0027	0,01***	0,01***	0,0023
		(7,3008)	(4,0006)	(1,5124)	(8,6707)	(4,2224)	(1,2696)
	Efeito Total	0,07***	0,04***	0,0146	0,08***	0,04***	0,0126
		(8,1124)	(4,0941)	(1,5214)	(9,4741)	(4,3545)	(1,2728)
Energia Elétrica	**Efeito Direto**				0,1***	-0,0005	-0,0107
					(24,33)	(-0,07)	(-1,55)
	Efeito Indireto				0,02***	-0,0001	-0,0024
					(16,56)	(-0,07)	(-1,55)
	Efeito Total				0,12***	-0,0006	-0,0131
					(24,04)	(-0,07)	(-1,55)

(Continua)

Tabela 25 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1970 a 2010

		Modelo SAR					
Variável /Modelo		**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Taxa de Urbanização	**Efeito Direto**		0,26***	0,24***		0,26***	0,24***
			(19,99)	(18,07)		(18,05)	(15,44)
	Efeito Indireto		0,06***	0,05***		0,06***	0,05***
			(14,13)	(11,54)		(13,47)	(12,62)
	Efeito Total		0,32***	0,29***		0,31***	0,29***
			(19,4)	(17,68)		(17,72)	(15,33)
Educação	**Efeito Direto**			0,27***			0,24***
				(6,6601)			(6,0471)
	Efeito Indireto			0,06***			0,05***
				(6,0041)			(5,7766)
	Efeito Total			0,32***			0,29***
				(6,6227)			(6,0301)
Ln da População Inicial	**Efeito Direto**	-0,39***	-0,39***	-0,4***	-0,38***	-0,39***	-0,4***
		(-85,29)	(-90,32)	(-87,63)	(-91,33)	(-93,41)	(-89,96)
	Efeito Indireto	-0,09***	-0,09***	-0,09***	-0,09***	-0,09***	-0,09***
		(-14,75)	(-20,30)	(-15,26)	(-20,25)	(-19,68)	(-20,11)
	Efeito Total	-0,48***	-0,48***	-0,48***	-0,47***	-0,48***	-0,49***
		(-63,50)	(-64,85)	(-67,81)	(-66,09)	(-64,97)	(-64,94)
σ^2		0,0125	0,012	0,012	0,0124	0,012	0,012
R^2		0,7547	0,7633	0,7642	0,7563	0,7633	0,7641
LogL		13079,7	13338,2	13367,2	13126,4	13338,2	13363,9

(Conclusão)

Tabela 26 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1970 a 2010

	Modelo SEM					
Variável /Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Água	0,3112***	0,2155***	0,206***			
	(13,0662)	(7,7695)	(7,3556)			
Esgoto	-0,0174	-0,0183	-0,0339*	0,0115	0,0031	-0,0345**
	(-0,9843)	(-1,031)	(-1,8385)	(0,7294)	(0,1908)	(-2,0096)
Energia Elétrica				0,6821***	0,6576***	0,6709***
				(28,366)	(25,5165)	(26,0074)
Taxa de Urbanização		0,1736***	0,1581***		0,0622***	0,0193
		(6,6717)	(6,0033)		(2,6414)	(0,7889)
Educação			0,3813***			0,7848***
			(2,9862)			(6,2646)

(Continua)

Tabela 26- Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1970 a 2010

	Modelo SEM					
Variável /Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Ln do Salário Per Capita Inicial	-0,26***	-0,28***	-0,28***	-0,34***	-0,34***	-0,35***
	(-45,53)	(-48,91)	(-48,01)	(-54,22)	(-51,93)	(-52,59)
W*erro	0,227***	0,2478	0,2398	0,2148***	0,2248***	0,2159***
	(15,633)	(0)	(0)	(15,436)	(15,545)	(15,119)
σ^2	0,1194	0,1187	0,1187	0,1131	0,1129	0,1126
R^2	0,6461	0,6456	0,6467	0,666	0,6656	0,6679
LogL	-3441,57	-3412,9	-3407,6	-3037,04	-3032,28	-3005,88

(Conclusão)

Tabela 27 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento populacional de 1980 a 2010

	Modelo SEM					
Variável/Modelo	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Água	0.0119	-0.181***	-0.1201***			
	(1.1639)	(-14.8364)	(-9.0617)			
Esgoto	0.0212**	0.0012	-0.0021	0.0216**	-0.024***	-0.0188**
	(2.2878)	(0.1336)	(-0.2346)	(2.4681)	(-2.7705)	(-2.1751)
Energia Elétrica				0.0155*	-0.106***	-0.049***
				(1.8392)	(-10.6274)	(-4.5469)
Telefonia	-0.077***	-0.132***	0.0943***	-0.083***	-0.161***	0.1089***
	(-3.4467)	(-6.1455)	(3.0672)	(-3.7325)	(-7.4381)	(3.5181)
Taxa de Urbanização		0.3454***	0.3406***		0.2927***	0.298***
		(25.0349)	(24.9946)		(22.6868)	(23.4016)
Educação			-0.7707***			-0.916***
			(-10.2792)			(-12.121)
Ln da Populacão Inicial	0.0341***	0.024***	0.0246***	0.0345***	0.0226***	0.0246***
	(19.003)	(13.5597)	(13.9891)	(19.1489)	(12.4325)	(13.5731)
W*dep.var.	0.0456**	-0.0183	-0.0293	0.0486	-0.0053	-0.0183
	(2.2972)	(-0.6226)	(0)	(0)	(-0.1754)	(-0.631)
σ^2	0.0277	0.0256	0.0253	0.0277	0.026	0.0255
R^2	0.3609	0.4094	0.4173	0.3609	0.4017	0.4129
LogL	6206.589	6656.945	6735.439	6207.961	6581.83	6690.943

Tabela 28 - Resultados do impacto da infraestrutura sobre o crescimento do salário per capita de 1980 a 2010

		Modelo SAR					
		(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Água		0.15***	0.14***	0.124***			
		(6.646)	(5.256)	(4.651)			
Esgoto		-0.066***	-0.066***	-0.068***	-0.08***	-0.072***	-0.07***
		(-4.435)	(-4.525)	(-4.607)	(-6.055)	(-5.381)	(-5.771)
Energia Elétrica					0.594***	0.615***	0.613***
					(25.948)	(25.794)	(25.738)
Telefonia		0.54***	0.537***	0.351***	0.686***	0.709***	0.519***
		(13.784)	(13.603)	(6.579)	(18.189)	(18.456)	(10.051)
Taxa de Urbanização			0.018	0.005		-0.066***	-0.086***
			(0.727)	(0.215)		(-3.098)	(-3.972)
Educação				0.772***			0.783***
				(5.166)			(5.491)
Ln do Salário Per capita		-0.26***	-0.27***	-0.27***	-0.37***	-0.36***	-0.37***
		(-46.83)	(-46.256)	(-45.65)	(-55.614)	(-54.001)	(-54.215)
W*dep.var.		-0.111***	-0.119***	-0.114***	-0.117***	-0.116***	-0.119***
		(-6.07)	(-17.453)	(-6.172)	(-17.239)	(-17.174)	(-17.38)
Água	**Efeito Direto**	0.149***	0.139***	0.125***			
		(6.445)	(5.225)	(4.606)			
	Efeito Indireto	-0.015***	-0.015***	-0.013***			
		(-4.627)	(-5.07)	(-3.898)			
	Efeito Total	0.134***	0.124***	0.112***			
		(6.411)	(5.217)	(4.577)			
Esgoto	**Efeito Direto**	-0.066***	-0.066***	-0.069***	-0.08***	-0.072***	-0.077***
		(-4.544)	(-4.488)	(-4.776)	(-5.87)	(-5.289)	(-5.871)
	Efeito Indireto	0.007***	0.007***	0.007***	0.009***	0.008***	0.008***
		(3.571)	(4.49)	(3.76)	(5.582)	(5.221)	(5.712)
	Efeito Total	-0.059***	-0.059***	-0.062***	-0.071***	-0.064***	-0.069***
		(-4.564)	(-4.471)	(-4.793)	(-5.869)	(-5.27)	(-5.852)
Energia Elétrica	**Efeito Direto**				0.596***	0.617***	0.614***
					(26.78)	(26.049)	(25.565)
	Efeito Indireto				-0.064***	-0.065***	-0.066***
					(-15.176)	(-15.589)	(-15.058)
	Efeito Total				0.533***	0.552***	0.547***
					(26.583)	(25.653)	(25.39)

(Continua)

		Modelo SAR					
		(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Telefonia	**Efeito Direto**	0.542***	0.538***	0.351***	0.688***	0.711***	0.518***
		(14.114)	(13.645)	(6.406)	(17.699)	(18.801)	(9.957)
	Efeito Indireto	-0.055***	-0.058***	-0.036***	-0.073***	-0.075***	-0.056***
		(-6.066)	(-11.361)	(-4.79)	(-12.633)	(-13.351)	(-8.66)
	Efeito Total	0.488***	0.48***	0.314***	0.615***	0.636***	0.462***
		(13.718)	(13.546)	(6.354)	(17.678)	(18.716)	(9.967)
Taxa de Urbanização	**Efeito Direto**		0.019	0.006		-0.066***	-0.087***
			(0.77)	(0.222)		(-3.146)	(-3.879)
	Efeito Indireto		-0.002	-0.001		0.007***	0.009***
			(-0.767)	(-0.228)		(3.071)	(3.787)
	Efeito Total		0.017	0.005		-0.059***	-0.077***
			(0.77)	(0.221)		(-3.149)	(-3.88)
Educação	**Efeito Direto**			0.777***			0.787***
				(5.023)			(5.364)
	Efeito Indireto			-0.08***			-0.085
				(-3.982)			(-5.208)
	Efeito Total			0.696***			0.702***
				(5.012)			(5.354)
Ln do Salário Per Capita Inicial	**Efeito Direto**	-0.264***	-0.266***	-0.272***	-0.372***	-0.368***	-0.374***
		(-45.528)	(-46.103)	(-46.74)	(-58.1)	(-53.9)	(-53.794)
	Efeito Indireto	0.027***	0.029***	0.028***	0.04***	0.039***	0.04***
		(6.486)	(18.273)	(6.709)	(17.934)	(18.336)	(18.054)
	Efeito Total	-0.237***	-0.237***	-0.244***	-0.332***	-0.329***	-0.334***
		(-40.182)	(-43.506)	(-40.998)	(-54.755)	(-50.648)	(-50.987)
σ^2		0.078	0.078	0.078	0.072	0.072	0.072
R^2		0.728	0.729	0.729	0.749	0.749	0.75
LogL		266.943	267.284	287.317	718.018	725.202	747.725

(Conclusão)

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARON, H. J. Discussion of 'Why Is Infrastructure Important?' In: MUNNELL, A. H. (ed.). **Is There a Shortfall in Public Capital Investment? Conference Series No. 34**, Boston: Federal Reserve Bank of Boston, 1990.

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. 1ª edição. Campinas: Editora Alínea, 2012.

ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. Crescimento Econômico nas Cidades Brasileiras. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, 1999.

ANSELIN, L. **Spatial Econometrics:** Methods and Models. 1ª edição. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1988.

ANSELIN, L. et al. Simple diagnostic tests for spatial dependence. **Regional Science and Urban Economics**, v. 26, p. 77-104, 1996.

ANSELIN, L. et al. Spatial panel econometrics. In MATYAS L, SEVESTRE P. (eds.). **The econometrics of panel data, fundamentals and recent developments in theory and practice**. 3ª edição. Dordrecht: Kluwer, 2006. p. 901–969.

ARBIA, G. **Spatial Econometrics**: statistical foundations and applications to regional convergence. Londres: Springer, 2006.

ASCHAUER, D. Is Public Expenditure Productive. **Journal of Monetary Economics**, North-Holland, v. 23, p. 177-200, 1989.

ASTERIOU, D.; HALL, S. G. **Applied Econometrics**. 2ª edição. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2011.

AZZONI, C. R. et al. Geografia e Convergência de Renda entre os Estados Brasileiros. In: HENRIQUES, R. (org.). **Desigualdade e Pobreza no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2000.

BACHA, R. R.; SILVA, C. J. C. Polígonos de Voronoi como alternativa aos problemas das áreas mínimas comparáveis: uma análise das mudanças populacionais na região norte do Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 133 – 151, jan./jun. 2011.

BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3ª edição. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2005.

BARRO, R. Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 98, parte II, p. S103–S125, 1990.

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

BLACK, D; HENDERSON, V. A Theory of Urban Growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 107, n. 2, p. 252-284, 1999.

BORTS, G. H. The Equalization of Returns and Regional Growth. **The American Economic Review**, v. 50, n. 3, p. 319 – 347, jun. 1960.

BORTS, G.; STEIN, J. L. **Economic growth in a free market**. New York: Columbia University Press, 1964.

CANNING, D. A Database of World Infrastructure Stocks, 1950-95. **World Bank Policy Research Working Paper**, Washington, n. 1929, 1998.

CASS, D. Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. **The Review of Economic Studies**, v. 32, n. 3, p. 233-240, jul. 1965.

Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991, 2000 E 2010. Instituto Brasileiro de Economia e Estatística.

CHAGAS, A.; TONETO JÚNIOR, R. Fatores Determinantes do Crescimento Local – Evidências a partir de Dados dos Municípios Brasileiros para o Período 1980-1991. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, 2003.

CHAGAS, A. **Externalidades da Aglomeração**: Microfundamentação e Evidências Empíricas. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CLIFF, A.; ORD, J.K. **Spatial processes**: Models and applications. London: Pion, 1981.

CORSEUIL, C. H.; FOGUEL, M. N. Uma sugestão de deflatores para rendas a partir de algumas pesquisas domiciliares do IBGE. **IPEA Working Paper**, n. 897, jul. 2002.

COHEN, J.P.; PAUL, C. J. M. Public Infrastructure Investment, Interstate Spatial Spillovers, and Manufacturing Costs. **The Review of Economic and Statistics**, v. 86, n. 2, p. 551-560, 2004.

DENO, K.T. The Effect of Public Capital on U. S. Manufacturing Activity: 1970 to 1978. **Southern Economic Journal**, Chattanooga, v.55, n. 2, p. 400-411, out. 1988.

DURANTON, G. Some fundations for Zipf's law: Product Proliferation and Local Spillovers. **Regional Science and Urban Economics**, v. 36, n. 4, p. 543-563, 2006.

EBERTS, R. B. Estimating the Contribution of Urban Public Infraestructure to Regional Growth. **Federal Reserve Bank of Cleveland Working Paper**, n. 8610, 1986.

EECKHOUT, J. Gibrat's Law for (All) Cities. **The American Economic Review**, v. 94, n. 5, p. 1429 – 1451, dez. 2004.

ELHORST, J. P. Specification and estimation of spatial panel data models. **International Regional Science Review**, v. 26, n. 3, p. 244-268, jul. 2003.

ELHORST, J. P. Spatial Panel Data Models. In: FISCHER, M. M.; GETIS, A. (eds.). **Handbook of applied spatial analysis**: Software Tools, Metholds and Applications. Heidelberg: Springer, 2010a.

ELHORST, J. P. Matlab Software for Spatial Panels. In: IVth Conference of Spatial Econometrics Association (SEA), Chicago, jun. 2010b.

ELHORST, J. P. Spatial Panel Models. Working Paper, 2011.

FAY, M.; YEPES, T. Investing in Infrastructure: What is Needed from 2000 to 2010? **World Bank Policy Research Working Paper,** Washington, n. 3102, jul. 2003.

FERNALD, J. G. Roads to Prosperity? Assessing the Link between Public Capital and Productivity. The American Economic Review, v. 89, n. 3, p. 619-638, jun. 1999.

FISHER, J. L.; HOOVER, E. M. Research in Regional Economic Growth. In: NBER. Problems in the Study of Economic Growth. Cambridge: NBER, 1949. p. 173 – 250.

GLAESER, E. et al. Growth in Cities. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 100, n. 6, p. 1126 – 1152, 1992.

GLAESER, E. L. et al. Cities, Skills, and Regional Changes. Working Paper, 2011.

GLAESER, E.; GOTTLIEB, J. The Wealth of Cities: Agglomeration Economies and Spatial Equilibrium in the United States. **NBER Working Paper Series**, Cambridge, n. 14806, 2009.

GLAESER E.L.; REDLICK, C. Social Capital and Urban Growth. **NBER Working Paper Series**, Cambridge, n. 14374, 2008.

GLAESER, E.; SCHEINKMAN, J.; SHLEIFER, A. Economic Growth in a Cross-Section of Cities. **Journal of Monetary Economics**, North-Holland, v. 36, p. 117-143, mai. 1995.

GOLDFARB, R. S.; YEZER, A. M. J. Evaluating Alternatives Theories of Intercity and Interregional Wage Differentials. **Journal of Regional Science**, v. 16, n. 3, p. 345 - 363 1976.

HAIR JR., J. F. et al. **Análise Multivariada de Dados**. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAYASHI, F. **Econometrics.** 1ª edição. Princeton: Princeton University Press, 2000.

HULTEN, C., R; SCHWAB, R. M. Is There Too Little Public Capital? Infrastructure and Economic Growth. In: American Enterprise Institute Conference on "Infrastructure Needs and Policy Options for the 1990s," Washington, 1991.

ISARD, W. Transport Development and Building Cycles. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 57, n. 1, p. 90-112, nov. 1942.

KAO, C.; CHIANG, M. H. On the Estimation and Inference of Cointegration Regression in Panel Data. In: BALTAGI, B. H.; FOMBY, T. B.; HILL, R. C. (ed.). **Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels**, Advances in Econometrics, v. 15. Emerald Group Publishing Limited, 2001. p. 179-222.

KOOPMANS, T.C. On the concept of optimal economic growth. In: **The economic approach to development planning**. Amsterdam: North Holand, 1965.

Lee, L.F., and J. Yu. 2010. Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects. **Journal of Econometrics**, v. 154, n. 2, p. 165-185, 2010.

LESAGE, J.; PACE, R. **Introduction of spatial econometrics**. Boca Raton: CRC Press, 2009.

LUCAS JR., R. E. On Mechanics of Economic Development. **Journal of Monetary Economics**, North-Holland, v. 22, p. 3 – 42, 1988.

MATLAB.

MEADE, J. E. External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation. **The Economic Journal**, v. 62, n. 245, p. 54-67, mar. 1952.

MOURA, R. WERNECK, D. Z. Rede, Hierarquia e Região de Influência das cidades: um foco sobre a região sul. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 100, p. 27-57, jan./jun. 2001.

MUNNELL, A. How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance? **New England Economic Review**, p. 69 -103, 1990.

_____. Policy Watch: Infrastructure Investment and Economic Growth**. Journal of Economic Perspectives**, v. 6, n. 4, p. 189-198, 1992.

MUSSOLINI, C. C.; TELES, V. K. Infrastructure and Productivity in Latin America: Is There a Relationship in the Long Run. **Textos para Discussão da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas**, n. 246, 2010.

NEGISHI, T. The Excess of Public Expenditure on Industries. **Journal of Public Economics**, v. 2, n. 3, p. 231 – 240, 1973.

NORDHAUS, W.D; TOBIN, J. Is Growth Obsolete? In: NORDHAUS, W.D; TOBIN, J. (ed.). **Economic Research**: Retrospect and Prospect. Cambridge: NBER, 1972. p. 1 – 80.

NORTH, D. C. Location Theory and Regional Economic Growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 63, n. 3, p. 243-258, 1955.

OLIVEIRA, C. W. A.; RODRIGUES JR.; W. Crescimento Econômico, Convergência de Renda e Elementos Espaciais. In: CRUZ, B. O.; FURTADO; B. A.; MONASTERIO; W. R.; RODRIGUES JR. W (org.). **Economia Regional e Urbana**: Teoria e Métodos com Ênfase no Brasil. Brasília: Ipea, 2011. p. 183 – 220.

PERROUX, F. O conceito de pólo de desenvolvimento. In: SCHWARTZMAN, J. (org.). **Economia regional**: textos escolhidos. Belo Horizonte: Cedeplar, 1977. p. 145-156. Edição original de 1955.

PERROUX, F. **A Economia do século XX**. Porto: Herder, 1967.

PESTIEAU, P. Public Intermediate Goods and Majority Voting. **Public Finance**, v. 31, n. 2, p. 209-217, 1976.

R Project for Statistical Computing.

RAMSEY, F. A mathematical theory of saving. **Economic Journal**, v. 38, n. 152, p. 543-559, dez. 1928.

ROBACK, J. Wages, Rents, and the Quality of Life. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 90, n. 6, p. 1257-1278, 1982.

ROMER, P. M. Incresing returns and long run growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 94, n. 5, p. 1002 – 1037, oct.1986.

ROSEN, S. Wages-based Indexes of Urban Quality of Life. In: MIESZKOWSKI, P.; STRASZHEIM, M. (ed.). **Current Issues in Urban Economics**, Baltimore: John Hopkings Univesity Press, 1979.

SHAPIRO, J. M. Smarts cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effect of Human Capital. **NBER Working Paper Series**, Cambridge, n. 11615, 2005.

SOLOW, R. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, p. 65-94, 1956.

SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulation. **Economic Record**, v. 32, n. 2, p. 334-361, 1956.

STATA – Data Analysis and Statistical Software.

TIEBOUT, C. M. Exports and Regional Economic Growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 64, n. 2, p. 160 – 164, abr. 1956.

WEBER, A. **Theory of the Location of Industries**. Chicago: The University of Chicago Press, 1929.