

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

ADRIANO DE AMARANTE

**ENSAIOS EM ECONOMIA REGIONAL E URBANA:
COMPETIÇÃO FISCAL, INVESTIMENTOS PRIVADOS E SEUS EFEITOS SOBRE A
ATIVIDADE ECONÔMICA MUNICIPAL
INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA E CRESCIMENTO ECONÔMICO
MUNICIPAL
DINÂMICA DA POPULAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS
MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

PORTO ALEGRE

2011

ADRIANO DE AMARANTE

**ENSAIOS EM ECONOMIA REGIONAL E URBANA:
COMPETIÇÃO FISCAL, INVESTIMENTOS PRIVADOS E SEUS EFEITOS SOBRE A
ATIVIDADE ECONÔMICA MUNICIPAL
INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA E CRESCIMENTO ECONÔMICO
MUNICIPAL
DINÂMICA DA POPULAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS
MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia, ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Sabino Porto Junior

PORTO ALEGRE

2011

A485e	<p>Amarante, Adriano de Ensaio em economia regional e urbana / Adriano de Amarante. – Porto Alegre, 2011. 128 f. : il.</p> <p>Orientador: Sabino Porto Junior.</p> <p>Ênfase em Economia do Desenvolvimento.</p> <p>Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2011.</p> <p>1. Economia regional. 2. Geografia econômica. 3. Desenvolvimento econômico. 4. Investimentos. I. Porto Junior, Sabino. II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 332.13</p>
-------	--

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS

ADRIANO DE AMARANTE

**ENSAIOS EM ECONOMIA REGIONAL E URBANA:
COMPETIÇÃO FISCAL, INVESTIMENTOS PRIVADOS E SEUS EFEITOS SOBRE A
ATIVIDADE ECONÔMICA MUNICIPAL
INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA E CRESCIMENTO ECONÔMICO
MUNICIPAL
DINÂMICA DA POPULAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS MUNICÍPIOS
BRASILEIROS**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia, ênfase em Economia Aplicada.

Aprovada em: Porto Alegre, 13 de junho de 2011.

Prof. Dr. Sabino Porto Junior (UFRGS) - Orientador

Prof. Dr. Pedro Bandeira (UFRGS)

Prof. Dr. Eugênio Lagemann (UFRGS)

Profª. Dra. Ana Paula Menezes Pereira (UDESC)

RESUMO

Nesta tese propõe-se responder a três principais questões: No primeiro ensaio estuda-se o impacto dos investimentos privados de multinacionais do setor automobilístico no Brasil sobre o crescimento da atividade econômica dos municípios. Os resultados obtidos sugerem que as cidades onde se instalam este tipo de investimentos alcançam um desempenho superior aos outros grupos de municípios sem este recurso. Estes resultados apontam para uma subprovisão de bens públicos esperada em todo agrupamento de cidades, e um crescimento da atividade industrial no grupo de municípios de domicílio dos investimentos em detrimento a um crescimento abaixo da média do grupo de controle dos municípios adjacentes. No segundo ensaio proposto nesta tese, levanta-se a questão sobre qual o impacto do investimento em infraestrutura viária sobre a economia dos municípios do estado de Santa Catarina. Para responder esta questão, o método de regressão de dados em painel foi utilizado para identificar e mensurar o efeito do investimento público em rodovias interestaduais sobre o crescimento econômico municipal. Os resultados apontam para um efeito positivo sobre os municípios adjacentes e aqueles cortados pela rodovia federal. O setor agropecuário tende a perder valor agregado dado uma possível realocação de recursos para o setor de serviços e indústria de transformação. No terceiro e último ensaio, sobre a dinâmica da distribuição espacial da população no Brasil, tem-se como ideia central testar a Lei de Zipf tendo por base as estimativas da dinâmica populacional dos municípios brasileiros e seus limites populacionais (K). Recentes trabalhos na área de economia regional e urbana, e da nova geografia econômica (NGE), retomam o tema sobre a distribuição espacial da população entre as cidades. A principal questão neste ensaio é descobrir sobre a existência de uma tendência na distribuição do tamanho dos municípios brasileiros a atender a Lei de Zipf. Após as estimativas para um estado estacionário na dinâmica populacional dos municípios brasileiros e as estimativas por regressão quantílica da lei de potência, rejeitou-se em quase a totalidade das amostras a existência de um expoente igual a -1.

Palavras-chave: Investimentos privados. Competição fiscal. Crescimento econômico regional. Investimento em infraestrutura. Lei de Zipf. Dinâmica populacional. Tamanho das cidades.

ABSTRACT

In this thesis propose to reply three principals' questions. In the first essay examines the impact of private investment of multinational automobile industry in Brazil about the growth of economic activity of municipalities. The results obtained suggest that the municipalities that settle the investments reach a performance superior to other groups of municipalities. These results point to a underprovision expected of public goods in all groups of municipalities and increasing industrial activity in the municipalities of domicile of the investment over a growth below the average of the control group of adjacent municipalities. In the second essay proposed in this thesis, the question is about what the impact of highway infrastructure investment on the economy of the municipalities in the State of Santa Catarina. To answer this question makes use of panel date regression method to identify and measure the effect of public investment on the municipal economic growth. The results does are positive on the neighbouring and crossways interstate highway, the agriculture sector loses added value due a possible relocation of resources to service and manufacture sector. In the third essay, on the dynamics of spatial distribution of population in the Brazil, the core insight this is to test the Zipf's Law from estimates of population dynamics of Brazilian municipalities and their population limits (K). Lately, studies on the approach of urban and regional economy and of new economic geography (NEG) recovers' theme on the spatial distribution of population among cities. The central question in this essay, is whether there is a trend in the distribution of sizes of municipalities meet Zipf's law? After estimates for a steady state in the population dynamics of Brazilian municipalities and estimates for regression quantiles power law rejected in almost all of the samples the presence of an exponent equal to -1.

Keywords: Private investment. Fiscal competition. Regional economic growth. Infrastructure investment. Zipf's Law. Dynamic population. City size.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 2.1 – Efeito da eliminação da alíquota do imposto da jurisdição 1 sobre o fluxo de capital.....	21
Gráfico 2.2 – Efeito da redução da alíquota do imposto da jurisdição 1 sobre o bem-estar do seu cidadão típico	22
Gráfico 2.3 – Efeito da redução da alíquota do imposto da jurisdição 1 sobre o bem-estar dos cidadãos típicos das outras jurisdições $j=2, \dots, n$	23
Gráfico 2.4 – Efeito da redução das alíquotas do imposto de todas as jurisdições sobre a fronteira de possibilidades de consumo dos cidadãos típicos.	23
Gráfico 2.5 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Produto Interno Bruto dos Municípios da Região Sul.....	33
Gráfico 2.6 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios da Região Sul.....	34
Gráfico 2.7 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado dos Serviços do Setor Público dos Municípios da Região Sul.....	36
Gráfico 2.8 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios da Região Sul.....	40
Gráfico 2.9 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios da Região Sul.....	42
Gráfico 3.1 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Produto Interno Bruto dos Municípios de Santa Catarina.....	63
Gráfico 3.2 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios de Santa Catarina	64
Gráfico 3.3 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios de Santa Catarina	68
Gráfico 3.4 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios de Santa Catarina	70
Gráfico 4.1a – b_j e r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros.....	87

Gráfico 4.1b – b_j e r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros	88
Gráfico 4.2a – b_j hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais.....	90
Gráfico 4.2b – b_j hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais.....	90
Gráfico 4.3a – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais.....	91
Gráfico 4.3b – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais.....	91
Gráfico 4.4a – b_j hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais.....	92
Gráfico 4.4b – b_j hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais.....	93
Gráfico 4.5a – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais.....	94
Gráfico 4.5b – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais.....	94
Gráficos 4.6a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Total	96
Gráfico 4.6b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Total.....	97
Gráfico 4.7a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Total	99
Gráfico 4.7b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Total.....	100
Gráfico 4.8a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Total	101

Gráfico 4.8b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Total.....	102
Gráfico 4.9a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Urbana..	103
Gráfico 4.9b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Urbana.....	104
Gráfico 4.10a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Urbana..	105
Gráfico 4.10b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Urbana.....	106
Gráfico 4.11a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Urbana..	107
Gráfico 4.11b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Urbana.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o PIB dos Municípios da Região Sul.....	31
Tabela 2.2 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios da Região Sul.....	35
Tabela 2.3 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado dos Serviços do Setor Público dos Municípios da Região Sul.....	37
Tabela 2.4 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios da Região Sul.....	39
Tabela 2.5 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios da Região Sul.....	41
Tabela 3.1 - Investimentos dos Orçamento Fiscal e da Seguridade Social 2007-2010 (bilhões de reais).....	49
Tabela 3.2 - Investimentos do PAC segundo sua Fonte e seus Programas 2007-2010 (bilhões de reais).....	50
Tabela 3.3 – Investimentos do PAC em Infraestrutura Logística 2007-2010 (Em bilhões de reais).....	51
Tabela 3.4 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o PIB dos Municípios de Santa Catarina.....	61
Tabela 3.5 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios de Santa Catarina.....	65
Tabela 3.6 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios de Santa Catarina.....	67
Tabela 3.7 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios de Santa Catarina.....	69
Tabela 4.1a – Contagem de municípios brasileiros de acordo com condições sobre as estimativas de b_j e r_{j2010} provenientes da população total dos municípios.....	88
Tabela 4.1b – Contagem de municípios brasileiros de acordo com condições sobre as estimativas de b_j e r_{j2010} provenientes da população total dos municípios.....	88

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 COMPETIÇÃO FISCAL, INVESTIMENTOS PRIVADOS E SEUS EFEITOS SOBRE A ATIVIDADE ECONÔMICA MUNICIPAL.....	15
2.1 INTRODUÇÃO	15
2.2 REVISÃO TEÓRICA DA LITERATURA DA COMPETIÇÃO FISCAL	18
2.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS.....	26
2.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	29
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
3 INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA E CRESCIMENTO ECONÔMICO MUNICIPAL	45
3.1 INTRODUÇÃO	45
3.2 RODOVIAS INTERESTADUAIS E PROGRAMAS DE INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA.....	46
3.3 REVISÃO TEÓRICA	52
3.4 METODOLOGIA E BASE DE DADOS.....	55
3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
4 DINÂMICA DA POPULAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.....	73
4.1 INTRODUÇÃO	73
4.2 REVISÃO TEÓRICA	75
4.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS.....	80
4.4 DINÂMICA DA POPULAÇÃO.....	83
4.5 DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO POPULACIONAL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS	95
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
REFERÊNCIAS.....	113

Apêndice A - Lei de Gibrat.....	119
Apêndice B - Equação logística como solução do modelo de equação diferencial para competição interespecífica	120
Anexo A - Macro do Microsoft Visual Basic.....	122
Anexo B - Estatística descritiva das variáveis e parâmetros relacionados à população total.....	123
Anexo C - Estatística descritiva das variáveis e parâmetros relacionados à população urbana	124
Anexo D - Descrição das variáveis e parâmetros envolvidos no cálculo das estatísticas descritivas.....	125
Anexo E - Teste de hipótese $H_0: I_t = -1$	126

1 INTRODUÇÃO

Na literatura econômica recente, as análises do processo de distribuição espacial da renda da população e do impacto dos investimentos públicos sobre esse processo são tratadas pelo arcabouço teórico da Nova Geografia Econômica (NGE), no qual o efeito das aglomerações sobre o desenvolvimento regional é central, assim, políticas que reforçam forças de concentração podem ter impactos nem sempre fáceis de perceber.

O segundo capítulo desta tese aborda modelo semelhante ao utilizado no segundo ensaio, buscando-se verificar os efeitos de investimentos privados em montadoras de automóveis sobre a atividade econômica local. No período de implantação e funcionamento das novas plantas o desempenho dos municípios de domicílio do investimento foi superior aos outros grupos estudados, principalmente pelo desempenho conjunto das atividades industrial e de serviços, levando a um aumento do bem-estar e da concentração destas atividades nesse grupo de municípios. Existe uma indicação de uma subprovisão esperada de bens e serviços públicos em todos os grupos estudados, ou seja, na taxa adicional de crescimento do valor dos serviços prestados pela administração pública nos municípios há uma redução significativa no período de implantação e funcionamento das novas plantas dos fabricantes de automóveis. O transbordamento dos efeitos dos investimentos privados é verificado nas atividades econômicas da indústria e dos serviços, principalmente no primeiro tipo.

Recentemente no Brasil houve uma retomada dos investimentos públicos em infraestrutura, principalmente com a criação do PAC - Programa de Aceleração do Crescimento em suas versões 1 e 2. Tendo sido uma parcela dos recursos destinada à recuperação, adequação, duplicação e construção de rodovias federais, passa a existir a necessidade de uma análise mais apurada do real impacto desses investimentos sobre a dinâmica regional e sobre a formação de aglomerados urbanos.

Assim, o terceiro capítulo busca traduzir o momento conjuntural em que a construção e utilização de rodovias tornam-se um diferencial para as economias locais.

Uma hipótese levantada é que o investimento nas rodovias federais tende a aumentar o nível de atividade econômica local por meio de aumento na produtividade dos fatores de produção privados. Estuda-se, então, o impacto da construção e utilização das rodovias BR 101

(1969-1971) e BR 116 (1958-1961) sobre o crescimento de agrupamentos de municípios sobre a área de influência onde elas estão localizadas. A evidência, apontada pelas estimativas, mostra uma diferença significativa entre o crescimento regional dos “municípios de passagem”, municípios adjacentes e os municípios fora da área de influência das estradas, grupo de controle.

Na abordagem da nova geografia econômica pode-se assumir que a aglomeração populacional entre as cidades apresenta um padrão hierárquico, e tende a se retro-alimentar por causa das economias de aglomeração.

Neste sentido, no quarto capítulo procura-se uma forma de compreender a dinâmica da distribuição espacial da população brasileira com a finalidade de testar a validade da Lei de Zipf, por intermédio de estimativas da dinâmica populacional dos municípios brasileiros.

O objetivo central ligado a este terceiro ensaio é verificar e analisar a tendência da distribuição espacial da população para os municípios brasileiros e perceber, no seu estado estacionário, simulado artificialmente neste trabalho, a aplicação da lei de potência do tipo Lei de Zipf para o Brasil.

Os resultados descritos no terceiro ensaio diferem da hipótese de uma lei de potência com expoente igual a -1. Além da seleção criteriosa de 12 amostras, sendo seis referentes à população urbana e 6 referentes à população total, nos seis períodos estudados a Lei de Zipf não pode ser validada na grande maioria dos casos, visto que levanta dúvidas com relação à linearidade da lei de potência. O que pôde ser constatado foi uma tendência à concentração urbana, dado que o expoente, na maioria dos casos, ficou entre -1 e zero.

O resultado convergente dos três ensaios propostos foi uma tendência clara a um processo de concentração populacional e de renda, seja com o estímulo exógeno de investimentos privados e em infraestrutura viária, seja por um acaso, que é explicado pela NGE através das forças de aglomeração e dispersão intrínsecas a cada cidade. Em última instância parece haver um auto-reforço das economias de aglomeração, o que define onde os investimentos públicos e privados tendem a se concentrar e a beneficiar determinadas regiões, ampliando ou mantendo o nível de concentração urbana.

Neste capítulo estima-se e analisa-se os efeitos dos investimentos privados em montadoras envolvidas na competição fiscal entre os municípios brasileiros da Região Sul no período de 1985 a 2008. Contudo, o terceiro capítulo apresenta o ensaio sobre investimento

público em infraestrutura e crescimento regional, especificamente sobre agrupamentos de municípios catarinenses sob a influência ou não das BRs 101 e 116.

No quarto capítulo estuda-se a dinâmica da população municipal urbana e total, bem como a tendência da distribuição espacial desta população.

Por fim, apresentam-se algumas considerações finais mais gerais sobre os três ensaios apresentados.

2 COMPETIÇÃO FISCAL, INVESTIMENTOS PRIVADOS E SEUS EFEITOS SOBRE A ATIVIDADE ECONÔMICA MUNICIPAL

2.1 INTRODUÇÃO

Nos anos 90 verificou-se um fluxo positivo de investimentos externos diretos no Brasil, desencadeando uma guerra fiscal que atinge seu ápice na segunda metade da mesma década. Cabe destacar que disputas entre as unidades federativas aconteceram por todo período republicano brasileiro, com discussões sobre reformas no sistema tributário para reduzir a disputa fiscal entre as unidades federativas.

O objeto de pesquisa abrange várias áreas da economia, entre elas a teoria microeconômica e a economia do setor público. Como ferramenta de análise diversos autores utilizam a teoria dos jogos não cooperativos na intenção de ajudar a compreender as interações estratégicas entre os estados e municípios em um ambiente de rivalidade fiscal. Neste trabalho utiliza-se o método de regressão com dados em painel como ferramental econométrico, para estimar o impacto de investimentos em montadoras de automóveis sobre a atividade econômica municipal, que serve como *proxy* para o nível de bem-estar econômico, lembrando que os investimentos da indústria automobilística se referem àqueles disputados pela competição fiscal no Brasil.

O tema da competição fiscal tem sido tratado em alguns trabalhos de economia do setor público. Muitos desses avaliam os efeitos de impostos e subsídios sobre a alocação de capital entre as várias jurisdições de um sistema nacional e a repercussão desses efeitos sobre o bem-estar da economia como um todo. Poucos estudos, na literatura da competição fiscal¹, se utilizam de métodos econométricos para avaliar o resultado da competição fiscal no Brasil. A guerra fiscal é o termo usado para denominar a disputa entre Estados ou autoridades fiscais, motivada por um aumento na receita fiscal presente e futura e por um potencial acréscimo no bem-estar dos cidadãos do Estado ou autoridade fiscal “vencedora”.

¹ Cabe destacar a existência de alguns trabalhos empíricos que oferecem estimativas do efeito da competição fiscal sobre a economia dos estados, como em Nascimento (2008).

O assunto de pesquisa se resume em verificar quais os efeitos da competição fiscal sobre a economia local na Região Sul. Com a utilização de modelos econométricos pretende-se responder as seguintes questões: Os investimentos privados em montadoras, derivados de incentivos fiscais, diminui ou aumenta o bem-estar econômico dos residentes de estados e municípios envolvidos na disputa? Quais os efeitos dos investimentos na indústria automobilística, resultantes da disputa, sobre a atividade econômica? Existe extravasamento dos efeitos de investimentos em montadoras sobre a atividade econômica dos municípios de origem para os adjacentes?

Uma hipótese é que investimentos aumentam o bem-estar devido ao extravasamento, medido pelo nível de atividade econômica dos setores estudados nos municípios sede do investimento e nos adjacentes. Existe a conjectura de que valores da produção agrícola e dos serviços públicos tenham um desempenho inferior a outras atividades, devido à realocação de recursos entre setores, do setor público ao setor privado e do setor agrícola para o setor industrial e de serviços.

A principal finalidade neste trabalho é estimar e analisar os efeitos de investimentos privados em montadoras envolvidas na disputa fiscal entre as autoridades fiscais locais e estaduais sobre os municípios da Região Sul no período de 1985 a 2008. Além disso, neste ensaio buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Fazer uma revisão teórica sobre a literatura da competição fiscal, apresentando as características e os resultados de alguns modelos teóricos.
- Estimar os efeitos de investimentos privados em montadoras envolvidas na disputa fiscal sobre os municípios brasileiros no período de 1985 a 2008.
- Analisar e avaliar os efeitos dos investimentos em montadoras sobre os municípios brasileiros no período de 1985 a 2008.

Na literatura tradicional sobre a competição fiscal os resultados sugerem que as jurisdições locais tendem a subprover os bens e serviços públicos. Tal motivação decorre, por exemplo, do fato de uma jurisdição decidir reduzir suas alíquotas de impostos, sendo esta uma decisão que afetará a alocação de recursos na economia, ou seja, as famílias possivelmente irão realocar seus recursos em direção a jurisdição que ofereça a maior rentabilidade e o menor custo relacionado ao fator de produção ofertado. Como na literatura os fatores de produção, o capital ou a propriedade são a base para tributação das autoridades fiscais locais, um imposto menor gera um influxo de recursos, enquanto em outras localidades que mantém suas alíquotas existirá um

fluxo de saída de recursos e perda de receita tributária. Logo, como o número de jurisdições locais é relativamente grande, existe um incentivo de que cada uma em particular reduza suas alíquotas de impostos. Conseqüentemente, a economia como um todo passa a subprover bens e serviços públicos locais para os cidadãos da federação.

As interações estratégicas ficam mais evidentes quando existe uma possibilidade de fluxo de entrada de investimentos diretos externos na economia como um todo. Os agentes proprietários deste capital tendem, no caso de um sistema descentralizado de governo, a barganhar benefícios fiscais com as autoridades estaduais e locais. Além de levar em conta os fatores tradicionais para a tomada de decisão de localização, os investidores negociam a obtenção de vantagens fiscais. Neste caso os governos estaduais e locais desencadeiam uma disputa fiscal, onde o vencedor hospeda o investimento, que por hipótese irá gerar aumento de receita fiscal, emprego e renda na localidade ou região. Os estados e municípios perdedores poderão ter perdas devido ao fluxo de saída de recursos, que se direcionarão aos municípios e ou estados vencedores.

Em uma economia nacional com sistema de governo descentralizado, a disputa fiscal se dá entre municípios, estados ou províncias, ou ainda entre autoridades de níveis hierárquicos diferentes. No Brasil, este tipo de embate, denominado de "guerra fiscal", ficou caracterizado como uma disputa entre estados e entre municípios.

O problema da guerra fiscal no Brasil começou a aparecer com o federalismo fiscal, regime adotado pela "república velha". O federalismo é uma forma de governo que reúne várias jurisdições locais, com determinada autonomia, em uma única nação. A autonomia dessas autoridades locais passa a ser limitada pelo interesse comum dos membros. Porém, no Brasil, o sistema federativo partiu de um princípio de governo centralizado – império – em direção a um aparelho de governo mais descentralizado, contrário a um processo de construção de uma federação, como no caso dos Estados Unidos da América e outros países europeus.

Segundo Lígia Osório Silva (1999), o país passou por vários ciclos de aumento e redução da centralização política. Em alguns ciclos a autonomia exacerbada gerava algumas guerras fiscais, uma delas foi a “guerra da cachaça” entre o Rio Grande do Sul e o estado de Pernambuco. No estado novo, os conflitos interjurisdicionais foram suprimidos, além de eliminar as alfândegas estaduais.

A seguir apresenta-se uma breve fundamentação teórica sobre o tema da competição fiscal e suas implicações sobre o bem-estar econômico. Na seção 2.3 faz-se um relato sucinto sobre a metodologia utilizada para testar as hipóteses e responder os problemas de pesquisa. Na seção 2.4 é realizada uma análise dos resultados dos modelos estimados que identificam e avaliam os efeitos dos investimentos privados em montadoras de automóveis sobre os municípios da Região Sul, envolvidos na competição fiscal. Por fim, são apresentadas algumas considerações finais e limitações sobre o estudo.

2.2 REVISÃO TEÓRICA DA LITERATURA DA COMPETIÇÃO FISCAL

Em 1956 Tiebout publica *A Pure Theory of Local Public Expenditure*. Suas ideias deram origem à moderna literatura da competição fiscal, apesar desta literatura ser uma crítica rigorosa ao seu trabalho. Após quase duas décadas trabalhos empíricos para testar as hipóteses de Tiebout (1956) foram realizados, Oates (1972) apresenta alguns resultados empíricos, testando a valorização de imóveis urbanos frente a características da localidade e variáveis como impostos e gastos públicos locais, obtendo sinais coerentes com a teoria. No entanto, Oates sugere que a disputa fiscal pode afetar a provisão eficiente de bens e serviços públicos locais.

Em finanças públicas a competição fiscal pode ser definida como uma disputa entre níveis de autoridades fiscais. Na teoria pode existir uma competição vertical que se dá entre diferentes níveis hierárquicos de autoridade ou modelos teóricos que desenhem a competição fiscal entre autoridades fiscais do mesmo nível hierárquico de autoridade, competição horizontal. O foco desta resenha é estudar a competição entre jurisdições pertencentes ao mesmo nível hierárquico de um sistema federativo, no caso a competição entre estados ou entre municípios brasileiros.

Na ausência de uma coordenação fiscal, Oates (1999) sugere que as autoridades locais se concentram em promover o crescimento econômico local, com a criação de empregos, aumento de salários e de arrecadação fiscal. A competição interjurisdicional introduz sérias distorções alocativas, principalmente pelo viés da gestão pública local em manter as alíquotas de imposto baixas e, conseqüentemente, a subprovisão de serviços e bens públicos locais como resultado. Segundo o autor, é uma “competição ao fundo do poço” que tem origem na mobilidade dos

recursos entre as jurisdições, afetada pela diferença das alíquotas de impostos locais e, no equilíbrio, as localidades fixam seus impostos e a oferta de bens públicos abaixo do nível ótimo.

Nos trabalhos de Wilson (1986), e Zodrow e Mieszkowski (1986), apresenta-se uma modelagem para o efeito distorcivo do imposto sobre a propriedade de uma economia descentralizada, estimulando a competição fiscal por capital entre as jurisdições locais. Wilson (1987) estuda um sistema federativo em que as autoridades locais financiam seus gastos com impostos sobre o capital, por consequência afeta os padrões de comércio entre as jurisdições. O autor utiliza o modelo padrão de comércio internacional para estudar os efeitos do imposto de propriedade sobre o comércio interjurisdicional. A contribuição de Oates e Schwab (1988) é a inclusão de mais uma variável de escolha no modelo padrão de competição fiscal por capital, a autoridade fiscal utiliza o padrão da qualidade ambiental como instrumento de regulação.

Naturalmente, cada modelo tem desenhado uma função de utilidade típica das autoridades fiscais que se enfrentam. Em uma modelagem característica de equilíbrio geral as funções de utilidade não apresentam uma variável que tenha a função de canal de interação entre as decisões das autoridades de administração pública.

Nos artigos de Wildasin (1988), Bukovetsky (1991) e os autores utilizam o modelo de padrão de equilíbrio geral empregado na literatura da competição fiscal por capital, mas introduzem a noção de equilíbrio de Nash como resultado da competição entre poucas jurisdições. Jensen e Toma (1991), além de inserir a dinâmica em dois estágios, o modelo descrito inclui o débito como variável de política fiscal das autoridades locais ao modelo padrão de competição fiscal por capital. Os gestores públicos locais têm a possibilidade de aproveitar o endividamento como instrumento estratégico na competição por capital móvel no primeiro estágio. A interação estratégica em dois estágios apresenta à seguinte ideia: no primeiro estágio equilíbrio perfeito em subjogo, onde cada autoridade local escolhe a sua alíquota de imposto sobre capital e o seu nível de endividamento para maximizar a utilidade; enquanto o segundo estágio se volta para as expectativas destas escolhas em alíquotas de impostos, associada a relação de equilíbrio de Nash.

Além dos trabalhos sobre a competição fiscal por capital, a literatura apresenta estudos sobre a competição fiscal por bens e ou *commodities*. Mintz e Tulkens (1986) oferecem um modelo de competição fiscal entre duas regiões de fronteira que são afetadas pelo comércio entre elas. A provisão de bens e serviços públicos é sustentada pela arrecadação de impostos sobre o

consumo na origem² da produção do bem. Os autores também utilizam a noção do equilíbrio de Nash em alíquotas de imposto sobre *commodities*. Kolstad e Wolak (1983, *apud* WILDASIN (1994)) argumenta que na competição inter-regional de impostos sobre exportação, o equilíbrio de Nash para alíquotas de impostos fica próximo ao equilíbrio cooperativo. Franco e Jorge Neto (2001) modelam um jogo dinâmico com informação imperfeita, que segue a estrutura de um jogo de guerra tarifária de Gibbons (1992).

Outras formas de modelar o jogo da competição fiscal entre regiões ou jurisdições são apresentadas por Janeba e Peters (1999) e Menezes (2000). Janeba e Peters estudam um jogo do tipo Dilema dos Prisioneiros, aplicado à disputa entre países europeus que discriminam a tributação sobre a renda de juros entre residentes e não residentes, com a intenção de atrair fluxo de capital ao país. O resultado é um equilíbrio de Nash que aponta para uma evasão fiscal na Europa como um todo. O trabalho de Menezes modela a competição fiscal utilizando a teoria dos leilões com o ferramental da teoria dos jogos bayesianos.

Wilson (1999) apresenta uma resenha sobre a competição fiscal, o problema pelo qual os vários níveis de autoridades disputam recursos com a finalidade de obter ganho de bem-estar particular, por meio de tomada de decisão sobre determinados instrumentos de política fiscal. O autor apresenta as principais contribuições teóricas à literatura da competição fiscal.³

Ao abordar os estudos de modelos padrões sobre a competição por capital pode-se destacar o efeito da escolha de uma alíquota de imposto de determinada jurisdição sobre o fluxo de capital de outras jurisdições. Na intenção de evitar uma perda de empregos e negócios locais, as autoridades fiscais municipais oferecem níveis subótimos de bens e serviços públicos locais devido ao efeito distorcivo do imposto sobre capital. O efeito do imposto sobre o fluxo de capital pode ser representado por $\Delta G = K\Delta t + t\Delta K$, onde ΔK representa o fluxo de capital para fora da jurisdição- valor negativo- quando a autoridade local de governo aumenta a alíquota de imposto, o fluxo se inverte quando a autoridade fiscal reduz o imposto. O termo ΔK pode ser generalizado como uma perda ou ganho de base tributária – fluxo de saída ou entrada de capital, ou trabalho, assim como redução ou aumento da produção local de bens privados – dado um aumento ou

² Lockwood (1993) faz uma análise comparativa sobre os princípios da tributação no destino e na origem.

³ Os livros de Oates (1972), Wildasin (1994) e Wellisch (2000) e o ensaio de Oates (1999) discutem vários problemas da economia do setor público local e destacam em grande parte de suas obras o problema da competição fiscal que envolve jurisdições locais. Além disso a dissertação de Amarante (2002) apresenta uma resenha sobre a literatura.

redução nas alíquotas de impostos, respectivamente. Segundo a equação, o benefício marginal passa a ser menor que o custo marginal de prover um bem público.

No gráfico 2.1 modela-se o efeito da redução (eliminação) da alíquota de imposto da jurisdição 1 sobre o fluxo de capital da jurisdição 2 em direção a jurisdição 1, por simplicidade a jurisdição 2 representa a totalidade das demais jurisdições de uma economia nacional descentralizada. No eixo horizontal está representada a magnitude do nível de capital em cada jurisdição, k_1 e k_2 , e nos eixos verticais pode-se medir a taxa de retorno r que pode equivaler a produtividade marginal do capital, MP, somado a alíquota de imposto, t . Neste gráfico, a eliminação da alíquota de imposto na jurisdição 1 representa um fluxo de saída de capital da jurisdição 2 em direção a jurisdição 1 e uma perda de arrecadação fiscal por parte de ambas as jurisdições, o que causa uma perda de bem-estar devido à subprovisão de bens públicos.

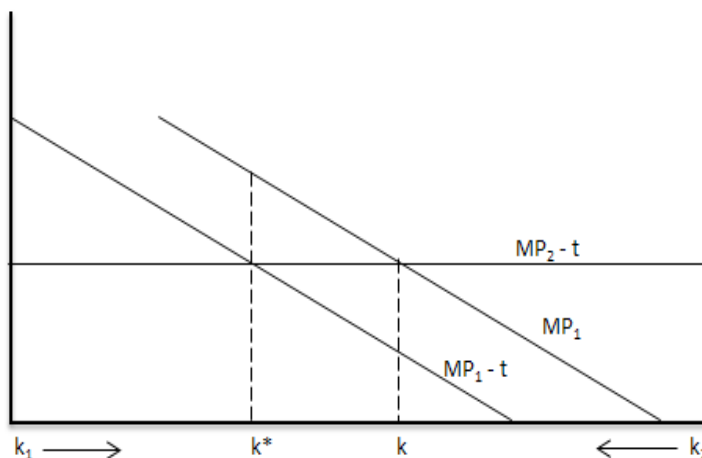


Gráfico 2.1 – Efeito da eliminação da alíquota do imposto da jurisdição 1 sobre o fluxo de capital
Fonte: Autor (2011).

Quando duas ou mais autoridades locais competem por capital, elas tendem a levar em conta a possibilidade de saída de capital gerada pelo efeito distorcido do imposto sobre o capital, $t\Delta K$. Portanto, a regra $\Delta G = K\Delta t$ de um imposto que não causa distorções, não serve para o ponto de vista de cada jurisdição em particular. Cabe a um governo central determinar que as jurisdições apliquem a regra onde o benefício marginal é igual ao custo marginal, ou seja, $\Delta G = K\Delta t$.

A decisão particular de uma comunidade em reduzir sua alíquota de imposto sobre o capital gera um fluxo de capital para dentro de sua jurisdição. Dado que o estoque de capital da

nação é fixado em \bar{k} e cada comunidade incorpora parte deste estoque de capital móvel, uma redução no imposto sobre o capital de uma comunidade pode gerar uma externalidade negativa para as outras comunidades participantes desta nação. Esta externalidade se refere a um fluxo de saída de capital das outras comunidades. Assim, o nível de provisão de bens públicos das outras comunidades é afetado em decorrência de uma queda nas bases de tributação do imposto sobre o capital. As firmas redirecionam seus investimentos em capital para a comunidade de imposto baixo, aumentando os níveis de produção privada pela utilização mais barata do insumo capital e nível de oferta de bens públicos locais nesta comunidade. No gráfico 2.2 tem-se um deslocamento para cima da reta de possibilidades de produção na comunidade de imposto baixo e, portanto, fazendo com que uma nova curva de preferência superior a anterior possa tangenciar esta nova reta de possibilidade de produção:

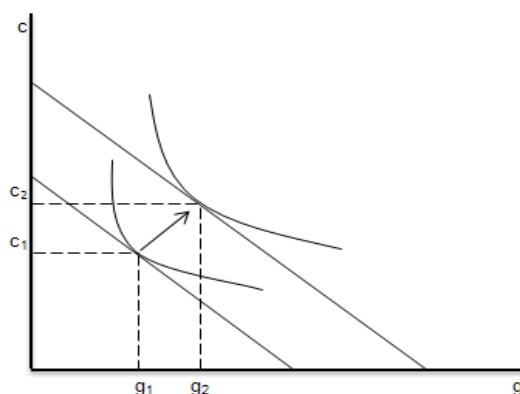


Gráfico 2.2 – Efeito da redução da alíquota do imposto da jurisdição 1 sobre o bem-estar do seu cidadão típico
Fonte: Autor (2011).

Onde, g é o nível de bens públicos e c é o nível de produção dos bens privados. A seta indica a direção do deslocamento da fronteira de produção. Dessa forma, o bem-estar dos residentes desta comunidade aumenta, dado que o padrão de preferências é fixo.

Nas outras comunidades o resultado é inverso, ocorre uma queda generalizada na produção de bens privados e públicos locais. A fronteira de possibilidades de produção se desloca para baixo e uma curva de preferências inferior é tangenciada.

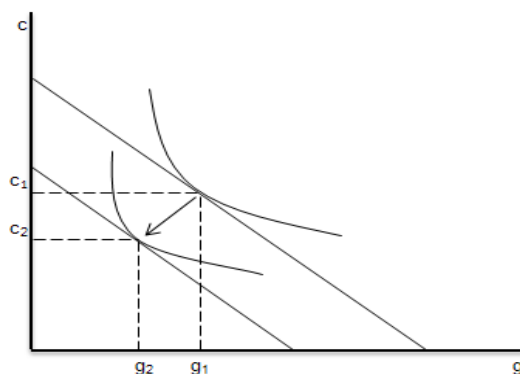


Gráfico 2.3 – Efeito da redução da alíquota do imposto da jurisdição 1 sobre o bem-estar dos cidadãos típicos das outras jurisdições $j=2, \dots, n$
 Fonte: Autor (2011).

Assim, o bem-estar das comunidades j s é reduzido. No caso em que todas as comunidades se engajam em uma competição fiscal, a fronteira de produção se mantém estável ao nível de todas as comunidades, porém ocorre um deslocamento de recursos do setor público para o setor privado, reduzindo o nível de provisão dos bens públicos locais e aumentando a produção dos bens privados locais. Neste sentido, o atendimento das preferências dos consumidores não se dá de forma ótima. No gráfico 2.3 a curva de preferência atinge o novo padrão de oferta de bens públicos e privados locais, inferior ao padrão de oferta anterior a disputa fiscal.

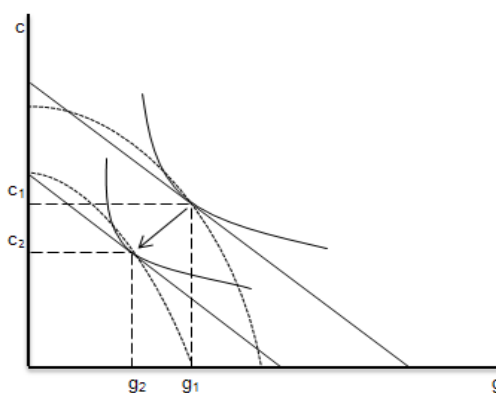


Gráfico 2.4 – Efeito da redução das alíquotas do imposto de todas as jurisdições sobre a fronteira de possibilidades de consumo dos cidadãos típicos.
 Fonte: Autor (2011).

No gráfico é possível observar que as fronteiras de possibilidade de produção já embutem o viés relacionado ao impacto do imposto sobre a alocação do consumo entre os bens privado e público, ou seja, está configurado que o consumidor deve abrir mão de uma quantidade superior a

um de bens privados em troca de uma unidade do bem público. No entanto, o que o gráfico 2.4 mostra é uma redução no conjunto de possibilidades de consumo e consequente redução de bem-estar dos consumidores de todas as comunidades após a competição fiscal.

Na teoria da competição fiscal por capital a rivalidade entre as jurisdições se dá por meio do imposto sobre a propriedade. O imposto sobre a propriedade causa distorções na alocação do capital entre as jurisdições. Wilson (1986), e Zodrow e Mieszkowski (1986) estudam o efeito distorcivo do imposto de propriedade sobre uma economia com níveis de autoridade descentralizados, apontando para uma competição fiscal por capital entre esses níveis de autoridade.

Os autores examinam a competição fiscal em modelos sem o comércio de bens. Em seus modelos, a economia se caracteriza por muitas regiões pequenas, onde cada região financia seus gastos com imposto sobre o capital móvel e o objetivo do governo é maximizar o bem-estar dos seus residentes.

Os autores discutem o problema da oferta dos bens públicos num ambiente de multi-autoridades. A oferta de bens públicos é menor em uma situação na qual uma política de corte ou aumento de impostos pode causar distorções na alocação de recursos da economia como um todo, se comparada ao ótimo de primeiro melhor⁴. O foco do estudo de Zodrow e Mieszkowski é verificar o efeito do imposto sobre a propriedade em um sistema nacional de governos locais independentes.

Este efeito é obtido derivando a condição de primeira ordem para a maximização de lucro das firmas na jurisdição i , $F'(k_i) = r + t_i$, em relação à alíquota de imposto t_i :

$$F''(K_i) dK_i / dt_i = 1, \text{ que implica } -dK_i / dt_i = -1 / F''(K_i) = f, \quad (1.1)$$

onde, f é termo do efeito distorcivo do imposto sobre a propriedade. Quando a jurisdição i age isoladamente, aumentando a sua alíquota de imposto, t_i , ela deve se preocupar com o efeito distorcivo, que gera uma saída de capital desta jurisdição. Em suma, o termo f representa o impacto de um aumento na alíquota de imposto sobre o montante de capital aplicado na jurisdição i .

⁴ Situação onde todos os entes da federação ou da coalizão têm sua política de impostos coordenada, a fim de se alcançar a melhor situação para o bloco como um todo, um ótimo de Pareto para a economia como um todo. Em suma, é a situação na qual não existe distorção alocativa.

Zodrow e Mieszkowski também apresentam a condição de primeira ordem do governo jurisdicional representativo quando ele altera a sua alíquota de imposto sobre o capital na margem:

$$\frac{\partial U / \partial G_i}{\partial U / \partial X_i} = \frac{1}{1 - t_i f / K_i} > 1,^5 \quad (1.2)$$

Portanto, a taxa marginal de transformação entre o bem público e o bem privado deve ser maior do que 1, indicando assim a sub-provisão na margem do bem público local. Isso indica a necessidade de deixar de consumir mais do que uma unidade de bem privado para aumentar o consumo de bem público em uma unidade.

Em suma, Zodrow e Mieszkowski examinam os efeitos de um imposto – que causa distorções – sobre as finanças locais de um sistema nacional onde o fluxo de capital entre as regiões é livre.⁶

Para Wildasin e Wilson (1991), a autoridade regional percebe que um aumento na alíquota de imposto cria um desestímulo ao investimento de capital dentro da região; assim, para um sistema de várias regiões idênticas, com um estoque total fixo de capital, Zodrow e Mieszkowski (1986) mostram que a existência deste desestímulo leva os governos locais a escolher alíquotas ineficientemente baixas na tributação de propriedade, e como resultado os bens públicos locais são subprovidos, como já foi mencionado. As conclusões são similares àquelas traçadas por Wilson (1986) em um modelo com uma função de produção genérica.

A partir destes trabalhos chega-se à conclusão de que o governo local trata a saída de capital induzida por um aumento na alíquota de imposto como um custo adicional da provisão do bem público, $t\Delta K$, ou seja, para aumentar em uma unidade o bem público se faz necessário um

⁵ Dado que $G_i = t_i K_i + H_i$ e $X_i = F(K_i) - (r + t_i) \cdot K_i + r\bar{K}/N - H_i$, onde G_i é nível de bem público provido na jurisdição i , X_i é o nível de bem privado consumido em i , t_i é a alíquota de imposto sobre o capital cobrada na jurisdição i , K_i é o montante de capital empregado nas firmas localizadas em i , $F(K_i)$ é a função de produção das firmas da jurisdição i , r é o retorno do capital H_i é o imposto por “cabeça” (imposto do tipo *lump sum*), \bar{K} é a dotação total de capital na economia como um todo e N é o número de jurisdições idênticas; a condição de primeira ordem é obtida por Zodrow e Mieszkowski (1986, p. 359) a partir do seguinte problema de maximização da utilidade do residente representativo da jurisdição i :

$$\max_{t_i} U [t_i K_i + H_i, F(K_i) - (r + t_i) \cdot K_i + r\bar{K}/N - H_i],$$

logo, pela derivada da função implícita em relação a t_i tem-se que

$$\frac{\partial U / \partial G_i}{\partial U / \partial X_i} = - \frac{dX_i / dt_i}{dG_i / dt_i} = - \frac{-K_i}{K_i + t_i \partial K_i / \partial t_i} = \frac{1}{1 - t_i f / K_i},$$

como se queria demonstrar.

⁶ Para um breve comentário sobre o artigo de Zodrow e Mieszkowski (1986) veja Noiset (1995).

aumento mais do que proporcional na alíquota de imposto. Este fluxo para fora representa um fluxo para dentro, da mesma magnitude, no resto da nação, dado que o estoque de capital nacional tem sua oferta fixada. O fluxo para dentro significa uma externalidade positiva, pois as regiões que aumentam a alíquota de impostos geram o aumento da oferta de capital nas outras regiões, dessa forma aumentando a base de impostos e o bem-estar nestas regiões. Portanto, as jurisdições têm um incentivo a baixar as alíquotas de imposto sobre o capital devido a esta externalidade.

2.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

No caminho para atingir os objetivos deste ensaio foi necessário realizar uma pesquisa de caráter teórico-empírico sobre o tema abordado. O primeiro passo refere-se ao levantamento e apresentação da literatura da competição fiscal, destacando as características dos modelos teóricos e seus resultados. Alguns fatos estilizados e detalhes de modelos teóricos podem ser vistos em Amarante (2002).

Os dados utilizados para medir a atividade econômica são de valor agregado de cada setor da economia, por municípios ou Áreas Mínimas Comparáveis de 1991 (AMC-1991), para explicar o efeito dos investimentos privados em montadoras de automóveis sobre o crescimento do valor agregado de quatro setores da economia dos Municípios da Região Sul.⁷

Os dados de valor agregado, produzido por cada setor de atividade por município e estado, além do valor agregado por setor para o Brasil, foram obtidos no sítio do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA⁸, lembrando que a fonte dos dados é do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Os dados de valor referem-se aos sistemas de contas regionais do IBGE para os anos de 1985, 1996, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004,

⁷ Utilizam-se os termos ou siglas municípios, jurisdições, autoridade fiscal local, cidades e AMCs como sinônimos.

⁸ O endereço na rede internacional de computadores é www.ipea.gov.br. Ao acessar este endereço, seleciona-se a bandeira eletrônica “IPEADATA”, a escolhe-se o sumário de dados “REGIONAL” por “TEMA”, neste sumário seleciona-se “CONTAS NACIONAIS”, uma lista de títulos de dados aparece e neste caso seleciona-se “PIB MUNICIPAL – INDÚSTRIA - VALOR ADICIONADO” e nesta mesma ordem para os outros valores, agropecuária, serviços, serviços da administração pública e PIB. Por fim, exportam-se os dados em Excel.

2005, 2006, 2007 e 2008 de 594 municípios que abrangem todo território da Região Sul. Quando se estrutura as amostras como dados em painel, o conjunto de elementos soma 7.128.

Na amostra selecionada destacam-se aqueles municípios que recebem os investimentos privados na década de 90 e início da década seguinte. Com a utilização de mapas destacou-se também, os municípios adjacentes aos hospedeiros dos empreendimentos automobilísticos e os adjacentes aos adjacentes. Estes municípios podem ser considerados como grupos que sofrem o tratamento, enquanto que os outros são considerados grupo de controle. O grupo de controle, além de não receber investimentos da indústria automobilística, não sofre alguma espécie de extravasamento ou influência direta dos municípios de domicílio dos investimentos.

Os dados estruturados em painel diferem dos dados estruturados como agrupamento de cortes transversais no tempo, por considerar os mesmos elementos do primeiro corte transversal ao longo do tempo, ou seja, a amostra ou população ao longo do tempo não difere e pode apresentar, geralmente, características semelhantes da função de distribuição. Segundo Wooldridge (2007, p. 402-403) o agrupamento de cortes transversais é formado por um conjunto de amostras aleatórias extraídas independentemente a cada período de tempo, no caso das amostras de dados em painel, a mesma amostra é escolhida a cada período com a finalidade de estudar o comportamento ao longo do tempo.

No modelo geral de regressão com dados em painel:

$$Y_{it} = \mathbf{a} + X'_{it} \mathbf{b} + w_i + u_t + e_{it}, \quad (1.3)$$

onde, Y_{it} é a variável dependente, X'_{it} é um vetor de k regressores, e_{it} é o termo de erro aleatório para $i = 1, \mathbf{K} n$ unidades de corte transversal para cada período de tempo $t = 1, \mathbf{K} T$. Os parâmetros \mathbf{a} , w_i e u_t são, respectivamente, a constante autônoma do modelo de regressão, os efeitos não observados de cada elemento de corte transversal e os efeitos, não observados, de cada período de tempo. Os efeitos podem ser fixos ou aleatórios. No caso dos efeitos serem fixos significa que a covariância entre w_i e X'_i diferente de zero, invalidando os pressupostos clássicos, $Cov [w_i, X'_i] = 0$. Neste caso, as estimativas de dados em painel devem retirar os efeitos fixos não observados. Wooldridge (2007, p. 423) sugere que:

Quando não podemos considerar as observações como extrações aleatórias de uma grande população – por exemplo, se temos dados de estados ou municípios –

frequentemente é racional pensar em a_i como parâmetros a estimar, caso em que usamos os métodos dos efeitos fixos.

Na sugestão do autor fica clara a vantagem de utilizar o método de regressão com dados em painel com efeitos fixos, em relação aos efeitos aleatórios e ao método comparativo de municípios gêmeos⁹. O modelo estimado segue a formulação de Chandra e Thompson (2000):

$$Y_{it} = \mathbf{a} + X'_{it} \mathbf{b} + tY_t^E + pY_t^F + w_i + e_{it}, \quad (1.4)$$

onde, Y_{it} é o logaritmo neperiano do valor agregado, produzido por determinado setor da economia municipal i no período t , Y_t^E e Y_t^F é o logaritmo natural do valor agregado produzido pelo Estado e pela Federação, respectivamente. No caso do valor agregado estadual, antes que o logaritmo seja aplicado, desconta-se o valor da produção do município associado. A matriz X'_{it} é a série de idade dos investimentos em montadoras, que ao mesmo tempo identifica os municípios que recebem o tratamento (municípios que recebem as montadoras, adjacentes ou aqueles grupos que sofrem a influência dos investimentos privados), este grupo de municípios é denominado de Domicílio. O \mathbf{b} é um vetor de parâmetros de ordem k , que ao ser estimado significa a diferença entre a taxa de crescimento dos municípios que recebem o tratamento e a taxa daqueles que não recebem o tratamento antes e depois da entrada em operação dos investimentos. Como o modelo exposto retira os efeitos fixos, w_i , o componente de erro e_{it} é estimado de maneira robusta e eficiente e deve atender os pressupostos do modelo linear clássico¹⁰.

Dado a diversidade entre a magnitude das variáveis de valor da produção entre os municípios e na presença de heterocedasticidade e a covariância nos resíduos faz-se necessário a utilização do método de mínimos quadrados generalizados factíveis, que resolve grande parte dos problemas de autocorrelação nos resíduos.

Nos resultados das estimativas é possível verificar uma significativa melhora em relação à estatística Durbin-Watson, de acordo com o teste. A regressão por mínimos quadrados ordinários

⁹ Melhor detalhado na seção 2.4 do capítulo seguinte.

¹⁰ Alguns pressupostos do modelo de regressão linear podem ser representados por $E[e_{it} | X'_{it}, w_i] = 0$,

$Var[e_{it} | X'_{it}, w_i] = s^2$ e $Cov[e_{it}, X'_{it}] = 0$, além de admitir que os erros não devam ser correlacionados temporalmente.

aponta uma autocorrelação positiva, enquanto com a regressão por mínimos quadrados generalizados factível a estatística DW passa a ser não conclusiva.

2.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na década de noventa, o tema sobre a competição fiscal entra em evidência no Brasil, principalmente após a sinalização crível de investimentos por parte de grandes montadoras de automóveis. Atualmente, os investimentos iniciados nos anos 90 passam por um período de maturação com a possibilidade de uma avaliação dos impactos econômicos gerados por estes investimentos.

As tabelas de 2.1 a 2.5 e os gráficos de 2.5 a 2.9 estão organizadas por atividade econômica, exceto a primeira tabela e o gráfico 2.5 que apresentam a evolução da taxa de crescimento adicional com base no valor do Produto Interno Bruto - PIB dos municípios. Os resultados apresentados em cada tabela mostram a evolução dos efeitos dos investimentos privados em montadoras de veículos automotores sobre produção e as atividades econômicas dos municípios. Tais investimentos motivaram uma disputa fiscal entre estados e municípios, assim, nesta análise procura-se verificar o resultado da competição fiscal, tendo como *proxy* os investimentos em montadoras na Região sul do Brasil. Portanto, estima-se os efeitos sobre as taxas de crescimento do PIB, valor agregado da produção agropecuária, dos serviços do setor público, da produção industrial e gerado no setor de serviços dos municípios que hospedam os investimentos da indústria automobilística, dos municípios adjacentes aos municípios de domicílio do investimento, dos municípios adjacentes aos adjacentes e da união dos três conjuntos de municípios, que são denominados por Domicílios, Adjacentes, Adjacentes aos Adjacentes e Todos.

Nas tabelas são apresentados os resultados das estimativas dos coeficientes das variáveis *dummies* que representam a idade dos investimentos de montadoras de automóveis com seus respectivos desvios padrão e valor da probabilidade (*p-value*). Nos gráficos são projetadas as linhas que mostram a evolução dos coeficientes estimados. A letra A, delimitada por duas barras contínuas nos gráficos, representa o período de maior frequência dos investimentos, de 1996 a

1999, a letra B, cercada por uma barra contínua e outra tracejada, representa um número de dois investimentos de montadoras na Região Sul e, por último, a letra C, cercada pelas linhas tracejadas, representa o período do último investimento.

As estimativas partem de uma taxa de crescimento adicional anual estimada nos períodos entre 1985 e 1996, período anterior à entrada em operação das ampliações ou novas fábricas, sendo que, os investimentos das indústrias automobilísticas na Região Sul tiveram início em 1997, no recente contexto da competição fiscal no Brasil.

A primeira ampliação se deu no estado do Paraná pela fabricante de caminhões e ônibus da Volvo. No ano seguinte, 1998, a fabricante de automóveis Renault entra em operação em São José dos Pinhais, no Paraná. Enquanto a fabricante Chrysler acaba de se instalar em Campo Largo, no mesmo estado, ainda neste período, a montadora de caminhões Agrale, localizada em Caxias do Sul, assume a produção de um consórcio internacional para a fabricação de caminhões. No ano de 1999 os fabricantes de automóveis VW-Audi entram em operação, também em São José dos Pinhais e a fabricante de caminhões Volvo, instalada em Curitiba, promove a sua segunda ampliação. No ano de 2000 ocorre a terceira ampliação da fabricante Volvo no Paraná e início das operações da montadora de automóveis GM em Gravataí, no Rio Grande do Sul. Por fim, em 2001, a fabricante Renault-Nissan começa a fabricar veículos comerciais leves no estado do Paraná, em São José dos Pinhais. Neste mesmo ano, cabe destacar a desativação da fábrica da Chrysler de Campo Largo no estado do Paraná. (ALMEIDA, et al., 2006).

Nos períodos de 1996 até 2001 busca-se estimar os efeitos de tais investimentos sobre a atividade econômica dos municípios da Região Sul. Nos períodos de 2002 a 2008 busca-se avaliar algum extravasamento intertemporal dos investimentos sobre a economia e seus setores nestes municípios.

Tabela 2.1 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o PIB dos Municípios da Região Sul

Taxas de Crescimento adicionais sobre o PIB de 1985 até 2008 ^a

Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0079	0,0580	0,0215	0,0145	0,0019	0,0073	-0,0060	-0,0032	0,0052	0,0042	-0,0008	-0,0010
Desvio Padrão	0,0031	0,0090	0,0050	0,0096	0,0072	0,0046	0,0030	0,0032	0,0044	0,0047	0,0046	0,0050
P-value	0,0114	0,0000	0,0000	0,1278	0,7953	0,1147	0,0445	0,3208	0,2385	0,3783	0,8560	0,8378

Adjacentes aos Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0030	0,0319	-0,0330	-0,0334	0,0016	0,0191	0,0216	0,0153	0,0187	0,0184	0,0092	0,0102
Desvio Padrão	0,0042	0,0125	0,0114	0,0161	0,0171	0,0121	0,0098	0,0070	0,0055	0,0050	0,0048	0,0048
P-value	0,4708	0,0108	0,0038	0,0382	0,9274	0,1143	0,0274	0,0274	0,0007	0,0003	0,0546	0,0330

Domicílio	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0169	0,0482	0,1692	0,1045	0,0467	0,0158	0,0082	0,0211	0,0217	0,0153	0,0148	0,0156
Desvio Padrão	0,0032	0,0101	0,0151	0,0253	0,0150	0,0101	0,0069	0,0070	0,0075	0,0072	0,0068	0,0069
P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,1151	0,2331	0,0027	0,0038	0,0327	0,0303	0,0226

Todos	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0078	0,0481	0,0019	-0,0003	0,0045	0,0108	0,0054	0,0054	0,0106	0,0098	0,0040	0,0046
Desvio Padrão	0,0034	0,0098	0,0055	0,0044	0,0047	0,0038	0,0036	0,0030	0,0037	0,0041	0,0042	0,0046
P-value	0,0209	0,0000	0,7255	0,9492	0,3437	0,0045	0,1300	0,0718	0,0044	0,0179	0,3409	0,3147

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

Com relação à taxa adicional ao crescimento do PIB, as cidades domicílios do investimento têm uma contribuição de crescimento adicional extremamente superior aos municípios adjacentes e aos adjacentes aos adjacentes (AA), sendo estes últimos com valores inferiores a média da taxa de crescimento dos municípios da Região Sul que não sofreram tratamento.

A taxa de crescimento adicional do PIB sobre os municípios de domicílio entre 1985 e 1996, período anterior ao investimento, foi de 4,8% ao ano, o que reflete um maior dinamismo da atividade econômica nestes locais, visto aos municípios não tratados. Esta percentagem salta para 16,9% ao ano de 1996 a 1999, e para 10,5% em 2000, períodos de maior frequência dos investimentos. Em 2001 a taxa fica em 4,7%, superior as taxas adicionais de municípios adjacentes e dos AA, que ficaram em 1,9% e 1,6% (estatisticamente não significativos), respectivamente. Nos períodos subsequentes, de 2002 a 2008, os grupos de municípios AA e de domicílio se mantêm com taxas adicionais positivas, enquanto o grupo de municípios adjacentes tem contribuições de crescimento próximas ao grupo de controle, o que equivale a taxas adicionais de crescimento do PIB em torno de zero durante este período.

Os municípios AA têm um desempenho historicamente inferior no período de 1985 a 1996, em relação aos municípios adjacentes e de domicílio. Nos períodos de 1996 a 2000 estes municípios apresentaram desempenho 3,3% ao ano, inferior aos municípios não tratados. Isto significou uma perda relativa de bem-estar, compensada somente de 2001 a 2008 com taxas adicionais positivas sobre o crescimento médio do PIB dos municípios não tratados.

Em relação aos municípios adjacentes, o período inicial supera o desempenho dos municípios AA e de domicílio, porém nos anos de 1996 a 1999 a taxa fica somente 2,2% superior aos municípios não tratados e, de 2000 a 2002 as taxas adicionais são positivas, porém não apresentam significância estatística.

Apesar da predominância de uma influência negativa no restante do período, somente o ano de 2003 apresentou significância estatística ao nível de 10%, com uma taxa adicional de -0,6%. O que se observa é que o grupo de municípios de domicílio dos investimentos de montadoras, fruto da vitória de uma disputa fiscal, obteve benefício econômico em termos de taxas adicionais no PIB, frente aos municípios adjacentes e AA, sendo que os últimos obtiveram um crescimento adicional acumulado negativo de 1996 até 2008.

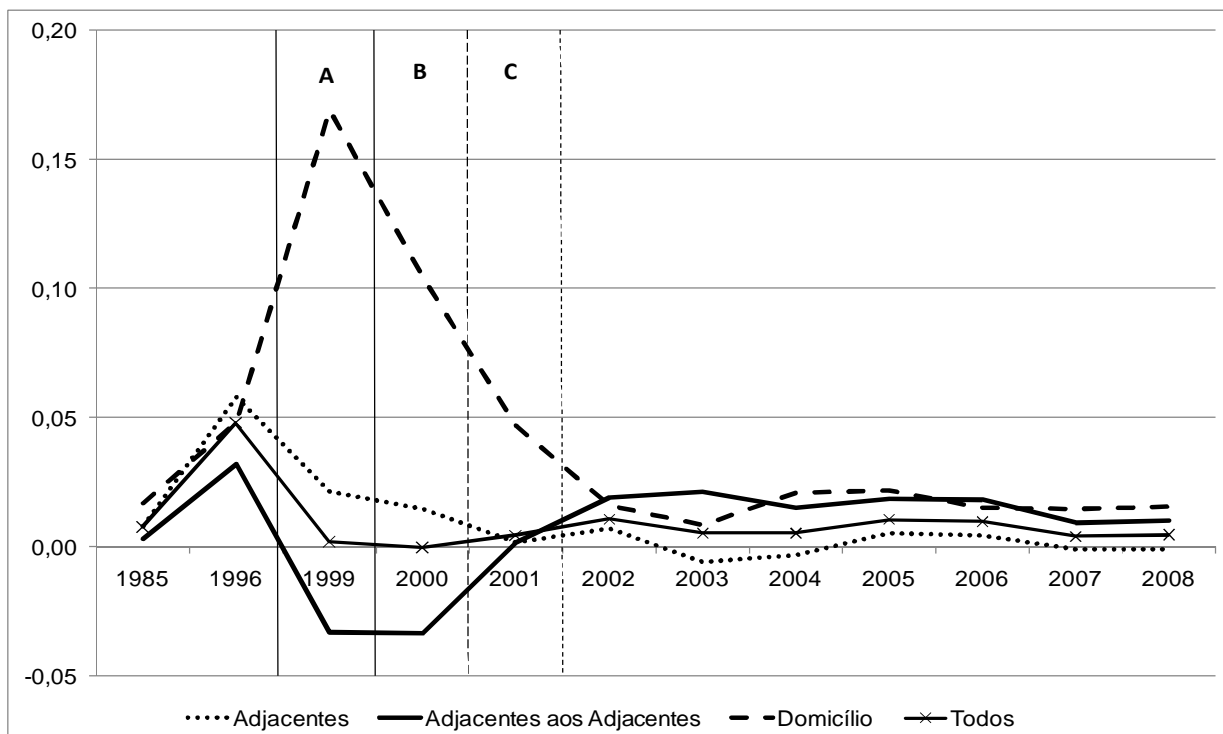


Gráfico 2.5 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Produto Interno Bruto dos Municípios da Região Sul
Fonte: Autor (2011).

Importante verificar que no período de 1996 a 1999, o gráfico 2.5 aponta claramente um ganho adicional nas taxas de crescimento de PIB nos municípios de domicílio em detrimento de um desempenho significativamente inferior dos municípios AA, em relação aos municípios não tratados. Quando se estima em conjunto o grupo de municípios de Domicílio, Adjacentes e AA, obtêm-se taxas levemente positivas, sendo que nos períodos de 1996 a 2000 as estatísticas não são significativas, até mesmo porque os grupos tratados evoluem de forma oposta.

Após análise dos efeitos dos investimentos privados em montadoras de automóveis, fruto da vitória de alguns municípios e estados sobre o crescimento do produto interno bruto de cada grupo de municípios, busca-se agora analisar o efeito destes investimentos sobre os setores agropecuário, público, industrial e de serviços.

Na tabela 2.2 e no gráfico 2.6 são apresentadas as taxas adicionais de crescimento do valor agregado da produção agropecuária dos 4 grupos de municípios sobre o grupo de municípios não tratados. As estimativas revelam a presença de ciclos que não tem relação com os investimentos privados em disputa, além disso, na totalidade dos grupos analisados, as estatísticas no período de interesse, que vai de 1996 a 2001, não apresentaram significância, salvo no ano de 2000 quando os grupos Adjacentes e Domicílio foram estatisticamente significantes ao nível de

10%. Abrindo mão da significância estatística no período entre 1996 e 1999, em todos os grupos de municípios, a atividade agropecuária apresenta desempenho inferior aos municípios não tratados, o que poderia se inferir uma possível realocação de recursos do setor agrícola para os outros setores da economia neste período. Porém, ao observar os outros períodos entre 2000 e 2001, este efeito foi contraditório principalmente nos municípios adjacentes e de domicílio, onde os investimentos influenciaram positivamente a atividade agropecuária. Após o ano de 2002, o que se verifica é um ciclo com um desempenho superior do grupo AA.

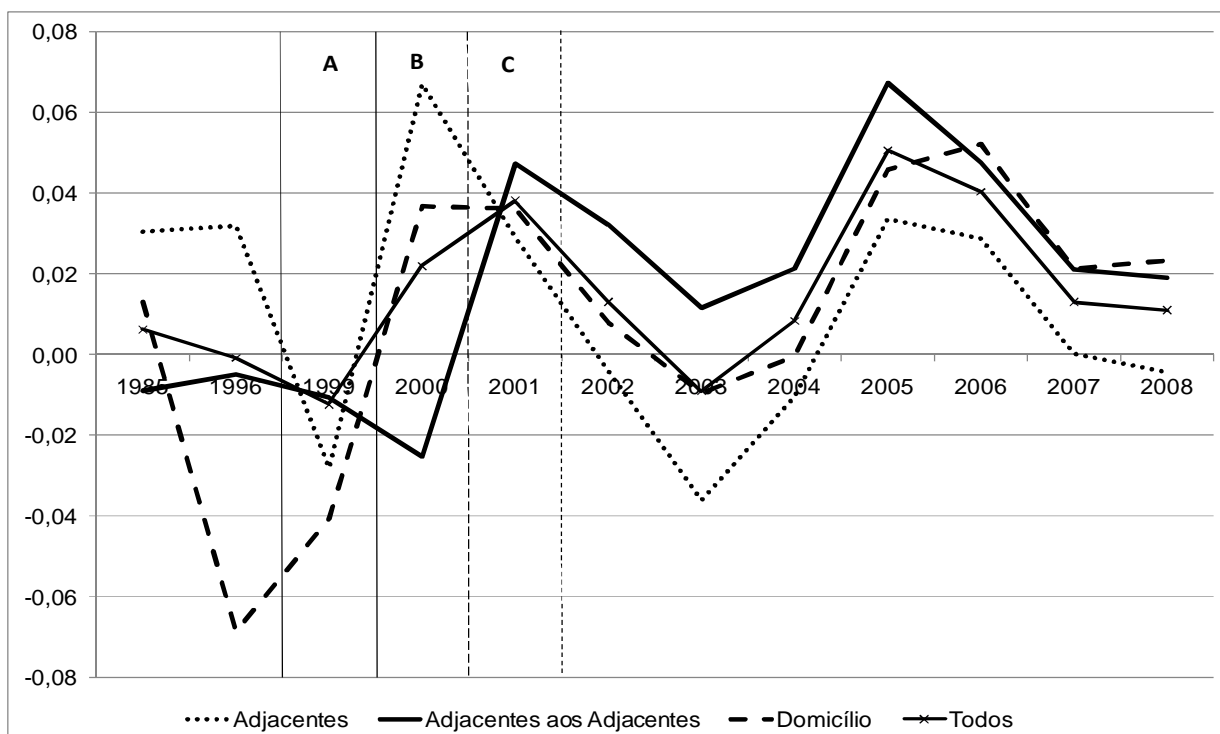


Gráfico 2.6 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios da Região Sul

Fonte: Autor (2011).

Tabela 2.2 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios da Região Sul

Taxas de Crescimento adicionais sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária de 1985 até 2008 ^a

Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0304	0,0319	-0,0281	0,0670	0,0289	-0,0042	-0,0363	-0,0103	0,0336	0,0286	0,0001	-0,0045
Desvio Padrão	0,0019	0,0074	0,0248	0,0364	0,0208	0,0131	0,0084	0,0069	0,0069	0,0053	0,0043	0,0037
P-value	0,0000	0,0000	0,2568	0,0657	0,1640	0,7450	0,0000	0,1367	0,0000	0,0000	0,9732	0,2231

Adjacentes aos Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	-0,0089	-0,0049	-0,0108	-0,0254	0,0474	0,0321	0,0115	0,0212	0,0673	0,0476	0,0209	0,0189
Desvio Padrão	0,0028	0,0099	0,0262	0,0394	0,0290	0,0189	0,0129	0,0103	0,0092	0,0071	0,0060	0,0052
P-value	0,0014	0,6165	0,6806	0,5192	0,1024	0,0906	0,3723	0,0391	0,0000	0,0000	0,0005	0,0003

Domicílio	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0130	-0,0688	-0,0407	0,0368	0,0362	0,0078	-0,0097	-0,0006	0,0460	0,0521	0,0211	0,0233
Desvio Padrão	0,0031	0,0128	0,0317	0,0223	0,0278	0,0186	0,0128	0,0107	0,0101	0,0083	0,0069	0,0061
P-value	0,0000	0,0000	0,1986	0,0989	0,1931	0,6758	0,4503	0,9589	0,0000	0,0000	0,0023	0,0001

Todos	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0062	-0,0009	-0,0124	0,0219	0,0381	0,0130	-0,0091	0,0082	0,0505	0,0402	0,0130	0,0109
Desvio Padrão	0,0021	0,0071	0,0243	0,0399	0,0248	0,0157	0,0102	0,0083	0,0079	0,0059	0,0049	0,0042
P-value	0,0041	0,9044	0,6103	0,5835	0,1254	0,4078	0,3725	0,3210	0,0000	0,0000	0,0078	0,0100

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

No gráfico 2.7 verifica-se uma redução nas taxas adicionais de crescimento do valor agregado dos serviços prestados pela administração pública, no período de 1996 a 2002, se comparadas às taxas anuais do período de 1985 a 1996. Isso revela um crescimento inferior na oferta de bens e serviços públicos, se comparada ao PIB, principalmente nos municípios que venceram a competição fiscal. Parece haver uma indicação empírica em favor da teoria sobre a subprovisão de bens públicos locais. Na comparação do período precedente ao investimento, com taxas adicionais anuais de 9,5%, comparada a uma taxa de 1,4% a.a. de 1996 a 1999, 0,9% em 2000 e -1,4% em 2001, a um nível de significância de 10%, percebe-se uma oferta relativamente inferior de serviços públicos locais no grupo de todos os municípios. Os níveis das taxas adicionais de crescimento do valor dos serviços da administração pública se mantêm baixos de 2002 a 2008.

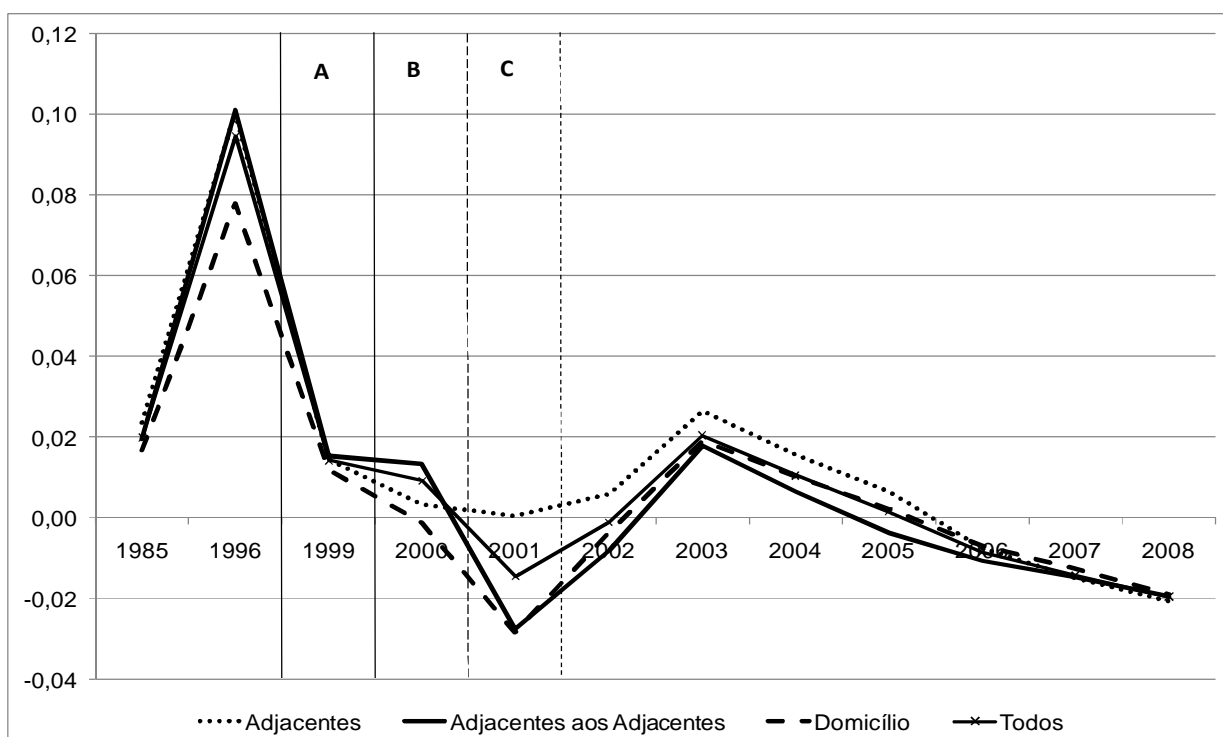


Gráfico 2.7 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado dos Serviços do Setor Público dos Municípios da Região Sul

Fonte: Autor (2011).

Tabela 2.3 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado dos Serviços do Setor Público dos Municípios da Região Sul

Taxas de Crescimento adicionais sobre o Valor Agregado dos Serviços do Setor Público de 1985 até 2008 ^a

Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0238	0,1004	0,0146	0,0035	0,0005	0,0061	0,0264	0,0157	0,0065	-0,0074	-0,0149	-0,0205
Desvio Padrão	0,0064	0,0238	0,0057	0,0052	0,0078	0,0039	0,0082	0,0041	0,0022	0,0031	0,0038	0,0052
P-value	0,0002	0,0000	0,0101	0,4922	0,9456	0,1171	0,0013	0,0001	0,0037	0,0180	0,0001	0,0001

Adjacentes aos Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0197	0,1012	0,0154	0,0134	-0,0276	-0,0081	0,0180	0,0066	-0,0038	-0,0107	-0,0145	-0,0195
Desvio Padrão	0,0064	0,0251	0,0045	0,0038	0,0076	0,0022	0,0071	0,0031	0,0014	0,0029	0,0037	0,0052
P-value	0,0021	0,0001	0,0006	0,0004	0,0003	0,0002	0,0114	0,0327	0,0055	0,0003	0,0001	0,0002

Domicílio	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0167	0,0778	0,0121	-0,0012	-0,0283	-0,0035	0,0191	0,0103	0,0024	-0,0069	-0,0126	-0,0190
Desvio Padrão	0,0055	0,0236	0,0076	0,0068	0,0097	0,0052	0,0081	0,0045	0,0030	0,0035	0,0042	0,0056
P-value	0,0026	0,0010	0,1131	0,8562	0,0036	0,5014	0,0181	0,0223	0,4312	0,0479	0,0026	0,0007

Todos	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0201	0,0946	0,0143	0,0093	-0,0145	-0,0011	0,0205	0,0106	0,0016	-0,0084	-0,0141	-0,0195
Desvio Padrão	0,0058	0,0234	0,0047	0,0054	0,0082	0,0038	0,0074	0,0037	0,0021	0,0029	0,0036	0,0050
P-value	0,0006	0,0001	0,0021	0,0870	0,0769	0,7768	0,0054	0,0047	0,4313	0,0037	0,0001	0,0001

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

Cabe ressaltar que todas as estimativas apresentam desvio padrão com um nível de significância de 5% entre 1999 e 2000 para o modelo estimado com o grupo de municípios de domicílio e para as estimativas de 2000 até 2002 para o grupo Todos, exceto para os anos de 2000 e 2001 no caso dos adjacentes. No grupo Todos os coeficientes estimados para o ano de 2000 e 2001 são significativos ao nível de 10%. Após 2001, no acumulado a provisão de serviços públicos locais, teve um crescimento inferior nos grupos de municípios AA e de Domicílio comparado ao grupo de municípios de controle, enquanto os municípios Adjacentes tiveram desempenho equivalente ao grupo de controle.

O valor agregado da produção industrial apresenta um desempenho superior do grupo de municípios de domicílio, principalmente no período de implantação dos novos investimentos. No período de 1996 a 1999 a taxa de crescimento anual dos municípios de domicílio foi em média 25% maior ao ano, se comparadas às taxas dos municípios não tratados. Já os municípios Adjacentes e AA tiveram desempenho inferior aos municípios do grupo de controle, -3,0% e -7,3% ao ano respectivamente.

Nos anos posteriores as estimativas do modelo considerado com o grupo AA não apresentam significância estatística, com exceção dos anos de 2006 e 2008, enquanto o desempenho dos municípios Adjacentes são inferiores ao grupo de municípios não tratados de 2000 a 2008. Quando levado em conta os municípios de domicílio, somente os coeficientes estimados para os anos de 1999 e 2000 tem significância estatística, com um crescimento adicional de 25,2% e 12,6%, respectivamente. A atividade industrial para o grupo Todos evolui com taxas de crescimento inferior ao grupo de municípios não tratado, apesar das estatísticas para os anos de 2000, 2002 e de 2005 a 2008 não apresentarem significância estatística.

Tabela 2.4 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios da Região Sul
Taxas de Crescimento adicionais sobre o Valor Agregado da Produção Industrial de 1985 até 2008 ^a

Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coeficiente	-0,0131	0,0595	-0,0303	-0,0377	-0,0435	-0,0161	-0,0288	-0,0336	-0,0188	-0,0127	-0,0137	-0,0180
Desvio Padrão	0,0037	0,0103	0,0104	0,0199	0,0110	0,0085	0,0078	0,0095	0,0077	0,0068	0,0065	0,0063
P-value	0,0004	0,0000	0,0035	0,0580	0,0001	0,0564	0,0002	0,0004	0,0145	0,0645	0,0337	0,0045

Adjacentes aos Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coeficiente	0,0073	0,0378	-0,0728	0,0287	0,0328	0,0181	0,0083	0,0066	0,0109	0,0137	0,0083	0,0125
Desvio Padrão	0,0029	0,0075	0,0185	0,0277	0,0204	0,0143	0,0103	0,0086	0,0073	0,0064	0,0057	0,0054
P-value	0,0130	0,0000	0,0001	0,3005	0,1079	0,2069	0,4209	0,4413	0,1338	0,0331	0,1457	0,0211

Domicílio	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coeficiente	0,0107	0,0274	0,2523	0,1259	0,0266	-0,0173	-0,0145	-0,0149	0,0007	0,0019	0,0060	0,0025
Desvio Padrão	0,0055	0,0196	0,0349	0,0425	0,0352	0,0243	0,0184	0,0159	0,0132	0,0114	0,0102	0,0094
P-value	0,0504	0,1612	0,0000	0,0031	0,4500	0,4771	0,4323	0,3489	0,9565	0,8704	0,5578	0,7934

Todos	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coeficiente	-0,0003	0,0421	-0,0341	-0,0012	-0,0097	-0,0022	-0,0146	-0,0175	-0,0039	-0,0005	-0,0028	-0,0041
Desvio Padrão	0,0023	0,0037	0,0076	0,0060	0,0040	0,0029	0,0030	0,0057	0,0046	0,0042	0,0041	0,0043
P-value	0,8894	0,0000	0,0000	0,8382	0,0151	0,4408	0,0000	0,0020	0,3912	0,9032	0,5049	0,3334

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

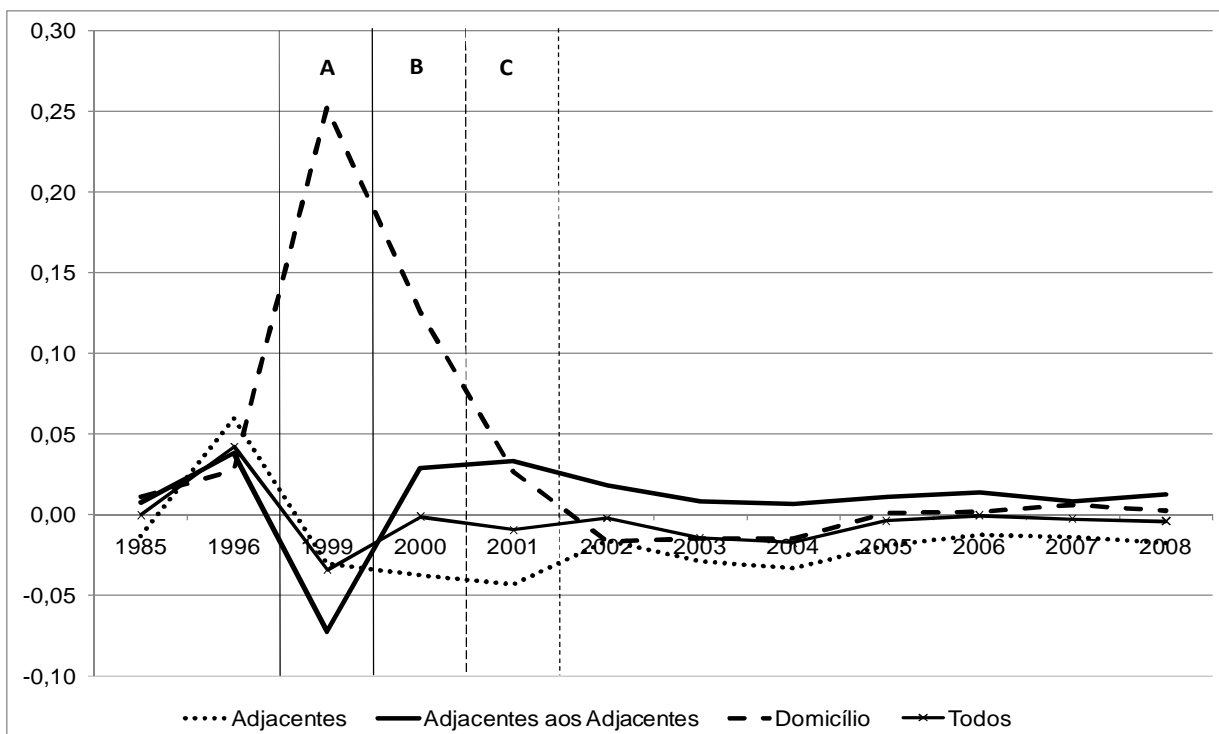


Gráfico 2.8 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios da Região Sul
Fonte: Autor (2011).

No gráfico 2.8, nos períodos em que ocorrem os investimentos, a produção industrial parece se deslocar dos municípios adjacentes em direção aos municípios vencedores da competição fiscal. Isso pode ser explicado principalmente pelo deslocamento espacial do fator de produção trabalho, que migra para a região e o setor que oferece o maior salário. Esse fato implica maiores custos de produção para as indústrias localizadas em municípios adjacentes, que podem migrar para regiões com custos menores em transporte e ou maior proximidade com o mercado, expandido principalmente pela instalação de indústrias com forte encadeamento para frente e para trás, que consomem e fornecem produtos de alto valor agregado.

Tabela 2.5 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios da Região Sul
Taxas de Crescimento adicionais sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços de 1985 até 2008 ^a

Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0076	0,0747	0,0173	0,0296	0,0119	0,0146	0,0090	0,0051	0,0033	-0,0029	-0,0068	-0,0063
Desvio Padrão	0,0058	0,0110	0,0035	0,0158	0,0106	0,0067	0,0053	0,0037	0,0023	0,0019	0,0017	0,0020
P-value	0,1873	0,0000	0,0000	0,0606	0,2601	0,0289	0,0895	0,1699	0,1465	0,1297	0,0001	0,0016

Adjacentes aos Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	-0,0018	0,0713	-0,0060	-0,0154	-0,0080	0,0068	0,0118	0,0069	0,0084	0,0061	0,0008	0,0015
Desvio Padrão	0,0054	0,0091	0,0066	0,0109	0,0109	0,0070	0,0052	0,0037	0,0029	0,0029	0,0030	0,0031
P-value	0,7462	0,0000	0,3677	0,1575	0,4637	0,3252	0,0224	0,0646	0,0045	0,0360	0,7812	0,6312

Domicílio	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0164	0,0823	0,0518	0,0538	0,0101	0,0163	0,0122	0,0092	0,0132	0,0100	0,0090	0,0102
Desvio Padrão	0,0055	0,0091	0,0093	0,0118	0,0041	0,0028	0,0023	0,0016	0,0020	0,0026	0,0031	0,0033
P-value	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000	0,0142	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0037	0,0019

Todos	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)											
	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coefficiente	0,0039	0,0794	0,0033	0,0039	-0,0055	0,0063	0,0099	0,0058	0,0052	0,0027	-0,0011	-0,0008
Desvio Padrão	0,0056	0,0098	0,0038	0,0110	0,0077	0,0048	0,0039	0,0026	0,0017	0,0019	0,0022	0,0025
P-value	0,4819	0,0000	0,3827	0,7195	0,4747	0,1872	0,0116	0,0260	0,0021	0,1526	0,6237	0,7521

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

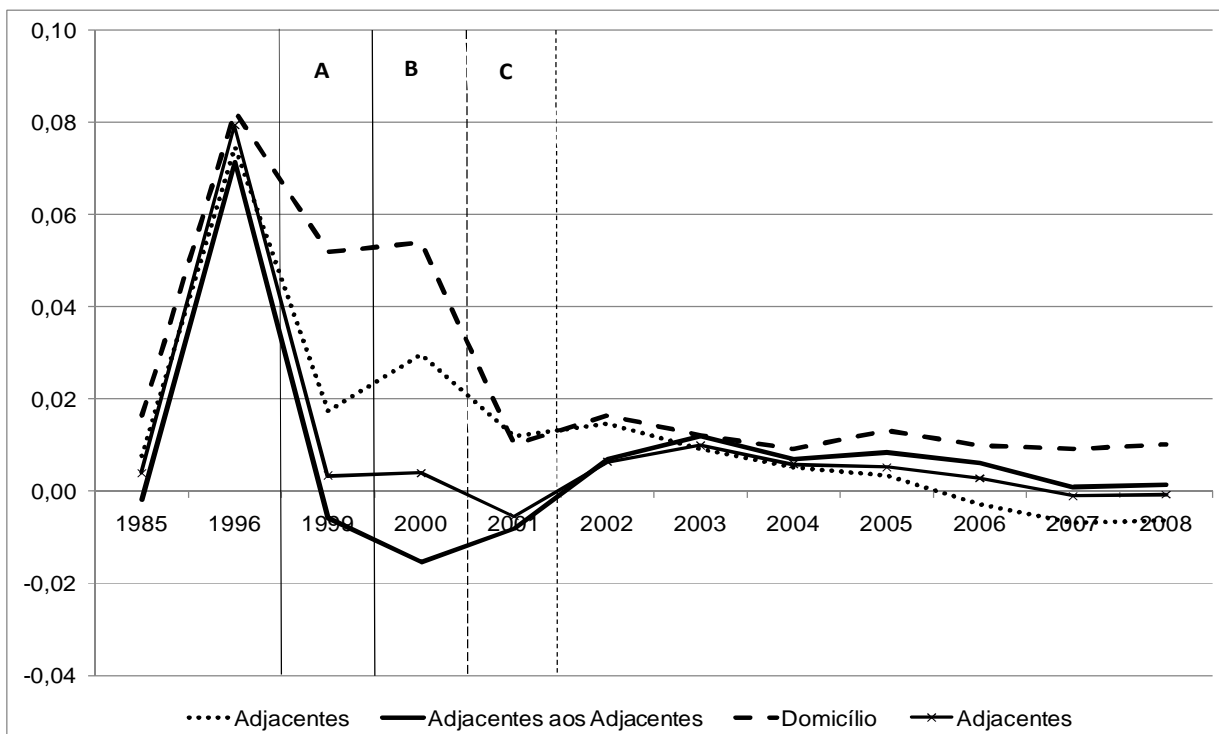


Gráfico 2.9 - Efeitos dos Investimentos em Montadoras sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios da Região Sul

Fonte: Autor (2011).

Assim como a indústria, o setor de serviços sofre uma forte influência dos investimentos em montadoras. No período entre 1996 e 2000 fica evidente a superioridade das taxas adicionais sobre o crescimento no valor agregado do setor de serviços nos municípios que recebem os investimentos. Este grupo cresceu adicionalmente 5,3% ao ano, comparado ao crescimento dos municípios do grupo de controle. Nos anos posteriores, o desempenho também foi superior em relação a todos os outros grupos, e mais de 1,0% superior a taxa de crescimento do grupo de controle.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte da literatura sobre competição fiscal inter-regional aponta para o resultado de uma subprovisão de bens e serviços públicos e, como consequência, uma redução no bem-estar econômico. No Brasil, mais especificamente na Região Sul, a disputa fiscal se deu por

novos empreendimentos relacionados à indústria automobilística. Como a expectativa era de que estes investimentos se instalassem no país, uma disputa fiscal via redução de tributos e outras espécies de renúncia fiscal por estados e municípios tenderam a reduzir o nível de bem-estar esperado.

Neste trabalho o foco se manteve na análise dos efeitos dos investimentos privados da indústria automobilística sobre a atividade econômica dos municípios de estados envolvidos na guerra fiscal. As taxas de crescimento adicionais do PIB sobre os municípios que hospedam o investimento, historicamente apresentam um desempenho superior aos outros grupos nos anos de 1996 a 2001, período de implantação e funcionamento das novas plantas. O desempenho destes municípios descolou, no sentido positivo, em relação aos outros grupos estudados, principalmente pelo desempenho conjunto das atividades industriais e de serviços, podendo-se inferir um aumento do bem-estar e da concentração destas atividades no grupo Domicílio.

No que tange a atividade de prestação de serviços do setor público verifica-se com clareza uma queda relativa na provisão esperada de serviços públicos locais em todos os três grupos analisados e no período do investimento privado, o que corrobora a ideia de que a disputa fiscal entre as jurisdições gera subprovisão de bens e serviços públicos locais e redução de bem-estar para os municípios dos grupos de municípios tratados. No caso do setor agropecuário pouco se pode inferir devido à insignificância estatística da maioria, os coeficientes estimados.

A existência de transbordamento dos efeitos de investimentos em montadoras, entre os três grupos de municípios tratados, foi acentuado e ficou evidente no estudo da evolução das taxas de crescimento adicionais do valor agregado produzido pela indústria. Neste caso o extravasamento espacial foi negativo, o que levou a uma maior concentração da atividade industrial nos municípios de domicílio dos novos empreendimentos. Não menos evidentes, os efeitos sobre o setor de serviços também implicam um efeito desigual dos investimentos sobre os três grupos tratados, o que leva a uma taxa de crescimento desigual entre todos os grupos de municípios.

Com os resultados obtidos neste estudo, é possível inferir sobre a existência de uma relação da competição fiscal por novos empreendimentos, no intuito de maior concentração urbana em municípios próximos a grandes centros urbanos. Uma proposição seria de que as cidades que constituem os grandes centros urbanos por conter maior número de eleitores, consequentemente obteriam mais benefícios e apoio político de níveis de autoridade fiscal

superiores. Outra proposição, em parte devido à anterior, seria de que tais municípios teriam maior autossuficiência de arrecadação, o que viabilizaria aumento na renúncia fiscal, comparativamente a outros grupos de municípios menos urbanizados ou com população menor. Portanto, devido a estas proposições, a hipótese da NGE sobre a concentração urbana espacial auto-reforçada permanece válida, apesar da exogeneidade da política fiscal local.

Neste estudo sobre a competição fiscal e a implicação dos investimentos em montadoras sobre a atividade econômica local, utilizou-se a regressão com dados em painel para obtenção dos resultados da competição fiscal sobre a economia dos municípios da Região Sul. Outros métodos econométricos ficam disponíveis para validar os resultados obtidos aqui, como utilizar *clusters* de municípios semelhantes como grupos de controle para controlar o problema de heterogeneidade da amostra. Por fim, sugere-se uma extensão do estudo, a fim de analisar os efeitos de todos os tipos de investimentos privados, e não somente de montadoras, relacionados à competição fiscal, além de abranger todos os municípios brasileiros.

3 INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA E CRESCIMENTO ECONÔMICO MUNICIPAL

3.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos retomou-se a discussão sobre a relevância dos investimentos públicos em infraestrutura e o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, em execução desde 2007, está inserido neste contexto. A maior parcela dos recursos destina-se ao setor energético e a fonte dos recursos é proveniente das empresas estatais do setor. O restante dos recursos é aplicado em infraestrutura social e urbana, bem como também no setor logístico. O financiamento do programa é provenientes do Orçamento Fiscal e da Seguridade, além das empresas estatais federais. Parte do dinheiro está sendo destinada à recuperação, adequação, duplicação e construção de rodovias federais. Uma das rodovias duplicadas, por exemplo, é a BR 101 no trecho que se estende do município de Palhoça, em Santa Catarina até o município de Osório, no Estado do Rio Grande do Sul.

O objeto de pesquisa abrange várias áreas da economia, principalmente as relacionadas a teoria do crescimento econômico, economia regional e urbana, e a nova geografia econômica. A econometria é utilizada na intenção de ajudar a identificar a direção causal e mensurar o efeito do investimento público em rodovias interestaduais em relação ao crescimento econômico municipal.

O problema de pesquisa se resume em três perguntas: Investimento público em infraestrutura gera crescimento regional? Quais os municípios e regiões mais beneficiados? Qual a medida do efeito do investimento em infraestrutura sobre os indicadores de atividade econômica regional e municipal?

Uma hipótese sugere que o investimento em rodovias interestaduais aumenta a atividade econômica regional, via aumento na produtividade dos fatores de produção. No caso específico, a suposição a ser levantada é que a construção das rodovias BR 101 (1969-1971) e BR 116 (1958-1961) geraram crescimento econômico local, independente da realocação inter-setorial e espacial das atividades econômicas, no período entre 1970 e 2006. Outra hipótese é a evidência de uma diferença entre o crescimento regional dos “municípios de passagem”, municípios adjacentes e os

municípios fora da área de influência das estradas.

O objetivo geral do trabalho proposto é verificar e identificar os efeitos do investimento público sobre a economia regional e local do estado de Santa Catarina, num horizonte de tempo que vai de 1970 até 2006. Alguns objetivos específicos atingidos podem ser apresentados:

- Contextualizar o tema na literatura econômica do crescimento econômico e da economia regional e urbana, destacando o papel do investimento público na economia;
- Descrever, numa estrutura coerente, os resultados do modelo empírico e confrontar com os resultados da literatura sobre o assunto.
- Avaliar de forma crítica a teoria resenhada e os resultados obtidos no estudo proposto, a fim de propor uma nova forma de análise e uma agenda de pesquisa.

Após esta breve introdução, o estudo apresenta cinco seções. Na 3.2 faz-se um relato atual sobre as rodovias interestaduais que cortam o estado de Santa Catarina, e também sobre os movimentos da atividade governamental, no sentido da retomada do investimento público por meio do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, inserindo o tema de pesquisa e destacando sua relevância para conhecer os verdadeiros efeitos do investimento público na economia regional e local em Santa Catarina. Na seção 3.3 faz-se um apanhado geral sobre a literatura do crescimento econômico e estudos empíricos específicos, focado nos investimentos em rodovias e crescimento econômico local. Na seção 3.4 é apresentada a metodologia da pesquisa com os procedimentos para se atingir os objetivos propostos, destacando o método de regressão com dados em painel, utilizado neste estudo, e uma descrição da metodologia “quase-experimental comparativa” aplicado a economias locais ou municipais por alguns autores. Na seção 3.5 são analisados os resultados na obtenção de respostas às questões de pesquisa. Por fim, relatam-se algumas considerações finais que apresentam a viabilidade e dificuldades da pesquisa, seus possíveis impactos e uma agenda.

3.2 RODOVIAS INTERESTADUAIS E PROGRAMAS DE INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA

No contexto dos investimentos em rodovias, foi a partir do final da década de 1930 que surgiu uma política bem definida na área de transporte, principalmente direcionadas ao transporte

rodoviário, com a aprovação do Plano Nacional de Viação, concepção do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e recursos obtidos de contribuições vinculadas à área. (GOULARTI FILHO, 2007, p. 170).

No fim da década de 40 o estado de Santa Catarina dispunha de quatro importantes vias de comunicação, segundo estudo do DNER (1986). Em resumo, o primeiro trata-se da atual BR-116, que corta o estado ao meio de norte a sul, passando de Lages até Mafra; o segundo caminho, o Litorâneo, foi o que derivou a BR 101; do terceiro caminho, de São José a Lages, surgiu à ideia da BR 282, que deveria ligar o litoral ao planalto oeste do estado; por fim, e não menos importante, o caminho que originou a BR 280, que passava por uma região de incipiente industrialização à época (Nordeste do Estado de Santa Catarina). Segundo o mesmo estudo, o administrador da província, Presidente Antônio Pereira Pinto, apontava a necessidade de outras duas estradas, uma delas seria o que é hoje a BR-470.¹¹

Segundo Goularti Filho (2007), a precariedade das rodovias do Sul do país permaneceu, até que, em 1960, foi iniciada a pavimentação da BR 116, antiga BR 2 e, no início dos anos 70 o último trecho da BR 101 foi pavimentado, ao sul de Santa Catarina e aproximadamente dez anos depois do início da pavimentação da BR 116. O período de construção da BR 101 foi de 1969 a 1971. Neste contexto, a política viária nas décadas de 60 e 70, resultou em um rápido processo de pavimentação de rodovias federais.

Num breve relato, o objetivo é destacar as principais características das BR 116 e BR 101, já que são as únicas rodovias federais inauguradas até o final da década de 70 e que percorrem de norte a sul todos os três estados do Sul. Cabe ressaltar que um pequeno trecho gera uma pequena descontinuidade na BR 101, mas é substituído pela rodovia BR 376 a partir do município de Garuva em Santa Catarina até Curitiba, quando alcança em sentido norte a BR 116 até o estado de São Paulo.

A BR 116 trata-se de uma das principais ligações entre o norte e o Sul do país, com extensão de aproximadamente 4.474 km, atravessando 11 estados brasileiros. A rodovia cruza Santa Catarina com extensão aproximada de 310 km, nas regiões conhecidas como o Planalto de Canoinhas, ao norte; Campos de Curitibanos, região ao centro do estado catarinense, e ao sul percorre os Campos de Lages até o município de Vacaria, no estado do Rio Grande do Sul.

¹¹ Outros aspectos históricos da evolução viária primitiva de SC, ver capítulo 1 do DNER (1986).

A rodovia BR 116 pavimenta um caminho construído ainda no Brasil colônia que esteve ligado ao transporte de gado e mula da região dos pampas até as regiões ao sul de Minas Gerais, para atender trabalhadores da mineração no centro do país. Apesar de algumas teorias argumentarem que a pavimentação foi implantada no sentido de integração nacional, o fator relevante se deve, em última instância, ao atendimento de demandas por um meio mais eficiente de transportar os fatores de produção e os bens e serviços, bem como aumentar o comércio entre os grandes centros urbanos à época, nas décadas de 60 e 70, com destaque ao sul para a ligação entre São Paulo, Curitiba e Porto Alegre.

Em Santa Catarina o impacto econômico foi sentido principalmente sobre a atividade extrativa da madeira, que teve início no final da primeira metade do século passado, posteriormente tornou-se um grande problema com o esgotamento da atividade, principalmente na região de Lages, cidade politicamente influente na época. Atualmente esta região tem sua atividade baseada em algumas agroindústrias, na indústria de papel e celulose, no reflorestamento e agricultura extensiva. A implantação da estrada se deu no período de 1958 a 1961, no governo de Juscelino Kubitschek de Oliveira.

A construção da rodovia BR 101 foi motivada principalmente por ser uma ligação mais eficiente entre as duas maiores cidades do país, reduzindo significativamente os custos de transporte, aumentando o comércio e a mobilidade dos fatores de produção.

No Sul do país o trecho que une os três estados do Sul foi inaugurado em meados de 1971. Para o estado de Santa Catarina tem a função de ligar as principais cidades litorâneas, bem como ser parte importante da ligação entre a origem da produção em cidades de toda a Região Sul do país até os quatro portos catarinenses, dois no Rio Grande do Sul, o porto de Paranaguá e de Itapoá, no estado do Paraná.

Em suma, cabe destacar que com o aumento da necessidade de escoar a produção e a intensificação do comércio, os grandes centros urbanos tendem a demandar serviços de infraestrutura de transporte, que por sua vez aumentam a produtividade e a mobilidade dos fatores e possibilitam uma maior concentração urbana e conseqüentemente economias de aglomeração que se auto-reforçam.¹²

O recente lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento do governo federal retoma o pressuposto de que investimento público em infraestrutura induz ao crescimento

¹² Esta questão é bem estudada no próximo ensaio, capítulo 3.

econômico e leva prosperidade à região hospedeira do equipamento público. No lançamento do PAC, o executivo federal entrou com uma proposta de alteração no artigo 3º da Lei nº 11.439, de 29 de dezembro de 2006¹³, na intenção de ampliar os investimentos públicos destinados ao Projeto Piloto de Investimentos – PPI¹⁴ de 0,2% para 0,5% do PIB (R\$ 11,28 bilhões). O argumento é promover o crescimento econômico do Brasil por meio da ampliação no investimento em R\$ 6,69 bilhões, 0,3% do PIB a mais. Além disso, o governo afirma que a intenção é viabilizar um conjunto de ações do PAC, também que os projetos “incluídos no PPI devem ter a característica de constituição de ativos que contribuirão para gerar no futuro, para o setor público e para a economia do país como um todo, resultados positivos superiores aos valores investidos”.(BRASIL, 2007, p. 1).

No início, foram selecionados 104 projetos para o PPI, grande parte direcionados à área de transportes, no entanto, em 2005 o número de projetos passou para 132.¹⁵ O governo assumiu como critérios para seleção dos projetos a eliminação de gargalos no escoamento da produção agrícola, o “princípio da trafegabilidade” e a viabilidade da conclusão do projeto num prazo de 3 anos. Na tabela 3.1 pode-se observar como estavam programados os investimentos do governo federal provenientes do Orçamento Fiscal e da Seguridade Social.

Tabela 3.1 - Investimentos dos Orçamento Fiscal e da Seguridade Social 2007-2010 (bilhões de reais)

	2007	2008-2010	Total
Investimentos do PAC	15,8	52	67,8
PPI	11,3	41,2	52,5
Demais	4,5	10,8	15,3
Demais Investimentos	8,7	37,3	46
Total	24,4	89,4	113,8

Fonte: Brasil (2007).

¹³ A Lei trata das diretrizes para elaboração da Lei Orçamentária de 2007 (LDO-2007).

¹⁴ No final do ano de 2004 surge a idéia de usar recursos direcionados a infra-estrutura, um Projeto de Piloto de Investimento, que retira o valor dos investimentos do cálculo do Resultado Primário do Tesouro Nacional, fugindo de contingências para cobrir os déficits financeiros. A sugestão foi levantada no momento do acordo com o Fundo Monetário Internacional, que se fundamentava existência de uma forte correlação entre investimentos em infra-estrutura e o crescimento econômico.

¹⁵ O PPI inova na “[...] metodologia de acompanhamento, que monitora intensivamente a evolução dos contratos e seus custos, o cumprimento dos prazos e a avaliação dos impactos. Essa metodologia possibilitou acompanhar o andamento dos empreendimentos e adotar as medidas que pudessem contribuir para a acelerar a evolução das obras e maximizar a aplicação dos recursos. O Projeto Piloto permite ainda o remanejamento rápido de recursos entre seus projetos o que possibilita acelerar a execução orçamentária.” Ver o PPI na íntegra: Brasil (2007).

O programa destina recursos a três áreas. Grande parte dos recursos deve ser destinada ao setor energético, aproximadamente 55%. Para a melhoria e construção de estradas, ferrovias, portos e aeroportos, saneamento e educação receberiam 45% dos recursos até 2010.

Tabela 3.2 - Investimentos do PAC segundo sua Fonte e seus Programas 2007-2010 (bilhões de reais)

Fontes/Área	Infraestrutura			Total
	Logística	Energia	Social	
Orçamento Fiscal e da Seguridade Estatais Federais e Demais Fontes	33,0	-	34,8	67,8
	25,3	274,8	136,0	436,1
Total	58,3	274,8	170,8	503,9

Fonte: Brasil (2007).

As medidas tomadas pelo atual governo, estabelecidas no PAC, consistem em estimular o investimento privado, aumentar o investimento público em infraestrutura e remover obstáculos de ordem institucional ao crescimento econômico. O objetivo destas medidas são a promoção da aceleração do crescimento econômico, o aumento do emprego e a melhoria das condições de vida da população brasileira.

No que tange o investimento em infraestrutura, a intenção é de eliminar os principais gargalos ao crescimento da economia, reduzir custos e aumentar a produtividade das empresas, estimular o aumento do investimento privado e reduzir as desigualdades regionais.

Na área logística seriam aplicados 58,3 bilhões de reais no horizonte de 2007 a 2010, que corresponde a 11,6% do total do PAC. Os recursos são provenientes do Orçamento Fiscal e da Seguridade e de Estatais Federais e Demais Fontes, 33,0 e 25,3 bilhões de reais, respectivamente.

Na tabela 3.2 pode-se observar a como foi feita a divisão das fontes e destino dos recursos previstos no PAC.

Tabela 3.3 – Investimentos do PAC em Infraestrutura Logística 2007-2010 (Em bilhões de reais)

Modal	2007	2008-2010	Total
Rodovias	8,1	25,3	33,4
Ferrovias	1,7	6,2	7,9
Portos	0,6	2,1	2,7
Aeroportos	0,9	2,1	3,0
Hidrovias	0,3	0,4	0,7
Marinha Mercante	1,8	8,8	10,6
Total	13,4	44,9	58,3

Fonte: Brasil (2007).

O investimento previsto destinado a rodovias é de aproximadamente 57,3% do total previsto para o setor logístico, são 33,4 bilhões de reais destinados à recuperação, adequação, duplicação e construção de rodovias. No horizonte do PAC estariam previstos recursos exclusivamente destinados à região Sul do Brasil no valor de 4,5 bilhões de reais para o setor logístico. Recentemente o programa foi estendido por mais quatro anos, denominado PAC II.

O PAC prevê para a região Sul o recebimento de recursos a serem investidos em todas as áreas ao longo de quatro anos. A região receberia fortes investimentos em portos e infraestrutura urbana. Recursos relevantes do PAC foram aplicados na duplicação da BR 101, até então inacabada. A parte sul da rodovia, que liga a região da Grande Florianópolis, em Santa Catarina, ao município de Osório, no Rio Grande do Sul, está sendo duplicada e os recursos do programa federal vêm reforçar este processo.

Nesse contexto, a preocupação sobre qual a efetividade do efeito do investimento público sobre o crescimento regional se mostra atual e necessária, com o objetivo de verificar a direção causal entre investimento público e crescimento regional e mensurar este efeito, já que os investimentos requerem volumes elevados de recursos. Na hipótese de efeitos positivos do investimento sobre o crescimento econômico, é importante que se tenha uma medida do volume adequado de investimentos públicos em infraestrutura compartilhada, com o objetivo de maximizar o bem-estar social. Por isso, é de grande valor medir e identificar os possíveis efeitos do gasto governamental em rodovias, sobre a economia regional e local no Brasil de 1970 a 2006, por exemplo.

3.3 REVISÃO TEÓRICA

A teoria do crescimento econômico estuda como elemento central a função de produção agregada e o seu comportamento, que depende da qualidade e do nível de suas variáveis explicativas ou de seu domínio, neste caso dos fatores de produção. Estes, muitas vezes, são as causas das diferenças da renda per capita entre os países. Resumidamente, o nível de capital físico, trabalho, progresso técnico¹⁶, capital humano, instituições (arcabouço institucional adequado e desenvolvido), sistema financeiro determinam o comportamento ou “desempenho” da função de produção.¹⁷

Romer (2001) destaca a importância da infraestrutura social definida como instituições e políticas que encorajam o investimento e a produção ao invés do consumo e a diversão. No primeiro caso, a ideia é que os recursos se destinem à criação de capital físico e capital humano, com o objetivo de aumentar o produto futuro, embora seu uso não crie bens e serviços para o consumo corrente. Diferente desta definição, a infraestrutura econômica, que no agregado se confunde com o capital físico de uma função de produção agregada, são construções destinadas a prover um bem ou serviço que gera externalidades positivas e afetam a função de produção via o incremento na produtividade dos fatores.

Vários autores procuram entender os efeitos do nível educacional sobre o crescimento econômico. Lau et al. (1993) analisam os efeitos da educação e revelam que na adição de um ano de educação por trabalhador, o produto aumenta em média aproximadamente 20 %.¹⁸ Bils e Klenow (2000) buscam quantificar a força do efeito da educação sobre o crescimento e testam a hipótese de que o capital humano cresce com o aumento da escolaridade, que conseqüentemente contribui para a taxa de crescimento do país. Os autores revelam empiricamente outro sentido causal, que as expectativas de crescimento econômico afetam positivamente o nível de escolaridade.

¹⁶ Aghion e Howitt (1998) apresentam um estudo completo sobre crescimento endógeno, além de realçar as implicações do progresso técnico sobre o crescimento econômico.

¹⁷ Ver Barro e Sala-i-Martin (1995) para aprofundar na construção de modelos de crescimento econômico que incluem os fatores que determinam as diferenças no desempenho das economias. Os últimos capítulos se destinam as aplicações empíricas nos vários níveis de economia, compara economias nacionais, estaduais e locais.

¹⁸ Vários autores correlacionam a educação ao crescimento. Tal como Barro et al. (1995) as diferenças transitórias na taxa de crescimento do capital humano explicam as diferenças temporárias nas taxas de crescimento dos países.

Um estudo empírico, a nível regional, aplicado por Rauch (1993), testa empiricamente a hipótese de que as cidades com mais alto nível médio de capital humano têm conseqüentemente níveis mais altos de salário e renda da terra. Aqui o autor observa que existe a possibilidade de diferenças no padrão de vida em nível local.

Com relação ao investimento físico, Todaro (1996, p. 105) destaca a importância do investimento em infraestrutura de transporte. As estradas se encarregam de distribuir a produção, sem a qual os produtos não seriam distribuídos e muito menos consumidos por outras localidades e regiões de uma economia estadual e nacional. Neste caso o produto não poderia ser adicionado ao produto nacional ou estadual. No caso da existência de estradas, a qualidade de pavimentação teria uma influência sobre a produtividade e o volume do produto final da economia como um todo. A produtividade seria afetada pela redução no tempo de entrega e melhoria da qualidade dos insumos, além de uma redução nos custos de transporte (ganhos de escala), enquanto o volume do produto final da economia seria afetado pelo aumento da possibilidade de comércio intermunicipal e interestadual, bem como da redução de perdas com transporte.

Neste sentido, a literatura sobre crescimento econômico e infraestrutura também aponta resultados variados dos efeitos do investimento em infraestrutura sobre a atividade econômica. Holtz-Eakin e Schwartz (1995) apresentam um modelo padrão de crescimento neoclássico que incorpora o gasto público na função de produção do tipo Coob-Douglas. Os autores aplicam o modelo para 48 unidades estaduais dos EUA e sugerem que um aumento na taxa de gastos com infraestrutura apresenta um impacto irrelevante sobre o crescimento da produtividade anual no período de 1971 até 1986. Já Neil (1996) indica a possibilidade de um investimento ótimo em infraestrutura no *steady-state*, e usa um modelo computacional simples para simular os efeitos do aumento nos investimentos em infraestrutura sobre o crescimento do produto e do consumo per capita.¹⁹

No caso da construção de rodovias interestaduais, cada região é afetada de forma diferente: a localização da rodovia afeta diretamente seu entorno e indiretamente cidades ligadas ou vizinhas as cidades a beira de estrada. A cada período seus efeitos também diferem na fase de construção e pós-inauguração, logo as produtividades são afetadas de forma diferentes. Cabe

¹⁹ Outros autores seguem a mesma idéia de aplicar a função de produção de longo prazo. Bajo-Rubio (2000) propõe uma generalização do modelo de Solow incluindo o setor público na função de produção de longo prazo, seus resultados sugerem uma relação entre o crescimento do tamanho do setor público e crescimento do produto per capita.

ressaltar que na fase de construção existe uma canalização de recursos a setores relacionados à construção da rodovia, ou seja, o gasto do governo afeta a demanda por bens relacionados à indústria da construção, logo a atividade econômica nas cidades focadas na construção civil e indústria extrativa podem ser beneficiadas.

Nesta linha, para analisar os efeitos dos gastos públicos em infraestrutura sobre o crescimento econômico local, Rephann e Isserman (1994) aplicam um modelo empírico para avaliar os efeitos da construção de rodovias interestaduais sobre cidades não metropolitanas, usando um método *quase-experimental* de “casamento”. O método consiste em procurar cidades fora do alcance dos efeitos da rodovia ou de outras estradas que tenham similaridades com as cidades que recebem a rodovia, tais parecenças devem ser definidas antes do período de construção da via. Em suma, consiste em comparar o desempenho de cidades que recebem o tratamento com as cidades que não são tratadas, neste caso o tratamento é a rodovia interestadual.

Os autores concluem que as cidades beneficiadas são aquelas adjacentes as cidades próximas a grandes cidades, ou que possuem condições prévias de urbanização. Cidades essencialmente rurais e aquelas fora do alcance dos efeitos da rodovia sofrem poucos efeitos positivos para o crescimento econômico.

No início desta década, Chandra e Thompson (2000) examinaram a relação entre investimentos públicos expressivos em infraestrutura e a atividade econômica a nível municipal. No trabalho os autores estudam os impactos de investimentos específicos em rodovias interestaduais sobre economias locais não metropolitanas nos EUA, que recebem a rodovia ou são adjacentes a elas. Os impactos sobre a indústria são diferenciados, algumas atividades são realocadas e, naquelas em que o custo de transporte se reduz, o resultado é o aumento do nível de atividade específica. Outro proveito diz respeito as rodovias, que também provocam realocação espacial das atividades econômicas, ou seja, nas cidades cortadas pela rodovia o nível de atividade econômica cresce, enquanto nas cidades adjacentes suas unidades de negócio se retiram em direção as cidades onde passa a rodovia.

Os autores apresentam um estudo econométrico que abrange um grupo de cidades não metropolitanas dos EUA que recebem a rodovia interestadual após 1969, um segundo grupo de cidades não metropolitanas adjacentes ao primeiro grupo, e um grupo de controle que não recebe rodovias e não é adjacente a cidades que recebem rodovias durante o período estudado 1969-1993. A metodologia utilizada pelos autores é a adotada neste ensaio.

3.4 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Para alcançar os objetivos neste trabalho foi necessária a realização de uma pesquisa de caráter teórico-empírico sobre o tema. O caráter teórico foi apresentado na seção anterior, dada por uma pesquisa e análise da teoria e ou de modelos teóricos que se referem ao assunto estudado. Apresenta-se também um relato e análise dos fatos concretos descritos nos periódicos, jornais e cadernos econômicos sobre investimentos públicos federais, principalmente rodovias federais. A análise baseia-se em dados secundários da atividade econômica e características sócio-econômicas e geográficas dos municípios implicados no estudo.

O ensaio proposto utiliza dados de valor agregado de cada setor da economia por municípios ou Áreas Mínimas Comparáveis de 1970 (AMC-1970) para explicar o efeito do investimento em infraestrutura de transporte rodoviário sobre o crescimento do valor agregado dos três principais setores da economia dos Municípios catarinenses. Utiliza-se os termos ou siglas Municípios, cidades e AMCs como sinônimos.

Os dados de valor agregado, produzido por cada setor de atividade por município e estado, além do valor agregado por setor para o Brasil, foram obtidos no sítio do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA²⁰. Lembrando que a fonte dos dados é do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Os dados de valor se referem aos sistemas de contas regionais do IBGE para os anos de 1970, 1975, 1980, 1985, 1996, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 de 241 municípios que abrangem a região sul do país. A amostra na estrutura de dados em painel soma 3.132 elementos.

A partir dos dados coletados, foi preciso mapear os municípios aos quais as rodovias federais perpassam, municípios adjacentes a estes, e municípios sem estradas federais pavimentadas no período de 1970 a 1996. Em seguida, extraíram-se os municípios atravessados pelas BR 116 e BR 101 para formar o grupo com tratamento, assim como todos os municípios adjacentes para formar outro grupo. Por fim, dos municípios restantes extraiu-se aqueles municípios de controle que não tinham em seu território nenhuma rodovia federal pavimentada e

²⁰ O endereço na rede internacional de computadores é www.ipea.gov.br. Ao acessar este endereço, seleciona-se a bandeira eletrônica “IPEADATA”, a escolhe-se o sumário de dados “REGIONAL” por “TEMA”, neste sumário seleciona-se “CONTAS NACIONAIS”, uma lista de títulos de dados aparece e neste caso seleciona-se “PIB MUNICIPAL – INDÚSTRIA - VALOR ADICIONADO” e nesta mesma ordem para os outros valores, agropecuária, serviços e PIB. Por fim, exportam-se os dados em Excel.

vizinhança com os municípios tratados. As rodovias federais BR 101 e BR 116 foram escolhidas pelos seguintes critérios:

- Atravessam inteiramente o território de Santa Catarina, ligando ambos os estados fronteiriços.
- Estão pavimentadas em todo o trecho que perpassa o estado de Santa Catarina.
- A pavimentação foi finalizada na Região sul do país antes de 1975.

Aqui se apresentam dois métodos que poderiam viabilizar a pesquisa, um deles é o método do casamento quase-experimental. A denominação deste método se deve a busca por uma cidade ou município equivalente ao ‘município de beira de estrada’, para isso definem-se algumas características que devem ser equivalentes entre os dois municípios antes da construção da rodovia e mede-se a diferença na evolução de alguns indicadores de atividade econômica. O segundo método é estimar os efeitos da rodovia por uma regressão com Dados em Painel. Certamente, os dois métodos se complementam e tornam os resultados mais robustos na definição dos efeitos da rodovia sobre o crescimento econômico regional, ou melhor, o resultado de ambos os métodos devem ser semelhantes para comprovar os reais efeitos do tratamento. Utilizar análise de intervenção também poderia revelar resultados interessantes.²¹

Neste caso, são três métodos diferentes que ajudam a definir os verdadeiros efeitos da construção de uma rodovia interestadual sobre a economia regional, contudo neste trabalho a regressão de dados em painel foi eficiente na estimação dos resultados. A seguir faz-se uma apresentação do método *quase-experimental* de comparação de municípios gêmeos e, por último, a metodologia de regressão de dados em painel.

Este processo *quase-experimental* é dividido em vários estágios. As cidades tratadas e não tratadas, assim como aquelas que são cortadas pela estrada e as que não recebem a estrada, devem ser casadas com base em características econômicas e espaciais semelhantes durante o período de seleção. Após a seleção do grupo não tratado, é feito um teste comparativo com o grupo de cidades tratadas, comparando as taxas de crescimento antes do tratamento (construção da estrada). No caso deste pré-teste, indicar que as cidades não são bem casadas, outros métodos podem remediar este problema.

²¹ Resumidamente o método se utiliza de um modelo auto-regressivo do tipo ARIMA com variáveis *dummies* para marcar a intervenção ou tratamento em uma dada série temporal, para estimar a magnitude e a duração do impacto da intervenção.

No estudo de Rephann e Isserman (1994) é feito um pré-teste que verifica se o crescimento econômico das cidades gêmeas é similar antes da construção da rodovia, em seguida, caso o casamento se confirme, o mesmo teste t é sugerido para avaliar se a diferença média entre os crescimentos dos grupos de cidades (grupo tratado e grupo de controle) são estatisticamente significantes.

O casamento das cidades é feito em três etapas: aplicação de uma sequência de características, cálculo de uma medida de similaridade,²² e casamento ótimo. As características são restrições globais que asseguram ambos, tanto ao grupo de controle o não recebimento de tratamentos semelhantes ao grupo de cidades que é cortado pela estrada, quanto que outras condições sejam semelhantes. Os *Calipers* (características) são níveis de tolerância $u(1), \mathbf{K}, u(n)$ determinados pelo pesquisador para definir corretamente as variáveis de controle $x(1), \mathbf{K}, x(n)$. Por exemplo, excluir todas as cidades que recebem estradas interestaduais, visto que tal situação pode prejudicar a mensuração do impacto da estrada sobre o grupo estudado.

Existem diversas metodologias de cálculo de medidas de similaridade para obter um grupo de controle. O objetivo do agrupamento é selecionar elementos de características semelhantes. No estudo em questão, caso a metodologia fosse utilizada, seriam levantadas as peculiares de cada município brasileiro com o objetivo de casar as cidades sob a área de influência das rodovias federais com seus semelhantes, fora da área de influência de rodovias federais. Os principais dados devem se referir aos fatores que afetam o desempenho da economia local, como escolaridade, nível de urbanização, renda per capita inicial, população, entre outras características sócio-econômicas e geográficas.²³ Após a compilação dos dados, estes devem ser padronizados, de forma a dar peso igual a todas as variáveis.

Uma maneira de agrupar elementos similares é quantificar as características de cada elemento e recorrer a um critério que calcule a distância de um elemento a outro. Neste caso a Distância Euclidiana pode identificar que alguns elementos são mais similares que outros, matematicamente:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \mathbf{K} + (x_n - y_n)^2}, \quad (3.1)$$

²² Por exemplo, a distância euclidiana.

²³ Neste caso o modelo de regressão por dados em painel com efeitos fixos é mais eficiente por levar em consideração o impacto das características particulares de cada elemento da amostra de corte transversal.

onde, $d(x, y)$ é a distância entre os elementos x e y (vetores de características) e os x_{is} e y_{is} são as características de cada elemento, neste caso existem n características e dois elementos. Na busca por municípios similares àquele que recebe a rodovia, poderia ser processado utilizando-se o *software Statistica*, por exemplo. O *software* processa os dados, utilizando alguns métodos hierárquicos, como o *Complete Linkage*, *Single Linkage* e o Método de Ward.

Da mesma forma, existem métodos não hierárquicos como o método de k -médias. Com este método pode-se processar agrupamentos. Primeiro agrupam-se os elementos em k grupos aleatórios, onde k é o número de grupos previamente determinados. Em seguida, calcula-se a média das características de cada grupo e, na próxima etapa, o elemento mais próximo, por distância euclidiana, à média de um dado grupo, é removido para este grupo. Assim, são recalculadas as médias do novo grupo formado ao adicionar um novo elemento e do grupo que perdeu o elemento. As etapas anteriores devem ser repetidas até que não haja mais migração de elementos entre os grupos.

O estudo de Rephann e Isserman (1994) classifica as cidades em cinco grupos mais o grupo de controle. Eles sugerem o grupo dos municípios em que a rodovia está sendo construída (*highway construction counties*); dos municípios urbanizados chamados de *competitive counties*; das cidades próximas (talvez adjacentes) aos municípios urbanizados, denominados por *urban spillover counties*; dos municípios com predomínio da atividade rural (*uncompetitive counties*); e dos municípios adjacentes, aqueles que não recebem o tratamento e são localizados na vizinhança dos municípios tratados. Comparando estes grupos com o grupo de controle (municípios similares ou gêmeos), os autores obtêm os resultados do estudo.

Neste ensaio utiliza-se a metodologia de regressão de dados longitudinais, a proposta segue o trabalho de Chandra e Thompson (2000), onde sugere o estudo de três grupos de cidades: um grupo com as cidades que recebem o tratamento, outro com as cidades adjacentes ao primeiro grupo, e um terceiro seria a junção dos dois primeiros grupos. Um quarto grupo, utilizado como grupo de controle, são aquelas cidades que não recebem o tratamento. Os autores utilizam a metodologia de regressão de dados em painel.

Assim como no primeiro ensaio, apesar da possibilidade da utilização do método do casamento quase-experimental, neste capítulo utiliza-se a regressão de dados em painel, pois, além de ser um método mais prático, também minimiza a heterogeneidade entre os elementos da amostra com a retirada de efeitos fixos dos parâmetros estimados, que medem o efeito do

tratamento sobre a atividade econômica municipal. Aos moldes do primeiro capítulo o modelo geral de regressão com dados em painel é:

$$Y_{it} = \mathbf{a} + X'_{it} \mathbf{b} + w_i + u_t + e_{it}, \quad (3.2)$$

onde, Y_{it} é a variável dependente, X'_{it} é um vetor de k regressores, e_{it} é o termo de erro aleatório para $i = 1, \mathbf{K}$ n unidades de corte transversal para cada período de tempo $t = 1, \mathbf{K}$ T . Os parâmetros \mathbf{a} , w_i e u_t , são respectivamente a constante autônoma do modelo de regressão, os efeitos não observados de cada elemento de corte transversal, e os efeitos não observados de cada período de tempo. Os efeitos podem ser fixos ou aleatórios. No caso dos efeitos serem fixos significa que a covariância entre w_i e X'_i é diferente de zero, invalidando os pressupostos clássicos, $Cov [w_i, X'_i] = 0$. Neste caso, o modelo estimado também segue a formulação de Chandra e Thompson (2000):

$$Y_{it} = \mathbf{a} + X'_{it} \mathbf{b} + tY_t^E + pY_t^F + w_i + e_{it}, \quad (3.3)$$

onde, Y_{it} é o logaritmo neperiano do valor agregado produzido por determinado setor da economia municipal i no período t , Y_t^E e Y_t^F é o logaritmo natural do valor agregado produzido pelo Estado e pela Federação, respectivamente. No caso do valor agregado estadual, antes que o logaritmo seja aplicado, desconta-se o valor da produção do município associado. A matriz X'_{it} é a série de idade das rodovias, que ao mesmo tempo identifica os municípios que recebem o tratamento, neste caso assume-se que as rodovias BR 101 e BR 116 têm a mesma idade. O \mathbf{b} é um vetor de parâmetros de ordem k que ao ser estimado significa a diferença entre a taxa de crescimento dos municípios que recebem o tratamento, e a taxa daqueles que não recebem o tratamento a cada ano de funcionamento da estrada. Como o modelo exposto retira os efeitos fixos, w_i , o componente de erro e_{it} é estimado de maneira robusta e eficiente e deve atender os pressupostos do modelo linear clássico²⁴.

Assim como no ensaio exposto no primeiro capítulo, na presença de heterocedasticidade e a covariância nos resíduos, faz-se necessário a utilização do método de mínimos quadrados

²⁴ Alguns pressupostos do modelo de regressão linear podem ser representados por $E[e_{it} | X'_{it}, w_i] = 0$,

$Var [e_{it} | X'_{it}, w_i] = s^2$ e $Cov [e_{it}, X'_{it}] = 0$, além de admitir que os erros não devam ser correlacionados temporalmente.

generalizados factíveis, que resolve grande parte dos problemas de autocorrelação nos resíduos, verificado na estatística DW.

3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As tabelas de 3.4 a 3.7, juntamente com os gráficos de 3.1 a 3.4, estão organizadas por seção, exceto a primeira tabela, que representa o agregado dos três setores. Os resultados apresentados em cada relação mostram a evolução dos efeitos das rodovias federais sobre produção e as atividades econômicas dos municípios. No caso, estimam-se os efeitos sobre as taxas de crescimento do PIB, valor agregado da produção agropecuária, valor agregado da produção industrial e valor agregado gerado no setor de serviços dos municípios pelos quais a rodovia passa, dos municípios adjacentes aos municípios cortados pela estrada e da união dos dois conjuntos de municípios, que são denominados de Interestaduais, Adjacentes e Todos, respectivamente.

Nos gráficos são apontados a evolução dos coeficientes estimados e traçado uma tendência polinomial de ordem três, para cada grupo de municípios.

Todas as tabelas mostram os resultados das estimativas dos coeficientes da regressão, relacionados às variáveis *dummies* de idade das rodovias com seus respectivos desvios padrão e valor da probabilidade (*p-value*). Como as rodovias estudadas foram inauguradas entre o período de 1971 a 1972 e as estimativas partem de uma taxa de crescimento adicional anual, estimada no período entre 1970 a 1975, período de transição entre a construção e inauguração, misturam-se o efeito sobre o crescimento causado pela demanda por insumos na construção das rodovias, transtornos causados pela interrupção das vias e o possível benefício após a inauguração das estradas federais.

Tabela 3.4 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o PIB dos Municípios de Santa Catarina

Taxas de Crescimento adicionais sobre o PIB de 1971 até 2006 ^a

Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	-0,0060	0,0231	0,0124	-0,0006	0,0036	0,0047	0,0044	0,0059	0,0086	0,0065	0,0048	0,0040
Desvio Padrão	-	0,0019	0,0020	0,0013	0,0012	0,0009	0,0010	0,0010	0,0009	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009
P-value	-	0,0015	0,0000	0,0000	0,6119	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Interestadual	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0020	0,0129	0,0134	0,0043	0,0120	0,0114	0,0103	0,0138	0,0149	0,0144	0,0134	0,0127
Desvio Padrão	-	0,0014	0,0012	0,0008	0,0006	0,0005	0,0006	0,0006	0,0005	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005
P-value	-	0,1534	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Todos	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0006	0,0128	0,0122	0,0016	0,0077	0,0080	0,0074	0,0093	0,0106	0,0102	0,0089	0,0082
Desvio Padrão	-	0,0016	0,0015	0,0010	0,0009	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
P-value	-	0,7060	0,0000	0,0000	0,0695	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

Em geral, pode-se inferir que a taxa de crescimento do PIB ou atividade econômica dos municípios tratados, sejam eles adjacentes ou cortados pela rodovia, foram acima da média em relação aos municípios não tratados pelas estradas interestaduais, exceto no que se refere ao valor agregado da produção agropecuária. As estimativas refletem o que é apontado na literatura, visto que as estimativas para o valor da produção agrícola nos municípios tratados são negativas durante todo o período, por exemplo.²⁵

A taxa de crescimento adicional do PIB do grupo dos municípios interestaduais no período de transição, entre a construção e a inauguração das rodovias (1970-1975), foi de 0,2% ao ano. Apesar do estimador com sinal positivo, o desvio padrão não confirma o efeito positivo das estradas federais sobre a produção interna bruta deste grupo. No restante do horizonte estudado observa-se um efeito positivo sobre o PIB, carregado principalmente nos períodos de 1975 a 1980 e 1980 a 1985, com taxas anuais de 1,3% ao ano acima do crescimento dos municípios sem o tratamento.

Os municípios adjacentes no período transitório (1970-1975), apresentam uma taxa de crescimento de 0,6% inferior aos municípios distantes de estradas federais, no entanto, nos períodos de 1975 a 1980 e 1980 a 1985 a adição na taxa de crescimento econômico foi de 2,3% e 1,2% ao ano, respectivamente. No período de 1985 a 1996 pode-se registrar em média uma taxa adicional de -0,06%, com nível de significância acima de 10%, o que não possibilita nenhum tipo de inferência. Nos períodos seguintes as taxas ficam entre 0,3% e 0,9% até 2006, abaixo da taxa verificada pelos municípios com interestaduais, que foi estimada entre 1,0% e 1,5%.

²⁵ Isto será relatado mais adiante.

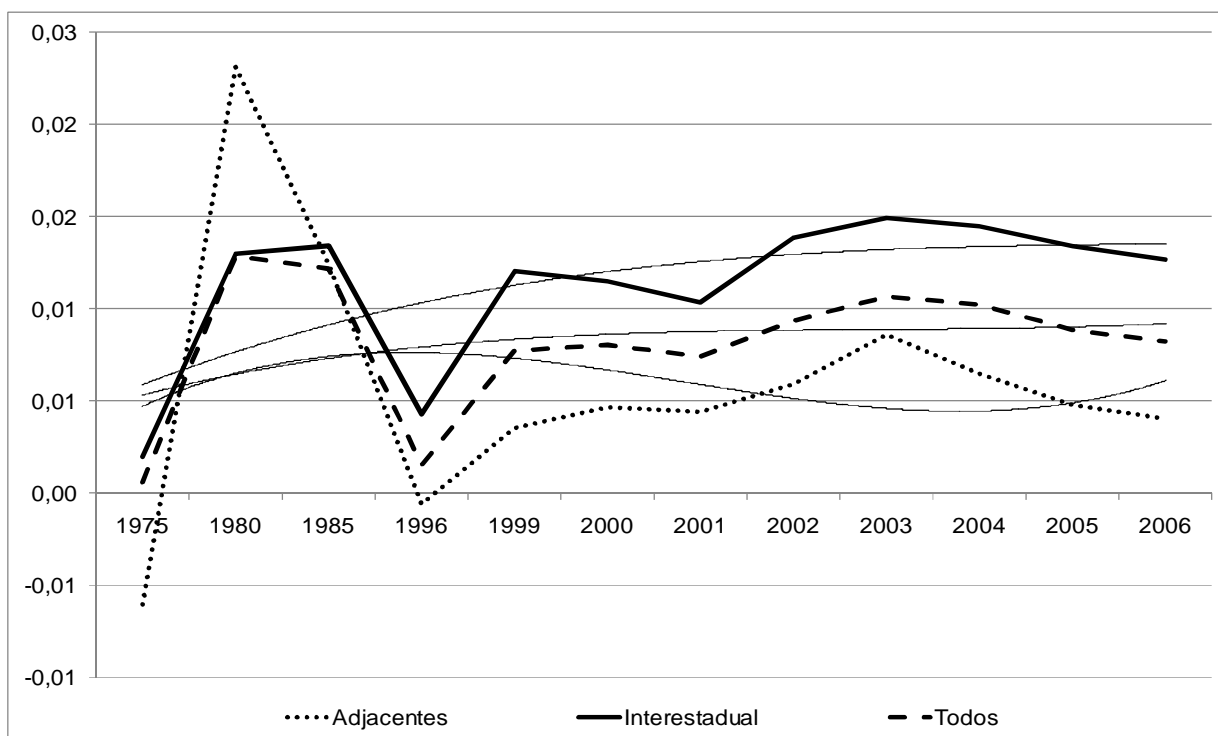


Gráfico 3.1 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Produto Interno Bruto dos Municípios de Santa Catarina
Fonte: Autor (2011).

Importante verificar que no ano de 2002 foi inaugurada a duplicação do trecho Florianópolis-Guaruva, da BR 101. O impacto sobre o PIB dos municípios cortados pela estrada e adjacentes pode ser observado na figura 2.1, saltando de um crescimento adicional de 1,0% e 0,4% em 2001 para 1,4% e 0,6% em 2002, respectivamente. Em 2003 observa-se uma adição máxima com 1,5% e 0,9%, para os municípios interestaduais e adjacentes, respectivamente.

O que sugere o episódio de uma divergência entre a riqueza dos municípios interestaduais em relação aos adjacentes, e destes em relação ao conjunto de municípios que não receberam a rodovia interestadual, ou seja, a taxa de crescimento do PIB dos primeiros são maiores que a do segundo grupo, e as do segundo grupo maiores que as do terceiro grupo de municípios. Entretanto, agregando os dois grupos de municípios, mistos, observa-se um efeito positivo da estrada pavimentada sobre o PIB das municipalidades do grupo Todos.

Após análise dos efeitos dos investimentos na infraestrutura de transporte rodoviário sobre o crescimento do produto interno bruto gerado por cada grupo de municípios, analisa-se o efeito da construção das interestaduais sobre os setores agropecuário, industrial e de serviços.

Na tabela 3.5 as taxas de crescimento do valor agregado da produção agropecuária têm um desempenho bem inferior no conjunto dos municípios adjacentes, interestaduais e todos, em

relação ao grupo de controle. No período entre 1970 e 1975, os grupos estudados têm um crescimento no valor agregado da produção agropecuária de 3, 7 e 6 pontos percentuais a menos que os municípios sem o tratamento, respectivamente. No período de 1975 a 2001 as taxas de crescimento diferenciais no setor ficam entre -0,9% e -0,2% para o grupo de interestaduais, de -1,6% e -0,5% para os adjacentes, e entre -1,2% e -0,2% o grupo de municípios mistos (Todos).



Gráfico 3.2 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios de Santa Catarina
Fonte: Autor (2011).

Na observação das tabelas e gráficos a seguir pode-se inferir sobre uma realocação de recursos nos municípios que sofrem a influência das estradas interestaduais. Neste caso, os recursos se deslocam da atividade de agropecuária para atividade industrial e de serviços.

No período após a duplicação, com uma taxa adicional de variação do valor agregado da atividade agropecuária um pouco maior, mas com sinal negativo, a atividade agropecuária nos municípios adjacentes continua a perder força e participação em relação ao grupo de controle. A taxa de crescimento do setor passa a ter valores positivos, por volta de 1,2%, no período de 2002 a 2006, para os municípios cortados pelas estradas interestaduais. O gráfico 3.2 ilustra este fenômeno que se inicia em 2002.

Tabela 3.5 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária dos Municípios de Santa Catarina

Taxas de Crescimento adicionais sobre o Valor Agregado da Produção Agropecuária de 1971 até 2006 ^a

Adjacentes	Dados em Pannel - Efeitos Fixos - Minimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coefficiente	-	-0,0703	-0,0097	-0,0101	-0,0050	-0,0112	-0,0160	-0,0142	-0,0059	-0,0010	-0,0031	-0,0044	-0,0061
Desvio Padrão	-	0,0019	0,0016	0,0012	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007	0,0004	0,0005	0,0005	0,0004	0,0003
P-value	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0643	0,0000	0,0000	0,0000

Interestadual	Dados em Pannel - Efeitos Fixos - Minimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coefficiente	-	-0,0295	-0,0054	-0,0091	-0,0029	-0,0029	-0,0041	-0,0059	0,0109	0,0127	0,0132	0,0120	0,0133
Desvio Padrão	-	0,0015	0,0013	0,0009	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0003	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003
P-value	-	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Todos	Dados em Pannel - Efeitos Fixos - Minimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coefficiente	-	-0,0622	-0,0115	-0,0096	-0,0029	-0,0092	-0,0110	-0,0107	0,0034	0,0058	0,0043	0,0037	0,0038
Desvio Padrão	-	0,0020	0,0014	0,0012	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003
P-value	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

Cabe ressaltar que todas as estimativas apresentam desvio padrão com um nível de significância inferior a 5%, exceto para o ano de 2003 em que o estimador da taxa de crescimento adicional é estatisticamente válido a um nível de significância de 10% para o caso dos municípios adjacentes.

O valor agregado da produção industrial apresenta um desempenho superior do grupo de municípios adjacentes, em relação aos municípios interestaduais, no que se refere ao impacto das rodovias interestaduais pavimentadas. Os municípios adjacentes nos três primeiros períodos tiveram taxas anuais de 5,0%, 3,7% e 1,6%; enquanto isso, os interestaduais sofreram o efeito da estrada sobre a indústria de 4,8%, 1,0% e 0,6%; o último valor não apresentou nível de significância estatisticamente aceitável. O impacto foi significativo no período entre 1970 e 1985, amortecendo nos dez anos seguintes (1975-1985).

Em períodos críticos da economia brasileira, como é o caso do período de estagflação de 1987 a 1993²⁶, a atividade industrial nos municípios cortados pelas rodovias, e mais intensamente os municípios adjacentes, sofrem uma perda maior no valor da produção industrial. Uma explicação possível está ligada ao fato de: nestes períodos, atividades que produzem mercadorias destinadas ao comércio interestadual, dependem intensamente do desempenho da economia nacional, logo, as atividades ligadas ao comércio interestadual tendem a se localizar próximas as estradas interestaduais, com o objetivo de escoar a sua produção.

No período de 1999 a 2006, as taxas de crescimento a que se referem à pavimentação das estradas federais apresentaram contribuições semelhantes para os municípios interestaduais e adjacentes, com um percentual que variou entre 0,4% e 0,9%. O efeito da duplicação da BR-101 não pode ser identificado, já que em 2002 houve uma leve queda na taxa e um ligeiro aumento ocorreu em 2003.

²⁶ Ver Capítulo 9 de Baer e Paiva (2002).

Tabela 3.6 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios de Santa Catarina

Taxas de Crescimento adicionais sobre o Valor Agregado da Produção Industrial de 1971 até 2006 ^a

Adjacentes	Dados em Pannel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0501	0,0366	0,0155	-0,0269	0,0057	0,0083	0,0068	0,0058	0,0077	0,0079	0,0073	0,0070
Desvio Padrão	-	0,0066	0,0047	0,0043	0,0034	0,0019	0,0019	0,0019	0,0021	0,0019	0,0019	0,0017	0,0017
P-value	-	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0022	0,0000	0,0005	0,0052	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001

Interestadual	Dados em Pannel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0480	0,0095	0,0059	-0,0157	0,0043	0,0063	0,0063	0,0044	0,0061	0,0055	0,0067	0,0084
Desvio Padrão	-	0,0055	0,0039	0,0037	0,0027	0,0015	0,0016	0,0016	0,0017	0,0015	0,0016	0,0014	0,0014
P-value	-	0,0000	0,0142	0,1100	0,0000	0,0040	0,0001	0,0001	0,0088	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000

Todos	Dados em Pannel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0464	0,0197	0,0093	-0,0207	0,0049	0,0072	0,0065	0,0051	0,0068	0,0068	0,0072	0,0079
Desvio Padrão	-	0,0060	0,0044	0,0039	0,0032	0,0017	0,0018	0,0018	0,0019	0,0018	0,0018	0,0016	0,0016
P-value	-	0,0000	0,0000	0,0158	0,0000	0,0043	0,0001	0,0004	0,0080	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

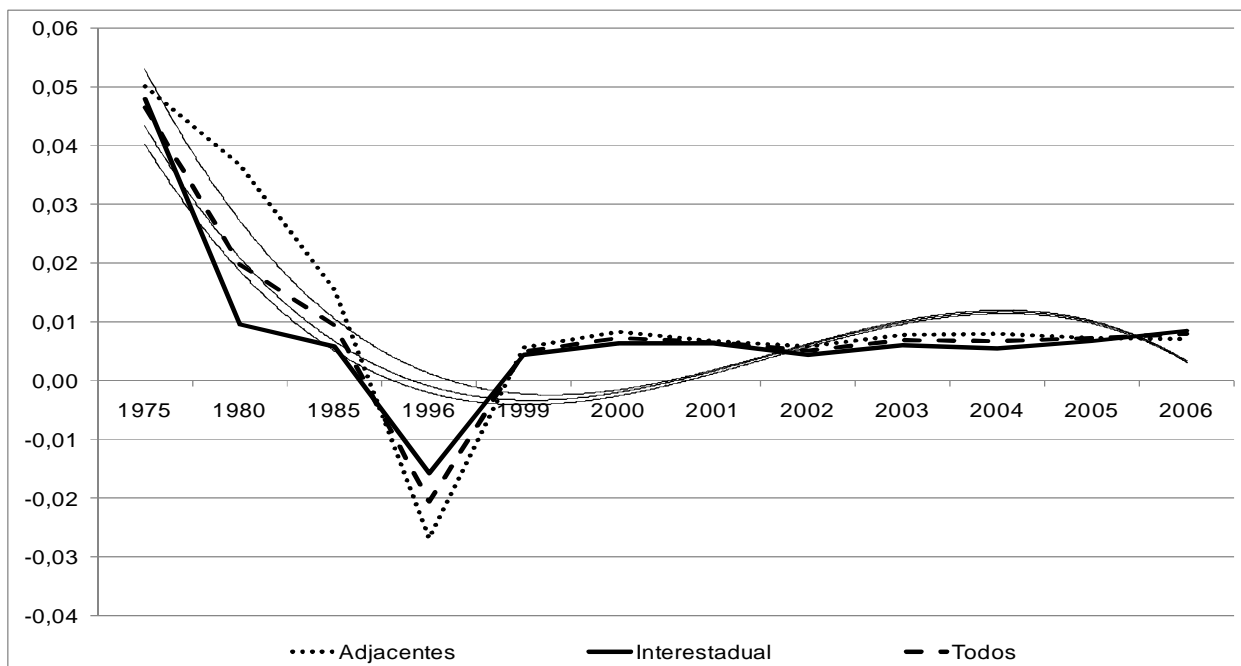


Gráfico 3.3 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Valor Agregado da Produção Industrial dos Municípios de Santa Catarina
 Fonte: Autor (2011).

As taxas de crescimento adicional do valor agregado pelo setor de serviços sobre os grupos de municípios interestaduais, adjacentes e todos de 1970 a 1975, período de transição, foram de 2,2%, 1,5% e 2,1%, respectivamente. Nos dez anos seguintes, o desempenho do grupo de municípios adjacentes superou o grupo de intermunicipais. O primeiro grupo ficou com taxas em torno de 1,4%, enquanto os adjacentes ficaram com taxas de 2,5% entre 1975 e 1980 e 1,8% de 1980 a 1985. O que pode ser verificado neste período é um possível surgimento de novas firmas ligadas ao setor de serviços no entorno da estrada em pavimentação, e um extravasamento do aumento do nível de atividade econômica para os municípios adjacentes, intensificado no período entre 1975 e 1985, com a estrada já pavimentada.

Tabela 3.7 - Efeitos das Rodovias Interestaduais (BR 101 e BR 116) sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios de Santa Catarina

Taxas de Crescimento adicionais sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços de 1971 até 2006 ^a

Adjacentes	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0154	0,0249	0,0181	0,0037	0,0153	0,0151	0,0145	0,0103	0,0106	0,0094	0,0089	0,0086
Desvio Padrão	-	0,0016	0,0011	0,0011	0,0008	0,0006	0,0006	0,0006	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
P-value	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Interestadual	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0216	0,0139	0,0136	0,0041	0,0191	0,0181	0,0172	0,0131	0,0132	0,0125	0,0118	0,0117
Desvio Padrão	-	0,0015	0,0011	0,0010	0,0007	0,0005	0,0006	0,0005	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
P-value	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Todos	Dados em Painel - Efeitos Fixos - Mínimos Quadrados Ponderados - Matriz de covariância e erro Padrão Corrigidos nos Dados de Corte (Cross-section)												
	1970	1975	1980	1985	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coeficiente	-	0,0211	0,0191	0,0158	0,0040	0,0172	0,0166	0,0159	0,0116	0,0117	0,0109	0,0103	0,0101
Desvio Padrão	-	0,0016	0,0011	0,0010	0,0007	0,0005	0,0006	0,0005	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
P-value	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

^aDados de PIB com transformação logarítmica (logaritmo natural).

Fonte: Autor (2011).

O período de estagflação de 1987 a 1993, também foi danoso para o setor de serviço. Contudo, foi diferente da indústria que, devido a influência das rodovias, teve taxas de crescimento inferiores nos municípios sem rodovias federais. No caso do setor de serviços, de 1985 a 1996 a taxa média de crescimento ficou aproximadamente em 0,4 pontos percentuais acima dos municípios não tratados por estradas interestaduais.

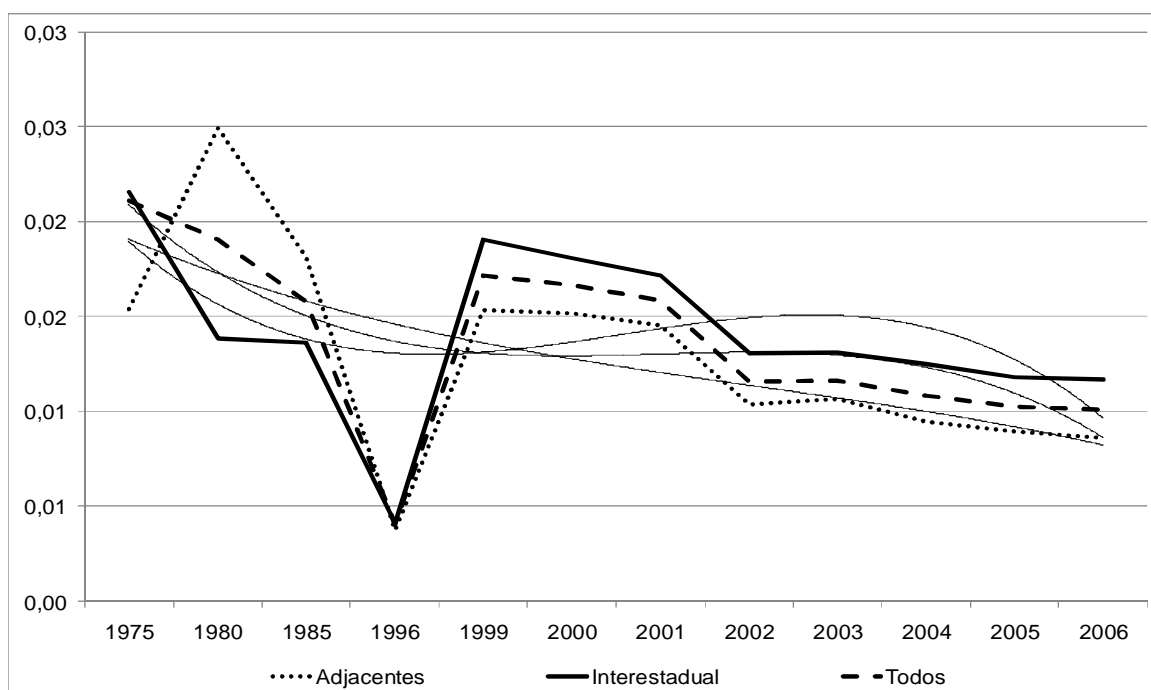


Gráfico 3.4 - Efeitos das Rodovias Interestaduais sobre o Valor Agregado do Setor de Serviços dos Municípios de Santa Catarina
Fonte: Autor (2011).

No gráfico 3.4 verifica-se facilmente uma alteração da dinâmica dos municípios interestaduais e adjacentes após 1996, quando os diferenciais de crescimento destes em relação aos municípios de controle alteram de posição, onde o primeiro grupo apresenta taxas maiores que o segundo grupo de municípios. Neste mesmo gráfico, constata-se que a duplicação da BR-101, trecho norte do estado de Santa Catarina, fez com que a taxa de crescimento adicional do valor agregado produzido pelo setor de serviços entrasse em declínio, uma possível explicação seria as desapropriações ocorridas nas margens da BR-101.

Os resultados empíricos de Chandra e Thompson (2000) confirmam a superioridade do desempenho econômico dos municípios interestaduais em todos os setores, exceto sobre o setor industrial, que aparece com uma expansão maior nos municípios adjacentes durante os 15 anos após a pavimentação das rodovias interestaduais. Os resultados em relação à atividade agrícola e industrial também conferem com os estimados pelos autores. O impacto

sobre o setor de serviço no período entre 1970 e 1975 pode ser sustentado pelo trabalho de Chandra e Thompson, mas no período de 1975 a 1985 os resultados obtidos divergem dos obtidos pelos autores, que estimam os valores do impacto sobre os municípios cortados por estradas interestaduais superiores aos valores estimados para os municípios adjacentes. Para o setor de serviço, após 1996, o resultado não acompanha a mesma tendência, mas os municípios interestaduais continuam crescendo mais intensamente que os adjacentes.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns trabalhos, juntamente com o senso comum, fornecem um tradicional resultado onde aponta que os investimentos públicos em infraestrutura afetam a atividade econômica local positivamente. Porém, os efeitos são diversos, algumas atividades econômicas são realocadas espacialmente, outras atividades crescem na região como um todo e outras perdem participação na renda regional ou nacional.

No estudo realizado, os resultados obtidos se mostraram importantes para o manejo das políticas públicas. Primeiro, obteve-se estimativas de efeitos positivos dos gastos públicos em rodovias sobre o crescimento econômico local, mas o setor agrícola apresentou dificuldades, com uma significativa perda na participação no valor agregado da economia como um todo.

No que tange à distribuição da renda entre os setores da economia local, fica claro que o setor industrial e de serviços, principalmente, tendem a absorver e concentrar a renda em detrimento de uma perda de participação do valor adicionado da agricultura. No contexto de uma concentração de renda intersetorial, o investimento em rodovias interestaduais faz com que a renda passe a fluir em direção a regiões mais urbanizadas com os setores terciário e secundários mais desenvolvidos, ou seja, municípios rurais tendem a perder participação na renda estadual e nacional.

Os resultados empíricos confirmam a superioridade do desempenho econômico dos municípios cortados pelas rodovias ao longo do período, o crescimento do PIB quase sempre superior ao de outros municípios, salvo em parte da década de 80, quando os municípios adjacentes obtiveram taxas superiores. Nas duas décadas iniciais de utilização das rodovias o desempenho do setor de serviços e industrial, no agrupamento de municípios adjacentes, obteve em média um desempenho superior aos outros grupos de municípios, isso significa um

efeito de extravasamento do aumento de produtividade e do nível de atividade econômica das cidades cortadas pelas rodovias sobre os municípios adjacentes. Todavia, em grande parte, na primeira década, o desempenho superior destas áreas se deve ao deslocamento de recursos do setor agrícola, com desempenho bem inferior a outras áreas, para o industrial e de serviços.

O setor agrícola também é afetado negativamente no agrupamento de municípios cortados por estradas federais, porém sua magnitude é inferior aos municípios de áreas adjacentes. Este efeito sobre o setor agrícola confirma os resultados de Chandra e Thompson. Já o setor de serviços foi o que apresentou o maior desempenho com o investimento viário nas BRs 101 e 116 ao longo do período estudado.

Em uma futura pesquisa, além dos métodos descritos, o método econométrico de análise de intervenção pode ajudar na mensuração desses efeitos sobre a atividade econômica dos municípios. O impulso do investimento e a resposta via indicadores de desempenho da atividade econômica, com certo cuidado, podem ser obtidos por tais métodos autorregressivos ou de regressão dinâmica. Uma outra conjectura, seria propor uma análise, via teoria dos jogos, onde os agentes, firmas e indivíduos, tomariam decisões de migrar entre os municípios, dado um estado de natureza, pavimentação ou sem pavimentação. Outros estudos podem ser desenvolvidos, como a utilização da metodologia quase-experimental da comparação de municípios semelhantes, em uma segunda fase, para complementar os resultados do método de regressão com dados em painel.

Algumas dificuldades foram apresentadas na obtenção dos dados, com forte descontinuidade temporal. Encontrar dados detalhados sobre os ramos da indústria por município dificilmente estarão disponíveis de forma sistemática e consistente, pois o registro de contas de variáveis econômicas a nível municipal é precário. Portanto, para superar esta barreira, pode ser utilizado, além dos dados municipais do valor adicionado por setor, dados de consumo de energia por classe de consumo.

Apesar de algumas limitações, a literatura sobre as implicações dos gastos em infraestrutura e crescimento econômico regional pode servir como instrumento de análise de diferentes tipos de situações concretas. Este arcabouço analítico fornece vários resultados que devem servir como parâmetro para julgar a melhor conduta a ser adotada pelas autoridades públicas. Enfim, existem movimentos e desempenhos a serem mensurados com a construção de novas rodovias interestaduais e estudos futuros tendem a dar um maior rigor aos resultados.

4 DINÂMICA DA POPULAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

4.1 INTRODUÇÃO

Neste ensaio faz-se uma tentativa de compreender a dinâmica populacional urbana e global dos Municípios ou Áreas Mínimas Comparáveis de 1970 (AMC-1970) e a evolução da distribuição do tamanho populacional dos Municípios brasileiros. A ideia central é testar a Lei de Zipf com as estimativas da dinâmica populacional das jurisdições locais, seus limites populacionais (K). Cabe ressaltar que este estudo não substitui os estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística sobre a projeção do crescimento populacional brasileiro, por levar em conta, variáveis como taxa de fecundidade e mortalidade (método das componentes demográficas), além do fato de os trabalhos do IBGE não considerarem a dinâmica populacional por município.

Recentes trabalhos na área de economia regional e urbana (ERU) e da nova geografia econômica (NGE) retomam a preocupação sobre a distribuição espacial da população entre as cidades. Uma ótica de autores como Tiebout e Oates pressupõe que o tamanho das cidades é definido pela competição entre as municipalidades, onde a oferta de bens e serviços públicos e a alíquota de impostos locais definem a concentração urbana e o número de cidadãos na localidade. Outra visão, representada aqui pelo modelo de Harris-Todaro, aponta a diferença salarial entre trabalhadores de áreas urbanas e de áreas rurais como o principal motivo para a migração rural-urbana. De maneira geral, o modelo pode ser estendido para explicar tendências de migração entre municípios de uma nação. Em abordagem recente, a nova geografia econômica assume que a aglomeração populacional entre as cidades reflete uma hierarquia a partir das próprias aglomerações que se retro-alimentam por causa das economias de aglomeração.

Algumas questões podem ser levantadas neste estudo sobre a dinâmica da distribuição espacial da população brasileira. Existem municípios que dragam a população para si e municípios que expõem pessoas? Existe uma tendência na distribuição do tamanho dos municípios brasileiros? A dinâmica dos municípios tende a um estado estacionário, ou no seu

limite populacional o conjunto dos municípios tende a Lei de Zipf? A estrutura ou o *Rank* dos municípios tende a não se alterar? Qual a proporção de municípios que tendem a desaparecer?

A principal hipótese a ser testada está relacionada à Lei de Zipf, no sentido de que a dinâmica da população dos municípios se volta para um “estado estacionário” (SS) e, no seu limite, o tamanho dos municípios tende a ter uma distribuição que respeita a Lei de Zipf. Outras hipóteses servem para testar a dinâmica de crescimento e decréscimo da população. As hipóteses a seguir também são testadas:

- Quanto mais próximo do limite populacional o município esta, menor a sua taxa de crescimento;
- muitos municípios são dragados e poucos tendem a ter taxas elevadas de crescimento e;
- por último, grandes municípios tendem a ter taxas de crescimento inicialmente mais elevadas.

O objetivo geral neste estudo é descrever e analisar a dinâmica da população e suas implicações sobre a distribuição do tamanho populacional dos municípios brasileiros em seu “estado estacionário” de 1970 a 2010. Alguns objetivos específicos podem ser listados:

- Resenhar a literatura relevante para subsidiar a aplicação deste ensaio;
- Analisar e descrever os resultados e parâmetros da regressão da dinâmica populacional dos municípios brasileiros.
- Avaliar os resultados e parâmetros da regressão e analisar suas implicações sobre a evolução da distribuição do tamanho dos municípios brasileiros de 1970 até o estado estacionário.

Após esta breve introdução, na seção seguinte faz-se uma breve revisão teórica da literatura da nova geografia econômica, da economia regional e urbana e da teoria econômica na tentativa de fundamentar o movimento e o processo de concentração urbano-espacial. Na seção 4.3 detalha-se a metodologia e os procedimentos metodológicos para testar as hipóteses apontadas, e principalmente o teste da lei de Zipf. Na seção 4.4 apresenta-se uma análise da dinâmica populacional dos municípios brasileiros e o processo de seleção de amostras utilizadas na seção seguinte. Na seção 4.5, se expõe uma análise sobre os resultados obtidos por regressões quantílicas que testam a validade da Lei de Zipf. Por fim, faz-se algumas considerações finais.

4.2 REVISÃO TEÓRICA

Nesta seção, a preocupação é buscar fundamentos para responder algumas perguntas: O que leva as famílias ou indivíduos a escolher uma cidade para sua residência? Por que as pessoas tendem a se concentrar em poucos centros urbanos, enquanto o restante da população tende a se distribuir entre cidades médias e um grande número de pequenas cidades, respeitando algumas vezes uma lei de potência? Na teoria econômica e nas literaturas da economia regional e urbana e da nova geografia econômica podem-se encontrar algumas respostas a estas perguntas.

Na teoria econômica mais geral, o modelo de Harris-Todaro identifica a diferença salarial de áreas urbanas e rurais como o principal combustível para a migração de áreas rurais para regiões mais urbanizadas. De maneira geral, o modelo pode ser estendido para explicar tendências de migração entre municípios de uma nação. Todaro (1996) argumenta que a diferença salarial entre trabalhadores rurais e trabalhadores industriais leva a um processo de migração onde os primeiros migram para áreas mais industrializadas, o que pode ser uma das fontes das grandes aglomerações urbanas.

Na abordagem da economia regional e urbana tradicional, a competição entre as municipalidades na oferta de bens e serviços públicos e na arrecadação de impostos locais faz com que os cidadãos escolham o melhor município para morar. Foi em Tiebout (1956) com *A Pure Theory of Local Public Expenditure*, que se pode retirar a tese seminal sobre o tema da competição entre jurisdições locais ou regionais, além disso ele discute a questão da provisão eficiente dos bens públicos e a sua relação com a mobilidade de fatores entre as jurisdições locais.

Outro autor que argumenta sobre a vantagem do governo local prover os bens e serviços públicos é Oates (1999), para ele o melhor conhecimento da autoridade local sobre as preferências e custos de prover os bens e serviços públicos destinados aos residentes locais, reduz o problema da imperfeição de informações entre poder público e cidadãos.

Nesta linha, Sanson (1982) enfoca que os indivíduos são atraídos pelos bens e serviços públicos locais. A partir desta lógica as grandes cidades tendem a atrair cada vez mais habitantes na medida em que elas passam a proporcionar uma quantidade e diversidade maior de bens e serviços públicos.

Alguns contrapontos ao trabalho de Tiebout são feitos por Bewley (1981) e Stiglitz (1982). O primeiro, estrutura sua crítica na elaboração de vários exemplos que demonstram

que os equilíbrios podem não existir ou não serem eficientes no sentido de Pareto. Bewley em um de seus exemplos sugere um modelo com dois indivíduos e duas regiões, cada um vivendo em sua região. Na situação em que cada um oferta o bem público puro, obtém-se como resultado um equilíbrio ineficiente de Pareto. Isso porque, se ambos estivessem em uma única jurisdição eles poderiam estar em melhor situação, pois precisariam produzir um único bem público puro. No trabalho de Stiglitz o problema da migração tem um forte destaque, e uma das razões para o aparecimento de equilíbrios ineficientes de Pareto é a migração de indivíduos para locais que oferecem uma variedade maior de bens e serviços públicos gerando uma queda de bem-estar em ambas as comunidades. Uma das causas da perda de bem-estar é o congestionamento nas grandes cidades e a inviabilidade econômica no provimento de alguns tipos de bens públicos nas pequenas localidades.²⁷

Von Thünen também pode ser considerado um autor seminal para explicar as aglomerações urbanas. Fujita (2000) consegue, de modo conciso, explanar o trabalho de Thünen sobre a aglomeração industrial e mostra uma forte influência dos trabalhos de Thünen ao uni-los à teoria da Nova Geografia Econômica, que utiliza o instrumental moderno de análise.

Para o autor, Von Thünen desenvolveu um modelo clássico que une a determinação da renda e uso da terra em áreas agrícolas menos desenvolvidas em torno da cidade. A intenção é mostrar que quanto mais distante da grande cidade é a localização da produção, ela torna-se menos viável devido a dificuldades de transporte e comunicação.

Ainda segundo Fujita, Thünen mostra que a competição entre os fazendeiros leva o gradiente de renda da terra a declinar de um máximo na cidade até zero no limite de extremo no entorno ainda cultivável, desenhando vários padrões de cultivo e intensidade de uso da terra. Na realidade os fazendeiros enfrentam um *trade-off* entre o custo de transporte e a renda da terra na tomada de decisão de localização, o que provoca o tão conhecido padrão concêntrico de *rings*, ou anéis de cultivo. Mas, quando ele busca explicar a formação de grandes centros urbanos, Thünen aponta 4 razões para a aglomeração de pessoas em grandes cidades:

- Depósitos de recursos naturais (ouro, sal e carvão) – natureza (amenidades naturais).

²⁷ As outras duas razões levantadas por Stiglitz é a insuficiência de comunidades para atender as preferências de cada indivíduo e o problema do *free rider*.

- Sede administrativa do governo, forças armadas, coleções de artes e outras instituições naturalmente públicas – funções de gerenciamento central e serviços públicos.
- Centro da elite, cientistas, intelectuais, professores, museus e outras amenidades – amenidades culturais e sociais.
- Um grande número de artesãos e prestadores de serviços surge e atrai mais população – bens e serviços “não transacionáveis”²⁸.

Assim, Thünen reconhece a ligação e ou associação entre indústrias que levam a formação de redes e ou aglomerações industriais e que estão ligadas a divisão do trabalho.

A literatura da NGE tem como fundamentos as teses de Thünen e Chamberlin, e o ferramental da teoria do comércio e da economia regional e urbana. Nesta escola, a abordagem de equilíbrio geral modela as forças de aglomeração endógenas geradas pela interação dos retornos crescentes, custo de transporte e demanda. O seu tema central é explicar o surgimento de uma estrutura centro-periferia (core-periferia) em uma escala nacional e internacional.

Fujita destaca que para a NGE existem forças centrífugas contra a aglomeração industrial e forças centrípetas a favor da aglomeração industrial em grandes cidades:

Forças Centrífugas²⁹:

- Alto custo de transportar a matéria-prima extraída longe das cidades.
- Custos de distribuição e transporte das grandes cidades para consumidores no meio rural tende a ser bem mais elevado do que o da distribuição e transporte de cidades provinciais para consumidores rurais.
- Todas as necessidades, por exemplo, a lenha, são mais caras nas grandes cidades. O aluguel de casas ou compra de terrenos são mais baratos nas pequenas cidades, talvez pelo custo dos materiais de construção devido ao elevado custo de transporte das matérias primas.

Forças Centrípetas:

- Plantas industriais de grande escala são viáveis (lucrativas) somente em locais com grande disponibilidade de trabalhadores, máquinas e equipamentos, tornando a produção mais eficiente e barata.

²⁸ Bens ou serviços que não podem ser transacionados entre estados, regiões ou países. Por algum motivo, como: elevado custo de transporte, bem perecível, artigo ou bem específico ou personalizado, por escala mínima de eficiência, etc.

²⁹ Alternativamente, podem ser entendidas como deseconomias de aglomeração, o congestionamento de bens públicos locais, o encarecimento do preço da terra, elevação dos custos de produção etc.

- A escala de produção depende da demanda.
- Em cidades médias e pequenas o número de compradores depende do número de homens do campo que vendem suas mercadorias no local ou que passam pela cidade em direção aos grandes centros urbanos.³⁰
- A divisão do trabalho está inteiramente conectada com a escala de uma planta industrial, portanto muitos ramos da indústria ficam próximos aos grandes centros urbanos enquanto outros são indiferentes entre pequenas, médias e grandes cidades, dependendo apenas da viabilidade de uma escala mínima de eficiência.
- A especialização de pessoas acarreta no aumento das habilidades e talentos, algumas só verificadas em grandes cidades.
- Os negócios de compra e venda apresentam garantias éticas e institucionais bem mais fortes aos preços correntes. (Ambiente de negócios saudável)

Segundo Fujita, Krugman e Venables (2001) a concentração da população em determinados centros urbanos é reflexo do predomínio das forças centrípetas sobre as forças centrífugas. Vetores no sentido favorável de retornos crescentes de escala, custos de transporte e tamanho do mercado, funcionam como “atratores” de fatores de produção que dinamizam ainda mais a região fazendo com que ela tenha taxas de expansão populacional e econômica superiores às demais localidades.

O fenômeno da aglomeração pode ser explicado por uma “lógica circular”. Fujita, Krugman e Venables (2001) sugerem o exemplo de uma pequena lógica circular para explicar o fenômeno da aglomeração urbana. Os consumidores de livros vão a determinado local porque terão ali acesso a uma grande variedade de sebos (lojas que vendem livros usados) e, por consequência diversos livros de segunda-mão. Em contrapartida, os livreiros se localizam neste mesmo local porque sabem que uma grande população de potenciais clientes irá passar por este local.

Para os autores, os locais e suas periferias têm vários tamanhos e papéis (especialidades), a ilação é que a população das cidades apresentam dinâmicas diferentes. Em parte, o ambiente natural define a densidade populacional e o comércio entre as regiões, contudo, nenhuma concentração excepcional de atividades econômicas ou de população é resultado de diferenças inerentes a cada localidade, mas sim de um conjunto de processos cumulativos que envolvem alguma forma de retornos crescentes, auto-reforçam a concentração.

³⁰ Não só homens do campo, mas homens de negócio, estudantes ou turistas.

Na literatura econômica os economistas tentam aplicar leis de distribuição a praticamente todas as variáveis econômicas. Uma das mais tradicionais leis de distribuição estatística aplicada à população é a Lei de Zipf. A representação matemática dessa distribuição descreve que o tamanho dos municípios de uma determinada área geográfica segue uma lei de potência a qual tem expoente igual a -1.

Uma hipótese para que ocorra a lei de Zipf é que a população dos municípios atinja um equilíbrio, *steady-state*, $(L_1 = K_1, \mathbf{K}, L_j = K_j, \mathbf{K}, L_n = K_n)$, para a dinâmica da população como um todo. Neste “ponto” a distribuição do tamanho da população dos municípios respeitará a lei.³¹

Segundo Fujita, Krugman e Venables (2001) uma denominação alternativa a Lei de Zipf seria a *rank-size rule* a qual descreve que a segunda maior cidade tem um meio da população da maior cidade, a terceira maior cidade tem um terço da população da maior cidade e assim por diante. De maneira formal:

$$R(L_j) = L_1 L_j^I, \quad (4.1)$$

onde, $R(L_j)$ é o *rank* da população do município j , L_j é o tamanho populacional do município j , L_1 é o tamanho populacional do maior município da área geográfica estudada e $I < 0$ é o expoente da lei de potência, no caso da Lei de Zipf $I = -1$. Aplicando o logaritmo neperiano a equação (3.5,1) obtém-se:

$$\ln[R(L_j)] = \ln[L_1] + I \ln[L_j], \quad (4.2)$$

Assim, de acordo com a lei de Zipf, a equação (3.5.2) pode ser descrita como:

$$\ln[R(L_j)] = \ln[L_1] - \ln[L_j]. \quad (4.3)$$

Cada país tem cidades com diferentes tamanhos e, por sua vez, cada cidade tem semelhanças e diferenças em seus respectivos sistemas urbanos. Entender como as cidades crescem é útil para saber como isso influencia no crescimento da economia geral e regional dos países. Dentro da teoria da economia regional, uma forma freqüente de explicar como acontecem estas alterações nos tamanhos das cidades é por meio da “Lei de Zipf”, a qual é usada para referir-se a ideia de que os tamanhos das cidades seguem uma distribuição de Pareto.

³¹ Xavier Gabaix (1999) menciona a ideia da lei de Gibrat para destacar que a lei de Zipf deve funcionar quando alterações intermunicipais de população não ocorrerem mais. Ver no apêndice A uma breve noção sobre a lei de Gibrat.

Trabalhos como de Rosen e Resnick (1980) e Soo (2002) testam a validade da Lei de Zipf. Em Rosen e Resnick examinam o expoente da distribuição de Pareto que explica a distribuição espacial da população em cidades e sugere que o α , em média o expoente, resulta em 1,136 para amostras de 44 países, incluindo o Brasil. Neste sentido, a lei da ordem tamanho é apenas uma aproximação da distribuição do tamanho das cidades, visto que existem indícios de um comportamento não linear nesta distribuição.

Neste estudo os autores chegam à conclusão de que grandes cidades crescem mais rapidamente do que os pequenos centros urbanos. Soo (2002) procura verificar a validade da *rank size rule* com dados de 73 países e dois métodos de estimação, e em grande parte dos casos ele rejeita a hipótese do expoente da lei de potência ser igual a -1.³²

4.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

O ensaio proposto utiliza dados de população total e população urbana por Municípios ou Áreas Mínimas Comparáveis de 1970 (AMC-1970) para explicar a evolução da distribuição do tamanho populacional dos Municípios brasileiros. Utiliza-se os termos ou siglas Municípios, cidades e AMCs como sinônimos. Os índices t nas variáveis das equações de dinâmica populacional representam que a variável está em função do tempo, como por exemplo, $L_t = L(t)$.

Os dados de população residente total e população residente urbana do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE foram obtidos no sítio do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA³³. Os dados de população se referem aos censos demográficos do IBGE de 1970, 1980, 1991, 1996, 2000, 2007 e 2010 de 3.659 municípios.

Como os dados de população, não apresentam uma continuidade anual regular, os dados foram interpolados por uma taxa de crescimento geométrica anual para cada intervalo de dados faltantes:

³² Cabe destacar o livro texto de McCann (2001) para uma leitura mais didática sobre o assunto e Monasterio (2004) para uma aplicação da lei de Zipf ao estado do Rio Grande do Sul.

³³ O endereço na rede internacional de computadores é www.ipea.gov.br. Ao acessar este endereço, seleciona-se a bandeira eletrônica “IPEADATA”, a escolhe-se o sumário de dados “REGIONAL” por “TEMA”, neste sumário seleciona-se “POPULAÇÃO”, uma lista de títulos de dados aparece e neste caso seleciona-se “POPULAÇÃO RESIDENTE – TOTAL HABITANTE” e “POPULAÇÃO RESIDENTE – URBANA HABITANTE”, por fim, exportam-se os dados em Excel.

$$n_{jt^f/i} = \left(t^f - t^i - 1 \sqrt{\frac{L_{jt^f}}{L_{jt^i}}} \right) - 1, \quad (4.4)$$

onde:

- $n_{jt^f/i}$ é a taxa de crescimento populacional anual do município j , no intervalo de tempo t^f , dado que f serve para indicar o último ano e i o primeiro ano do intervalo de tempo.
- t^f e t^i são o último e o primeiro ano do intervalo.
- L_{jt^f} e L_{jt^i} são a população do município j no último ano e no primeiro ano do intervalo.

A dinâmica da população de cada município e estado do Brasil foi estimada por intermédio de regressões lineares de um componente da equação logística. Para aplicar a regressão linear³⁴ as variáveis foram transformadas intencionalmente, obtendo-se o expoente da equação logística:

$$L_{jt} = \frac{K_j}{1 + e^{a_j + b_j t}}, \quad (4.5)$$

onde:

- L_{jt} é a população do município j no tempo t .
- K_j é o limite populacional do município j .
- b_j e a_j indicam os coeficientes a serem estimados pela regressão linear.

Isolando o exponencial $e^{a_j + b_j t}$ e aplicando o logaritmo neperiano tem-se:

$$Z_{jt} = \ln\left(\left(K_j / L_{jt}\right) - 1\right), \quad (4.6)$$

onde, $Z_{jt} = a_j + b_j t$, variável populacional transformada. Logo a equação de regressão estimada será:

$$\hat{Z}_{jt} = \hat{a}_j + \hat{b}_j t + e_{jt}, \quad (4.7)$$

sendo que:

- \hat{Z}_{jt} é a estimativa da variável transformada do município j no tempo t .

³⁴ Regressão intrinsecamente linear, a qual se transforma as variáveis resultando em uma equação linear nas variáveis e nos parâmetros. Ver Gujarati (2004) sobre Regressão intrinsecamente linear e intrinsecamente não-linear nos parâmetros.

- \hat{a}_j e \hat{b}_j indicam os estimadores da regressão linear.
- e_{jt} é o termo de erro da regressão linear.

Cabe ressaltar que K_j de cada município é estimado por um processo de otimização que utiliza a ferramenta “Tabela” do *software* EXCEL, onde a função objetivo é o Erro Percentual Absoluto Médio Simétrico ou SMAPE do inglês *Symmetric Mean Absolute Percentage Error*,

$$SMAPE_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{L_{jt} - \hat{L}_{jt}}{(L_{jt} + \hat{L}_{jt})/2} \right|, \quad (4.8)$$

que deve ser minimizado. Neste processo, a regressão linear é estimada várias vezes, até que o $SMAPE_j$ mínimo seja alcançado com o K_j ótimo, logo, se obtém o melhor ajuste da função logística aos dados.

Todo este processo de estimar os parâmetros da função logística para cada município brasileiro existente em 1970 foi compilado em *software* EXCEL, utilizando as funções do próprio *software* e uma programação em linguagem VBA de “macros” para que a rotina se repita a todos os municípios.³⁵

Por fim, da obtenção dos parâmetros das regressões, utiliza-se o limite populacional (K_j) como *proxy* do *steady-state* populacional, defini-se os municípios que atingiram a estabilidade na dinâmica de sua população ou que estão próximos dela, e utiliza-se as estimativas de K_j para testar a Lei de Zipf e inferir sobre uma tendência na distribuição população entre as cidades brasileiras.

Para estimar a lei de Zipf utilizamos a regressão quantílica³⁶, que tem a vantagem de relaxar algumas restrições relacionadas as estimativas de uma regressão linear por mínimos quadrados. A função objetivo para determinar a equação de regressão é dada por;

$$\underset{l}{Min} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_t |y_j - l'X_j|, \quad (4.9)$$

onde,

³⁵ No Anexo A pode ser observado a Macro descrita no Microsoft Visual Basic para automatizar as 3.661 regressões para cada município.

³⁶ Além de algumas aplicações de regressão quantílica nos trabalhos de Ribeiro (1998), Koenkere Hallock (2001), Coelho, Veszteg e Soares (2010), alguns artigos e livros textos, como por exemplo, o artigo de Manski e o livro de Cameron e Trivedi (2001) no capítulo 4, introduzem e detalham um pouco mais o método de regressão quantílica.

$$p_t(e_{tj}) = \begin{cases} t(e_{tj}), & \text{para } e_{tj} > 0 \text{ e} \\ 1 - t(e_{tj}), & \text{para } e_{tj} < 0. \end{cases}$$

(4.10)

Especificamente para o estudo em questão estimou-se a seguinte função objetivo:

$$\text{Min}_t \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_t |\ln(j) - \ln(L_1) - I_t \ln(L_j)|,$$

(4.11)

onde, $I_t < 0$ é o expoente da lei de potência, $j = 1, \mathbf{K}, n$ que respeita uma ordem hierárquica decrescente em relação ao tamanho dos municípios no Brasil em determinado ano, L_j representa a população total ou urbana do município j , L_1 representa a população do maior município brasileiro (São Paulo) e, por exemplo, para um $t = 0,25$ tem-se

$$p_t(e_{tj}) = \begin{cases} 0,25, & \text{para } e_{tj} > 0 \text{ e} \\ 0,75, & \text{para } e_{tj} < 0. \end{cases}$$

(4.12)

A regressão quantílica busca minimizar a soma dos desvios ponderados, existe o caso especial da regressão mediana, mas neste trabalho vamos estudar para os seguintes quantis, ou melhor, imputar os seguintes pesos: t para os desvios e_{tj} positivos: 2%, 5%, 25%, 50%, 75%, 95% e 98%. As estimativas dos expoentes da lei de potência foram obtidas por intermédio de 32 regressões quantílicas processadas com a ajuda do software STATA.

4.4 DINÂMICA DA POPULAÇÃO

A dinâmica populacional apresentada tem sua origem na seguinte equação diferencial:

$$\dot{L}_{jt} = b_j L_{jt} \left(1 - (L_{jt} / K_j)\right),$$

(4.13)

ou

$$\frac{\dot{L}_{jt}}{L_{jt}} = b_j \left(1 - (L_{jt}/K_j)\right)$$

(4.14)

A equação (3.4.6b) mostra que à medida que a população se aproxima do limite K_j , o lado direito da equação tende a se aproximar de zero. O lado direito de (1b) representa sua taxa de crescimento com competição interespecífica, que cai continuamente quando a população se aproxima de K_j . A taxa decresce linearmente como função de L_{jt} .³⁷ Resolvendo a equação diferencial³⁸:

$$L_{jt} = \frac{K_j}{1 + ((K_j/L_{j0}) - 1)e^{-b_j t}},$$

(4.15)

Ao comparar esta equação com a equação (3.4.2), conclui-se $e^{a_j} = ((K_j/L_{j0}) - 1)$ e $e^{b_j} = e^{-b_j}$. Logo, quando se estimam os parâmetros a_j e b_j consegue-se estimar a equação logística de cada município:

$$\hat{L}_{jt} = \frac{\hat{K}_j}{1 + e^{\hat{a}_j + \hat{b}_j t + e_{jt}}},$$

(4.16)

onde, $e^{\hat{a}_j} = ((\hat{K}_j/\hat{L}_{j0}) - 1)$ e $e^{\hat{b}_j} = e^{-\hat{b}_j}$.

Antes de analisar os resultados empíricos de (3.4.8), algumas inferências teóricas podem ser listadas:

1. \hat{a}_j e \hat{b}_j podem assumir valores positivos ou negativos;
2. \hat{b}_j é o negativo da taxa de crescimento \hat{b}_j assim, a população é muito pequena numericamente quando $(L_{jt}/K_j) = (2/K_j) \cong 0$;
3. A partir de L_{j0} é necessário admitir que $r_j(L_{jt}) = b_j - (L_{jt}/K_j)b_j$ será a nova taxa de crescimento, ou seja, a taxa de crescimento $r_j(L_{jt})$ irá depender negativamente do nível populacional;

³⁷ Ver no primeiro capítulo de Hofbauer e Sigmund (1998) detalhes sobre a função logística de crescimento.

³⁸ Ver apêndice B.

4. \hat{a}_j indica o quanto a população está próxima do seu limite, um \hat{a}_j negativo representa que a população na condição inicial L_{j0} é maior que a metade da população limite K_j .
5. O modelo teórico permite afirmar que a população atinge o estado estacionário quando $L_{jt} = K_j$.

Seis critérios foram utilizados na seleção da amostra de municípios para análise da relação entre a estabilidade na dinâmica populacional e a distribuição do tamanho da população urbana e total dos municípios brasileiros, sendo que o primeiro critério serviu de filtro para todas as amostras:

1. A amostra da população total e urbana foi primeiramente selecionada pelo teste t do parâmetro \hat{b}_j maior que o valor tabelado de $t = 2,7764$ para 4 graus de liberdade e para um nível de significância de 95%. Cabe destacar que apenas uma amostra de população total e uma de rural levam em consideração apenas este critério.
2. O \hat{a}_{j1970} indica o quanto a população de 1970 está próxima do seu limite. Neste critério, além de pressupor o primeiro raciocínio, seleciona-se a amostra de municípios que apresenta a população na condição inicial de 1970, L_{j1970} , maior que a metade da população limite, K_j , ou seja, todos os municípios com \hat{a}_{j1970} negativo. O gráfico 4.1a mostra as taxas de crescimento iniciais, \hat{b}_j , dos municípios próximos ao limite populacional, $\hat{a}_{j1970} < 1$, e dos municípios distantes ao limite populacional, $\hat{a}_{j1970} \geq 1$.
3. O \hat{a}_{j2010} indica o quanto a população de 2010 está próxima do seu limite, além do primeiro critério assumido, neste caso seleciona-se a amostra de municípios que apresenta a população no ano de 2010, L_{j2010} , maior que a metade da população limite, K_j , ou seja, todos os municípios com \hat{a}_{j2010} negativo. O gráfico 4.1b hierarquiza as taxas de crescimento, \hat{r}_{j2010} , dos municípios próximos ao limite populacional, $\hat{a}_{j2010} < 1$, e dos municípios distantes do limite populacional, $\hat{a}_{j2010} \geq 1$.

4. Além do primeiro juízo, seleciona-se o 1º quartil da amostra de municípios, de acordo com a distribuição de \hat{a}_{j1970} .
5. Atendendo o primeiro critério, seleciona-se o 1º quartil da amostra de municípios de acordo com a distribuição de \hat{a}_{j2010} .
6. Por fim, uma última amostra definida pelo primeiro critério e por municípios acima de 40 mil habitantes em 2010, no caso da população total, e 30 mil habitantes no caso do tamanho da população urbana.

Os gráficos 4.1a e 4.1b mostram os parâmetros b_j e o r_{j2010} estimados a partir dos cálculos das equações da dinâmica das populações total e urbanas. Ao verificar os gráficos, é possível inferir que as taxas de crescimento da população na maioria dos municípios decrescem com o passar das décadas. As taxas iniciais e de 2010 para os municípios brasileiros, ambas as amostras com assimetria positiva³⁹, apresentam uma diferença significativa se compararmos as médias de seus valores absolutos. A média dos valores de $|\hat{b}_j|$ e $|\hat{r}_{j2010}|$ são respectivamente, 0,03593 e 0,00942, para a amostra relacionada com a população total e; 0,06467 e 0,01427, para o caso da população urbana, apontando para uma tendência de estabilidade.

No gráfico 4.1a verifica-se que existe uma assimetria positiva na amostra dos parâmetros b_j , porém, para r_{j2010} , apesar da proporção de municípios que crescem ser maior do que a proporção de municípios que decrescem, a assimetria é negativa e quase imperceptível ao visualizar o gráfico. Ainda nesse contexto, parece óbvio que a maior parte dos municípios cresça, pois a população brasileira como um todo cresce. Entretanto, mais uma conclusão pode ser anotada, pois, conhecido o evento de taxas de crescimento negativas, pode-se afirmar a existência de uma forte migração intermunicipal ocorrida na década de 1970 e uma migração com menor intensidade nos anos 2000.

³⁹ Ver Anexo B e Anexo C sobre a estatística descritiva da amostra de parâmetros e variáveis relevantes e no Anexo D descreve das variáveis e parâmetros nas estatísticas descritivas.

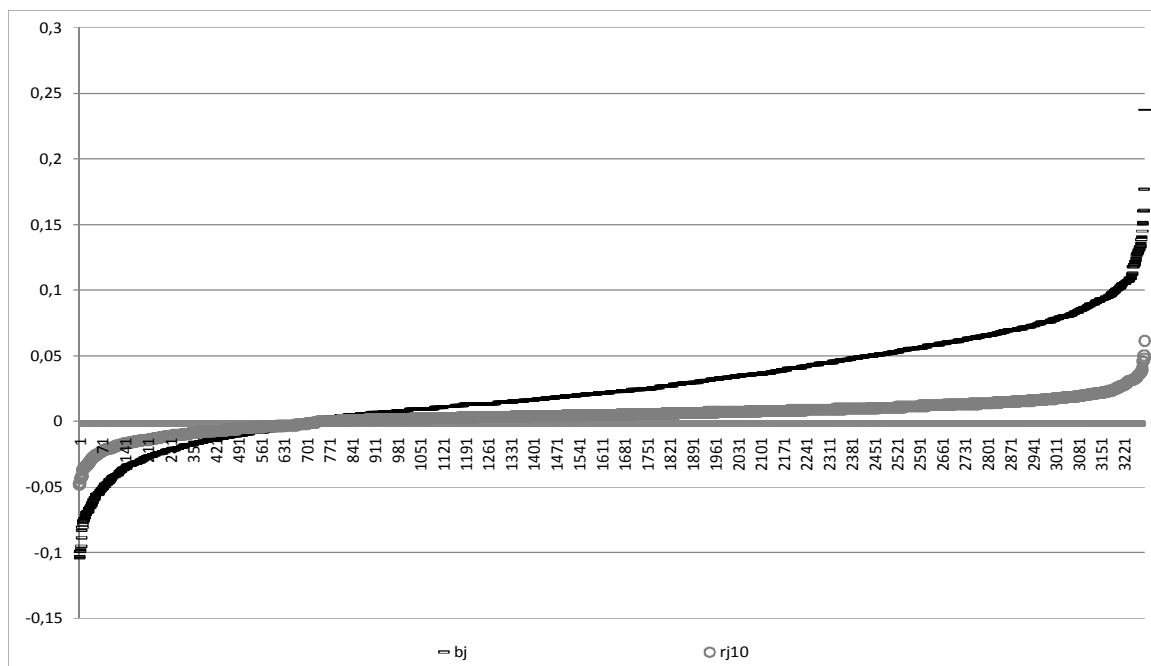


Gráfico 4.1a – b_j e r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros
 Fonte: Autor (2011).

A tabela 4.1a mostra uma contagem de municípios em relação a condições sobre a magnitude das taxas de crescimento, b_j e r_{j2010} . A partir desta tabela, que esta associada ao gráfico 4.1a, aponta-se as principais inferências sobre a evolução da dinâmica populacional dos municípios brasileiros:

1. Na proporção do total de municípios analisados, 9,35% em 1970 e 3,08% em 2010 tendem a decrescer a uma taxa inferior a -2,0% e 53,08% em 1970, e 5,72% dos municípios tendem a crescer a uma taxa superior a 2,0% em 2010.
2. Em 1970 apenas 2,74% dos municípios crescia a uma taxa acima de 10%, e 0,06% dos municípios apresentaram uma taxa de crescimento inferior a -10%.
3. Uma menor assimetria das curvas, relacionada às taxas de crescimento de 2010, demonstra um crescimento populacional brasileiro menor, e apenas dois municípios tiveram crescimento populacional superior a 5%, enquanto em 1970, 25,67% dos municípios cresciam a taxas superiores a 5,0%.

Tabela 4.1a – Contagem de municípios brasileiros de acordo com condições sobre as estimativas de b_j e r_{j2010} provenientes da população total dos municípios

	b_j		r_{j2010}	
	Quantidade	Participação %	Quantidade	Participação %
Maior 0,1	90	2,74	0	0
Maior 0,05	843	25,67	2	0,06
Maior 0,02	1743	53,08	188	5,72
Menor -0,1	2	0,06	0	0
Menor -0,05	74	2,25	0	0
Menor -0,02	307	9,35	101	3,08

Fonte: Autor (2011).

O formato do gráfico 4.1b que expõe os parâmetros, b_j e r_{j2010} , para estimativas da população urbana. Diferente dos parâmetros relacionados à dinâmica da população total, aqueles da população urbana apresentam, em quase sua totalidade, taxas de crescimento positivas.

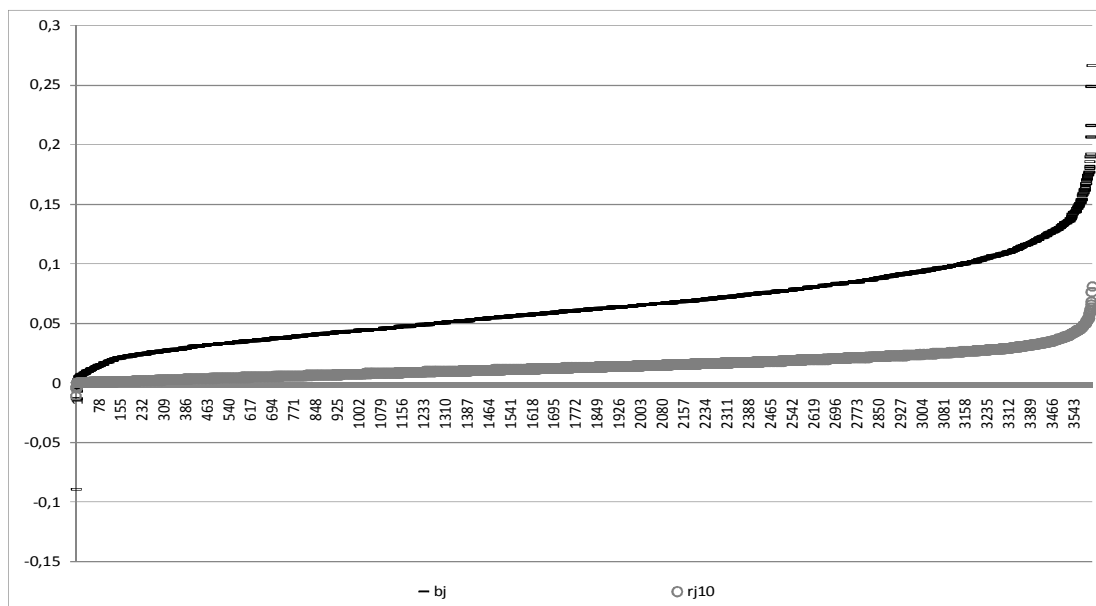


Gráfico 4.1b – b_j e r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros
Fonte: Autor (2011).

Nas curvas, para b_j e r_{j2010} , da população urbana, a assimetria fica evidente. Ao comparar os parâmetros da população urbana com os da população total consegue-se identificar com clareza o processo de migração da população rural em direção a áreas urbanas.

Tabela 4.1b – Contagem de municípios brasileiros de acordo com condições sobre as estimativas de b_j e r_{j2010} provenientes da população total dos municípios

	b_j		r_{j2010}	
	Quantidade	Participação %	Quantidade	Participação %
Maior 0,1	456	12,62	0	0
Maior 0,05	2324	64,34	23	0,64
Maior 0,02	3472	96,12	906	25,08
Menor -0,1	0	0,00	0	0
Menor -0,05	1	0,03	0	0
Menor -0,02	1	0,03	0	0,00

Fonte: Autor (2011).

Na tabela 4.1b também é apresentada uma contagem de municípios em relação a condições sobre a magnitude das taxas de crescimento, b_j e r_{j2010} . Juntamente com a análise gráfica, pode-se relatar alguns rumos interessantes em relação à dinâmica da população dos municípios em áreas urbanas:

1. Apenas 4 cidades⁴⁰ tendem a decrescer, em 1970 sua magnitude de decrescimento foi mais intensa se comparada à de 2010. Apenas uma cidade tendeu a decrescer em 1970 acima de uma taxa de -5%.
2. Em relação a população urbana municipal, no ano de 1970, 12,62% dos municípios crescia a uma taxa acima de 10% e quase que a totalidade dos municípios, 96,12%, crescia a uma taxa superior a 2%.
3. As taxas de crescimento de 2010 são visivelmente menores se comparadas a de 1970. Apenas 23 municípios tiveram crescimento populacional superior a 5%, enquanto em 1970 64,34% dos municípios cresciam a taxas superiores a 5,0%.

Os quatro gráficos a seguir mostram uma fraca relação entre a proximidade da população em atingir o seu limite populacional (K_j) e as taxas de crescimento, apesar de teoricamente se admitir que quanto mais próxima a população estiver de seu estado estacionário ou população limite, menor será a taxa de crescimento.

⁴⁰ Marcelino no Rio Grande do Sul, Moiporá em Goiás, Santo Antônio de Caiuá no Paraná e São Caetano do Sul no estado de São Paulo.

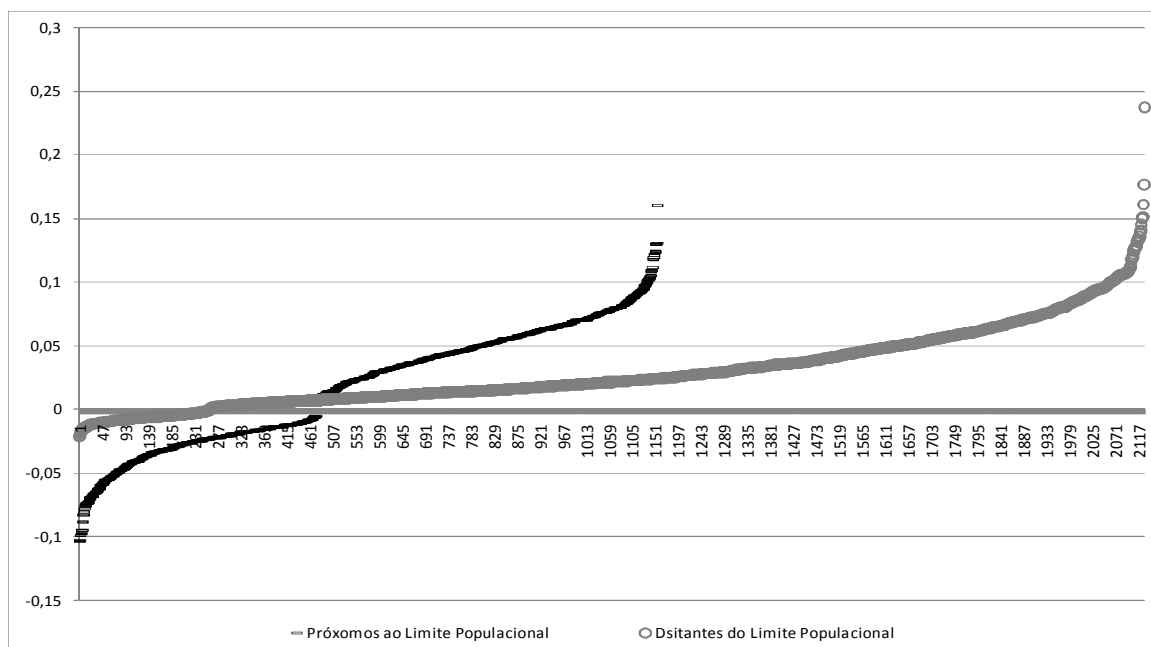


Gráfico 4.2a – b_j hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais
Fonte: Autor (2011).

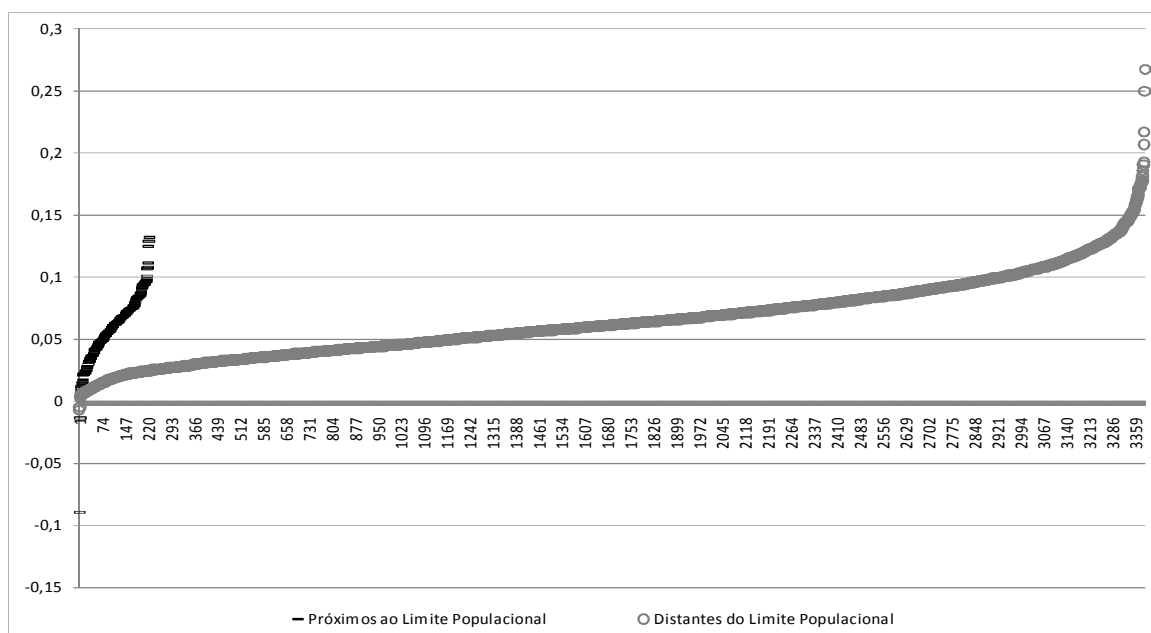


Gráfico 4.2b – b_j hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais
Fonte: Autor (2011).

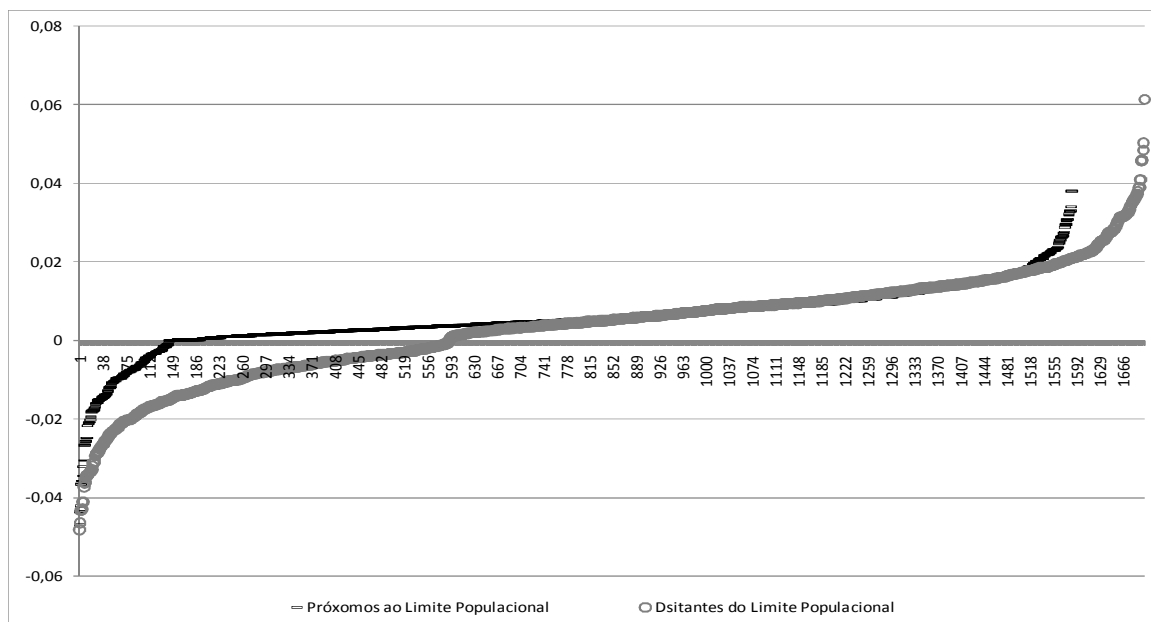


Gráfico 4.3a – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais
Fonte: Autor (2011).

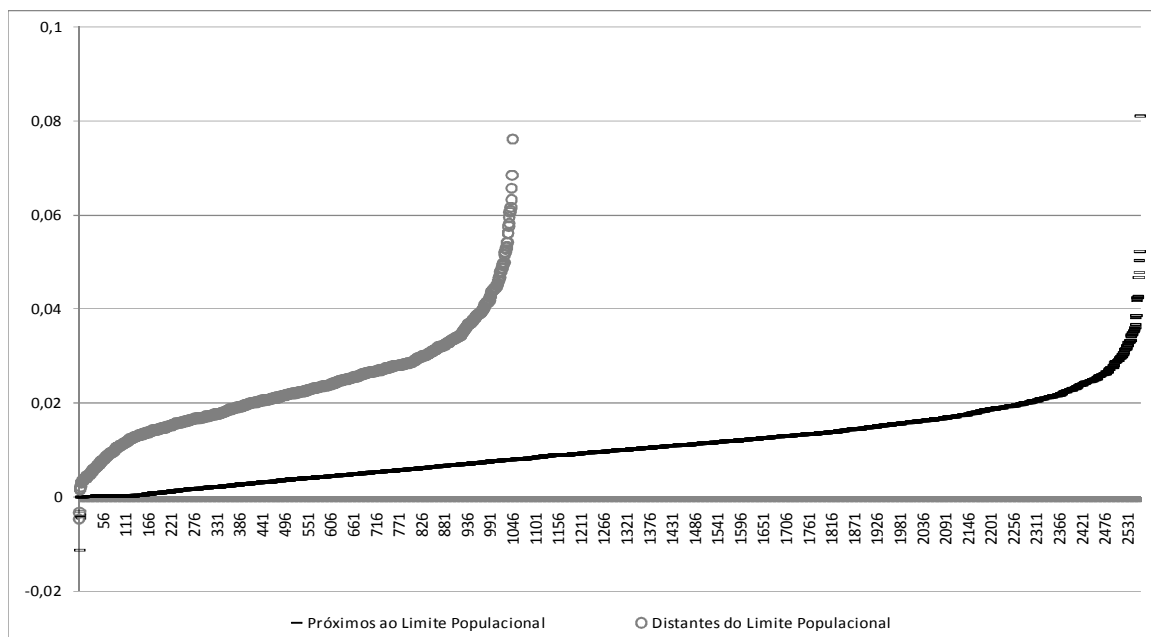


Gráfico 4.3b – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos e distantes dos seus limites populacionais
Fonte: Autor (2011).

Nos gráficos acima foram utilizados os critérios 2 e 3 para definir se os municípios estão distantes ou próximos de seu limite populacional. Pode-se notar uma contradição onde grande parte dos municípios com condições iniciais próximas aos seus limites populacionais

tem taxas iniciais \hat{b}_j elevadas, comparáveis aos municípios distantes em sua condição inicial. Apenas nos casos das taxas de crescimento, \hat{r}_{j2010} , para o ano de 2010, pode ser verificada uma maior estabilidade nas taxas de crescimento, comparadas aquelas ocorridas em 1970. Contudo alguns municípios permanecem com taxas de crescimento absolutamente altas e comparáveis a municípios distantes de seu limite populacional.

Porém, como alternativa e com base na distribuição de \hat{a}_{j1970} e \hat{a}_{j2010} , quando se seleciona o 1º quartil comparado ao último quartil fica evidente que quando L_{j0} esteve muito próximo de K_j , as taxas de crescimento ficam próximas e dentro de um intervalo menor, comparado aos resultados dos municípios com população muito distante de seu limite.

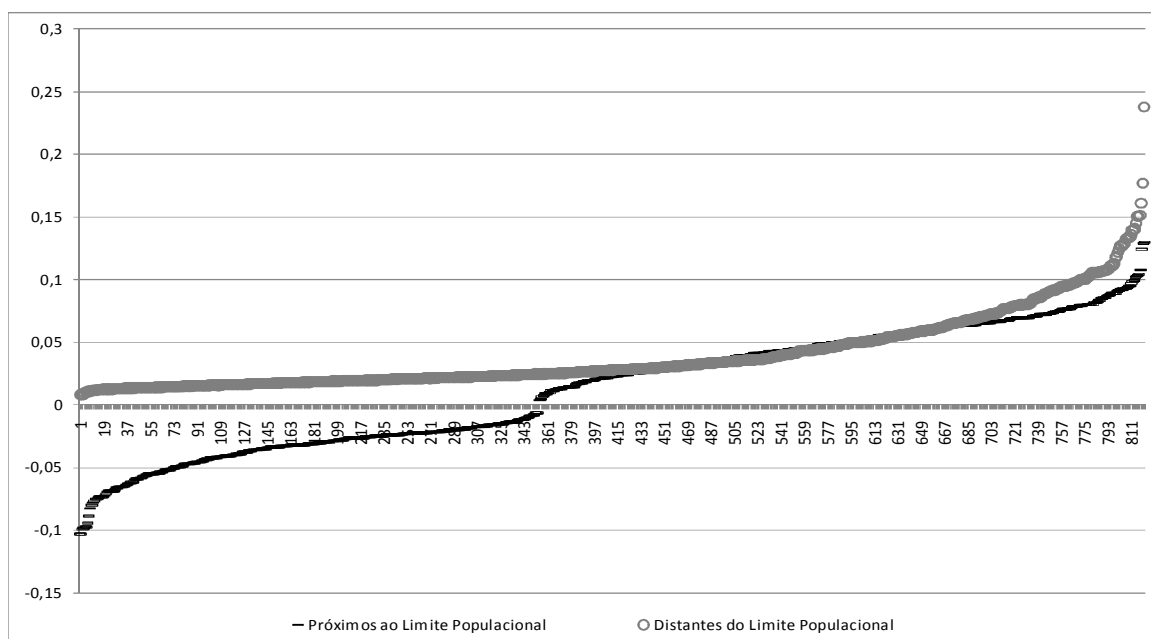


Gráfico 4.4a – b_j hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais
Fonte: Autor (2011).

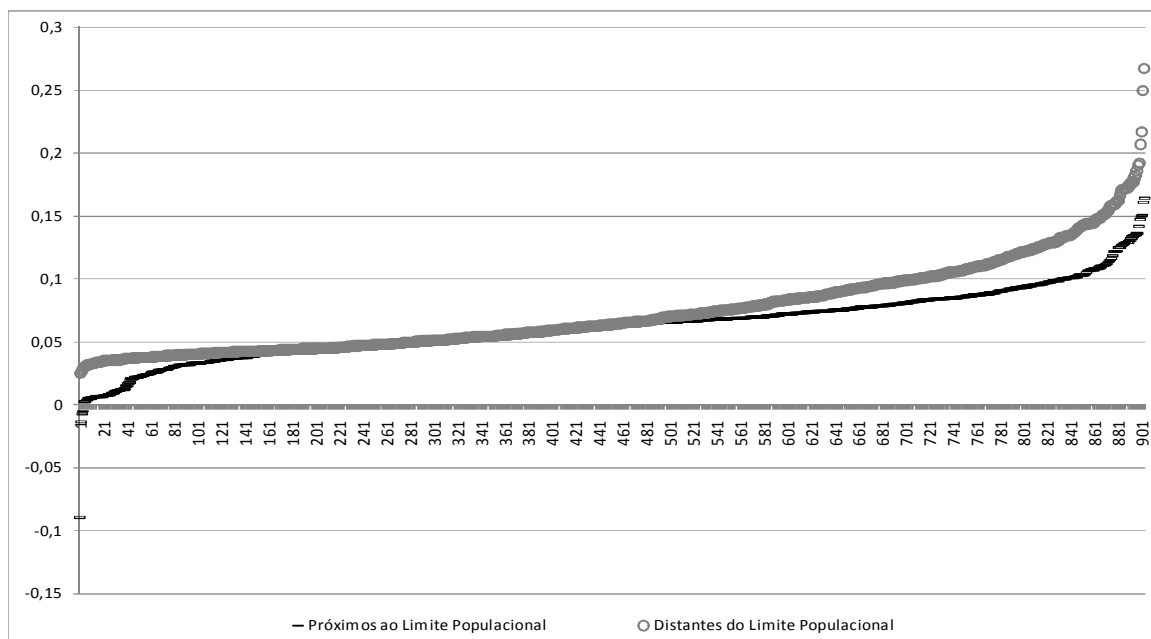


Gráfico 4.4b – *b*, hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais
 Fonte: Autor (2011).

Ao observar os gráficos 4.4a e 4.4b verifica-se que o quarto critério demonstra que o tamanho dos municípios medido pela população total apresenta em 1970 taxas de crescimento no 1º quartil com um desvio superior ou equivalente ao quarto quartil, podendo não confirmar uma estabilidade na dinâmica populacional dos municípios do 1º quartil.

A amostra selecionada dos municípios, de acordo com o 4º critério para o tamanho medido pela população urbana, parece ter taxas de crescimento em termos absolutos menores que o 4º quartil.

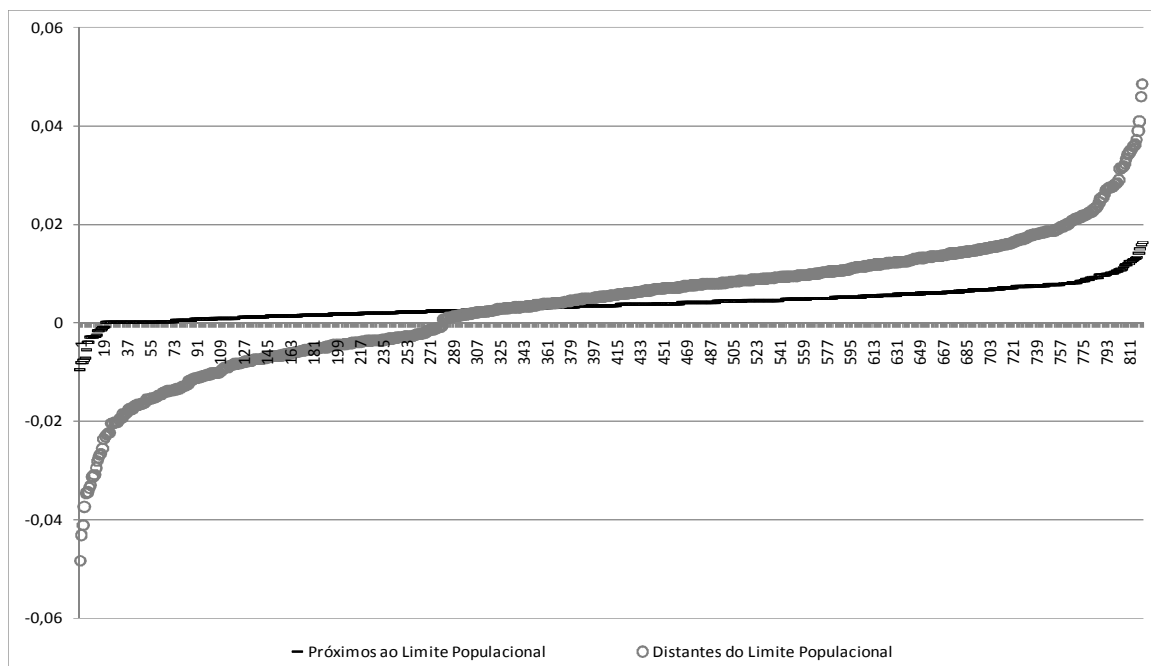


Gráfico 4.5a – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população total dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais
Fonte: Autor (2011).

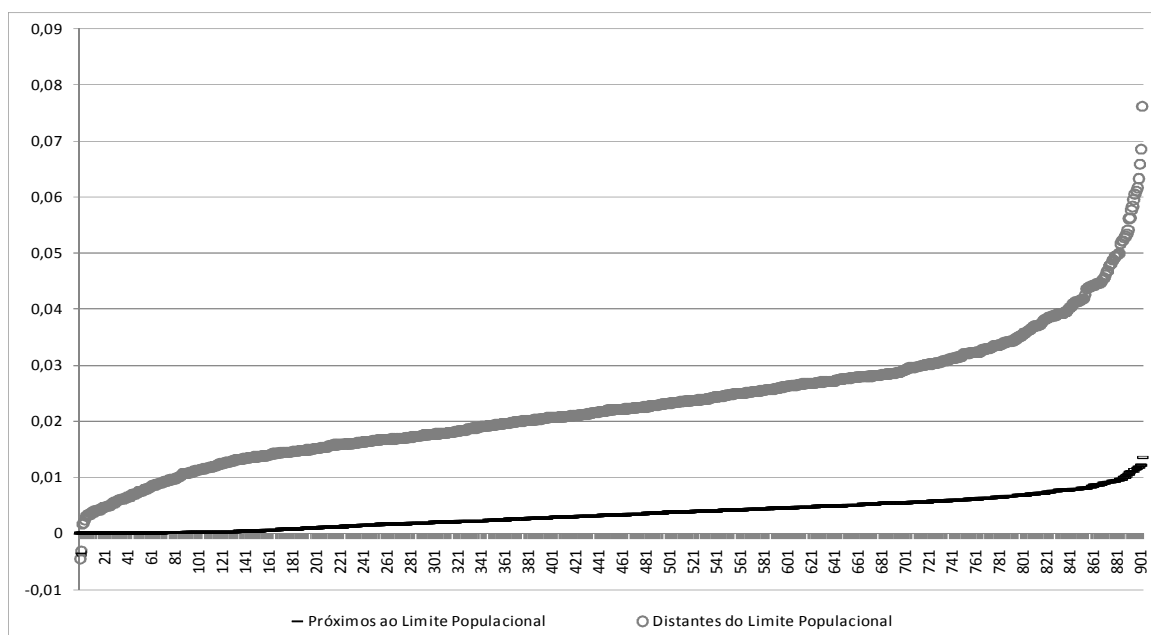


Gráfico 4.5b – r_{j2010} hierarquizado da dinâmica da população urbana dos municípios brasileiros próximos (1º quartil) e distantes (4º quartil) dos seus limites populacionais
Fonte: Autor (2011).

Comparando as amostras do 1º e o 4º quartil, selecionadas pelo 5º critério, apresentam claramente diferença em termos de taxa de crescimento absoluta. Os municípios selecionados

do 1º quartil apresentam contribuições dentro de um intervalo muito menor do que as apresentadas pelos municípios do 4º quartil.

Nesta seção, os diferentes critérios usados para seleção das amostras têm a finalidade de selecionar municípios com tamanho populacional próximo ao seu estado estacionário, nesta situação a Lei de Zipf é testada. No caso da distribuição espacial da população brasileira, este estudo testa a hipótese do expoente da distribuição de Pareto igual a -1 para 12 amostras, 6 referentes à população urbana e 6 à população total.

4.5 DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO POPULACIONAL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

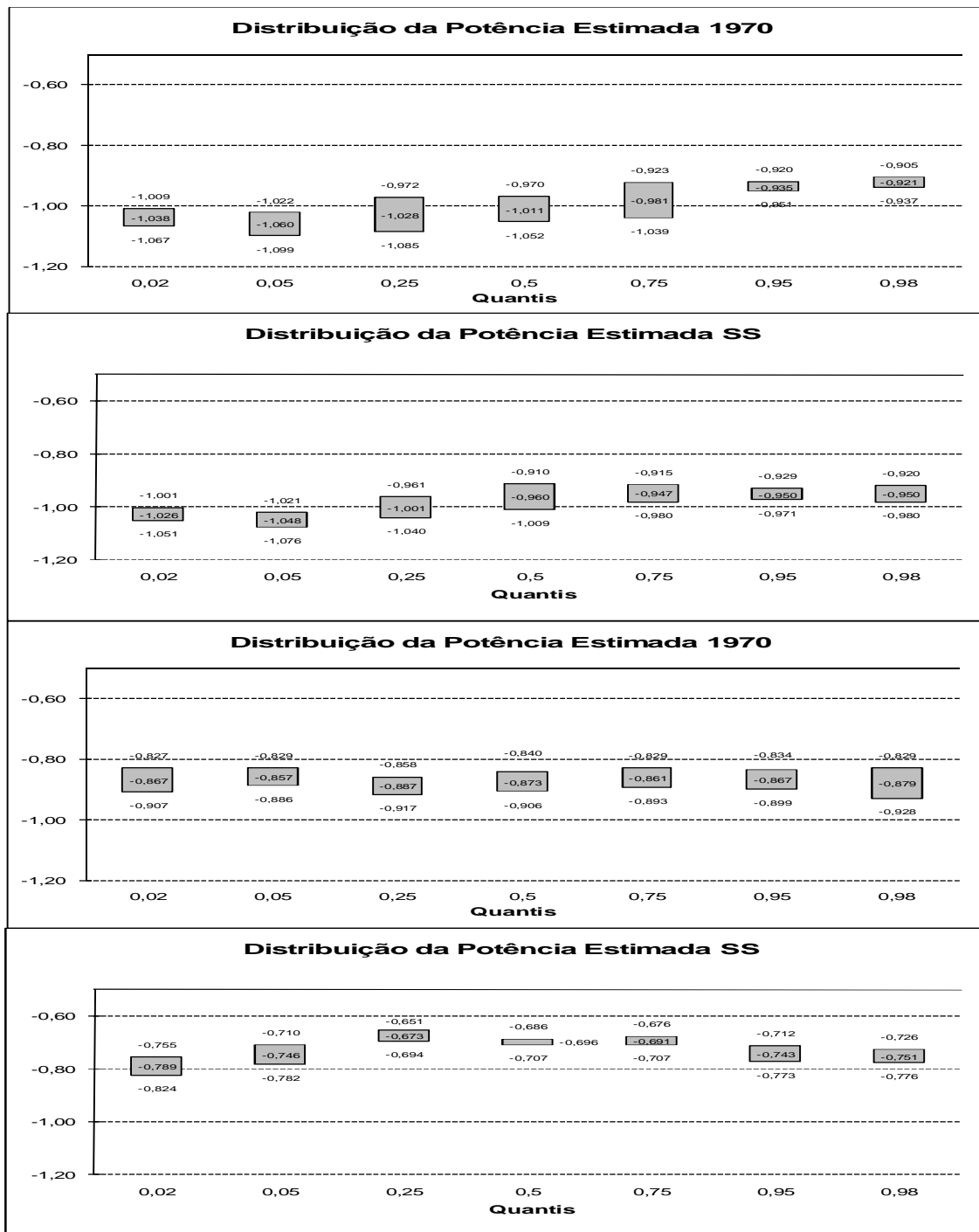
O objetivo nesta seção é obter a função de distribuição de Pareto que melhor explique a distribuição da população entre os municípios brasileiros de 1970 até seu provável estado estacionário. Neste caso, referente à Lei de Zipf, caso especial da distribuição de Pareto, a hipótese nula refere-se a aceitar a estimativa de um expoente igual a -1 e como hipótese alternativa o expoente diferente de -1. Como a amostra é muito grande, o teste *t* torna-se factível para decidir sobre a aceitação ou rejeição da hipótese nula.⁴¹

Nos gráficos a seguir são apresentadas as estimativas das regressões quantílicas. Os agrupamentos de gráficos são numerados da seguinte forma, de 4.6a a 4.8b são as estimativas a partir da população total dos municípios brasileiros, e de 4.9a a 4.11b refere-se à população urbana. Na numeração dos agrupamentos de gráficos, seguida de “a” ou “b” tem-se o tipo de agrupamento.

No primeiro agrupamento de gráficos tipo “a” mostra as estimativas do expoente da lei de potência em 1970 e no estado estacionário, respectivamente pelos critérios 2, 4 ou 6 de seleção da amostra. Neste mesmo, o agrupamento dos dois últimos gráficos referem-se também às estimativas do expoente em 1970 e no estado estacionário, seguindo os critérios 3, 5 ou 1.

No segundo agrupamento de gráficos tipo “b” são apresentadas a evolução das estimativas do expoente da lei de potência pelo método da regressão quantílica pela mediana de acordo com os critérios apontados no título do gráfico.

⁴¹ Ver Anexo E para verificar as tabelas do teste de hipótese.



Gráficos 4.6a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Total
 Fonte: Autor (2011).

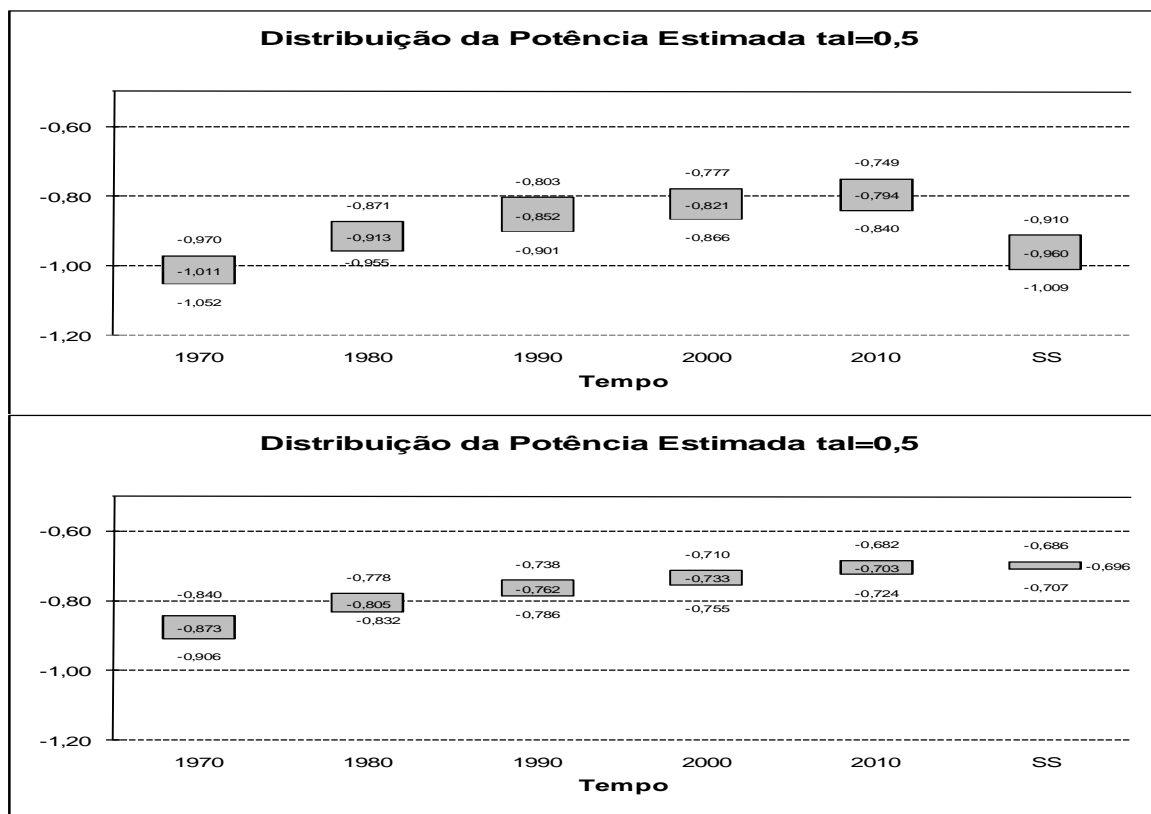


Gráfico 4.6b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Total
Fonte: Autor (2011).

Nos gráficos 4.6a verifica-se uma aparente não linearidade no expoente da lei de potência na amostra selecionada pelo critério 2, visto que a regressão em cada quantil estima valores cada vez maiores do expoente, exceto do quantil 0,2 ao 0,5 em que o expoente declina de -1,038 para -1,06 para os municípios em 1970, e de -1,028 para -1,048 para os mesmos municípios no estado estacionário. Na amostra selecionada pelo 3º critério, as estimativas diferem estatisticamente de um expoente igual a -1. Em 1970 as avaliações mostram uma aparente linearidade, enquanto no gráfico do estado estacionário, os cálculos do expoente se distanciam de -1, na medida em que a ponderação da regressão quantílica converge para a mediana.

Nos gráficos 4.6.b observa-se a evolução das estimativas do expoente pela regressão mediana, pelo critério 2 em 1970, e no estado estacionário o expoente estimado não rejeita a hipótese de uma distribuição que respeita a Lei de Zipf, entretanto fica difícil explicar os anos de 1980 a 2010 quando os expoentes se distanciam de -1 ao longo do tempo. No período de 1980 a 2010 a tendência foi de uma distribuição espacial da população menos equitativa. Na amostra, de acordo o critério 3, as estimativas rejeitam a ideia de um expoente igual a -1,

sendo que ao longo do tempo a concentração espacial aumenta e se distancia do expoente de -1.

No agrupamento de gráficos 4.7a verifica-se uma forte não linearidade no expoente da lei de potência na amostra selecionada pelo critério 4. Os coeficientes calculados a cada quantil apontam para valores cada vez maiores do expoente, exceto nas regressões pelos quantis 0,2 ao 0,5, em que o expoente declina de -1,064 para -1,109 para os municípios em 1970. Todavia, é diferente no estado estacionário quando constam os menores valores do expoente nos quantis inferiores ou iguais a 0,25 e valores maiores para os quantis superiores a 0,25. Nesse conjunto de estimadores, no estado estacionário, não se pode rejeitar a lei de Zipf. Na amostra selecionada pelo 5º critério, as estimativas tendem a se aproximar à medida que os quantis aumentam em 1970, porém os desvios padrões aumentam e a Lei de Zipf é rejeitada, enquanto no estado estacionário as estimativas do expoente ficam distantes de -1, com uma aparente linearidade.

Nos gráficos 4.7b, pelo critério 4 em 1970, o expoente fica próximo a -1 e no estado estacionário o expoente estimado legitima a lei de Zipf. Contudo, novamente no período de 1980 a 2010, a tendência foi de uma distribuição espacial da população menos equitativa, de -0,935 em 1980 para -0,824 em 2010. Na amostra selecionada pelo critério 5 as estimativas rejeitam a ideia de um expoente igual a -1, sendo que ao longo do tempo a concentração espacial aumenta e se distancia do expoente de -1, alcançando no estado estacionário um expoente igual a -0,797.

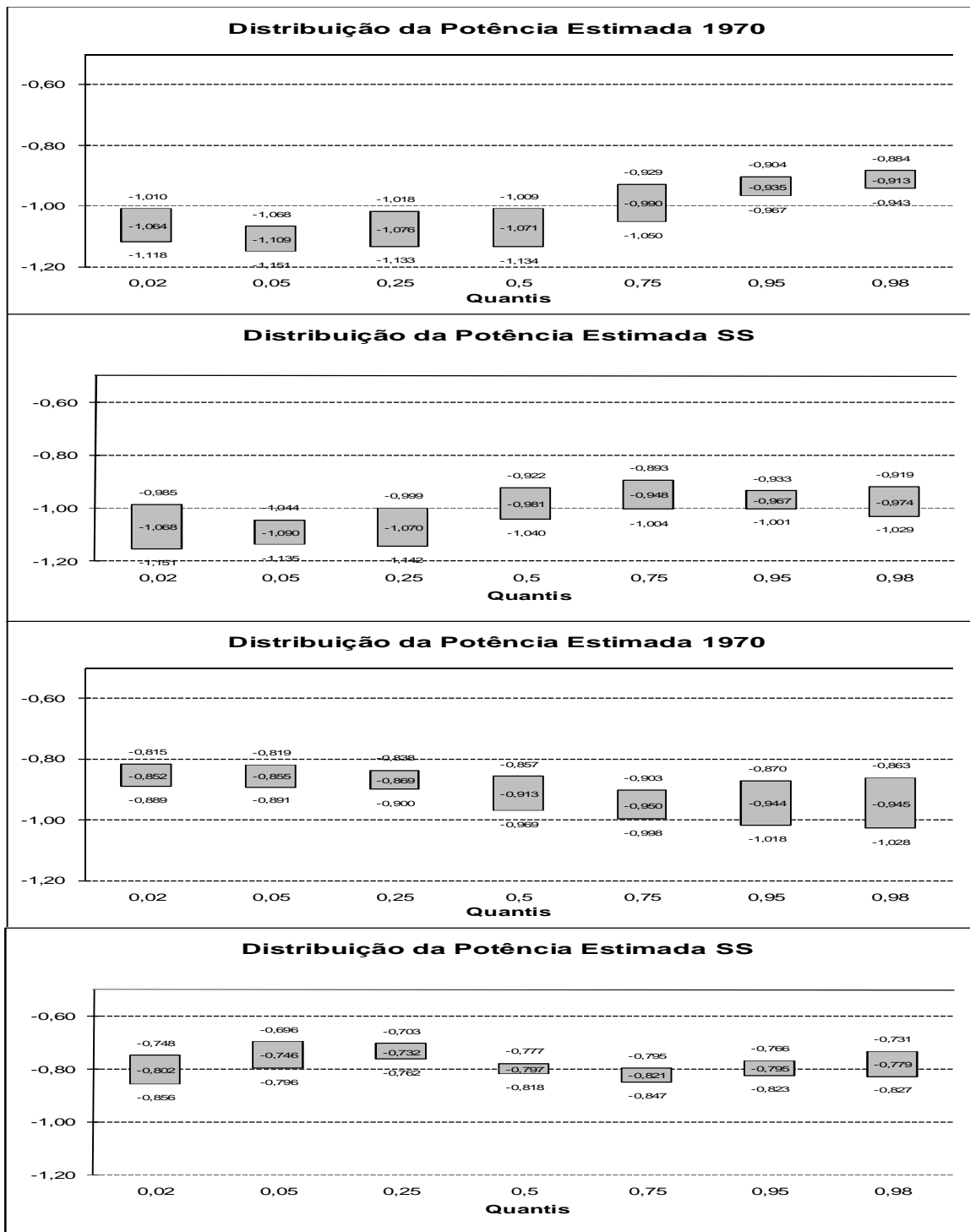


Gráfico 4.7a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Total
 Fonte: Autor (2011).

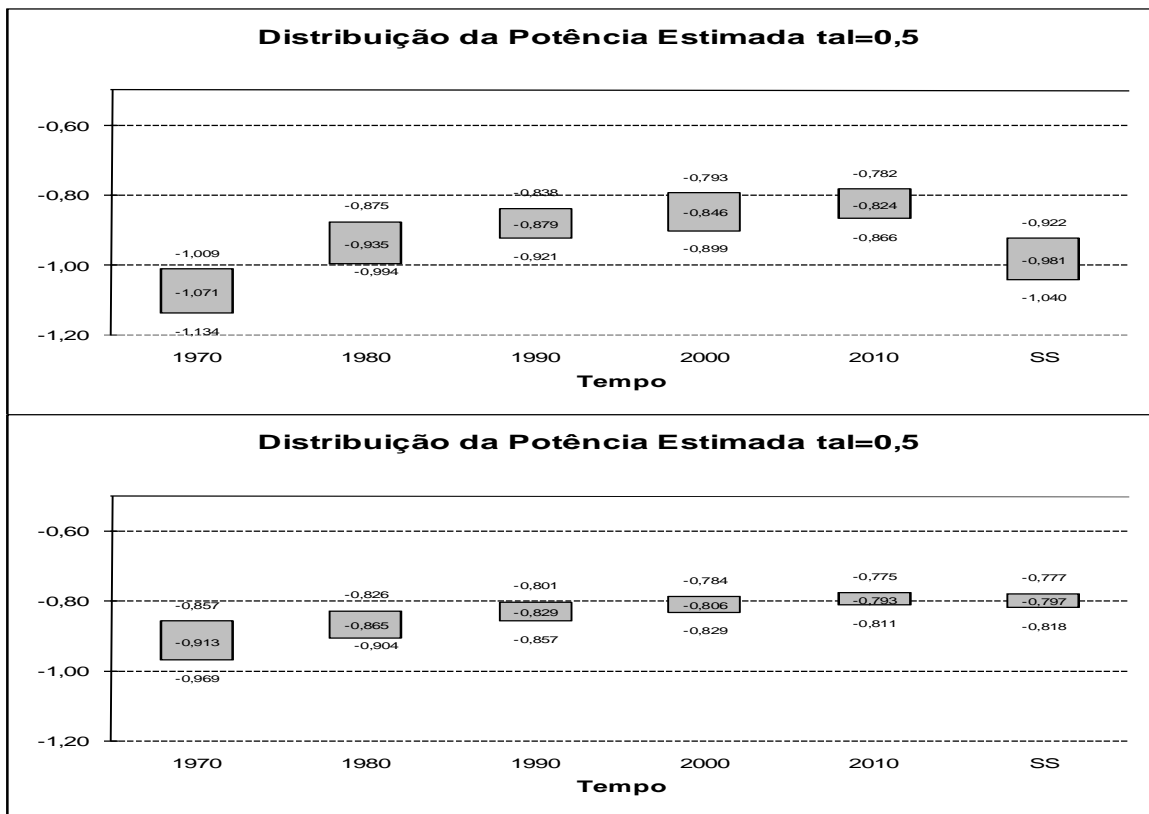


Gráfico 4.7b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Total
Fonte: Autor (2011).

Nos gráficos 4.8a verifica-se uma evidente não linearidade no expoente da lei de potência para amostra selecionada de municípios com população acima de 40 mil habitantes (critério 6). Porém, em 1970 e no estado estacionário, os expoentes em cada período apresentam uma regra de não linearidade diferente, além de, rejeitar a lei de Zipf em conjunto. Quando se selecionam todos os municípios brasileiros, exceto aqueles rejeitados pelo teste t (critério 1), a não linearidade continua e a lei de Zipf é rejeitada em conjunto para 1970 e para o estado estacionário.

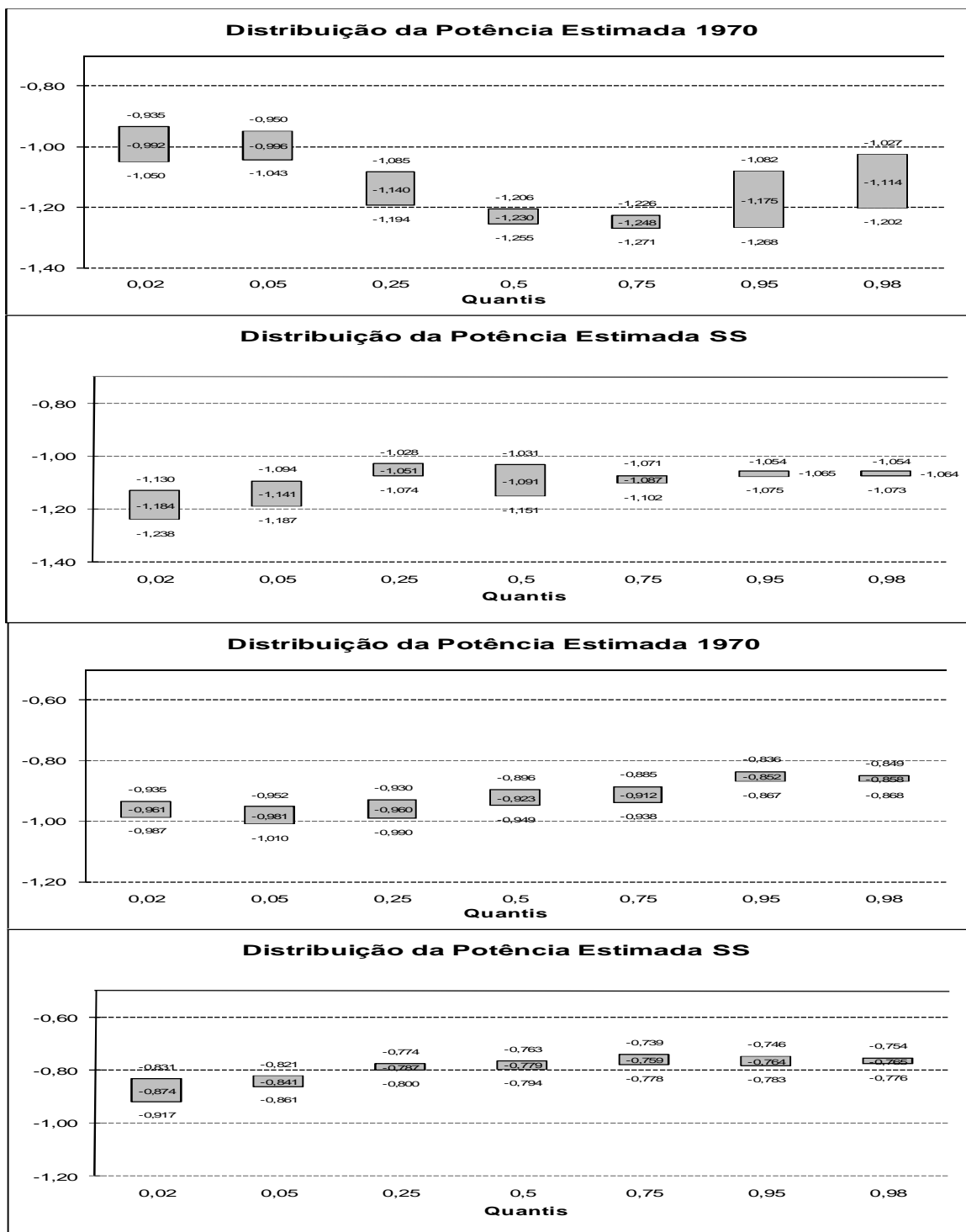


Gráfico 4.8a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Total
Fonte: Autor (2011).

Nos gráficos 4.8b, pelo critério 6 e no estado estacionário, o expoente da lei de potência se distancia do valor de -1, até que atinge o valor estimado de -0,779. Na amostra que seleciona todos os municípios brasileiros existe uma tendência do expoente da

distribuição se aproximar do expoente definido na Lei de Zipf. Nas duas amostras é possível identificar uma tendência a concentração espacial da população e rejeitar a Lei de Zipf.

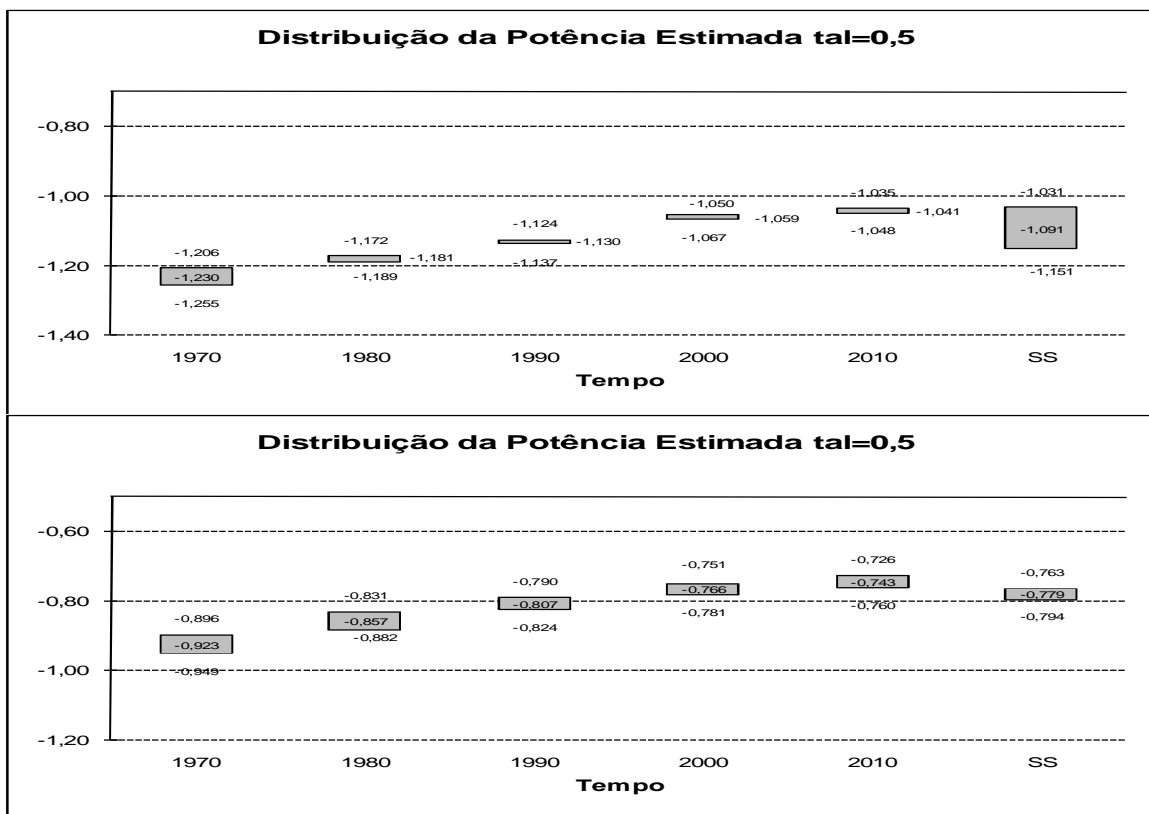


Gráfico 4.8b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Total
Fonte: Autor (2011).

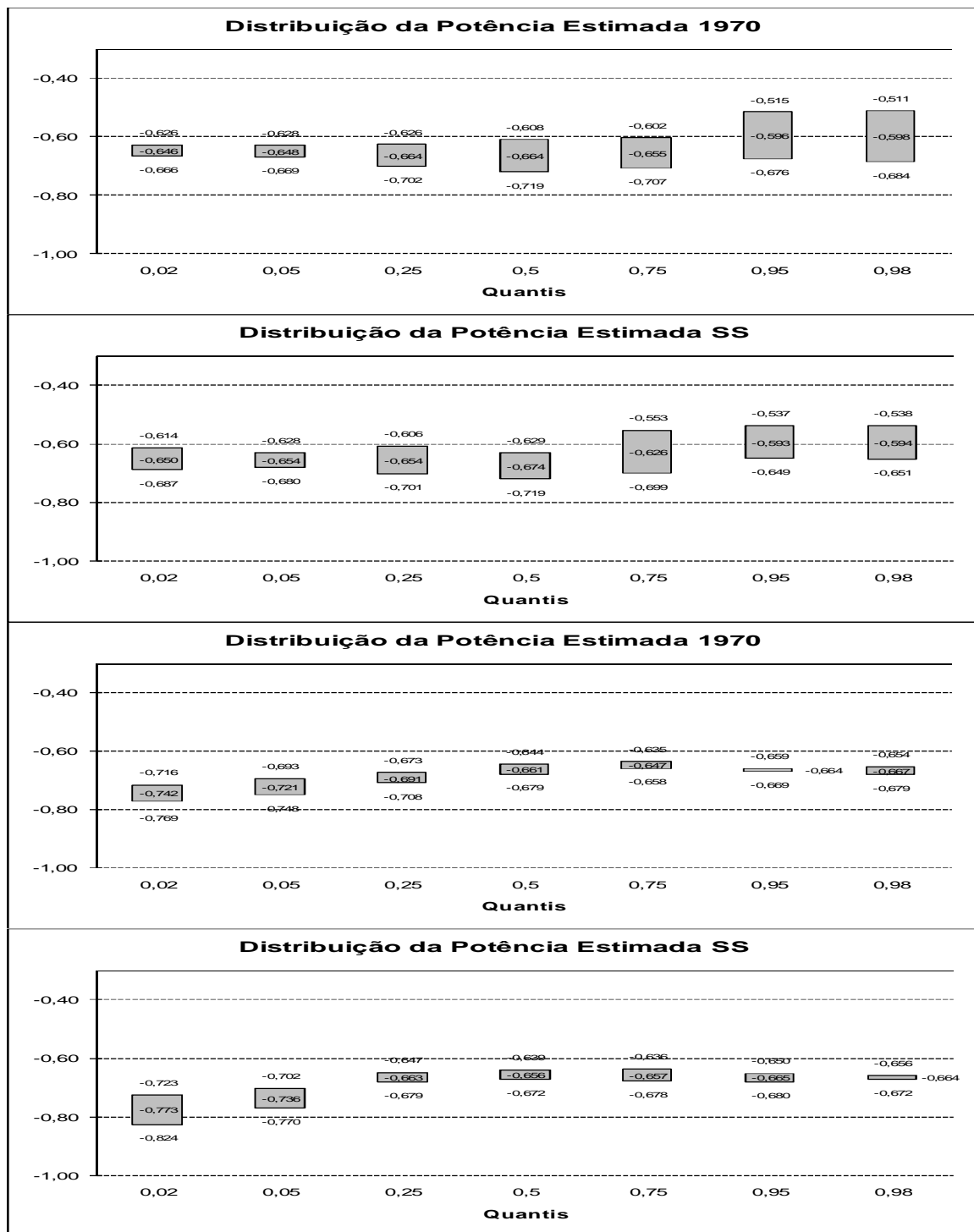


Gráfico 4.9a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Urbana
Fonte: Autor (2011).

Nos gráficos 4.9a não fica evidente a não linearidade no expoente da lei de potência para a amostra selecionada pelo critério 2 em 1970 e no estado estacionário. Quando se selecionam os municípios brasileiros pelo critério 3 existe uma aparente não linearidade que,

na regressão mediana atinge um valor muito próximo a $-0,66$ em 1970 e no estado estacionário. No conjunto de todos os expoentes estimados não há evidência da distribuição espacial da população entre os municípios para atender a Lei de Zipf, seja para amostra do ano de 1970 como para o estado estacionário.

Nos gráficos 4.8b, se evidencia uma estabilidade no expoente estimado em torno do valor $-0,66$ nas duas amostras selecionadas e as estimativas ficam longe de aceitar a Lei de Zipf.

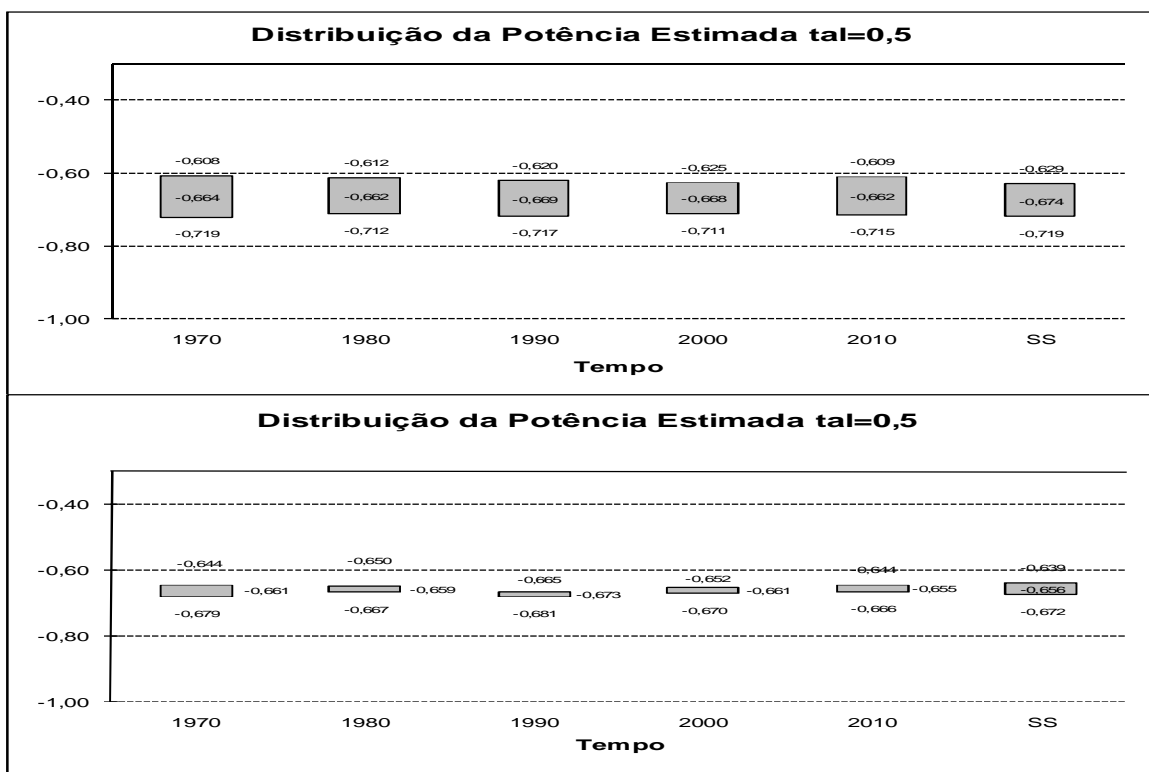


Gráfico 4.9b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 2 e 3, respectivamente – População Urbana
Fonte: Autor (2011).

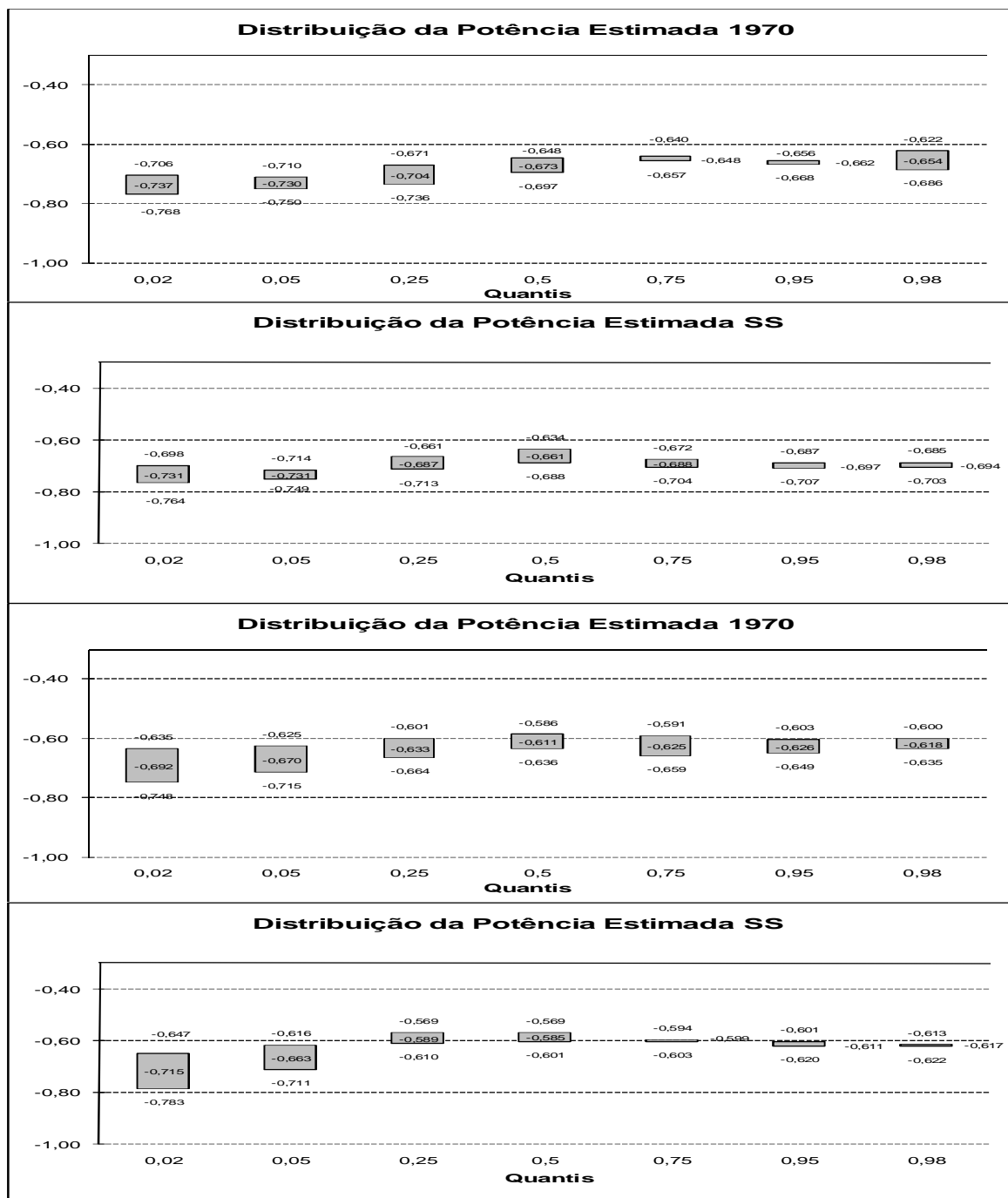


Gráfico 4.10a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Urbana
Fonte: Autor (2011).

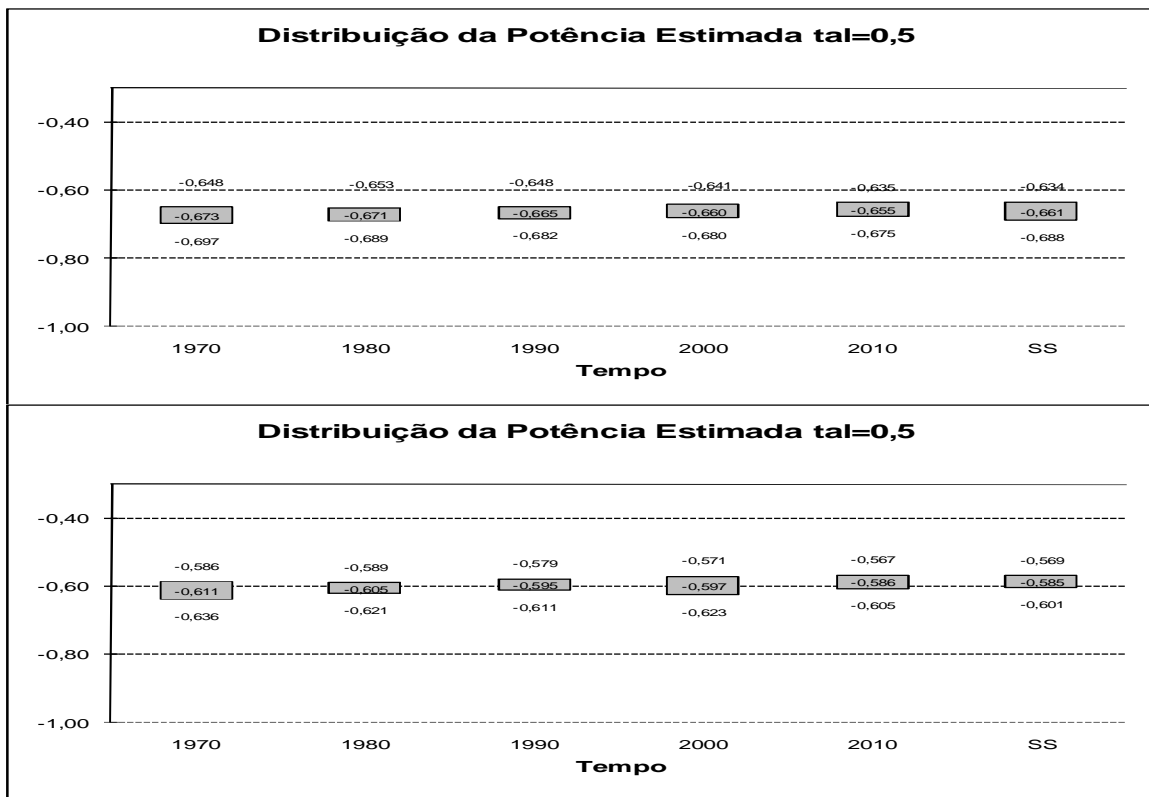


Gráfico 4.10b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 4 e 5, respectivamente – População Urbana
Fonte: Autor (2011).

No agrupamento de gráficos 4.10a verifica-se uma aparente não linearidade no expoente da lei de potência na amostra selecionada pelo critério 4, os valores estimados passam de -0,737 no quantil 0,02, para -0,654 no quantil 0,98 para o ano de 1970. No estado estacionário não fica tão evidente a não linearidade. Na amostra selecionada pelo 5º critério, as estimativas para os quantis inferiores ou igual a 0,05 ficam próximos de um expoente de -0,66, e para regressões quantílicas acima do quantil de 0,05 as estimativas dos expoentes ficam próximas a -0,60 para 1970 e para o estado estacionário.

Nos gráficos 4.10.b novamente se constata uma forte estabilidade dos expoentes ao longo do tempo, para ambas as amostras. Na amostra selecionada pelo critério 4 fica em -0,66, enquanto que pelo 5º critério, os expoentes estimados ficam em torno de -0,6, o que leva a rejeição da Lei de Zipf.

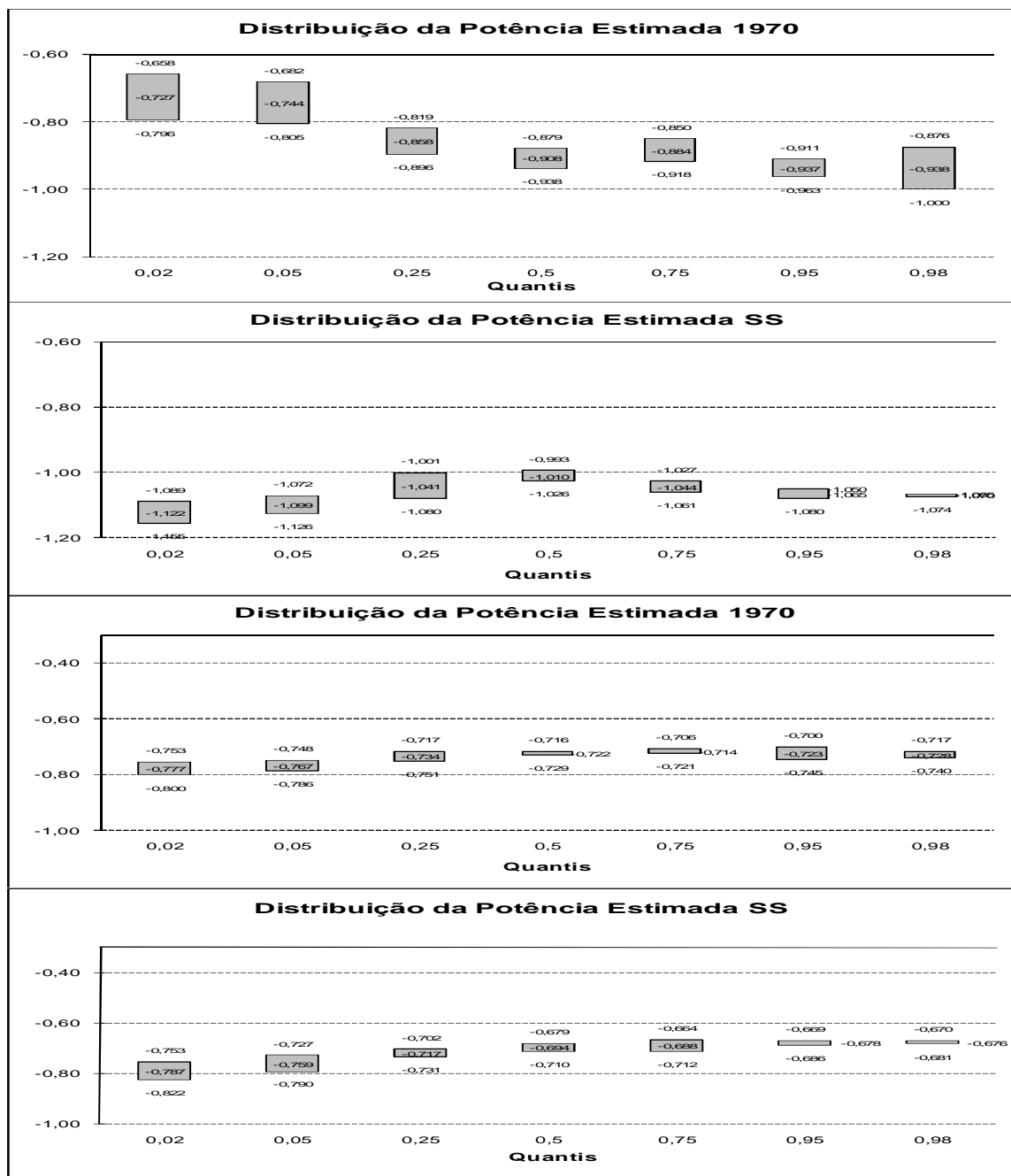


Gráfico 4.11a – Estimativas do expoente da lei de potência de 1970 e para o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Urbana
Fonte: Autor (2011).

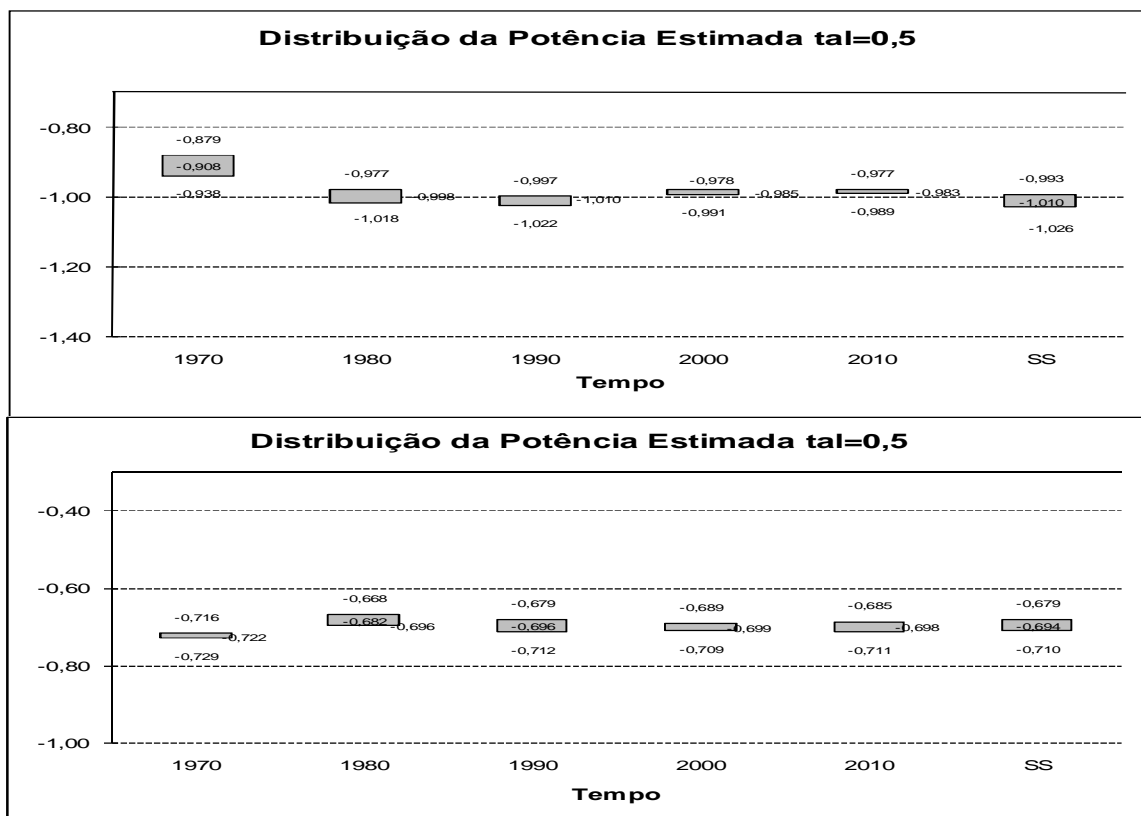


Gráfico 4.11b – Evolução das estimativas do expoente da lei de potência de 1970 até o Estado Estacionário (SS): duas amostras determinadas pelos critérios 1 e 6, respectivamente – População Urbana
Fonte: Autor (2011).

Nos gráficos 4.11a verifica-se uma evidente não linearidade no expoente da lei de potência para amostra selecionada de municípios pelo 6º critério. Em 1970 e no estado estacionário, a não linearidade constatada segue regras diferentes para cada período. Quando se seleciona quase a totalidade dos municípios brasileiros (critério 1), constata-se uma não linearidade mais evidente no estado estacionário do que no ano de 1970.

Nos gráficos 4.11b, pelo critério 6, o expoente da lei de potência estimada evolui de -0,908 em 1970 para -0,998 em 1980 e se estabiliza em torno de -1 até o estado estacionário, o que ratifica a lei de Zipf. Na amostra que seleciona a totalidade dos municípios brasileiros a partir de 1980 se estabiliza em torno de -0,69.

A lei de Zipf não pode ser considerada uma lei geral e sim uma lei específica para alguns casos e talvez só funcione para o prolongamento superior da distribuição estatística da população urbana entre municípios ou áreas metropolitanas de uma área geográfica. Mesmo assim, o que se constatou foi uma forte não linearidade, visto que os dados da amostra de municípios com população urbana superior a 30 mil habitantes e as estimativas do expoente pela regressão quantílica, apresentaram variações significativas entre os quantis. Apesar de no

ano de 1970 as estimativas apresentarem um desvio padrão relativamente alto, isso não acontece no estado estacionário, o que ratifica a não linearidade neste caso.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A teoria da NGE não propõe uma lei rígida em relação a uma função de distribuição para o tamanho das cidades em ambiente nacional ou internacional, a Lei de Zipf seria um caso específico de distribuição de Pareto aplicado a determinado espaço geográfico. O que pode ser verificado é que a hipótese do expoente da lei de potência igual a -1 não se confirmou. Outra questão central parece ser respondida: a distribuição espacial da população tende a se concentrar, ao longo do período estudado, até atingir o estado estacionário, se distanciando na maioria dos casos do expoente igual a -1 . Os resultados apontam que esta hipótese é rejeitada inclusive quando os municípios atingem o estado estacionário.

Parece contraditório o conceito de estado provedor em relação a um aumento significativo da concentração populacional até 2010. Políticas públicas de transferência de renda entre classes e entre regiões podem promover alterações na tendência “natural” da distribuição dos municípios por seu tamanho populacional. Na década de 70 e 80, o Estado brasileiro teve características fortes de um estado provedor, inclusive no que se refere a estímulos migratórios para regiões com pouca densidade populacional como medida de colonização das regiões pouco desenvolvidas e de fronteira. Estas políticas inclinam-se a perturbar a distribuição espacial e afetar o viés de aglomeração em cidades grandes de 1970, mas o que se verificou foi um aumento da concentração espacial da população total e a manutenção da concentração da população urbana durante o período estudado.

No que se refere a uma aparente estabilidade da hierarquia urbana, pode ser explicada por um jogo de forças entre extremos da distribuição, onde pequenas cidades com população jovem tende a migrar para os grandes centros urbanos atraídas por maiores salários e variedade de bens e serviços públicos. Apesar de taxas de crescimento mais modestas, os grandes centros urbanos atraem em termos absolutos um grande contingente de trabalhadores originários de cidades pequenas. Neste processo, algumas cidades médias tendem a caminhar para o final da fila e sofrer uma redução significativa da sua participação na população total do país. Este processo continua até que se alcance o estado estacionário, a partir disso a distribuição espacial da população se estabiliza.

Verificou-se que em partes da amostra (1º Quartil – pelo 5º critério), municípios próximos ao estado estacionário tendem a ter taxas de crescimento menores em termos absolutos, comparadas àqueles distantes do seu estado estacionário (4º Quartil – pelo 5º critério). Porém, não é possível afirmar que as taxas de crescimento iniciais em módulo para a amostra (1º Quartil – pelo 4º critério) são inferiores às taxas de crescimento da amostra (4º Quartil – pelo 4º critério), o que pode explicar um processo de absorção populacional por parte dos grandes centros urbanos nos anos 70, isso se desfaz quando em 2010 os resultados indicam uma convergência relativa das taxas de crescimento.

O que se pode verificar é a fraca relação entre o estado estacionário da dinâmica populacional e a lei de Zipf, além de não indicar uma tendência de aproximação do expoente ao valor -1. Assim, a Lei de Zipf trata-se de um caso especial, ela não pode ser considerada uma lei geral e somente é válida para alguns casos. No caso brasileiro a lei parece ter funcionado para a cauda superior da distribuição espacial da população urbana, como é o caso da amostra de municípios com população urbana superior a 30 mil habitantes de área urbana. Entretanto, o que se constatou foi uma forte não linearidade nas estimativas do expoente pelas regressões quantílicas, que apresentam variações significativas entre os quantis.

Algumas limitações do estudo podem ser relacionadas. Com relação aos poucos anos de efetiva contagem da população, pode resultar em algum viés no que se refere a estimativas de população de anos sem a contagem. Uma possível solução seria obter as aglomerações urbanas por uma estimativa de população urbana vinculada ao número de consumidores de energia elétrica, porém, neste caso, seria possível se o serviço estivesse universalizado em grande parte das regiões do Brasil. Outra limitação consiste na ausência do modelo de dinâmica populacional de um componente de interação competitiva entre municípios. A ausência, aqui de uma análise da Lei de Zipf por regiões ou por estados, também limitou a abrangência deste estudo, o que pode ser incluído como um item de uma agenda de pesquisa.

Agenda de Pesquisa:

- Estimar a lei de potência do limite populacional para estados e regiões do Brasil;
- Modelar a competição intermunicipal por intermédio da teoria dos jogos evolucionários, estimar um estado estacionário e estudar a sua função de distribuição;
- Aplicar funções de distribuição mais aprimoradas aos dados de população e renda com a intenção de estudos mais rigorosos;
- Aplicar regressões não lineares para identificar algum tipo de distribuição do tamanho de municípios no Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos artigos aqui descritos, apesar dos temas com objetivos claramente distantes, alguns fatos estilizados podem se concatenar. Os investimentos em rodovias podem significar um aumento da mobilidade dos fatores de produção e conseqüentemente uma intensificação do processo de concentração espacial da população. Pequenos municípios com grande participação da população inserida na atividade rural tende a perder participação na renda nacional, fazendo com que o diferencial de salários aumente e como conseqüência, novamente, um aumento da concentração de pessoas nos grandes centros urbanos. No primeiro capítulo também se verifica a migração de atividades para os grandes centros urbanos, primeiro devido a uma aparente decisão de política pública, entretanto se faz em última instância devido às economias obtidas com a aglomeração das atividades econômicas e de população nos grandes centros urbanos.

Ambos os trabalhos mostram resultados úteis para o manejo de políticas públicas, de um lado o investimento público e a política fiscal local para atrair investimentos privados que trazem um aparente aumento de bem-estar, mas este aumento se dá em detrimento da perda de valor adicionado de famílias inseridas no setor agrícola e em áreas rurais com industrialização incipiente. Logo, nessa tendência se faz necessário investir em políticas públicas que gerem uma ampliação de oportunidades para essas famílias. O investimento em educação e saúde faz com que a perda na participação no valor agregado nacional seja em parte compensada pelo aumento de oportunidades, no sentido de exercer outras atividades geradoras de maior valor agregado.

As estimativas da distribuição espacial da população apontam uma tendência à concentração, o que sinaliza ao gestor público a urgência de ações que combatam os problemas presentes e futuros relacionados ao congestionamento dos bens e serviços públicos locais, além de proporcionar aqueles que ficam em cidades pequenas oportunidades de mobilidade ou de escolha por melhores trabalhos.

Nos trabalhos apresentados, parte dos resultados remetem ao processo de aglomeração urbana e, por conseqüência, ao processo de concentração ou desconcentração da renda, neste sentido seus resultados ainda possibilitam estudos para testar o rigor metodológico. No caso do primeiro ensaio propôs-se a utilização do método econométrico de análise de intervenção para estimar os efeitos dos investimentos, teoria dos jogos para verificar a tomada de decisão dos agentes em relação aos investimentos privados relacionados à competição fiscal e a

utilização do método do casamento *quase-experimental* como complemento aos resultados obtidos.

No trabalho sobre os efeitos do provimento da infraestrutura pública, como no caso da construção de rodovias federais, sugere-se, além de utilizar os métodos econométricos alternativos para validar os resultados obtidos por regressão com dados em painel, estender o estudo por intermédio de uma interação estratégica entre os agentes da economia regional do estado de Santa Catarina e fazer um estudo nos mesmos moldes para todos os municípios brasileiros.

No trabalho sobre a dinâmica da distribuição espacial da população foi proposto uma agenda de pesquisa que abrange o estudo da lei de potência do limite populacional para estados e regiões do Brasil; modelar uma interação estratégica entre os municípios, com a finalidade de estimar novos parâmetros para o estudo da função de distribuição; aplicar funções de distribuição a dados com volume maior de informações; e, por fim, aplicar regressões não lineares para identificar algum tipo de distribuição do tamanho de municípios no Brasil.

As dificuldades apresentadas nos três ensaios foram em parte semelhantes, principalmente no que tange à forte descontinuidade temporal. No primeiro e segundo ensaios, além da obtenção dos dados, utilizou-se de mapas e atividade manual, que requer tempo e espaço para separar os grupos de municípios analisados. Já o terceiro ensaio contou com a necessidade de um tempo elevado de processamento das aproximadamente 7.000 regressões lineares.

Por fim, a literatura em ambos os trabalhos ajudaram na obtenção e análise dos dados, principalmente quando se refere ao arcabouço teórico da nova geografia econômica, que ajuda a entender o processo de concentração urbana da população e da atividade econômica.

REFERÊNCIAS

AGHION, Philippe; HOWITT, Peter. **Endogenous Growth Theory**. Cambridge: MIT Press, 1998.

ALMEIDA, Carla Cristina Rosa de; et al. Indústria Automobilística Brasileira: conjuntura recente e estratégias de desenvolvimento. **Indicadores Econômicos FEE**. Porto Alegre, v. 34, n. 1, p. 135-152, jul., 2006.

AMARANTE, Adriano de. **Resenha da Literatura da Competição Fiscal**: com vistas na guerra fiscal no Brasil e uma proposta de análise por intermédio da teoria dos jogos. Florianópolis: Dissertação PPGE/UFSC, 2002.

AYRES JR., Frank. **Equações Diferenciais**. Trad. José Rodrigues de Carvalho. São Paulo: McGrawHill, 1959.

BAER, Werner; PAIVA, Claudio. A vacilante economia brasileira; estagnação e inflação durante 1987-93. In: BAER, Werner. **Economia Brasileira**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2002.

BAJO-RUBIO, Oscar. A further generalization of Solow growth model: The role of the public sector. **Economics Letters**. v. 68, 2000.

BARRO, Robert J.; SALA-I-MARTIN, Xavier. **Economic Growth**. New York: McGraw-Hill, Inc., 1995.

BEWLEY, Truman F. A critique of Tiebout's theory of local public expenditures. **Econometrica**. v. 49, n. 3, p. 713-40, 1981.

BILS, Mark; KLENOW, Peter J. Does Schooling Cause Growth? **American Economic Review**. v. 90, n. 5, p. 1160-83, dec., 2000.

BLOMQUIST, A. G. Urban job creation and unemployment in LDCs: Todaro vs. Harris and Todaro, **Journal of Development Economic**. v. 5, n. 1, p. 3-18, mar. 1978.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **Aplicação do PPI**. 2007. Disponível em: <www.planejamento.gov.br/arquivos_down/noticias/pac/070122_ampliacaoPPI_anexo.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2011

BUCOVETSKY, S. Asymmetric tax competition. **Journal of Urban Economics**. n. 30, p. 167-181, 1991.

CHANDRA, Amitabh; THOMPSON, Eric. Does public infrastructure affect economic activity? Evidence from the rural interstate highway system. **Regional Science e Urban Economics**. v. 30, 2000.

COELHO, Danilo; VESZTEG, Robert; SOARES, Fabio Veras. Regressão Quantifica com correção para seletividade amostral: estimativa dos retornos educacionais e diferenciais raciais na distribuição de salários da mulheres no Brasil. **Texto para Discussão**. Brasília: IPEA, 2010.

DIAS, Lurin Mendes Macêdo de Vasconcellos. **Caracterização e Análise dos Efeitos de Segregação de Comunidades, Decorrentes da Duplicação de Rodovias**: Estudo de caso da BR-101 – Região Metropolitana de Florianópolis. Florianópolis: Dissertação PPGE/UFSC, 2004.

DNER. **Histórico das rodovias federais**: Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Serviço de manutenção - 16º distrito rodoviário federal, novembro de 1986. (Material Digital Eletrônico)

FONSECA, Manuel Alcino R. da. **Álgebra linear aplicada a finanças, economia e econometria**. Barueri: Manole, 2003.

FRANCO, Marcus Lima; JORGE NETO, Paulo de Melo. Guerra fiscal, equilíbrio orçamentário e bem-estar: os efeitos do imposto no destino. **Anais ANPEC**, 2001. 18 p.

FUJITA, Masahisa. Thünen and the New Economic Geography. **International Thünen Conference 2000**. University of Rostock, september, p. 21-24, 2000.

FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul; VENABLE, Santhony J. **The spatial economy**: cities, regions, and international trade. Cambridge: MIT press, 2001.

GABAIX, Xavier. Zipf's Law and the Growth of Cities. **The American Economic Review**, v. 89, n. 2, may, 1999.

GIBBONS, Robert. **Game Theory for Applied Economists**. Princeton: Princeton University Press, 1992. 266 p.

GOULARTI FILHO, Alcides. **Formação Econômica de Santa Catarina**. 2. ed., Florianópolis: Editora da UFSC, 2007.

GUJARATI, Domodar N. **Basic Econometric**. 4^a ed., New York: McGraw-Hill Companies, 2004.

HOFBAUER, Josef; SIGMUND, Karl. **Evolutionary Games and Populations Dynamics**. New York: Cambridge University Press, 1998.

HOLTZ-EAKIN, Douglas; SCHWARTZ, Amy Ellen. Infrastructure in a structural model of economic growth. **Regional Science e Urban Economics**. v. 25, 1995.

JANEBA, Eckhard; PETERS, Wolfgang. Tax evasion, tax competition and gains from nondiscrimination: the case of interest taxation in Europe. **Economic Journal**. n. 109, January, p. 93-101, 1999.

JENSEN, Richard; TOMA, Eugenia F.. Debt in a model of tax competition. **Regional Science and Urban Economics**. n. 21, p. 333-50, 1991.

JOHNSON, Richard A; WICHERN, D. W.. **Applied multivariate statistical analysis**. Englewood Cliffs, New York: Prentice Hall, 1988.

KOENKER, Roger; HALLOCK, Kevin F. Quantile Regression. **Journal of Economic Perspectives**. v. 15, n. 4, 2001. pp. 143-156.

LAU, Lawrence J. et al. Education and economic growth: Some cross-sectional evidence from Brazil. **Journal of Development Economics**. v. 41, 1993.

LOCKWOOD, Ben. Commodity tax competition under destination and origin principles. **Journal of Public Economics**. n. 52, p. 141-62, 1993.

NASCIMENTO, Sidnei Pereira do. Guerra Fiscal: uma avaliação comparativa entre alguns Estados participantes. **Economia Aplicada**. São Paulo, v. 12, n. 4, p. 677-706, out./dez. 2008.

MANSKI, Charles F. Regression. **Journal of Economic Literature**. v. 29, p. 34-50, mar. 1991.

MAYER, B. D. Natural and quase-experiments in economics. **Journal of Business and Economic Statistics**. v. 13, p.151-161, 1995.

McCANN, Philip. **Urban and Regional Economics**. Oxford University Press, Oxford. Cap. 3, p. 78-81, 2001.

MENEZES, Flavio M. An auction theoretical approach to fiscal wars. **Ensaio Econômicos da EPGE**. Rio de Janeiro: FGV, Ensaio n. 406, 2000. 26 p.

MINTZ, Jack; TULKENS, Henry. Commodity tax competition between member States of a federation: equilibrium and efficiency. **Journal of Public Economics**. n. 29, p. 133-72, 1986.

MONASTERIO, Leonardo M. A Lei de Zipf: Rio Grande do Sul. **2º Encontro de Economia Gaucha**. Mimeo. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

NEILL, Jon R.. Fueling the engine of growth with investment in infrastructure: A lesson from Neoclassical Theory. **Journal of Macroeconomics**. v. 18, n. 3, 1996.

NOISET, Luc. Pigout, Tiebout, property taxation, and underprovision of local public goods: comment. **Journal of Urban Economics**. n. 38, p. 312-16, 1995.

OATES, W. E.; SCHWAB, R.M.. Economic competition among Jurisdictions: efficiency enhancing or distortion inducing? **Journal of Public Economics**. n. 35, p. 333-54, 1988.

_____. An essay on fiscal federalism. **Journal of Economic Literature**. v. 37, p. 1120-1149, sep. 1999.

OATES, W. E. **Fiscal Federalism**. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1972.

RAUCH, James E. Productivity Gains from Geographic Concentration of Human Capital: Evidence from the cities. **Journal of Urban Economics**. v. 34, p. 380-400, 1993.

REPHANN, Terance; ISSERMAN, Andrew. New Highways as Economic Development Tools: an evaluation using quasi-experimental matching methods. **Regional Science and Urban Economics**. v. 24, n. 6, p. 723-751, 1994.

RIBEIRO, Eduardo Pontual. Small sample evidence of regression quantile estimates for structural models: estimation and testing. **Revista de econometria**. Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 215-244, nov. 2010.

ROMER, David. **Advanced Macroeconomics**. 2. ed., New York: McGraw-Hill, 2001.

ROSEN, Kenneth T.; RESNICK, Mitchel. The size distribution of cities: An examination of the Pareto law and primacy. **Journal of Urban Economics**. v. 8, n. 2, p. 165-186. sep. 1980.

SANSON, João Rogério. Da determinação de funções econômicas entre diferentes níveis de governo. **Anais ANPEC**. 1982.

SILVA, Ligia Osorio. Aspectos da História dos Impostos no Brasil: As Reformas Constitucionais de 1934 a 1946. **Nexos Econômicos**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 77-99, jun. 1999.

SIMON, Carl P.; BLUME, Lawrence. **Matemática para Economistas**. Trad. Claus Ivo Doering. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SOO, Kwok T. **Zipf Law for the cities: a cross country investigation**. London. 2002.

STIGLITZ, Joseph E. The Theory of Local Public Goods Twenty-Five Years after Tiebout: a perspective. In **NBER Working Paper Series**. Working Paper n. 954. aug. 1982. 38 p.

TAKAGI Y. The migration function and the Todaro paradox., **Regional Science of Urban Economic**. v. 14, n. 2, p. 219-230, may 1984.

TIEBOUT, Charles M. A Pure Theory of Local Public Expenditure. **Journal of Political Economy**. n. 64, p. 416-24, oct. 1956.

TODARO, Michael P. **Economic Development**. 6. ed., New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1996.

WELLISCH, Deitmar. **Theory of Public Finance in a Federal State**. Cambridge University Press, 2000.

WILDASIN, D. E. Nash equilibria in models of fiscal competition. **Journal of Public Economics**. n. 35, p. 229-40, 1988.

_____. **Urban Public Finance**. In: Fundamentals of pure and applied economics; v. 10, Regional and urban economics section. Harwood Academic Publishers, 1994.

WILDASIN, D. E.; WILSON, J. D. Theoretical issues in local public economics. **Regional Science and Urban Economics**. n. 21, p. 317-331, 1991.

WILSON, J. D. A theory of interregional tax competition. **Journal of Urban Economics**. n. 19, p. 296-315, 1986.

_____. Mobile labor, multiple tax instruments, and tax competition. **Journal of Urban Economics**. n. 38, p. 296-315, 1986.

_____. Tax competition with interregional differences in factor endowments. **Regional Science and Urban Economics**. n. 21, p. 423-51, 1991.

_____. Theory of tax competition. **National of Tax Journal**. n. 52, p. 269-304, 1999.

_____. Trade, capital mobility and tax competition. **Journal Political Economy**. v. 95, n. 4, p. 835-56, 1987.

WOOLDRIDGE, J. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. MIT Press. Cambridge, Massachusetts, London, 2001.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução a Econometria, uma abordagem moderna**. Rogério César de Souza e José Antônio Ferreira (trad.). São Paulo: Thomson Learning, 2007.

ZODROW, George R.; MIESZKOWSKI, Peter. Pigout, Tiebout, property taxation, and underprovision of local public goods. **Journal of Urban Economics**. n. 19, p. 356-70, 1986.

Apêndice A - Lei de Gibrat

Segundo Gabaix (1999) a lei de Zipf deriva da lei de Gibrat e esta última significa que o processo de crescimento é independente do tamanho das cidades. Ele sugere supor uma distribuição arbitrária de n cidades, em que cada cidade cresce a uma taxa média comum, porém com alguns “choques idiossincráticos” sobre as taxas de crescimento. Isto permite um crescimento independente das cidades e o estudo do limite da distribuição dos tamanhos normalizados das cidades, \tilde{L}_j , onde $j=1, \mathbf{K}, n$. Na realidade, \tilde{L}_j é a população da cidade j dividida pelo total da população urbana, $L_j / \sum_{j=1}^n L_j$, de determinada área geográfica, logo

$$\sum_{j=1}^n \tilde{L}_{jt} = 1 \text{ a cada período de tempo.}$$

Supondo agora que, ao menos a cauda direita da distribuição respeite o seguinte processo: $\tilde{L}_{jt+1} = b_{jt+1} \tilde{L}_{jt}$, onde os b_{jt+1} dos fatores de crescimento das cidades são independentemente e identicamente distribuídos. Assim, como $\sum_{j=1}^n \tilde{L}_{jt} = 1$, a média normalizada do tamanho das cidades precisa estar constante, então $E[b] = E[b_t] = E[b_{t+1}] = 1$. Assuma que $G_t(L) \equiv \text{Prob}(L_t > L)$ é a cauda da distribuição do tamanho das cidades em t . A equação de movimento de G_t é $G_{t+1}(L) = E[G_t(L/b)]$ em seu estado estacionário $G_t = G$, logo $G(L) = E[G(L/b)]$ e como $E[b] = 1$, uma distribuição como a lei de Zipf do tipo $G(L) = a/L$ que satisfaz a equação do estado estacionário. A proposição do autor é que se as cidades crescem aleatoriamente, com a mesma taxa de crescimento esperada e o mesmo desvio padrão, o limite da distribuição irá convergir para a Lei de Zipf. Por fim o autor sugere um modelo compatível com a Lei de Zipf. Segundo Gabaix (1999) a lei de Zipf funciona sob condições de rendimentos constantes de escala.

Apêndice B - Equação logística como solução do modelo de equação diferencial para competição interespecífica

As equações diferenciais, geralmente são utilizadas para modelar a trajetória de uma determinada variável ao longo do tempo. Neste apêndice matemático resolve-se uma equação diferencial que modela a dinâmica de uma população com competição interespecífica⁴². A equação diferencial é descrita como:

$$\dot{L}_t = bL_t \left(1 - (L_t/K)\right) \quad (A1)$$

onde:

- L_t é a população em função do tempo t .
- K é o limite populacional.
- b é uma taxa de crescimento de L_t quando inexistente competição interespecífica.

Como (A1) é uma equação diferencial não-linear de 1ª ordem, pode-se estruturá-la da seguinte maneira:

$$\dot{L}_t - bL_t = (b/K)L_t^2, \quad (A2)$$

dividindo (A2) por $-L_t^2$, tem-se:

$$-L_t^{-2}\dot{L}_t + bL_t^{-1} = b/K, \quad (A3)$$

Agora se assume que $N_t = L_t^{-1}$, logo $\dot{N}_t = -L_t^{-2}\dot{L}_t$, substituindo estas duas equações em (A3) obtém-se:

$$\dot{N}_t + bN_t = b/K, \quad (A4)$$

ou seja uma equação diferencial linear de 1ª ordem (EDL1), que pode ser resolvida usando a solução geral para EDL1⁴³:

⁴² Conhecido como modelo de Verhulst ou logístico.

⁴³ O desenvolvimento da solução geral para equações diferenciais lineares de 1ª ordem pode ser verificado em livros de autores como Ayres Jr. (1959), Simon e Blume (2004) e Fonseca (2003). A equação geral é dada por:

$$N_t = e^{-\int b dt} \left(A + \int (b/K) e^{\int b dt} dt \right), \quad (\text{A5})$$

onde A é a constante de integração e $e^{\int b dt}$ é o fator de integração, assim, resolvendo (A5) tem-se a solução geral para N_t :

$$N_t = A e^{-bt} + \frac{1}{K}. \quad (\text{A6})$$

Dado que $N_t = L_t^{-1}$, (A6) pode ser descrita como:

$$L_t = \frac{K}{A K e^{-bt} + 1}. \quad (\text{A7})$$

Impondo a condição inicial L_0 em (A7), pode-se obter uma expressão para a constante de integração A , o que equivale a $(K - L_0)/KL_0$, substituindo em (A7) consegue-se a expressão da equação logística:

$$L_t = \frac{K}{1 + ((K/L_0) - 1)e^{-bt}}. \quad (\text{A8})$$

$$y(t) = e^{-\int P(t) dt} \left(K + \int Q(t) e^{\int P(t) dt} dt \right),$$

onde K neste caso é a constante de integração, $e^{\int P(t) dt}$ é o fator de integração e sua equação derivada geral é dada por:

$$y'(t) + P(t)y(t) = Q(t).$$

Anexo A - Macro do Microsoft Visual Basic

```
Sub Macro1()  
,  
' Macro1 Macro  
,  
  
'coluna 4 a 44 46 47 3 3661  
  
Sheets("MunicBR Part %").Select  
For seq = 3 To 3661  
Sheets("MunicBR Part %").Select  
Range(Cells(seq, 4), Cells(seq, 44)).Select  
Selection.Copy  
    Sheets("PopBRXAno").Select  
    Range("C23").Select  
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _  
        :=False, Transpose:=True  
Range("a6:o6").Select  
' Application.CutCopyMode = False  
Selection.Copy  
Sheets("MunicBR Part %").Select  
Range(Cells(seq, 46), Cells(seq, 60)).Select  
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _  
    :=False, Transpose:=False  
  
Next  
  
End Sub
```

Por José Nazareno de Souza

Anexo B - Estatística descritiva das variáveis e parâmetros relacionados à população total

	<i>LnRank</i>	<i>LnPop70</i>	<i>LnPop80</i>	<i>LnPop90</i>	<i>LnPop00</i>	<i>LnPop10</i>	<i>LnPopSS</i>	<i>Alfaj</i>	<i>Alfajcalc1970</i>
Média	7,204354	9,401957	9,494249	9,601784	9,693397	9,752925	10,362238	0,2728791	0,233428129
Erro padrão	0,016507	0,016297	0,017905	0,018896	0,019765	0,020231	0,0191129	0,0211567	0,019531131
Mediana	7,50769	9,318028	9,4022	9,503268	9,585415	9,638871	10,255089	0,4800642	0,401790523
Modo	8,198914	8,377241	8,60282	-	8,226573	8,420462	8,8065605	-	-
Desvio padrão	0,995479	0,982848	1,079816	1,139562	1,191986	1,220058	1,1491633	1,2759082	1,17787454
Variância da amostra	0,990979	0,965991	1,166002	1,298601	1,42083	1,488541	1,3205762	1,6279416	1,387388432
Curtose	5,214222	1,752892	1,518912	1,322199	1,156463	1,021493	0,79888	2,1763625	5,357104951
Assimetria	-1,92712	0,760068	0,775919	0,780776	0,79124	0,769959	0,6698441	-1,0602786	-1,182255256
Intervalo	8,198914	8,8732	9,358998	9,436143	9,482262	9,491109	8,8328637	10,855553	16,30692003
Mínimo	0	6,721426	6,595781	6,634358	6,678342	6,690842	7,3899851	-6,028891	-12,05682893
Máximo	8,198914	15,59463	15,95478	16,0705	16,1606	16,18195	16,222849	4,8266623	4,2500911
Soma	26202,23	34194,92	34530,58	34921,69	35254,89	35471,39	37459,492	992,46132	848,9781059
Contagem	3637	3637	3637	3637	3637	3637	3615	3637	3637
Maior(1)	8,198914	15,59463	15,95478	16,0705	16,1606	16,18195	16,222849	4,8266623	4,2500911
Menor(1)	0	6,721426	6,595781	6,634358	6,678342	6,690842	7,3899851	-6,028891	-12,05682893
Nível de confiança(95,0%)	0,032363	0,031953	0,035105	0,037048	0,038752	0,039664	0,0374732	0,0414802	0,038293059
	<i>Betaj</i>	<i>bj</i>	<i>rj70</i>	<i>rj80</i>	<i>rj90</i>	<i>rj00</i>	<i>rj10</i>	<i>Alfa10j</i>	
Média	-0,02351	0,023513	0,015692	0,012076	0,00855	0,005747	0,0041203	-0,7026441	
Erro padrão	0,000606	0,000606	0,000361	0,000299	0,00024	0,000197	0,0001776	0,0262093	
Mediana	-0,01871	0,018713	0,01093	0,009587	0,007129	0,005523	0,0044527	0,4454164	
Modo	-	-	-	-	-	-	-	0,52697	
Desvio padrão	0,036548	0,036548	0,02175	0,018059	0,014452	0,011877	0,0107078	1,5806158	
Variância da amostra	0,001336	0,001336	0,000473	0,000326	0,000209	0,000141	0,0001147	2,4983462	
Curtose	0,727236	0,727236	7,373883	7,633803	3,714272	2,543483	2,7328049	1,5907617	
Assimetria	-0,29894	0,29894	1,967952	1,797913	1,079433	0,184979	-0,453559	-1,3127157	
Intervalo	0,340605	0,340605	0,255498	0,215416	0,145735	0,129498	0,1095077	7,4347253	
Mínimo	-0,23721	-0,10339	-0,02165	-0,02922	-0,03903	-0,04785	-0,048196	-6,9077553	
Máximo	0,103394	0,23721	0,233849	0,186191	0,106705	0,081651	0,0613113	0,52697	
Soma	-85,518	85,51796	57,07284	43,9209	31,09782	20,90173	14,985636	-2555,5164	
Contagem	3637	3637	3637	3637	3637	3637	3637	3637	
Maior(1)	0,103394	0,23721	0,233849	0,186191	0,106705	0,081651	0,0613113	0,52697	
Menor(1)	-0,23721	-0,10339	-0,02165	-0,02922	-0,03903	-0,04785	-0,048196	-6,9077553	
Nível de confiança(95,0%)	0,001188	0,001188	0,000707	0,000587	0,00047	0,000386	0,0003481	0,0513863	
	<i>PopSS</i>	<i>Pop70</i>	<i>Pop80</i>	<i>Pop90</i>	<i>Pop00</i>	<i>Pbp10</i>	<i>Tempo/bj</i>	<i>Tempo/rj10</i>	
Média	77758,68	25488,2	32653,16	39485,48	46644,94	50907,96	15,461267	27,272915	
Erro padrão	4680,388	2203,066	3035,209	3474,156	3916,797	4087,028	17,479109	27,869532	
Mediana	28424,9	11137	12115	13403,45	14551	15350	4,2820008	24,458074	
Modo	6677,911	4347	5447	-	3739	4539	-	-	
Desvio padrão	282262,7	132861,5	183046	209517,8	236212,4	246478,6	1054,1222	1680,7431	
Variância da amostra	7,97E+10	1,77E+10	3,35E+10	4,39E+10	5,58E+10	6,08E+10	1111173,6	2824897,3	
Curtose	731,2712	1355,686	1421,791	1290,599	1140,858	1047,068	864,06497	855,37834	
Assimetria	22,23094	33,81982	33,98891	31,66355	29,19097	27,61914	-13,1712	-13,082492	
Intervalo	11102746	5923782	8492485	9534440	10433457	10658581	68325,263	108663,89	
Mínimo	1619,682	830	732	760,7907	795	805	-38546,71	-61304,637	
Máximo	11104366	5924612	8493217	9535200	10434252	10659386	29778,554	47359,256	
Soma	2,83E+08	92700589	1,19E+08	1,44E+08	1,7E+08	1,85E+08	56232,628	99191,591	
Contagem	3637	3637	3637	3637	3637	3637	3637	3637	
Maior(1)	11104366	5924612	8493217	9535200	10434252	10659386	29778,554	47359,256	
Menor(1)	1619,682	830	732	760,7907	795	805	-38546,71	-61304,637	
Nível de confiança(95,0%)	9176,446	4319,368	5950,881	6811,488	7679,336	8013,095	34,269832	54,641468	

Anexo C - Estatística descritiva das variáveis e parâmetros relacionados à população urbana

	<i>LnRank</i>	<i>LnPop70</i>	<i>LnPop80</i>	<i>LnPop90</i>	<i>LnPop00</i>	<i>LnPop10</i>	<i>LnPopSS</i>	<i>Alfaj</i>	<i>Alfajcalc1970</i>
Média	7,206318	8,092848	8,510748	8,868821	9,155589	9,31639	9,7371451	1,43270349	1,345543843
Erro padrão	0,016442	0,021703	0,022451	0,022317	0,02234	0,022421	0,0215801	0,01619656	0,015223866
Mediana	7,512071	7,928046	8,334952	8,677368	8,966484	9,135725	9,6098422	1,44325411	1,361714186
Modo	-	7,868254	7,07327	-	8,208492	8,530702	9,4623087	-	-
Desvio padrão	0,994557	1,31279	1,358066	1,349964	1,351315	1,356246	1,3053743	0,97972477	0,920886614
Variância da amostra	0,989144	1,723418	1,844343	1,822402	1,826053	1,839403	1,7040021	0,95986062	0,848032156
Curtose	5,232715	1,533599	1,223287	1,107689	1,030795	0,961949	0,7916045	2,57864406	1,757432869
Assimetria	-1,93317	0,882643	0,855027	0,864289	0,846314	0,832881	0,6972631	-0,02018564	0,090060927
Intervalo	8,204945	11,80157	11,14873	10,33394	10,05187	10,15399	9,9480533	13,3185782	10,86424077
Mínimo	0	3,78419	4,787492	5,712622	6,047372	6,070738	6,2916727	-5,98482948	-4,268516409
Máximo	8,204945	15,58576	15,93623	16,04656	16,09924	16,22473	16,239726	7,33374868	6,595724356
Soma	26367,92	29611,73	31140,83	32451,02	33500,3	34088,67	35628,214	5242,26208	4923,344922
Contagem	3659	3659	3659	3659	3659	3659	3659	3659	3659
Maior(1)	8,204945	15,58576	15,93623	16,04656	16,09924	16,22473	16,239726	7,33374868	6,595724356
Menor(1)	0	3,78419	4,787492	5,712622	6,047372	6,070738	6,2916727	-5,98482948	-4,268516409
Nível de confiança(95,0%)	0,032236	0,042551	0,044018	0,043756	0,043799	0,043959	0,0423103	0,03175519	0,029848105
	<i>Betaj</i>	<i>bj</i>	<i>rj70</i>	<i>rj80</i>	<i>rj90</i>	<i>rj00</i>	<i>rj10</i>	<i>Alfa10j</i>	
Média	-0,06383	0,063833	0,049354	0,040327	0,030098	0,020488	0,0140837	-1,41346962	
Erro padrão	0,000527	0,000527	0,000472	0,000384	0,000286	0,000203	0,0001721	0,03038471	
Mediana	-0,06054	0,060545	0,044218	0,036533	0,027561	0,018884	0,0125155	-1,21650304	
Modo	-	-	-	-	-	-	-	-6,90775528	
Desvio padrão	0,031882	0,031882	0,028539	0,023253	0,017313	0,012255	0,0104112	1,83796107	
Variância da amostra	0,001016	0,001016	0,000814	0,000541	0,0003	0,00015	0,0001084	3,37810088	
Curtose	1,435184	1,435184	3,587195	6,998131	5,658223	3,626353	2,2050411	1,17708905	
Assimetria	-0,71006	0,710059	1,319014	1,72299	1,567854	1,222926	1,1296146	-1,13094118	
Intervalo	0,356306	0,356306	0,282105	0,25779	0,178855	0,119737	0,0922964	7,4347253	
Mínimo	-0,26666	-0,08965	-0,01581	-0,01118	-0,00644	-0,00459	-0,0113359	-6,90775528	
Máximo	0,089646	0,266661	0,266297	0,24661	0,172416	0,115149	0,0809605	0,52697002	
Soma	-233,566	233,5664	180,5851	147,5574	110,1281	74,96505	51,532109	-5171,88534	
Contagem	3659	3659	3659	3659	3659	3659	3659	3659	
Maior(1)	0,089646	0,266661	0,266297	0,24661	0,172416	0,115149	0,0809605	0,52697002	
Menor(1)	-0,26666	-0,08965	-0,01581	-0,01118	-0,00644	-0,00459	-0,0113359	-6,90775528	
Nível de confiança(95,0%)	0,001033	0,001033	0,000925	0,000754	0,000561	0,000397	0,0003375	0,05957265	
	<i>PopSS</i>	<i>Pop70</i>	<i>Pop80</i>	<i>Pop90</i>	<i>Pop00</i>	<i>Pop10</i>	<i>Tempoj/bj</i>	<i>Tempoj/rj10</i>	
Média	56555,04	14238,06	21983,42	29380,96	37702,64	43884,59	19,991267	41,1429067	
Erro padrão	4619,965	2147,262	2947,395	3351,213	3718,492	4192,788	5,6968564	9,31293057	
Mediana	14910,82	2774	4167	5868,578	7836	9281	4,5078479	19,3547581	
Modo	12865,55	2613	1180	-	3672	5068	-	-	
Desvio padrão	279460,1	129887,2	178286,9	202713,7	224930,3	253620,3	344,60096	563,336084	
Variância da amostra	7,81E+10	1,69E+10	3,18E+10	4,11E+10	5,06E+10	6,43E+10	118749,82	317347,543	
Curtose	851,9215	1446,34	1478,706	1348,857	1110,801	1112,47	3390,3185	3043,24186	
Assimetria	24,89081	35,43848	35,04358	32,75776	28,98269	28,81191	57,349475	53,4705291	
Intervalo	11292826	5872274	8336972	9309307	9812764	11124810	21080,34	34446,2822	
Mínimo	540,0559	44	120	302,6636	423	433	-617,9025	-1903,29502	
Máximo	11293366	5872318	8337092	9309610	9813187	11125243	20462,438	32542,9872	
Soma	2,07E+08	52097054	80437327	1,08E+08	1,38E+08	1,61E+08	73148,047	150541,896	
Contagem	3659	3659	3659	3659	3659	3659	3659	3659	
Maior(1)	11293366	5872318	8337092	9309610	9813187	11125243	20462,438	32542,9872	
Menor(1)	540,0559	44	120	302,6636	423	433	-617,9025	-1903,29502	
Nível de confiança(95,0%)	9057,961	4209,949	5778,699	6570,43	7290,522	8220,433	11,169329	18,2590496	

Anexo D - Descrição das variáveis e parâmetros envolvidos no cálculo das estatísticas descritivas

Sigla	Descrição
N	Número de Municípios
LnRank	Logaritmo Neperiano do Rank por Tamanho da Pop ou de N
LnPop70	Logaritmo Neperiano do Tamanho da População em 1970
LnPop80	Logaritmo Neperiano do Tamanho da População em 1980
LnPop90	Logaritmo Neperiano do Tamanho da População em 1990
LnPop00	Logaritmo Neperiano do Tamanho da População em 2000
LnPop10	Logaritmo Neperiano do Tamanho da População em 2010
LnPopSS	Logaritmo Neperiano do Limite Populacional (K ou PopSS)
Alfaj	Alfa (α_j) é um parâmetro estimado pela equação logística do município j,
Alfajcalc1970	Alfa calculado pela equação $\alpha_j = \ln((K_j/L_{j1970})-1)$ do município j
Betaj	Beta j (β_j) é um parâmetro estimado pela equação logística do município j,
bj	Negativo de Beta j (β_j)
rj70	Taxa de crescimento anual estimada do município j em 1970 pela fórmula $r_{jt} = r_j (L_{jt}/K_j)$,
rj80	Taxa de crescimento anual estimada do município j em 1980.
rj90	Taxa de crescimento anual estimada do município j em 1990.
rj00	Taxa de crescimento anual estimada do município j em 2000.
rj10	Taxa de crescimento anual estimada do município j em 2010.
Alfa10j	Alfa calculado pela equação $\alpha_{j2010} = \ln(K_j/L_{j2010}-1)$ do município j
Tempoj	Trj10 - Tempo faltante para que a população do município j alcance o seu limite populacional com base na taxa de crescimento rj. Fórmula utilizada: $Trj10 = \ln((K_j / L_{j2010} - 1) / r_{j10})$
Tempoj/bj	Tbj - Tempo faltante para que a população do município j alcance o seu limite populacional com base na taxa de crescimento bj. Fórmula utilizada: $Tbj = (\ln(K_j / L_{j2010})) / \ln(1 + \beta_j)$
Tempoj/rj10	Trj10nc - Tempo faltante para que a população do município j alcance o seu limite populacional com base na taxa de crescimento rj. Fórmula utilizada: $Trj10nc = (\ln(K_j / L_{j2010})) / \ln(1 + r_{j10})$
PopSS	Tamanho da População em 1970
Pop70	Tamanho da População em 1980
Pop80	Tamanho da População em 1990
Pop90	Tamanho da População em 2000
Pop00	Tamanho da População em 2010
Pop10	Limite Populacional (K ou PopSS)
Kj	Limite populacional do município j
Lj1970	Tamanho da População em 1970 do município j
Lj2010	Tamanho da População em 2010 do município j
Ljt	Tamanho da População no tempo t do município j
exp	Expressa a Função Exponencial com o numero de Neper (2,7182818284590452353602874) como base e a variável ou determinada operação matemática envolvendo variáveis e parâmetros (Ex: $2,7182818284590452353602874^{a+bX}$).

