

LUCAS SIQUEIRA DE CASTRO

**CRESCIMENTO ECONÔMICO E INFRA-ESTRUTURA: O IMPACTO
DO PROCESSO EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

LUCAS SIQUEIRA DE CASTRO

**CRESCIMENTO ECONÔMICO E INFRA-ESTRUTURA: O IMPACTO
DO PROCESSO EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 04 de outubro de 2016.



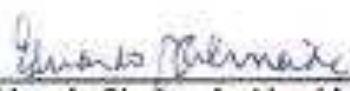
Marcelo José Braga



Cristiana Tristão Rodrigues



Ademar Antonio Betarelli Junior



Eduardo Simões de Almeida
(Coorientador)



João Eustáquio de Lima
(Orientador)

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

C355c
2016

Castro, Lucas Siqueira de, 1988-

Crescimento econômico e infraestrutura : o impacto do
ProAcesso em Minas Gerais / Lucas Siqueira de Castro. –
Viçosa, MG, 2016.

xiv, 128f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: João Eustáquio de Lima.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.92-100.

1. Desenvolvimento econômico - Minas Gerais. 2. Rodovias
- Projeto e construção. 3. Planejamento rodoviário.

4. Transporte rodoviário. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Economia Rural. Programa de Pós-graduação
em Economia Aplicada. II. Título.

CDD 22 ed. 338.98151

“Não vim até aqui pra desistir agora
Entendo você se você quiser ir embora
Não vai ser a primeira vez
Nas últimas 24 horas
Mas eu não vim até aqui pra desistir agora”.
Humberto Gessinger

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu sustento, refúgio e fortaleza, pela vida e por guiar meu caminho para mais uma vitória.

À toda minha família, pelo apoio. Aos meus pais Lúcio e Maria Antônia e minha irmã Laura pelo amor incondicional e por entenderem minhas escolhas. Às minhas tias, Fátima e Aparecida, pela torcida e pelas orações.

À Aline pela parceria, pelo companheirismo e pelo amor dedicado, fundamentais para superar as adversidades, principalmente a distância, durante esses três anos de doutorado.

Ao meu orientador, Professor João Eustáquio, pelos ensinamentos e conselhos durante esse tempo de convivência, exemplo de professor e modelo de orientador a ser seguido.

Ao meu coorientador, Professor Eduardo Almeida, pela paciência, pelas ideias, contribuições, apoio e confiança durante a realização deste trabalho. E também pelo incentivo para prosseguir na carreira acadêmica e pela amizade desde os tempos de monitoria na UFJF.

Aos Professores Evandro Teixeira, Marcelo Braga, Cristiana Rodrigues e Admir Betarelli, pelos comentários e contribuições para a realização deste trabalho.

Aos meus “amigos-irmãos” por escutarem e compartilharem os anseios, pelo apoio incondicional, pelas risadas e pelo conforto.

Aos meus amigos “viçosenses”: Kuririca, Truculenta, Cí louco, Carioca CR, Carlitos, Claudiney e aos demais. Estando em Viçosa ou não, sempre estiveram ao meu lado, compartilhando momentos difíceis e felizes, na vida acadêmica e pessoal.

Aos colegas do DER, pela parceria ao longo da caminhada.

À república “Luz Vermelha”, pela acolhida e por ter proporcionado bons momentos ao longo da estadia em Viçosa.

À república “Los Castros”, pelo ano familiar vivido.

À todos os funcionários do Departamento de Economia Rural, principalmente à Carminha, à Margarida e ao Romildo, pela amizade, apoio e carinho.

BIOGRAFIA

Lucas Siqueira de Castro, filho de Lúcio Martins de Castro e Maria Antônia Martins Siqueira de Castro, nasceu em 21 de Julho de 1988 na cidade de Ponte Nova, Minas Gerais.

Iniciou em março de 2007 o curso de Ciências Econômicas na Universidade Federal de Juiz de Fora, graduando-se em Julho de 2011.

Em agosto de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, em nível de Mestrado, no Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, obtendo o título em Julho de 2013.

Em agosto do mesmo ano, ingressou no curso de Doutorado em Economia Aplicada, no Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da Tese em 04 Outubro de 2016.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Considerações Iniciais.....	01
1.2. O problema e sua Importância	05
1.3. Hipótese.....	09
1.4. Objetivos	09
1.4.1. Objetivo Geral.....	09
1.4.2. Objetivos Específicos.....	09
1.5. Estrutura da Tese.....	09
2. REVISÃO DE LITERATURA: INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES E CRESCIMENTO ECONÔMICO.....	11
2.1. Estudos Internacionais	11
2.2. Estudos Nacionais	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1. Forças Econômicas e o Crescimento de Municípios.....	22
4. METODOLOGIA.....	28
4.1. Efeitos de Tratamento	28
4.2. Método de Diferenças em Diferenças (DD).....	30
4.3. Método de Diferenças em Diferenças Espacial (SDD).....	33
4.4. Efeitos Direto, Indireto e Total.....	37
4.5. Métodos de Pareamento	39
4.6. Coding.....	42
4.7. Ferramentas da Análise Espacial.....	43
4.7.1. Matrizes de Pesos Espaciais.....	44
4.7.2. Testes Difusos.....	45
4.7.2.1. <i>I</i> de Moran Global.....	45
4.7.2.2. <i>c</i> de Geary Global.....	46
4.7.3. Testes Focados.....	46

4.7.3.1. Testes do Multiplicador de Lagrange (ML).....	47
4.8. Fonte e Tratamento dos Dados.....	48
4.8.1. Variável Dependente.....	48
4.8.2. Variável de Interesse (ProAcesso).....	48
4.8.3. Outras Variáveis Explicativas.....	50
4.8.4. Tratamento dos Dados.....	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
5.1 Estatísticas Descritivas dos Grupos de Tratamento e Controle.....	56
5.2. Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).....	60
5.3. Avaliação geral do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios mineiros.....	64
5.4. Investigações setoriais acerca do impacto do ProAcesso no crescimento econômico dos municípios mineiros.....	68
5.5. Impactos do ProAcesso no crescimento econômico dos municípios mineiros para as diferentes extensões de áreas pavimentadas.....	73
5.6. Impactos do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios mineiros para diferentes condições de acessibilidade.....	76
5.7. Avaliação geral do ProAcesso sobre o crescimento econômicos do municípios mineiros com a técnica de <i>Coding</i>	79
5.8. Testes de Sensibilidade.....	81
6. RESUMO E CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
APÊNDICE.....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas das variáveis selecionadas para os municípios do grupo de tratamento em 2000 e em 2010.....	57
Tabela 2: Estatísticas descritivas das variáveis selecionadas para os municípios do grupo de controle em 2000 e em 2010.....	58
Tabela 3: Teste multivariado para comparação de médias.....	60
Tabela 4: Indicadores de autocorrelação espacial para o grupo de tratamento.....	61
Tabela 5: Indicadores de autocorrelação espacial para o grupo de controle.....	62
Tabela 6: Indicadores de autocorrelação espacial para ambos os grupos de municípios.....	62
Tabela 7: Teste <i>join count</i> para a variável <i>dummy</i> ProAcesso.....	63
Tabela 8: Estimções do modelo geral sem e com controle espacial, utilizando a <i>dummy</i> ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i>	65
Tabela 9: Estimções sem e com controle espacial, utilizando a <i>dummy</i> ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> agropecuário.....	69
Tabela 10: Estimções sem e com controle espacial, utilizando a <i>dummy</i> ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> industrial.....	70
Tabela 11: Estimções sem e com controle espacial, utilizando a <i>dummy</i> ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> do setor de serviços.....	71
Tabela 12: Estimções sem e com controle espacial, utilizando diferentes extensões de áreas pavimentadas como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i>	75
Tabela 13: Estimções sem e com controle espacial, utilizando o índice de acessibilidade potencial como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i>	77
Tabela 14: Estimções sem e com controle espacial, utilizando o índice de eficiência de rede como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i>	78

Tabela 15: Estimções dos efeitos do modelo geral por meio do <i>coding</i> sobre a taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i>	80
Tabela 16: Estimções do teste de sensibilidade para o modelo geral utilizando apenas DPA como variável de controle.....	82
Tabela 17: Estimções do teste de sensibilidade para o modelo geral utilizando a escolha aleatória dos municípios pertencentes aos grupos de tratamento e controle.....	83
Tabela 18: Estimções do teste de sensibilidade para o modelo geral, por meio da técnica de <i>coding</i> , utilizando apenas DPA como variável de controle.....	84
Tabela 19: Estimções do teste de sensibilidade para o modelo geral utilizando o pareamento por <i>n-vizinhos</i> mais próximos.....	86
Tabela 1A: Municípios pertencentes ao grupo de tratamento, extensão pavimentada e diretriz.....	101
Tabela 2A: Municípios pertencentes ao grupo de controle.....	108
Tabela 3A: Estimção do modelo probit para a técnica de pareamento por <i>kernel</i>	123
Tabela 4A: Municípios pertencentes ao grupo de controle segundo o <i>coding</i>	123
Tabela 5A: Municípios pertencentes ao grupo de tratamento segundo o <i>coding</i>	126
Tabela 6A: Resumo dos principais resultados gerados.....	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Propósitos e resultados esperados do ProAcesso.....	05
Figura 2: Disposição geográfica dos municípios contemplados pelo ProAcesso.....	06
Figura 1A: Disposição geográfica dos municípios dos grupos de tratamento e controle em Minas Gerais.....	122
Figura 2A: Disposição geográfica dos municípios dos grupos de tratamento e controle, em Minas Gerais, segundo o <i>coding</i>	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo dos trabalhos empíricos referenciados.....18

Quadro 2: Descrição das variáveis utilizadas.....53

RESUMO

CASTRO, Lucas Siqueira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2016. **Crescimento Econômico e Infra-estrutura: o Impacto do ProAcesso em Minas Gerais**. Orientador: João Eustáquio de Lima. Coorientadores: Eduardo Simões de Almeida e Evandro Camargos Teixeira.

O papel de investimentos públicos e privados em infraestrutura, influenciando o crescimento econômico entre regiões e países, é um tema que tem recebido atenção nos últimos anos. Entre as modalidades de investimento em infraestrutura, a de transportes, principalmente a rodoviária, merece destaque no Brasil, país de dimensões continentais. Mudanças no sistema de transporte, como a construção de novas vias, impactam nas condições de acessibilidade e, conseqüentemente, no crescimento econômico local. Entre os Estados brasileiros, Minas Gerais é o que apresenta a maior malha rodoviária, contando com 269.546 quilômetros de rodovias, 16% do total nacional. Resultante de um processo histórico caracterizado pela convergência dos investimentos em áreas de maior dinamismo econômico, a construção da malha rodoviária de Minas Gerais criou extensões marcadas por desigualdades. No Estado, somente as rodovias federais são totalmente pavimentadas. Em relação às estaduais, apenas 59% delas são pavimentadas, já as municipais, em sua maioria, não contam com pavimentação. Visando a expandir a pavimentação das estradas no Estado, o Governo mineiro lançou na década de 2000 o Programa de Pavimentação de Ligações e Acessos aos Municípios – ProAcesso. Vigente entre os anos de 2003 e 2010, o Programa buscou expandir o grau de acessibilidade aos serviços sociais considerados básicos e aos mercados para habitantes de 225 municípios mineiros, até então com suas principais vias de acesso à rede rodoviária regional ou “rodovias-tronco” não pavimentadas. Neste contexto, a presente tese se propõe a avaliar o impacto do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios beneficiados pelo programa entre os anos de 2000 e 2010. Para tanto, procurou-se por modelos que estabelecessem a relação teórica desejada e controlassem problemas recorrentes na literatura como a dependência espacial, a ausência de controle para efeitos não-observados, a simultaneidade e o erro de medida na construção da variável de infraestrutura. Entre os modelos existentes, optou-se pela combinação entre o método de diferenças-em-diferenças espacial com técnicas de *matching* para identificar o

efeito médio do tratamento na presença de transbordamentos espaciais. Alternativamente, também foi utilizado o procedimento denominado *coding* para estimar o modelo de diferenças-em-diferenças sem a influência da dependência espacial. Nos diferentes tipos de avaliações feitas, seja a geral, a setorial, a que compreendeu diferentes extensões de estradas pavimentadas ou mesmo a que apresentou diferentes condições de acessibilidade, pode ser visto como o fato de que um município ter pertencido ao grupo tratamento, ou seja, ter sua principal via de acesso pavimentada, em média, não contribuiu para seu crescimento econômico. Acredita-se que as externalidades, positivas e negativas, promovidas pelo acesso à rede estadual de transporte, neste caso, tenham sido anuladas, fazendo com que o impacto do ProAcesso sobre a taxa de crescimento econômicos dos municípios não fosse estatisticamente significativo.

ABSTRACT

CASTRO, Lucas Siqueira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2016. **Economic Growth and Infrastructure: ProAcesso Impact in Minas Gerais.** Adviser: João Eustáquio de Lima. Co-advisers: Eduardo Simões de Almeida and Evandro Camargos Teixeira.

The role of public and private investment in infrastructure, affecting economic growth between regions and countries is a topic that has received attention in recent years. Among the infrastructure investment arrangements, transport infrastructure, especially road deserves highlight in Brazil, a country of continental dimensions. Changes in the transport system, as the construction of new roads, impact on the access conditions and, consequently, on the local economic growth. Among the Brazilian states, Minas Gerais has the highest road network, with 269,546 kilometers of roads, 16% of the national total. Result of a historical process characterized by the convergence of investments in areas of greater economic dynamism, the construction of the road network of Minas Gerais created extensions marked by inequalities. In this State, only the federal highways are fully paved. Regarding the state highways, only 59% of these are paved, and municipal roads mostly does not have paving. Aiming to expand the paving of roads in the State, the Government launched in the 2000s the Paving Program and Access to Municipalities - ProAcesso. Current between the years 2003 and 2010, the program sought to expand the degree of accessibility to basic social services and markets to inhabitants of 225 municipalities of Minas Gerais, until then with its main access roads to the regional road network unpaved. In this context, this Thesis aims to assess the impact of ProAcesso on economic growth of municipalities benefited from the program, between 2000 and 2010. For this, models were surveyed to establish the desired theoretical relationship and also to control recurrent problems in the literature as the spatial dependence, the absence of control for unobserved effects, simultaneity and measurement error in the construction of infrastructure variable. Among existing models, we opted for the combination between the method of spatial differences-in-differences and matching techniques to identify the average treatment effect in the presence of spatial spillovers. Alternatively, the procedure coding was also used to estimate differences-in-differences model without the influence of the spatial dependency. In the different assessments, it can be seen that

the fact that a municipality have belonged to the treatment group, on average, did not contribute to its economic growth. It is believed that externalities, positive and negative, promoted by access to the state transport network are nullified in this case, making statistically insignificant the impact of ProAcesso on the economic growth rate of municipalities.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

O papel de investimentos públicos e privados em infraestrutura¹, influenciando o crescimento econômico entre regiões e países, é um tema que tem recebido atenção nos últimos anos, sobretudo em função de crises econômicas estabelecidas nas décadas de 1970 e 1980, como a da produtividade dos Estados Unidos da América (EUA).

Nos estudos desenvolvidos, os autores analisam diferentes maneiras pelas quais a infraestrutura pode afetar o crescimento econômico. Muitos desses trabalhos enfrentaram dificuldades empíricas para constatar a causalidade direcionada da infraestrutura, especialmente de transportes, para o crescimento econômico.

Aschauer (1989), por exemplo, observou que a diminuição na taxa de crescimento da produtividade observada, não só nos EUA, mas em outros países em desenvolvimento, no início da década de 1970, poderia estar relacionada à redução no investimento em infraestrutura.

Para Krugman (1991), o investimento em infraestrutura diminui o gasto dos agentes com insumos intermediários, reduzindo os custos de produção e, por sua vez, aumentando a renda local. Fourie (2006) comenta que o acesso à infraestrutura eleva a produtividade dos trabalhadores, o que gera condições para o aumento da produção.

Rigolon (1998), no que lhe concerne, avalia que maiores investimentos em infraestrutura geram aumentos na produtividade total dos fatores. Estes investimentos tornam os produtos produzidos internamente mais competitivos, o que eleva as exportações e diminui as importações e a dependência pública de acumulação de capital externo, melhorando as perspectivas de crescimento econômico.

Entretanto, a relação entre investimentos em infraestrutura e crescimento econômico nem sempre é direta. Kelejian e Robinson (1997), por exemplo, mostraram

¹ Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o conceito de infraestrutura pode ser tratado por duas formas diferentes e ao mesmo tempo complementares. O primeiro trata da infraestrutura social e urbana, ao fornecimento adequado de serviços como habitação, saneamento e transporte urbano. Já o segundo trata a infraestrutura como meio para a realização física da produção (econômica), seja no provimento de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, energia elétrica, petróleo, gás natural, biocombustíveis e na tecnologia de comunicação e informação. Para existir o desenvolvimento da infraestrutura social e urbana é preciso que haja o estabelecimento da infraestrutura econômica (IPEA, 2010). A grande maioria da literatura aqui revisitada aborda o segundo conceito de infraestrutura em seus trabalhos.

que esta relação pode ser nula do ponto de vista estatístico, dada a forma como são controladas e realizadas as estimações.

Apesar de eficiente, o investimento privado em infraestrutura, de acordo com Bertussi e Júnior (2012), muitas vezes, encontra obstáculos em função do número de grupos empresariais dispostos a investir e lidar com os riscos existentes. Dessa maneira, para países menos desenvolvidos como o Brasil, que têm problemas em infraestrutura, a participação estatal surge como alternativa para a realização dos investimentos.

Campos Neto (2014) avalia que uma oferta eficiente de serviços públicos em infraestrutura mostra-se como um dos principais aspectos de políticas para a promoção do crescimento econômico. A melhoria destes serviços condiciona a produtividade e a competitividade do sistema econômico, levando a um maior grau de especialização produtiva e ao bem-estar. O autor também considera que, além de aumentar competitividade sistêmica da economia, os investimentos em infraestrutura melhoram as condições dos transportes, da comunicação e do fornecimento de energia, promovendo efeitos multiplicadores e dinamizadores nos demais setores.

Entre as modalidades de investimento em infraestrutura, para Guimarães (2012), o transporte pode levar ao crescimento concentrado em algumas regiões. O transporte conecta recursos, negócios entre empresas e pessoas. Por seu turno, a demanda por transportes é derivada de mudanças na atividade econômica de empresas e indivíduos.

Mudanças no sistema de transporte, como a construção de novas vias, impactam no crescimento econômico local, regional e nacional. Alterações na renda, no nível de emprego, na competitividade, na atividade empresarial, no valor de propriedades, nos níveis de acessibilidade, no montante de receitas fiscais e na equidade são exemplos ocorridos, tendo por base estas mudanças (Littman, 2010).

Para Banister e Berechman (2001), Preston (2001), Nijkamp (2004), Berechman (2009), Littman (2010) e Lakshmanan (2011), impactos econômicos de investimentos em transportes, oriundos da interligação de vias desconexas à rede de transporte, são tidos em grande parte como efeitos da acessibilidade e podem gerar externalidades positivas e/ou negativas.

Um maior número de rodovias ou rodovias com melhores asfaltos aumentam a qualidade e a oferta dos serviços de transportes, reduzindo seus custos. A melhoria na facilidade de comunicação e interação entre os indivíduos faz com que o comércio de

bens e serviços seja mais rentável. A acessibilidade também faz com que as empresas possam expandir geograficamente o acesso aos seus serviços, gerando mais empregos. O aumento da competição em alguns locais gera a possibilidade de especialização em determinado ramo, o que aumenta a produtividade do indivíduo (Preston, 2001; Berechman, 2009).

Por outro lado, o aumento do acesso a empresas que fornecem um mesmo tipo de serviço, por exemplo, também faz com que aquela que esteja menos preparada perca espaço no mercado. Interferências na rede de transporte já existente podem reforçar o problema da desigualdade regional, com o aumento da competição entre regiões mais e menos especializadas em determinadas atividades. Possíveis efeitos desta competição levariam ao aumento de aglomerações no espaço econômico (Banister e Berechman, 2001; Lakshmanan, 2011).

Outras externalidades negativas relacionadas ao aumento da acessibilidade, por meio do investimento em infraestrutura de transportes, estão ligadas ao congestionamento, poluição e acidentes. Lacerda (2006) mostra que, com melhores condições de acessibilidade, a elevação no número de veículos ocasiona poluição no ar das cidades, além de provocar congestionamentos, o que retarda o deslocamento das pessoas e aumenta a possibilidade de acidentes causados por imprudências.

Associado à discussão referente às externalidades, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) também mostra que, no Brasil, problemas ligados à infraestrutura de transportes afetam o crescimento econômico do país. Apesar de o processo de modernização ter ocorrido, sobretudo a partir da década de 1990, a matriz de transportes brasileira ainda se mostra deficitária, muito em virtude da dependência das rodovias para o transporte de cargas (IPEA, 2010).

Em 2011, a matriz de transportes elaborada pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) revelou que, dos modais utilizados para o transporte de cargas, 59% corresponderam às rodovias, 24% às ferrovias, 13% ao modal aquaviário, 3,7% ao dutoviário e apenas 0,3% ao aeroviário (ANTT, 2015). O reflexo disso remete ao elevado preço do frete e à perda de competitividade regional e internacional dos produtos brasileiros, desde os bens primários até aos industrializados.

Ineficiente para as longas distâncias, o modal rodoviário torna-se eficiente para curta distância, estabelecendo maior conectividade regional, o que possibilita um ganho pela dinâmica e agilidade na entrega dos produtos “porta a porta”.

Este “rodoviarismo”, de acordo com Natal (1991), surgiu no país com o propósito de aumentar a integração entre diferentes regiões e também de ocupar novas extensões geográficas, como a região Centro-Oeste. Os projetos de transportes rodoviários passaram a ter prioridade sobre os demais modais na década de 1950, com o Plano de Metas do Governo de Juscelino Kubitschek e a construção de Brasília. Este plano visou a desenvolver, entre outros aspectos, a recente indústria automobilística brasileira e, para atender às demandas das indústrias, como a Volkswagen, instalada em 1953, foi necessária a expansão das malhas rodoviárias.

Após o Plano de Metas, foram elaborados novos planos de crescimento e desenvolvimento regional, cujos aspectos estavam ligados à expansão das rodovias. Neste contexto, é possível mencionar o Plano Trienal de Desenvolvimento Econômico e Social (1963-1965), o Programa de Ação Econômica do Governo – PAEG (1964-1966), o Programa Estratégico de Desenvolvimento – PED (1968-1970), o Plano de Integração Nacional – PIN (1970), o Plano Nacional de Desenvolvimento – PND – I (1972-1974), II (1975-1979) e III (1980-1985), entre outros (Pereira e Lessa, 2011).

Os reflexos destes projetos levaram o Brasil, em 2014, a contar com aproximadamente 1,7 milhão de quilômetros de estradas, entre os quais 221.820 quilômetros (12,9%) são de estradas pavimentadas (DNIT, 2016).

Entre os Estados brasileiros, Minas Gerais é o que apresenta a maior malha rodoviária, contando com 269.546 quilômetros de rodovias (16% do total nacional): 7.689 quilômetros são de rodovias federais, 23.663 quilômetros de estaduais e 238.121 quilômetros de municipais. Todavia, apenas as rodovias federais são totalmente pavimentadas. Em relação às estaduais, apenas 13.995 quilômetros (59%) são pavimentadas, já as municipais, em sua maioria, não contam com pavimentação (MINAS GERAIS, 2015).

A construção da malha rodoviária de Minas Gerais, resultante de um processo histórico caracterizado pela convergência dos investimentos em áreas de maior dinamismo econômico, criou extensões marcadas por desigualdades regionais de rodovias pavimentadas. Visando a expandir a pavimentação das estradas no Estado para reduzir estes desequilíbrios, o Governo mineiro lançou na década de 2000 o Programa de Pavimentação de Ligações e Acessos aos Municípios – ProAcesso (MINAIS GERAIS, 2011).

1.2. O Problema e sua Importância

De acordo com o Governo de Minas Gerais, o ProAcesso foi um dos programas integrantes da Carteira de Projetos Estruturadores, administrado pelo próprio Governo Estadual entre os anos de 2003 e 2010, com custo estimado de R\$ 3,5 bilhões (MINAS GERAIS, 2011).

Este programa visou a expandir o grau de acessibilidade aos serviços sociais considerados básicos e aos mercados para habitantes de 225 municípios mineiros², até então com suas principais vias de acesso à rede rodoviária regional ou “rodovias-tronco” não pavimentadas. Os propósitos e resultados esperados com a implementação do ProAcesso, pelo governo de Minas Gerais, podem ser vistos na Figura 1.



Fonte: SETOP, 2004.

Figura 1: Propósitos e resultados esperados do ProAcesso.

Segundo a Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas de Minas Gerais (SETOP/MG) e o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais (DER/MG), os critérios que definiram a participação dos municípios no ProAcesso foram sua falta de acessibilidade, aliada a baixas taxas do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (SETOP/MG, 2007).

Durante os sete anos de vigência, o Programa buscou contemplar, especificamente, intervenções de melhoria e pavimentação em acessos rodoviários

² O nome dos municípios, bem como o montante de quilômetros pavimentados, estão reportados na Tabela 1A do apêndice.

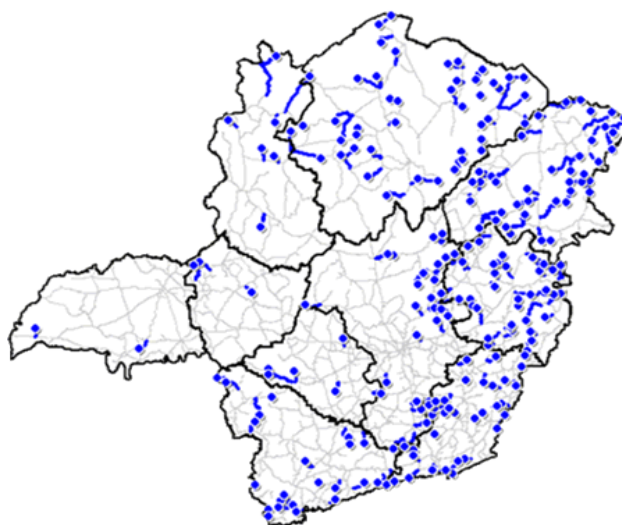
mineiros, que somaram 5,6 mil quilômetros de extensão (SETOP/MG, 2007). Cesar (2010) relata que o tamanho médio dos trechos rodoviários agraciados pelo programa foi de 25 km, com o volume médio de tráfego de 300 veículos ao dia.

Considerados municípios com menores taxas de desenvolvimento econômico e social relativas, estes 225 se distribuíram geograficamente por todo o Estado, tendo maior concentração nas regiões Norte e Nordeste (Figura 2). Nestas regiões, estavam localizados 60% dos municípios desprovidos da principal via de acesso pavimentada e 69% da extensão a pavimentar (CESAR, 2010).

Passados os sete anos previstos de execução do ProAcesso, os municípios que foram beneficiados pela implementação deste programa realmente obtiveram as melhorias esperadas advindas da pavimentação de suas principais vias de acesso? Ou seja, houve o crescimento esperado?

Por se tratar de uma política pública, a avaliação do ProAcesso se mostra relevante, podendo seus efeitos influenciar de diferentes maneiras os setores da economia. Setores como a agropecuária e a indústria, por exemplo, que demandam o escoamento de sua produção e atendem a áreas mais dispersas, podem apresentar maiores impactos do Programa que o setor de serviços, cuja área de atuação é concentrada localmente.

Além disso, seria interessante também verificar se os municípios mais beneficiados, em extensão asfáltica, obtiveram impactos diferentes dos menos beneficiados em suas taxas de crescimento econômico, uma vez que níveis de acessibilidade diferentes possibilitam resultados variados.



Fonte: Elaborado pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais – DER/MG.
Figura 2: Disposição geográfica dos municípios contemplados pelo ProAcesso.

Para Holanda (2002), o objetivo da avaliação de uma política pública é obter informações sobre o seu desempenho, identificando problemas, limitações, potencialidades e alternativas. Desta forma, poderão ser tomadas medidas que possam aumentar a eficiência, a eficácia e a efetividade³ para o planejamento de extensões da política atual ou de novas políticas públicas.

Costa e Castanhar (2003) ressaltam que, além de obter informações sobre o desempenho de uma política pública, a avaliação também deve configurar-se como uma atividade permanente e não limitada à etapa final do ciclo da política pública. Os autores ainda reforçam que o propósito da avaliação consiste em amparar os tomadores de decisão, levando-os à continuidade, reformulação, correções ou mesmo o cancelamento do programa vigente.

Cotta (1998) discute que a avaliação de um programa ou política pública pode ser feita simultaneamente a outras fases que compõem o ciclo de uma política, determinado pela construção da agenda, pela formulação e pela implementação. Esta ação possibilitaria direcionar ajustes aos programas em andamento, além de registrar o cumprimento de metas intermediárias estabelecidas e averiguar os diferentes tipos de efeitos da intervenção.

Três foram os trabalhos encontrados que analisaram aspectos do ProAcesso sobre os municípios mineiros, de forma quantitativa.

Cesar (2010) buscou mensurar o ProAcesso pelo cálculo de diferentes índices de acessibilidade, associados aos seus respectivos indicadores sintéticos de desigualdade, para os 853 municípios mineiros, em dois cenários diferentes. O primeiro, mostrando as características da rede mineira antes do ProAcesso e o segundo, após o término do programa.

Sato *et al.* (2012) examinaram os impactos dos Programas ProAcesso e Caminhos de Minas, por meio do levantamento de dados de indicadores econômicos. Para tanto, os autores utilizaram como medida de impacto do programa um indicador de dupla diferença simplificado, referente à evolução dos indicadores relativos às dimensões econômicas e sociais, tanto dos municípios beneficiados como dos municípios de controle.

³Para Motta (1990), eficiência refere-se à execução de normas e à redução de custos. A eficácia remete ao alcance de resultados e à qualidade dos produtos e serviços prestados. E a efetividade relaciona-se ao efeito da decisão pública, ou seja, responder às necessidades da população.

Dias e Simões (2012) investigaram de que maneira o ProAcesso afetou as condições de emprego e, por consequência, os salários nos municípios mineiros, utilizando o método convencional de diferenças em diferenças.

Diferentemente do que foi apresentado nestes três trabalhos, bem como em outros trabalhos da literatura que buscaram avaliar impactos do investimento público, por meio da infraestrutura, no crescimento econômico, esta tese apresenta algumas contribuições.

A primeira contribuição é dada em termos de avaliação de políticas públicas. Poucos foram os trabalhos que tratam a eventual dependência espacial subjacente ao fenômeno estudado, como em Heckert e Mennis (2012) ou Heckert (2015). Esta dependência espacial pode vir a mascarar o impacto do efeito médio da política nos municípios mineiros, dificultando a análise da causalidade direcionada existente entre a infraestrutura de transportes e o crescimento econômico.

Desta forma, a modelagem proposta por diferenças em diferenças espacial levará em consideração as interações espaciais na avaliação da taxa de crescimento econômico dos municípios. Características dos municípios vizinhos, como a maior especialização em um determinado setor produtivo ou maior qualificação da mão de obra, por exemplo, podem apresentar relevância na avaliação dos efeitos do ProAcesso.

A segunda contribuição reside em verificar a exogeneidade do Programa. Tal relação poderá ocorrer se, com a pavimentação das principais vias de acesso dos municípios com menores taxas de IDH mineiros, houver mudanças no comportamento dos agentes econômicos locais.

Estas mudanças poderão ser relacionadas ao menos de duas formas. Em uma delas, dado o investimento praticado, ele aumentaria a produtividade sistêmica das atividades já realizadas, reduzindo os custos, *ceteris paribus*, e elevando os lucros. Na outra, o mesmo investimento seria responsável por atrair novas empresas, dos mais variados setores, dado o interesse nos municípios, o que geraria novos empregos e, com isso, elevaria as taxas de crescimento, dada a dinamização da economia.

Uma terceira contribuição repousa na tentativa de resolver os problemas existentes discutidos na literatura sobre a relação entre infraestrutura, neste caso de transportes, e crescimento econômico, como visto em Kelejian e Robinson (1997). A existência de simultaneidade, erro de mensuração, variáveis omitidas, autocorrelação das séries temporais, além da autocorrelação espacial, serão levados em consideração

na estratégia empírica no intuito de melhorar a identificação do impacto do ProAcesso no crescimento econômico mineiro.

1.3. Hipótese

A hipótese testada neste estudo é que o ProAcesso tenha gerado impacto positivo sobre o crescimento econômico dos municípios mineiros contemplados pelo programa, entre os anos de 2000 e 2010.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

Avaliar o impacto do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios beneficiados entre os anos de 2000 e 2010.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a)** Quantificar os efeitos do ProAcesso nas taxas de crescimento econômico referentes aos setores agropecuário, industrial e de serviços dos municípios mineiros.
- b)** Verificar os efeitos do ProAcesso para as diferentes extensões de estradas pavimentadas no crescimento econômico dos municípios mineiros.
- c)** Estimar o efeito do ProAcesso no crescimento econômico dos municípios mineiros para diferentes condições de acessibilidade.

1.5. Estrutura da Tese

O presente trabalho apresenta mais cinco capítulos, além desta introdução. O segundo capítulo contém a revisão de literatura selecionada sobre crescimento econômico e infraestrutura de transportes. O terceiro capítulo apresenta o referencial teórico que embasa o estudo, relacionando as forças econômicas com o crescimento de municípios. No quarto capítulo, são expostos os métodos econométricos

necessários para responder às questões propostas, da mesma maneira que a fonte e a forma como são tratados os dados. Já no quinto capítulo, são discutidos os resultados obtidos, encerrando o sexto e último capítulo do trabalho com resumo e conclusões do estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA: INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES E CRESCIMENTO ECONÔMICO

Tendo como referência trabalhos como o de Aschauer (1989), a literatura apresenta estudos que tentaram mensurar o impacto do investimento público, sobretudo a infraestrutura de transportes, no crescimento econômico. Para tanto, estes trabalhos utilizaram diferentes abordagens econométricas como funções de produção, modelos VAR, convergência de renda e efeitos de tratamento.

Mesmo com a adoção dessas diferentes técnicas, pôde ser percebida a dificuldade de estabelecer a relação teórica desejada. A explicação para este impasse pode residir ao menos em quatro problemas econométricos: i) dependência espacial; ii) ausência de controle para efeitos não observados; iii) simultaneidade; e iv) erro de medida na construção da variável de infraestrutura. É de conhecimento geral que tais questões têm a capacidade de tornar as estimativas inconsistentes e/ou ineficientes.

O desenvolvimento desta revisão de literatura selecionada, portanto, visará apresentar, além das técnicas e resultados obtidos pelos autores, à forma como eles tentaram controlar tais problemas.

2.1. Estudos Internacionais

Deno (1988), em seu trabalho, examinou o efeito individual dos componentes da infraestrutura pública, partindo da sua desagregação em estradas, sistemas de esgotos e instalações de tratamento e distribuição de água nos Estados Unidos. Conduzindo a estimação de funções de lucro *translog* normalizadas, para 36 regiões industriais, o autor constatou que os três componentes analisados apresentaram efeitos positivos sobre a oferta de produtos manufaturados. Em especial, os resultados encontrados para as estradas (elasticidade de 0,31) indicaram que políticas públicas, aliadas a transportes, tendem a funcionar como ferramentas para o crescimento regional.

Munnell e Cook (1990), além de oferecerem evidências da relação entre o investimento de capital público e da atividade econômica privada, nos Estados Unidos, avaliaram parâmetros de infraestrutura, como as autoestradas e os sistemas públicos de água e esgotos, de maneira semelhante a Deno (1988).

Mediante estimações por MQO, utilizando funções de produção do tipo Cobb-Douglas, logaritmizadas, observou-se que, à época, para os 52 áreas geográficas analisadas, os efeitos da infraestrutura foram positivos e significativos, mostrando que os países que têm investido mais em infraestrutura tendem a ter maior produção, mais investimentos privados e maior crescimento do número de empregos.

Shah (1992) dispôs do equilíbrio restrito para estimar a contribuição do investimento público em infraestrutura para a lucratividade do setor privado no México, nos anos de 1970 a 1987. A função de custo *translog* empregada conseguiu desagregar os investimentos em capital no setor público nas áreas de transporte, comunicação e energia elétrica. Os resultados empíricos mostraram que a estrutura industrial mexicana, à época, apresentava retornos crescentes de escala, capacidade deficiente no curto prazo, desemprego involuntário e declínio do crescimento da produtividade. Apesar de pequenos, os efeitos de investimento em infraestrutura foram positivos.

Prud'homme (1993) analisou o papel da infraestrutura, capital público, em 21 regiões da França, por meio de estimativas de funções de produção, utilizando mínimos quadrados ordinários e análise dos fatores totais de produção. A elasticidade encontrada (0,08) indicou que o investimento em infraestrutura de transportes agiu de maneira positiva no crescimento econômico destas regiões francesas, o que incentiva a manutenção de investimentos nestas áreas para futuras administrações públicas.

A forma como os autores construíram estes quatro primeiros trabalhos, assim como o de Aschauer (1989), foi bastante similar. Por meio das funções de custo Cobb-Douglas empregadas, conseguiu-se desagregar os investimentos em capital no setor público em várias categorias, como a de transportes. Nota-se também que, da forma como foram conduzidas as estimações, não houve controle tanto espacial como de efeitos fixos. Já a simultaneidade foi evidenciada pela causação reversa entre variáveis, como, por exemplo, produção e capital do governo.

Canning e Fay (1993), por meio de um modelo de efeitos fixos, estimaram o produto marginal, ligado à infraestrutura de transportes (quilômetros de estradas pavimentadas e ferrovias), em 96 países diferentes. Utilizando os custos de construção, os autores também foram capazes de calcular taxas de retorno para a construção de estradas.

Em termos de resultados, foi encontrado que a infraestrutura de transportes apresentou taxas de retorno moderadas para países desenvolvidos e subdesenvolvidos,

enquanto em países em desenvolvimento, as taxas foram elevadas. Assim, pode-se concluir que investimentos em infraestrutura elevam a taxa de crescimento econômico no longo prazo. Não houve, neste trabalho, tratamento para a dependência espacial nem para a simultaneidade.

Finn (1993) investigou se a utilização do capital público foi feita de maneira produtiva nos Estados Unidos, entre os anos de 1950 e 1989. A construção da variável “Highway Capital (HGKY)” foi elaborada com o cômputo dos gastos do governo em rodovias, ruas, pontes, túneis, viadutos, iluminação e associação e estruturas de controle de erosão. Estimando modelos por GMM, para controlar a simultaneidade, viu-se que os investimentos em transportes, sobretudo na construção de estradas, foram significativamente produtivos (elasticidade de 0,16). O autor, todavia, reforça a dificuldade em especificar um nível ótimo de investimento ao governo, devido à presença de incertezas. Elementos relacionados aos controle para efeito fixo e dependência espacial não foram identificados.

Percebendo como estavam sendo desenvolvidos os modelos regionais de infraestrutura à época, Kelejian e Robinson (1997) concentraram seus esforços em explicar possíveis deficiências existentes, dadas as especificações econométricas consideradas por eles como sendo excessivamente simples. Para tanto, Kelejian e Robinson (1997) estimaram funções de produção, considerando defasagens espaciais de variáveis independentes, da variável dependente, além da correlação espacial dos termos de erro, padrões gerais de heterocedasticidade, efeitos fixos, simultaneidade e autocorrelação das séries temporais.

Operando os dados disponibilizados por Munnell (1990) e pelo sistema de informação econômico regional dos Estados Unidos, os resultados mostraram que a produtividade da infraestrutura regional envolveu *spillovers* espaciais relativos às variáveis observáveis e aos termos de erro. Eles também indicaram que estimativas dos coeficientes foram muito sensíveis às especificações dos modelos.

A estimativa da elasticidade correspondente à variável de infraestrutura, por exemplo, feita pelos autores por MQO, foi positiva e altamente significativa. No entanto, uma vez que são aprimoradas as estimações, este coeficiente se mostrou em alguns casos, não significativo e, em outros, negativo e significativo.

Sturm *et al.* (1999), considerando os dados que possibilitaram distinguir o transporte de outras categorias de investimento em infraestrutura, analisaram o impacto do transporte no PIB holandês entre os anos de 1853 a 1913. Os autores

usaram como *proxy* para a variável da infraestrutura de transporte os gastos com as ferrovias principais, as pequenas ferrovias, os bondes urbanos, os canais, rios navegáveis, portos, docas e as estradas pavimentadas.

O emprego de vetores autorregressivos (VAR) indicou evidência de um impacto positivo no investimento em infraestrutura de transportes e no crescimento do PIB. Os efeitos encontrados, neste caso, foram de curto e médio prazos.

Pereira e Roca-Sagales (2003), com base em resultados inconclusivos sobre o impacto de investimentos em capital público na produção em nível regional, buscaram fornecer evidências sobre a possível existência de *spillovers* de formação de capital público. Os autores definiram os gastos em infraestrutura de transporte como o montante destinado às estradas, portos, aeroportos e ferrovias.

Para a Espanha e suas 17 regiões, as estimações de modelos VAR entre os anos de 1970 e 1995 mostram que, para cada área analisada, tanto o capital instalado internamente como o capital instalado externamente foram relevantes, com destaque para os transportes. Além disso, o efeito desagregado do conjunto dos 17 modelos regionais acompanhou os resultados agregados para o país. Estes resultados refletem a importância do investimento em infraestrutura para o desenvolvimento espanhol no período analisado.

Pereira e Andraz (2007) avaliaram os efeitos, em nível da indústria, do investimento público em infraestrutura de transportes em Portugal, mensurado pelos gastos em estradas nacionais, estradas municipais, portos, aeroportos e ferrovias, entre os anos de 1976 e 1998. Os resultados empíricos foram obtidos por meio de modelos VAR\ECM para a economia portuguesa e para 18 indústrias que cobriam a atividade econômica no país.

Apesar de desiguais, os “tipos” de indústrias que mais se beneficiaram com o investimento público foram a construção, o comércio, o transporte, as finanças, a imobiliária e os serviços. Tais implicações, de acordo com os autores, mostram que o investimento público tem sido um instrumento relevante para melhorar o desempenho econômico português no longo prazo.

Em comum, estes três últimos trabalhos apresentam a estimação de seus estudos, por modelos VAR ou VECM. Geralmente, a literatura sugere que sejam aplicados testes de causalidade, como o de Granger, nestas abordagens. Este teste foi feito e comprovou a existência de simultaneidade nos três estudos. Ademais, estes três

trabalhos também não apresentaram formas de como lidar com os aspectos da dependência espacial e dos efeitos fixos.

2.2. Estudos Nacionais

No Brasil, Ferreira (1996), Malliagos (1997) e Ferreira e Malliagos (1998) trabalharam, de maneira semelhante, o conceito de infraestrutura na forma de telecomunicações, transportes e energia elétrica e detectaram que os dois últimos influenciaram fortemente o PIB, por intermédio da elasticidade renda. Para Ferreira (1996), a redução dos investimentos em infraestrutura, entre os anos de 1970 e 1993, foi responsável por diminuir o ímpeto de crescimento do país neste período.

A construção da medida de infraestrutura de transporte nestes trabalhos foi equivalente, a saber, por meio das séries de investimento e de medidas físicas do setor. Como as estimações das elasticidades foram feitas por modelos de Vetores de Cointegração, testes de causalidade de Granger evidenciaram o problema da simultaneidade. Apesar disso, os autores não controlaram a dependência espacial e os efeitos não-observáveis.

Rocha e Giuberti (2007) investigaram a relação entre os componentes do gasto público e o crescimento econômico de longo prazo, recorrendo a um modelo de efeitos fixos, entre os anos de 1986 e 2002, para os estados brasileiros. Entre os muitos resultados obtidos, é válido ressaltar que as despesas com transporte (gastos públicos com transportes/gastos totais) apresentaram coeficientes positivos e estatisticamente significativos.

Além disso, o valor do coeficiente para estados considerados menos desenvolvidos foi maior, indicando que o aumento na sua taxa de crescimento é maior devido ao incremento nos gastos públicos com o setor de transportes. Preliminarmente, não foram encontrados problemas com relação à simultaneidade, mas a modelagem não apresentou tratamento para a dependência espacial.

Cruz (2010) apurou a relação entre o efeito dos gastos públicos, particularmente em infraestrutura e capital humano, sobre o crescimento econômico e a redução da concentração de renda no Brasil, compreendendo os anos de 1980 a 2007.

Para isso, a autora optou por modelos de equações simultâneas (GMM), que permitem endogeneizar variáveis econômicas, com probabilidade de terem sido geradas no mesmo processo econômico, reduzindo ou mesmo eliminando o viés

resultante da sua simultaneidade. Adicionalmente a autora também realizou o teste de especificação de Hausman, para checar a simultaneidade.

As respostas alcançadas mostraram que, entre os vários componentes de infraestrutura, a qualidade das estradas (quilômetros pavimentados no Brasil) afetou o rendimento *per capita* e a produtividade da economia (PTF), o que, de forma indireta, levou à inclusão social. Não foram feitos controles para efeitos não observados, tampouco para a dependência espacial.

Amarante (2011) buscou mensurar os efeitos da pavimentação das BR 101 e BR116 sobre o crescimento econômico local da Região Sul do Brasil, entre 1970 e 2008. Para tanto, o autor dividiu os municípios desta região em três grupos: os cortados pelas BRs 101 e 116; aqueles adjacentes aos municípios cortados; e os municípios de controle que não são cortados por outras estradas interestaduais e que não sofrem a influência das BRs 101 e 116; e construiu a variável que representa a infraestrutura com base na idade das rodovias, para estimar o efeito isolado de receber uma nova estrada interestadual.

Fazendo uso da modelagem com dados em painel, controlando por efeitos fixos, o autor pode constatar que as taxas de crescimento adicionais do PIB e das atividades econômicas do grupo de adjacentes e do grupo de cortados pelas estradas interestaduais foram maiores que a média, quando comparadas aos municípios não tratados pelas rodovias federais, o que ressalta o papel positivo do investimento em infraestrutura de transportes. No entanto, o trabalho não apresentou controle espacial e não foi tratada a eventual simultaneidade entre infraestrutura e crescimento econômico.

Existem também estudos que focaram a análise do crescimento econômico considerando a convergência de renda gerada pelo acesso à infraestrutura. Barreto (2007) analisou o crescimento regional e a convergência de renda nos municípios do Ceará. Apesar do esforço do Estado em promover investimentos em políticas que priorizassem a melhoria da infraestrutura para a população, de maneira geral e no tocante aos transportes (rede rodoviária pavimentada relativa à área do município), os resultados foram negativos.

O modelo econométrico de convergência condicional, com painel de efeitos fixos, mostrou que o crescimento do PIB *per capita* foi afetado negativamente pelas variáveis de infraestrutura. Os controles para eventuais simultaneidades e dependências espaciais foram feitos pelo autor.

Guimarães (2012) verificou a relação entre a convergência de renda e a infraestrutura no Brasil, com base na abordagem multinível espacial entre os anos de 1999 e 2005. Os resultados dos modelos hierárquicos espaciais mostraram que o estoque de infraestrutura rodoviária (quilômetros de rodovias pavimentadas) foi uma variável condicional relevante na equação de convergência. Como consequência, os controles para efeitos fixos e autocorrelação espacial apresentaram grande influência sobre o valor estimado do beta convergência. Não houve indícios de simultaneidade entre as variáveis.

Outros trabalhos analisaram o crescimento econômico tendo como base o melhoramento em infraestrutura, utilizando técnicas de avaliação de impacto. Dias e Simões (2012) investigaram como investimentos em infraestrutura de transporte, ligados ao ProAcesso, afetaram as condições de emprego e, por consequência, os salários dos municípios mineiros, por diferenças em diferenças. Como resultado, os autores identificaram que a acessibilidade beneficiou dois tipos de setores, os que vendem para outras localidades e os que compram insumos de outras localidades. Pode-se notar também que o setor de serviços foi o que sofreu mais com a nova realidade dos municípios, uma vez que teve elevado o grau de competição e de diversificação das atividades prestadas.

De modo similar à presente tese, a variável de infraestrutura de transportes foi construída com base nos municípios participantes do ProAcesso. Em referência aos demais problemas, o estudo de Dias e Simões (2012) controlou os efeitos fixos não observados pelo método das diferenças em diferenças. Ainda assim, não há qualquer forma de controle espacial na regressão e também não foi identificado o controle da simultaneidade.

Revisados os trabalhos, é possível perceber a dificuldade existente na literatura em lidar com os problemas econométricos que emergem da análise do impacto dos transportes. Desse modo, pretende-se contribuir para a literatura, dissociando os efeitos no investimento público na infraestrutura de transporte, por meio dos controles para efeitos fixos (não observados) e dependência espacial (diferenças em diferenças espacial), tal qual pela correção de erros de medida, empregando índices de acessibilidade que incorporem externalidades de rede, e por tratar a simultaneidade (causalidade reversa).

O Quadro 1 sintetiza informações de todos os trabalhos discutidos até o momento, mostrando o que os distingue.

Quadro 1: Resumo dos trabalhos empíricos referenciados.

Autor	Unidades Geográficas	Período	Tipo de Estimador	Controle Espacial?	Controle de Efeitos Fixos?	Controle de Simultaneidade?	Medida de Infraestrutura	Resultados
Deno (1988)	Estados Unidos	1970-1978	MQO	Não	Não	Não	Desagregação dos investimentos em capital no setor público para transportes	Políticas públicas aliadas a pauta de transportes atuam como ferramentas para o crescimento regional - elasticidade de 0,31 para estradas
Aschauer (1989)	Estados Unidos	1949-1985	MQO	Não	Não	Não	Desagregação dos investimentos em capital no setor público para transportes	Efeitos do capital público são positivos em relação a infraestrutura - elasticidade total de 0,24
Munnell e Cook (1990)	Estados Unidos	1970-1986	MQO	Não	Não	Não	Desagregação dos investimentos em capital no setor público para transportes	Efeitos do capital público são positivos em relação a infraestrutura – autoestradas, água e esgoto
Shah (1992)	México	1970-1987	MQO	Não	Não	Não	Desagregação dos investimentos em capital no setor público para transportes	Apesar de pequeno, os efeitos de investimento em infraestrutura observados foram positivos
Prud'homme (1993)	França	1981-1988	MQO	Não	Não	Não	Desagregação dos investimentos em capital no setor público para transportes	A elasticidade encontrada (0,08) indicou que o investimento em infraestrutura de transportes agiu de maneira positiva no crescimento econômico das regiões francesas
Canning e Fay (1993)	96 países	1960-1985	MQO/MQ2E	Não	Sim	Não	Quilômetros de estradas pavimentadas e ferrovias	A infraestrutura de transportes apresentou taxas de retorno moderadas para países desenvolvidos e subdesenvolvidos, enquanto que em países em desenvolvimento as taxas foram elevadas
Finn (1993)	Estados Unidos	1950-1989	GMM	Não	Não	Sim	Computo dos gastos do governo em rodovias, ruas, pontes, túneis, viadutos, iluminação e associação e estruturas de controle de erosão	Investimentos em transportes, sobretudo na construção de estradas, foram significativamente produtivos com elasticidade de 0,16

Autor	Unidades Geográficas	Período	Tipo de Estimador	Controle Espacial?	Controle de Efeitos Fixos?	Controle de Simultaneidade?	Medida de Infraestrutura	Resultados
Ferreira (1996)	Brasil	1970-1993	Vetor de Co-Integração	Não	Não	Não	Séries de investimento e de medidas físicas do setor de transportes	Detectaram que transportes e energia elétrica influenciam fortemente o PIB, por intermédio da elasticidade renda
Malliagros (1997)	Brasil	1950-1995	Vetor de Co-Integração	Não	Não	Não	Séries de investimento e de medidas físicas do setor de transportes	Detectaram que transportes e energia elétrica influenciam fortemente o PIB, por intermédio da elasticidade renda
Kelejian e Robinson (1997)	Estados Unidos	1969-1986	Vários Estimadores	Sim	Sim	Sim	Computada de diferentes maneiras	Foi visto que a produtividade da infraestrutura regional envolveu <i>spillovers</i> espaciais relativos a variáveis observáveis e aos termos de erro. Também houve indicação de que estimativas dos coeficientes foram muito sensíveis às especificações dos modelos.
Ferreira e Malliagros (1998)	Brasil	1950-1995	Vetor de Co-Integração	Não	Não	Não	Séries de investimento e de medidas físicas do setor de transportes	Detectaram que transportes e energia elétrica influenciam fortemente o PIB, por intermédio da elasticidade renda
Sturm <i>et al.</i> (1999)	Holanda	1853–1913	VAR	Não	Não	Não	Gastos com as ferrovias principais, as pequenas ferrovias, os bondes urbanos, os canais, rios navegáveis, portos, docas e as estradas pavimentadas	Evidência de um impacto positivo no investimento em infraestrutura de transportes e o crescimento do PIB. Os efeitos encontrados, neste caso, foram de curto e médio prazos
Pereira e Roca-Sagales (2003)	Espanha	1970-1995	VAR	Não	Não	Não	Montante destinado às estradas, portos, aeroportos e ferrovias	Capital instalado na região de análise e fora da região foram relevantes, com destaque para a pauta de transportes
Pereira e Andraz (2007)	Portugal	1976-1998	VAR	Não	Não	Não	Gastos em estradas nacionais, estradas municipais, portos, aeroportos e ferrovias	Investimento público tem sido um instrumento relevante para melhorar o desempenho econômico português, no longo prazo

Autor	Unidades Geográficas	Período	Tipo de Estimador	Controle Espacial?	Controle de Efeitos Fixos?	Controle de Simultaneidade?	Medida de Infraestrutura	Resultados
Rocha e Giuberti (2007)	Estados brasileiros	1986-2002	Painel	Não	Sim	Sim	Gastos públicos com transportes/gastos totais	Despesas com transporte apresentaram coeficientes positivos e estatisticamente significantes. Além disto, o valor do coeficiente para estados considerados menos desenvolvidos foi maior
Barreto (2007)	Ceará	1996-2003	Dados em Painel Espacial	Sim	Sim	Sim	Rede rodoviária pavimentada relativa à área do município	O modelo econométrico de convergência condicional mostrou que o crescimento do PIB <i>per capita</i> foi afetado negativamente pelas variáveis de infraestrutura
Cruz (2010)	Brasil	1980-2008	Equações Simultâneas (GMM)	Não	Não	Sim	Quilômetros pavimentados no Brasil	Entre os vários componentes de infraestrutura, a qualidade das estradas afetou o rendimento <i>per capita</i> e a produtividade da economia (PTF), o que de forma indireta, leva a inclusão social
Amarante (2011)	Região Sul do Brasil	1970-2008	Dados em Painel	Não	Sim	Sim	Idade das rodovias	Taxas de crescimento adicionais do PIB e das atividades econômicas do grupo de adjacentes e do grupo de cortados pelas estradas interestaduais foram maiores que a média, quando comparadas aos municípios não tratados pelas rodovias federais, o que ressalta o papel positivo do investimento em infraestrutura de transportes
Guimarães (2012)	Abordagem Multinível no Brasil	1999-2005	Modelos Hierárquicos Espaciais	Sim	Sim	Sim	Quilômetros de rodovias pavimentadas	O estoque de infraestrutura (rodoviária) foi uma variável condicional relevante na equação de convergência.
Dias e Simões (2012)	Municípios de Minas Gerais	2002-2010	Diferença em Diferenças	Não	Sim	Não	Municípios participantes do ProAcesso	Detectaram que, pelos investimentos revertidos do ProAcesso, setores que vendem para outras localidades e compram insumos produzidos em outras localidades foram impactados positivamente, enquanto o setor de serviços foi impactado negativamente

Fonte: Elaborado pelo autor.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

As teorias econômicas avançaram ao longo dos anos e foi a partir da década de 1950 que a literatura passou a discutir os impactos de políticas no longo prazo, em detrimento do curto prazo, no crescimento econômico.

Solow (1956) apresentou inovações acerca do tema, pela inclusão do capital físico no modelo. Apesar de identificar o progresso tecnológico como impulsionador do crescimento econômico, os modelos exógenos não conseguiram explicar como esta relação ocorria.

Para elucidar este fato, foi necessário o desenvolvimento da teoria do crescimento endógeno, iniciada na década de 1980 pelos modelos de Romer (1986) e Lucas (1988). Tendo como referência estes trabalhos seminais, a literatura registrou vários estudos que tentaram identificar os efeitos de políticas do governo e da infraestrutura sobre o crescimento econômico, tais como Alesina e Rodrick (1994), Barro (1990), Rebelo (1991), Resende e Figueiredo (2005), Bogoni *et al.* (2011), entre outros.

Para o desenvolvimento desta tese, assume-se que investimentos em infraestrutura de transporte, no caso o ProAcesso, são tidos como uma modalidade de política pública, atuando de maneira similar a investimentos em capital físico.

O referencial teórico deste trabalho é o modelo de Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995), que verificou de que maneira forças econômicas atuaram no crescimento de cidades norte-americanas entre os anos de 1960 e 1990.

Este modelo foi utilizado por Andrade e Serra (1999) para analisar algumas características estruturais que afetaram o desempenho das cidades médias brasileiras, entre os anos de 1970/90, em termos de crescimento econômico.

Chagas e Toneto Jr. (2003), por sua vez, adaptaram o modelo de Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) pela inserção do capital privado para estudar os fatores determinantes do crescimento dos municípios brasileiros entre 1980 e 1991.

Já Castro e Toneto Jr. (2014), além de utilizarem o capital privado, também incluíram o capital público na função de produção das cidades brasileiras. Assim, buscaram avaliar o impacto dos componentes de infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileiras no período de 1970 a 2010.

Diferentemente dos trabalhos acima, que investigaram o aumento da produtividade por intermédio do salário, o presente trabalho buscará analisar o impacto do ProAcesso sobre o crescimento dos municípios mineiros pela variável PIB *per capita*, como nos trabalhos de Azzoni (1997) e Moreira *et al.* (1999).

3.1. Forças Econômicas e o Crescimento de Municípios

Para Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) e Castro e Toneto Jr. (2014), os fatores determinantes que explicam as variações entre as taxas de crescimento de municípios são o índice de qualidade de vida e a taxa de produtividade nestas regiões. Estes municípios são considerados economias abertas, em que há a livre mobilidade de fatores de produção (capital e trabalho).

Inicialmente, o modelo assume alguns pressupostos. As regiões avaliadas produzem um bem ou serviço único e similar, o que implica funções de produção iguais. A oferta de trabalho é tida como fixa, sendo assim, para empregar mais trabalhadores, deve haver migração da força de trabalho entre os municípios. O mercado é considerado de concorrência perfeita, sendo que não existem custos de transporte entre as cidades, o que torna o preço dos produtos uniforme.

O papel do migrante é importante no desenvolvimento deste modelo. Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) e Castro e Toneto Jr. (2014) relacionam que será pela escolha deste migrante em qual município trabalhar/morar que será dado o crescimento econômico, muito em função dos gastos feitos com base na dotação de sua renda.

O fato de as cidades produzirem bens ou serviços similares, com base na mesma função de produção, faz com que o produto total do município i no período t seja função dos fatores de produção locais existentes:

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

em que A é a produtividade; L , a quantidade de mão de obra; K , o estoque de capital privado; α , a elasticidade do estoque de capital privado; G , o estoque de capital público; e β , a elasticidade do estoque de capital público. Todas estas informações correspondem a um município i qualquer no período de tempo t .

O estoque de capital público, $G_{i,t}$, é formado pelo acúmulo do montante de investimentos públicos em capital, representado por $I_{i,t}^k$, excluindo-se a depreciação do capital (δ). Logo, o estoque de capital público pode ser representado por:

$$G_{i,t}(T) = \int_0^\infty (I_{i,t}^k(T) - \delta G_{i,t}(T)) dT \quad (2)$$

Dado que o governo, neste caso, investe a soma dos tributos relativos à remuneração do capital privado sobre o capital público, então:

$$I_{i,t}^k(T) = \tau r K_t \quad (3)$$

em que r corresponde à taxa de juros e τ à remuneração do capital público.

O fato de a renda remunerar os fatores de produção, levando em consideração o mercado regido pela concorrência perfeita, associado ao teorema de Euler, faz com que todos os fatores de produção sejam remunerados de acordo com o seu produto marginal. Portanto, para atender a pressuposição feita, considera-se que a remuneração destinada ao capital público seja proveniente apenas dos impostos pagos pelas empresas, representados por $\tau_{i,t} K_{i,t}$ (Castro e Toneto Jr., 2014).

Estando em concorrência perfeita, as empresas, independentemente do município ao qual pertencem, buscarão maximizar seus lucros ao longo do tempo. Sendo assim, maximizando o lucro presente, tem-se:

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

em que π corresponde ao lucro das empresas e w , ao salário.

Tendo como referência as condições de primeira ordem da maximização dos lucros, podem ser obtidas as remunerações dos fatores capital privado e trabalho, que serão iguais à sua produtividade marginal (Glaeser, Scheinkman e Shleifer, 1995). Logo, o salário do trabalhador potencial ($w_{i,t}$) será semelhante à sua produtividade marginal do trabalho ($r_{i,t}$):

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

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

Além de seu salário, o trabalhador também levará em consideração a qualidade de vida, tida por $V_{i,t}$, para optar em qual município morar. Este índice sofre variações referentes a fatores como tamanho da população, taxa de criminalidade, custo de vida, saúde, poluição, acesso à energia elétrica e rede de esgotos, entre outros, representado por $Q_{i,t}$ (Glaeser, Scheinkman e Shleifer, 1995). Dada a relação entre o tamanho populacional e a quantidade de trabalhadores, $V_{i,t}$ pode ser expresso, matematicamente, por:

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

em que $\sigma > 0$ representa externalidades associadas a aglomerações.

Assim, a utilidade do migrante potencial no município i no período t é responsável por relacionar tanto o salário a ser recebido, como os aspectos da qualidade de vida, o que pode ser visto em (8):

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

O equilíbrio espacial entre os municípios ocorrerá quando as utilidades dos indivíduos de todos os municípios convergirem a uma utilidade de um município médio, U_t (Glaeser, Scheinkman e Shleifer, 1995). As variações que ocorrerão nesta utilidade são assumidas pelo modelo como variações oriundas da produtividade, do capital privado, do capital público e da qualidade de vida, específicas a cada município, dadas pelas equações (9) a (12).

$$\ln\left(\frac{A_{i,t+1}}{A_{i,t}}\right) = \vec{a}'_{i,t}\vec{y}_A + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

$$\ln\left(\frac{K_{i,t+1}}{K_{i,t}}\right) = \vec{k}'_{i,t}\vec{y}_K + \xi_{i,t} \quad (10)$$

$$\ln\left(\frac{G_{i,t+1}}{G_{i,t}}\right) = \vec{g}'_{i,t}\vec{y}_G + \varsigma_{i,t} \quad (11)$$

$$\ln\left(\frac{Q_{i,t+1}}{Q_{i,t}}\right) = \vec{q}'_{i,t}\vec{y}_Q + \zeta_{i,t} \quad (12)$$

em que os vetores $\vec{a}_{i,t}$, $\vec{k}_{i,t}$, $\vec{g}_{i,t}$ e $\vec{q}_{i,t}$ representam as características do município i no instante t , que influenciam o crescimento do nível de produtividade, do estoque de capital privado, do estoque de capital público e da qualidade de vida da região em questão (Glaeser, Scheinkman e Shleifer, 1995).

Logo, a utilidade deste município i pode ser representada por:

$$\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) = (1 - \alpha)(\vec{a}'_{i,t}\vec{y}_A + \varepsilon_{i,t}) + \alpha(\vec{k}'_{i,t}\vec{y}_K + \xi_{i,t}) + \beta(\vec{g}'_{i,t}\vec{y}_G + \varsigma_{i,t}) + \vec{q}'_{i,t}\vec{y}_Q + \zeta_{i,t} - (\sigma + \alpha) \ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) \quad (13)$$

Dada a livre mobilidade da mão de obra existente no modelo, Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) assumem que o crescimento populacional é a forma mais direta de medir quanto os municípios estão crescendo e se tornando atrativos para moradia e mercado de trabalho. Assim, (13) pode ser reescrita algebricamente em função da variação de mão de obra:

$$\ln\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) = \begin{bmatrix} \vec{a}_{i,t} \\ \vec{k}_{i,t} \\ \vec{g}_{i,t} \\ \vec{q}_{i,t} \end{bmatrix}' * \begin{bmatrix} \vec{\mu} \\ \vec{\chi} \\ \vec{\eta} \\ \vec{\theta} \end{bmatrix} * [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1] + \varpi_{i,t} \quad (14)$$

em que $\vec{\mu} = \frac{(1-\alpha)\vec{y}_A}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\chi} = \frac{\alpha\vec{y}_K}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\eta} = \frac{\beta\vec{y}_G}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\theta} = \frac{\vec{y}_Q}{(\sigma+\alpha)}$ são os vetores que captam os efeitos tidos como indiretos das variáveis responsáveis por afetar o crescimento da produtividade, do estoque de capital privado, do estoque de capital público e da qualidade de vida em razão da mão de obra. Já $\varpi_{i,t} = \frac{1-\alpha}{(\sigma+\alpha)}\varepsilon_{i,t} + \frac{\alpha}{(\sigma+\alpha)}\xi_{i,t} + \frac{\beta\varsigma_{i,t}}{(\sigma+\alpha)} + \frac{\zeta_{i,t}}{(\sigma+\alpha)} - \frac{1}{(\sigma+\alpha)}\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right)$ corresponde ao termo de erro composto e não correlacionado

com as variáveis características do município i no período t (Glaeser, Scheinkman e Shleifer, 1995).

Como instrumento da variação da mão de obra, Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) e Castro e Toneto Jr. (2014) consideram a variável de taxa de crescimento dos salários. Consequentemente, tem-se:

$$\ln \left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}} \right) = \alpha \ln \left(\frac{K_{i,t+1}}{K_{i,t}} \right) + (1 - \alpha) \ln \left(\frac{A_{i,t+1}}{A_{i,t}} \right) - \alpha \ln \left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}} \right) + \beta \ln \left(\frac{G_{i,t+1}}{G_{i,t}} \right) \quad (15)$$

Ao passo que, inserindo (9), (10), (11) e (12) em (15), alcança-se:

$$\ln \left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}} \right) = \begin{bmatrix} \vec{k}_{i,t} \\ \vec{a}_{i,t} \\ \vec{g}_{i,t} \\ \vec{q}_{i,t} \end{bmatrix}' * \begin{bmatrix} \vec{\delta} \\ \vec{\lambda} \\ \vec{\varphi} \\ \vec{Q} \end{bmatrix} * [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1] + \vartheta_{i,t} \quad (16)$$

em que $\vec{\delta} = \frac{(\sigma\alpha)\vec{Y}_K}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\lambda} = \frac{\sigma(1-\alpha)\vec{Y}_A}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\varphi} = \frac{\sigma\beta\vec{Y}_G}{(\sigma+\alpha)}$ e $\vec{Q} = \frac{-\alpha\vec{Y}_Q}{(\sigma+\alpha)}$ são os vetores que captam o efeito indireto das variáveis características dos municípios sobre o crescimento dos salários, via efeitos em razão do crescimento da produtividade, do capital privado, do capital público e da qualidade de vida. $\vartheta_{i,t} = \alpha\xi_{i,t} + (1 - \alpha)\varepsilon_{i,t} + \beta\varsigma_{i,t} - \alpha\varpi_{i,t}$ é o termo de erro, composto e não correlacionado com as variáveis características dos municípios (Glaeser, Scheinkman e Shleifer, 1995).

Todavia, para a presente tese, o crescimento econômico no município i será representado pela taxa de crescimento do PIB *per capita*, equação (17), a qual funcionará como uma *proxy* tanto da taxa de crescimento populacional como para a taxa de variação dos salários utilizada pelos autores. Desta forma, tem-se:

$$\ln \left(\frac{PIB_{i,t+1}}{PIB_{i,t}} \right) = \ln \left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}} \right) = \alpha \ln \left(\frac{K_{i,t+1}}{K_{i,t}} \right) + (1 - \alpha) \ln \left(\frac{A_{i,t+1}}{A_{i,t}} \right) - \alpha \ln \left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}} \right) + \beta \ln \left(\frac{G_{i,t+1}}{G_{i,t}} \right) \quad (17)$$

Os efeitos sobre o PIB *per capita*, neste caso, podem ser identificados na substituição das equações (9) a (12), que captaram as variações na produtividade, no capital privado, no capital público e na qualidade de vida, na equação (17):

$$\ln\left(\frac{PIB_{i,t+1}}{PIB_{i,t}}\right) = \ln\left(\frac{w_{i,t+1}}{w_{i,t}}\right) = \begin{bmatrix} \vec{k}_{i,t} \\ \vec{a}_{i,t} \\ \vec{g}_{i,t} \\ \vec{q}_{i,t} \end{bmatrix}' * \begin{bmatrix} \vec{\delta} \\ \vec{\lambda} \\ \vec{\varphi} \\ \vec{Q} \end{bmatrix} * [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1] + \vartheta_{i,t} \quad (18)$$

em que $\vec{\delta} = \frac{(\sigma\alpha)\vec{Y}_K}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\lambda} = \frac{\sigma(1-\alpha)\vec{Y}_A}{(\sigma+\alpha)}$, $\vec{\varphi} = \frac{\sigma\beta\vec{Y}_G}{(\sigma+\alpha)}$ e $\vec{Q} = \frac{-\alpha\vec{Y}_Q}{(\sigma+\alpha)}$ são os vetores que captam o efeito indireto das variáveis características dos municípios sobre o crescimento do PIB *per capita*, por intermédio dos efeitos sobre crescimento da produtividade, do capital privado, do capital público e da qualidade de vida. $\vartheta_{i,t} = \alpha\xi_{i,t} + (1 - \alpha)\varepsilon_{i,t} + \beta\varsigma_{i,t} - \alpha\varpi_{i,t}$ é o termo de erro, composto e não correlacionado com as variáveis características dos municípios.

O ProAcesso, neste modelo, entra como a fonte de capital público a ser analisada especificamente para os municípios do Estado de Minas Gerais. Assim, o efeito da pavimentação das principais rodovias dos municípios contemplados pelo programa poderia ser percebido no seu PIB *per capita*. As outras variáveis teóricas serão usadas como variáveis de controle no modelo empírico-econométrico.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo, os procedimentos utilizados para alcançar os objetivos do presente trabalho são apresentados nas seções 4.1 Efeitos de Tratamento, 4.2 Diferenças em Diferenças, 4.3 Diferenças em Diferenças Espaciais, 4.4 Efeitos Diretos, Indiretos e Totais, 4.5 Métodos de Pareamento e 4.6 *Coding*. Também podem ser encontradas na seção 4.7 as ferramentas da análise exploratória de dados espaciais e na 4.8, a fonte e a forma de tratamento dos dados.

4.1. Efeitos de Tratamento

Para Wooldridge (2002), há ocorrência de experimentos naturais, ou quase experimentos, em função da verificação de algum evento exógeno que muda o comportamento de indivíduos, empresas ou sociedades. A investigação de um experimento natural requer a escolha de um grupo controle que não tenha sido afetado pela mudança exógena e de um grupo de tratamento, afetado pela mudança, ambos com características semelhantes.

Diferentemente de um experimento controlado, em que os grupos de tratamento e controle são escolhidos aleatoriamente, impedindo o viés nas estimativas, para o quase experimento o foco na escolha ocorre em captar a mudança a ser estudada com dados observacionais (Meyer, 1995; Cameron e Trivedi, 2005).

Esta mudança é tida como efeito do tratamento (Rosenbaum e Rubin, 1983). Os autores definem o efeito de tratamento ou efeito de tratamento médio (ETM) como:

$$ETM = E(y_1 - y_0) \quad (19)$$

em que, para este trabalho, y_1 expressa o resultado esperado acerca do crescimento econômico para os municípios mineiros participantes do ProAcesso e y_0 , o resultado para os municípios que não participaram do programa. Estimando-se a diferença entre os grupos de municípios, será possível verificar o efeito de tratamento.

De maneira semelhante ao ETM, Rosenbaum e Rubin (1983) também apresentam o efeito de tratamento médio sobre os tratados (ETMT):

$$ETMT = E(y_1 - y_0 | T = 1) \quad (20)$$

em que ETMT é a média do efeito do crescimento econômico para municípios que realmente participaram do ProAcesso, representados pela variável binária T ($T = 1$).

Desenvolvendo o resultado esperado em (20) para ambos os grupos, de tratados e não tratados ($T = 0$), o efeito pode ser representado por:

$$y_i = (1 - T)y_0 + Ty_1 = y_0 + T(y_1 - y_0) \quad (21)$$

Cuja estimação se dará por:

$$E(y_i | T = 1) = E(y_1 | T = 1) = E(y_1) \quad (22)$$

$$E(y_i | T = 0) = E(y_0 | T = 0) = E(y_0) \quad (23)$$

em que (22) representa a estimativa para os municípios participantes do ProAcesso e (23) para os não participantes.

Por (22) e (23), pode ser visto que:

$$ETMT = E(y_1 | T = 1) - E(y_0 | T = 0) \quad (24)$$

O fato de a escolha dos municípios, pelo governo de Minas Gerais, para a participação do ProAcesso não ter sido aleatória implica viés de seleção. Todavia, como a participação destes municípios depende de características específicas, Rosenbaum e Rubin (1983) se valem do pressuposto da independência condicional, gerando assim estimativas consistentes e não viesadas dos resultados expressos em (24).

Entre os métodos adequados para estimar os efeitos de tratamento, a literatura evidencia o pareamento (*matching*), a regressão descontínua (RD), as variáveis instrumentais e as diferenças em diferenças (Woodridge, 2002; Cameron e Trivedi, 2005).

O método de diferenças em diferenças apresenta vantagens que merecem destaque como: simplicidade do método, em que são calculadas duplas diferenças para os grupos de tratamento e controle; e redução da necessidade de variáveis independentes que não variam no tempo, o que ameniza a possibilidade de ocorrência

do viés de variável omitida. Este método também controla características idiossincráticas não observadas e invariantes no tempo (Almeida, 2015).

Desta forma, a estratégia metodológica desta tese consiste em captar o efeito do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios credenciados (grupo de tratamento), comparando tal efeito com municípios semelhantes que não participaram do programa (grupo de controle), por meio do método de diferenças em diferenças.

4.2. Método de Diferenças em Diferenças (DD)

O método de DD busca calcular uma dupla diferença da variável dependente entre os grupos de tratamento e controle, para amostras que apresentam dados para mais de um período no tempo, seja na forma de *cross sections* (corte transversal) ou painéis. Para tanto, esta modelagem assume alguns pressupostos.

Um deles reforça que, para identificar o impacto, neste caso, do ProAcesso, o grupo de controle precisa ser um bom contrafactual para o grupo de tratamento (Cameron e Trivedi, 2005). Especificamente para este trabalho, os municípios do grupo de controle devem reunir características semelhantes ao grupo de tratamento, anteriormente à realização do ProAcesso. Caso contrário, a existência de características diferentes poderia influenciar o resultado no sentido de que o efeito observado não seria resultado apenas do tratamento.

Outro pressuposto assume que a formação dos grupos não deve variar significativamente entre os períodos estudados (Khandker, Koolwal e Samad, 2010). Caso varie, as estimativas do efeito do tratamento seriam tendenciosas. Como o ProAcesso terminou no ano de 2010, tem-se conhecimento dos municípios que foram selecionados pelo Estado para a participação do programa, portanto não há variação deste grupo. Além disso, por exclusão, tem-se conhecimento dos municípios que não participaram do programa.

Não se pode haver nenhum evento heterogêneo entre os dois grupos após o tratamento, pois ele poderia influenciar o impacto percebido pela variável dependente, impacto este que agora não seria advindo unicamente do efeito de tratamento do ProAcesso. Por evento heterogêneo, entende-se a ocorrência de alguma situação ou fenômeno nos municípios, pertencentes a um dos dois grupos em questão.

Há também a hipótese da independência condicional. Esta implica que a variável de tratamento, no caso a implementação do ProAcesso, bem como as variáveis

de controle não sejam correlacionadas com o termo de erro aleatório, como na equação (25). Isto significa que o ProAcesso, neste caso, poderia ser entendido como exógeno, no sentido de que o Programa modificou os incentivos dos agentes nos municípios escolhidos por conta da melhor acessibilidade, fazendo com que o comportamento destes agentes também tenha se alterado.

Por fim, existe um pressuposto mais geral acerca dos métodos de efeitos para avaliação de impacto de tratamentos, mas que também se aplica às diferenças em diferenças. A SUTVA (*stable unit treatment value assumption*), estabelecida por Rubin (1977), assume que, para o tratamento em questão, a pavimentação da principal via de acesso do município i afetaria apenas o crescimento econômico do próprio município, e não as taxas de crescimento dos municípios contíguos, fossem eles do grupo de tratamento ou do grupo de controle.

O período avaliado no estudo corresponderá aos anos de 2000, anterior à criação do ProAcesso, e ao de 2010⁴, último ano do programa.

Utilizando a notação de Meyer (1995) para especificar o modelo DD, tem-se:

$$y_{it}^j = \alpha + \alpha_i D_t + \alpha^1 D^j + \theta D_t^j + X_{it}^j \beta + \varepsilon_{it}^j \quad (25)$$

em que j corresponde ao grupo em questão, sendo $j = 1$ para o grupo de tratamento e 0 para o controle; i , ao município selecionado e t , ao período do tempo, de maneira que $t = 0$ corresponda ao ano de 2000 e $t = 1$ a 2010. A variável dependente, neste caso a taxa de crescimento econômico, é representada por y ⁵. Note-se que α é o efeito fixo municipal, comum e homogêneo a ambos os grupos. A variável *dummy* D_t representa o período de tempo, em que $D_t = 1$ para o ano de 2010 e $D_t = 0$ para o ano 2000, sendo α_i seu parâmetro. D_t^j ⁶, por sua vez, assumirá valor unitário apenas se $j =$

⁴ A opção pelos anos de 2000 e 2010 se deve em função de que algumas variáveis utilizadas para este estudo foram pesquisadas pelo IBGE apenas em anos censitários. Todavia, entende-se que os benefícios promovidos aos municípios mineiros pelo ProAcesso se estenderam além ao ano de 2010.

⁵ Para o objetivo específico (a), a variável dependente y será dada pelas taxas de crescimento econômico dos setores agropecuário, industrial ou de serviços.

⁶ No que se refere ao objetivo específico (b), a variável binária será substituída pelo total da extensão que foi pavimentada, em quilômetros. Desta forma, a abordagem utilizada não se baseará num tratamento binário, concentrando-se assim não apenas no efeito de tratamento, mas também no tamanho do tratamento, representado pela extensão pavimentada nos municípios pertencentes ao grupo de tratamento. Aplicações semelhantes a esta foram feitas nos trabalhos de Kiel e McClain (1995) e Postali (2009). Para o objetivo específico (c), a variável binária será substituída por índices de acessibilidade disponibilizados em Cesar (2010). Em vista disso, pretende-se corrigir quaisquer erros de medida na construção da variável de infraestrutura, mensurando-a de forma mais precisa.

1 e $t = 1$, tendo o valor zero caso contrário. Já θ é o parâmetro de interesse que medirá os resultados do ProAcesso; X_{it}^j é um vetor composto por variáveis de controle, embasadas no modelo de crescimento econômico exposto no terceiro capítulo; e β será o vetor de parâmetros responsáveis por mensurar os efeitos destas variáveis. Por sua vez, α^1 é o parâmetro da *dummy* de grupos D^j a ser estimado. Finalmente, ε_{it} é o erro aleatório, com média zero e variância constante.

Uma das maneiras de verificar o impacto do tratamento na variável dependente é comparar y_{it}^j antes e depois do ProAcesso. Logo, para o grupo de tratamento, tem-se:

$$E[y_{i1}^1] = \alpha + \alpha_1 + \alpha^1 + \theta + X_{i1}^1\beta + \varepsilon_{t1}^1 \quad (26)$$

$$E[y_{i0}^1] = \alpha + \alpha^1 + X_{i0}^1\beta + \varepsilon_{t0}^1 \quad (27)$$

Analogamente, para o grupo controle:

$$E[y_{i1}^0] = \alpha + \alpha_1 + X_{i1}^0\beta + \varepsilon_{t1}^0 \quad (28)$$

$$E[y_{i0}^0] = \alpha + X_{i0}^0\beta + \varepsilon_{t0}^0 \quad (29)$$

Objetivando encontrar o efeito do tratamento, pode-se encontrar a mudança em y_{it}^j a partir de $t = 0$ para $t = 1$, dentro de cada grupo:

$$\Delta y_{it}^1 = E[y_{i1}^1] - E[y_{i0}^1] = \alpha_1 + \theta + \gamma(X_{i1}^1 - X_{i0}^1) + (\varepsilon_{t1}^1 - \varepsilon_{t0}^1) \quad (30)$$

$$\Delta y_{it}^0 = E[y_{i1}^0] - E[y_{i0}^0] = \alpha_1 + \gamma(X_{i1}^0 - X_{i0}^0) + (\varepsilon_{t1}^0 - \varepsilon_{t0}^0) \quad (31)$$

Entretanto, a estimação da equação (30), para os municípios tratados, gerará resultados tendenciosos, uma vez que o crescimento econômico não se dá apenas pelos fatores aqui relacionados com o programa. Então, para determinar o efeito de tratamento, o método DD permite eliminar os efeitos não observados por meio da diferença entre as equações (30) e (31):

$$\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0 = \theta + (\varepsilon_{t1}^1 - \varepsilon_{t0}^1) + (\varepsilon_{t1}^0 - \varepsilon_{t0}^0) \quad (32)$$

Novamente aplicando o operador de esperança e assumindo que $E[(\varepsilon_{t1}^1 - \varepsilon_{t0}^1) + (\varepsilon_{t1}^0 - \varepsilon_{t0}^0)] = 0$, uma vez que os erros são aleatórios, tem-se:

$$\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0 = \theta \quad (33)$$

ou de maneira semelhante:

$$\frac{\partial(\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0)}{\partial D_t^j} = \theta \quad (34)$$

em que θ é o estimador de diferenças em diferenças.

Wooldridge (2002) e Cameron e Trivedi (2005) explicam então que, se existirem dois períodos, antes e depois do tratamento, o efeito a ser mensurado, θ , semelhante ao encontrado em (25), pode ser obtido pela estimação de uma equação em primeiras diferenças:

$$\Delta Y_{it} = \alpha + \theta \Delta D_{it} + \Delta X_{it} \beta + \Delta \varepsilon_{it} \quad (35)$$

em que Y_{it} novamente corresponderia à taxa de crescimento econômico *per capita* de um município mineiro qualquer i no período t ; o coeficiente θ , o tratamento fornecido por D_{it} , medirá os resultados do ProAcesso; X_{it} é o vetor de variáveis de controle; e ε_{it} , o erro aleatório.

4.3. Método de Diferenças em Diferenças Espacial (SDD)

Retornando à equação (35), uma das condições já vistas para identificar o modelo DD é que a variável de tratamento não seja correlacionada com o termo de erro aleatório. Todavia, algumas características observadas em municípios vizinhos podem apresentar relevância na verificação dos atributos entre os integrantes dos grupos de controle e tratamento.

A presença de externalidades ou *spillovers* espaciais, por exemplo, faria com que fosse necessária a inclusão de defasagens espaciais na equação de interesse, no intuito de controlar essas novas variáveis, sejam elas observáveis, $W\Delta X_{it}$, ou não observáveis, $W\Delta \xi_{it}$.

Além disso, a existência de *spillovers* espaciais, quando afetam y_{it} , viola o pressuposto SUTVA, visto que, possivelmente, será estabelecido algum tipo de interação espacial entre os municípios mineiros analisados (Almeida, 2015).

Com o aumento da acessibilidade gerada pelo ProAcesso, por exemplo, poderiam surgir externalidades de rede acerca da demanda por algum tipo de bem ou serviço a que anteriormente não se tinha acesso, afetando posteriormente o crescimento econômico dos municípios vizinhos.

Dada a violação desta pressuposição, o efeito causal do programa pode não ser captado de maneira correta, em virtude da influência do próprio ProAcesso nos municípios vizinhos.

Logo, relaxando a hipótese SUTVA e admitindo a possibilidade de interação espacial entre os municípios tratados e não tratados, é possível também incluir a defasagem da variável independente $W\Delta y_{it}$.

Sendo assim, o modelo de diferenças em diferenças espaciais poderia ser construído pela inclusão das defasagens espaciais em (35):

$$\Delta y_{it} = \alpha + \theta \Delta D_{it} + \phi W \Delta D_{it} + \rho W \Delta y_{it} + \Delta X_{it} \beta + W \Delta X_{it} \tau + \Delta \xi_{it} \quad (36)$$

$$\Delta \xi_{it} = \lambda W \Delta \xi_{it} + \Delta \varepsilon_{it} \quad (37)$$

em que ϕ , ρ e λ são escalares e τ , um vetor a ser estimado.

Será pela imposição de restrições à variável dependente, às variáveis explicativas e ao termo de erro nas equações (35) e (36) que serão especificados os modelos de diferenças em diferenças espaciais.

Para facilitar a estimação destes modelos, a literatura relaciona procedimentos como o clássico, o híbrido, o de Hendry (Florax *et al.*, 2003) ou o completo (Almeida, 2012).

Os passos do procedimento considerando a especificação completa, por exemplo, são descritos a seguir:

- i) Estima-se o modelo clássico de regressão linear por meio do MQO;
- ii) Testa-se a hipótese de ausência de autocorrelação espacial dos resíduos;
- iii) Não existindo autocorrelação espacial, mantêm-se as estimativas obtidas pelo MQO. Caso exista a dependência espacial, prossegue-se o procedimento para o próximo passo.

iv) Estimam-se vários modelos espaciais, como o SAR (defasagem espacial), SEM (erro autorregressivo espacial), SLX (regressivo cruzado espacial), SDM (Durbin espacial) e SDEM (Durbin espacial do erro), etc.

v) A melhor especificação de modelo precisa atender a dois critérios sequenciais. O primeiro estabelece que o modelo não pode apresentar autocorrelação espacial em seus resíduos. O segundo critério reforça que, entre os modelos que não apresentam autocorrelação espacial em seus resíduos, escolhe-se aquele com o menor critério de informação.

Testes globais, como o I de Moran, fornecerão resultados sobre a existência da autocorrelação espacial. Outros testes mais específicos, como o do multiplicador de Lagrange, o de razão de verossimilhança e suas versões robustas, indicarão o tipo de defasagem espacial a ser incluída no modelo estimado.

Além da existência da autocorrelação espacial, pode existir também a presença da heterocedasticidade, afetando a robustez das estimações. Todavia, existem procedimentos para o controle da heterocedasticidade, como a inclusão da matriz de variância e covariância robusta de White nas estimações (LeSage e Pace, 2009).

Caso se tenha apenas a presença de $W\Delta y_{it}$, o modelo escolhido seria o SAR (defasagem espacial), cuja forma reduzida é:

$$\Delta y_{it} = \alpha(I_n - \rho W)^{-1} + (I_n - \rho W)^{-1}\theta\Delta D_{it} + (I_n - \rho W)^{-1}\Delta X_{it}\beta + (I_n - \rho W)^{-1}\Delta \varepsilon_{it} \quad (38)$$

em que W é a matriz de ponderação espacial⁷.

Logo, a diferença dentro dos grupos de tratamento e de controle, respectivamente, seria:

$$\Delta y_{it}^1 = E[y_{i1}^1] - E[y_{i0}^1] = \alpha_1(I_n - \rho W)^{-1} + (I_n - \rho W)^{-1}\theta + (I_n - \rho W)^{-1}\gamma(X_{i1}^1 - X_{i0}^1) + (I_n - \rho W)^{-1}(\varepsilon_{i1}^1 - \varepsilon_{i0}^1) \quad (39)$$

⁷ A escolha do tipo de matriz de defasagem, podendo esta ser tida na forma contígua, de k -vizinhos ou de distância inversa, será embasada nos procedimentos de Baumont (2004) e Stakhovych e Bijmolt (2009). O primeiro procedimento consiste na realização do teste I de Moran sobre os resíduos do modelo clássico de regressão linear (MCRL). A escolha da matriz será feita tendo como base o resultado que apresentar a maior autocorrelação espacial estatisticamente significativa. Já o segundo procedimento, de maneira geral, tem por base comparações dos critérios de Akaike para diversos modelos estimados que utilizam matrizes de defasagem espaciais diferentes.

$$\Delta y_{it}^0 = E[y_{i1}^0] - E[y_{i0}^0] = \alpha_1(I_n - \rho W)^{-1} + (I_n - \rho W)^{-1}\gamma(X_{i1}^0 - X_{i0}^0) + (I_n - \rho W)^{-1}(\varepsilon_{t1}^0 - \varepsilon_{t0}^0) \quad (40)$$

E a diferença entre os grupos de tratamento e de controle:

$$\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0 = (I_n - \rho W)^{-1}\theta \quad (41)$$

em que o novo efeito médio de tratamento do ProAcesso seria dado por:

$$\frac{\partial(\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0)}{\partial \Delta D_{it}} = (I - W\rho)^{-1}\theta \quad (42)$$

Existindo somente $W\Delta\xi_{it}$, o modelo estimado por SDD corresponderia ao SEM (erro autorregressivo espacial), tendo sua forma reduzida dada por:

$$\Delta y_{it} = \alpha + \theta\Delta D_{it} + \Delta X_{it}\beta + (I_n - \lambda W)^{-1}\Delta\varepsilon_{it} \quad (43)$$

em que W corresponde à matriz de pesos espaciais.

Como consequência, a diferença dentro de cada um dos grupos seria:

$$\Delta y_{it}^1 = E[y_{i1}^1] - E[y_{i0}^1] = \alpha_1 + \theta + \gamma(X_{i1}^1 - X_{i0}^1) + (I_n - \lambda W)^{-1}(\varepsilon_{t1}^1 - \varepsilon_{t0}^1) \quad (44)$$

$$\Delta y_{it}^0 = E[y_{i1}^0] - E[y_{i0}^0] = \alpha_1 + \gamma(X_{i1}^0 - X_{i0}^0) + (I_n - \lambda W)^{-1}(\varepsilon_{t1}^0 - \varepsilon_{t0}^0) \quad (45)$$

Tendo a diferença entre os grupos de tratamento e controle correspondido à:

$$\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0 = \theta \quad (46)$$

com o novo efeito de tratamento sendo mensurado por:

$$\frac{\partial(\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0)}{\partial \Delta D_{it}} = \theta \quad (47)$$

Caso haja transbordamento das variáveis contidas no vetor X , ou seja, das variáveis explicativas, o modelo utilizado para o controle espacial seria do tipo SLX⁸ (regressivo cruzado espacial). A inclusão de defasagens do tipo $W\Delta X_{it}$ associadas a $W\Delta y_{it}$ e $W\Delta D_{it}$, por sua vez, resultaria no modelo SDM (Durbin espacial). Já a introdução das defasagens $W\Delta X_{it}$, $W\Delta D_{it}$ e $W\Delta \xi_{it}$ gerariam o modelo SDEM (Durbin espacial do erro).

A maneira como se chega aos efeitos de tratamentos dos modelos SLX, SDM e SDEM é similar à dos modelos SAR e SEM, dadas as suas respectivas formas reduzidas. Desta forma, visando a evitar a repetição excessiva de derivações, têm-se os efeitos médios destes três modelos:

$$\frac{\partial(\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0)}{\partial \Delta D_{it}} = W\tau + \theta \quad (48)$$

correspondente ao efeito médio de tratamento dos modelos SLX e SDEM; e

$$\frac{\partial(\Delta y_{it}^1 - \Delta y_{it}^0)}{\partial \Delta D_{it}} = W(I_n - \rho W)^{-1}\tau + \theta(I_n - \rho W)^{-1} \quad (49)$$

equivalente ao efeito médio de tratamento do modelo SDM, similar ao descrito em Almeida (2015).

4.4. Efeitos Direto, Indireto e Total

Estimando-se um modelo de regressão linear clássico, tem-se o conhecimento de que os coeficientes das variáveis independentes apontam a correlação parcial com a variável dependente ou regressando.

Contudo, ao observar que o processo gerador de dados engloba a influência de áreas/observações contíguas, a interpretação dos estimadores e coeficientes se torna mais elaborada. LeSage e Pace (2009) atribuem esta nova característica ao fato de a variável dependente e/ou dependente defasada ser capaz de afetar, no caso deste trabalho, seu município, bem como os municípios vizinhos.

⁸ Para modelos do tipo SLX, deve-se fazer um teste de correlação entre X e WX , uma vez que estas variáveis provavelmente estarão correlacionados entre si.

A alternativa existente capaz de incluir e mensurar informações de regiões contíguas é dada pelos modelos de regressão espaciais. Estes modelos, além de fornecerem os coeficientes de correlação parcial entre variáveis independentes e a dependente, levando em conta os aspectos espaciais, também são capazes de dividir tais coeficientes em efeitos diretos, indiretos e totais, quando a dependência espacial é observável, como em modelos SAR, SDM⁹, o que eleva a qualidade de informações sobre os aspectos discutidos.

Segundo LeSage e Pace (2009)¹⁰, o Efeito Direto Médio configura uma média dos efeitos de uma região qualquer i sobre ela mesma. Algebricamente, esta relação é dada pela média do traço da diagonal principal da matriz de defasagens (W), representada pelos autores por $S_r(W)$:

$$\overline{M}(r)_{direto} = n^{-1} tr(S_r(W)) \quad (50)$$

em que $S_r(W) = (I - W\rho)^{-1}\theta$, sendo o modelo um SAR e $S_r(W) = W(I_n - \rho W)^{-1}\tau + \theta(I_n - \rho W)^{-1}$, sendo um SDM; n é o número de observações; tr é o traço da matriz; e $\overline{M}(r)_{direto}$ é o efeito direto médio.

No que diz respeito ao Efeito Total Médio, ele busca mensurar o efeito médio de todas as regiões associadas a W sobre uma região qualquer i , incluindo o seu respectivo efeito (LeSage e Pace, 2009). Sua expressão é dada por:

$$\overline{M}(r)_{total} = n^{-1} \iota_n' S_r(W) \iota_n \quad (51)$$

em que ι_n representa um vetor coluna unitário e $\overline{M}(r)_{total}$, o efeito total médio.

Por último, o Efeito Indireto Médio é responsável por determinar a influência de uma região i qualquer sobre as j regiões vizinhas (LeSage e Pace, 2009). Este efeito é obtido pela diferença entre os efeitos Total e Direto:

⁹ Os modelos do tipo SEM e SDEM incorporam a dependência espacial por meio do termo de erro da regressão. Em outras palavras, pode ser dito que o padrão espacial revelado no termo de erro destes modelos é dado por efeitos não modelados, em função da falta adequada de medida. Por consequência, não é possível obter a divisão dos efeitos para estes modelos.

¹⁰ A literatura geralmente trata os termos “efeito” e “impacto” como sinônimos. LeSage e Pace (2009) usaram a palavra “impacto” para a elaboração de seus conceitos. Todavia, para esta tese, a palavra “impacto” será usada apenas quando se referir ao impacto do ProAcesso. Para estabelecer a relação entre as análises diretas, indiretas e totais dos coeficientes estimados, será usada a palavra “efeito”.

$$\overline{M}(r)_{indireto} = \overline{M}(r)_{total} - \overline{M}(r)_{direto} \quad (52)$$

4.5. Métodos de Pareamento

Em geral, as técnicas de pareamento buscam na construção do grupo de controle reunir características que o torne semelhante ao grupo de tratamento. A literatura destaca algumas técnicas como o *matching* e o *propensity score matching*. Ambas buscam estimar o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ETMT), sendo muitas das vezes utilizadas em conjunto para a construção do grupo de controle.

Para Cameron e Trivedi (2005), o maior problema encontrado na utilização destes tipos de técnicas é a definição de similaridade entre os grupos, uma vez que existem vários atributos pelos quais, neste caso, os municípios mineiros podem ser comparados. Outro problema que merece destaque é que estas técnicas não controlam efeitos idiossincráticos invariantes no tempo (efeitos fixos)¹¹.

Matching ou pareamento se baseia em como formar um grupo de comparação em relação ao grupo de tratamento já conhecido, partindo de uma amostra de municípios não contemplados pelo ProAcesso. Logo após, os efeitos de tratamento são estimados pela diferença entre os resultados médios de cada grupo. Por fim, ocorre o emparelhamento de ambos os grupos com base em características observáveis.

Focando na análise do *propensity score matching* (PSM), o procedimento é implementado utilizando um escore balanceado, cujo cômputo é feito pela estimação de modelos logit ou probit, cuja variável de interesse será a participação no ProAcesso, sendo que o valor de 1 corresponderá à participação no tratamento (T_i) e 0, à ausência. Algebricamente, tem-se:

$$P(Z) = Prob(T_i = 1|Z), \text{ com } 0 < P(Z) < 1 \quad (53)$$

em que Z é o vetor das variáveis de controle ou variáveis independentes.

Por tais modelos, será obtida a probabilidade prevista (*predicted*) e, a partir dela, computada a razão das chances de um município qualquer participar do

¹¹ Entre as possíveis soluções para controle, surge a possibilidade de combinar estas técnicas com outros métodos que controlam os efeitos fixos, como as diferenças-em-diferenças.

ProAcesso (*log odds ratio*) para cada observação contida nas amostras dos grupos controle e tratamento.

Assim, será testado se os escores de propensão são estatisticamente semelhantes entre ambos os grupos. Caso não sejam, o processo de realização da técnica continua até que se dê um equilíbrio. Encontrado o equilíbrio, com unidades comparáveis, efetua-se um teste de diferença entre as médias dos grupos em razão da variável de interesse.

Ramos (2009) ainda chama atenção para o conceito de suporte comum, existente no PSM. Suporte comum é a região em que há o equilíbrio dos escores de propensão entre os grupos de controle e tratamento. Equilíbrio obtido pela eliminação de casos encontrados consideravelmente abaixo ou acima da média dos escores.

Todavia, a eliminação das observações que se encontram fora da região tida como o suporte comum pode gerar problemas como redução do tamanho da amostra (exclusão de pares considerados relativamente aptos para comparação), o que implicaria mudança dos coeficientes dos parâmetros a serem estimados (Rosenbaum e Rubin, 1983).

Além dos dados faltantes, Rosenbaum e Rubin (1983) também alertam sobre a possibilidade do viés de seleção. Tal viés, de acordo com Heckman *et al.* (1998), pode ser contornado¹², permitindo assim que os estimadores, neste caso do ProAcesso, sejam consistentes.

É necessário diferenciar os tipos de estimadores utilizados na literatura, com maior frequência, para a realização do procedimento PSM. Entre estes estimadores estão o pareamento estratificado - *stratification matching* - SM, o “vizinho mais próximo” - *nearest-neighbor matching* - NNM, o pareamento por raio - *radius matching* - RM e Kernel - *kernel matching* – KM (CAMERON e TRIVEDI, 2005).

Becker e Ichino (2002) apresentam a distinção de tais estimadores de maneira simples e objetiva. Para os autores, o pareamento estratificado é dado pela divisão da variação dos escores de propensão em intervalos, de modo que em cada intervalo as unidades tratadas e de controle apresentem, em média, o mesmo escore de propensão.

Em cada intervalo também é calculada a diferença dos resultados médios entre os grupos de tratamento e controle. O efeito do pareamento é finalmente obtido pela

¹² A maneira como o viés de seleção é contornado pode ser visto na íntegra em Heckman *et al.* (1998).

média ponderada dessas diferenças, com os pesos sendo determinados pela distribuição das unidades tratadas entre os blocos (Becker e Ichino, 2002):

$$\tau_q^S = \frac{\sum_{i \in I(q)} Y_i^T}{N_q^T} - \frac{\sum_{j \in I(q)} Y_j^C}{N_q^C} \quad (54)$$

em que τ_q^S corresponde ao pareamento estratificado; $I(q)$ é o conjunto de unidades no bloco q , definido pelos intervalos do *propensity score*; N_q^T e N_q^C são os números dos municípios tratados e de controle no bloco q ; e Y_i^T e Y_j^C correspondem aos resultados observados para as unidades de tratados e de controle.

Um dos principais problemas acerca do SM é a exclusão de blocos de informações em que não é possível fazer o pareamento.

O pareamento do “vizinho mais próximo”, por sua vez, não apresenta este problema. Neste tipo de estimador, para cada unidade tratada, busca-se uma unidade não tratada com o escore de propensão semelhante. Dessa forma, o pareamento tende a minimizar a diferença absoluta entre os escores de propensão de ambos os grupos de unidades (Becker e Ichino, 2002). A expressão algébrica desta técnica corresponde à equação:

$$\tau^{NV} = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} Y_i^T - \frac{1}{N^T} \sum_{j \in C} w_j Y_j^C \quad (55)$$

em que τ^{NV} é o pareamento do “vizinho mais próximo”; N^T corresponde ao número de municípios no grupo de tratamento; Y_i^T e Y_j^C são os resultados observados para o grupo de tratamento e de controle; e w_j são os pesos definidos por $w_j = \sum_i w_{ij}$.

Mesmo não excluindo informações, a utilização deste algoritmo implica um problema representado pela distância entre os vizinhos, o que pode gerar um pareamento com escores muito diferentes causado pela localização dos pares no suporte comum.

As técnicas de pareamento por *radius matching* e *kernel matching* conseguem corrigir esta falha. Para a primeira, cada observação tratada é pareada apenas com uma não tratada, levando-se em conta que para o valor do escore de propensão da observação não tratada é estabelecido um limite de raio (r), que gira em torno dos valores dos escores de propensão das unidades tratadas.

Deve-se ater ao tamanho estabelecido para (r), e caso ele seja pequeno demais, é possível que unidades de tratamento não sejam pareadas em virtude da ausência de observações do grupo de controle no raio estabelecido (Becker e Ichino, 2002). A expressão algébrica desta técnica é semelhante à de n vizinhos:

$$\tau^R = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} Y_i^T - \frac{1}{N^T} \sum_{j \in C} w_j Y_j^C \quad (56)$$

em que τ^R é o pareamento *radius*; N^T corresponde ao número de municípios no grupo de tratamento; Y_i^T e Y_j^C são os resultados observados para o grupo de tratamento e de controle; e w_j são os pesos definidos por $w_j = \sum_i w_{ij}$.

Kernel, por sua vez, constrói um contrafactual para o grupo de tratamento em que há a ponderação de todas as observações do grupo de controle, com pesos inversamente proporcionais às distâncias\diferenças entre os valores do escore de propensão de ambos os grupos (Becker e Ichino, 2002). Este também é o método que apresenta a menor variância entre os quatro descritos. Algebricamente, *kernel* é dado por:

$$\tau^K = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} \left\{ Y_i^T - \frac{\sum_{j \in C} Y_j^C G\left(\frac{p_j - p_i}{h_n}\right)}{\sum_{k \in C} G\left(\frac{p_k - p_i}{h_n}\right)} \right\} \quad (57)$$

em que τ^K é o pareamento *Kernel*; N^T representa o número de unidades no grupo de tratamento; Y_i^T e Y_j^C são os resultados observados para o grupo de tratamento e de controle; $p_j - p_i$ é o valor estimado pelo *propensity score*; $G(\cdot)$ é denominado como uma função *kernel*; e h_n é um parâmetro que mede a largura da banda considerada (intervalo entre as observações).

Como críticas existentes ao estimador, por vezes, os pesos distribuídos a observações muito representativas ainda inviabilizam a escolha dos indivíduos que devem compor o grupo de controle.

4.6. Coding

Uma forma alternativa de estimar uma regressão DD sem a influência da dependência espacial é aplicar o procedimento chamado *coding*. Desenvolvido por

Besag (1975), o método não paramétrico gera uma função de probabilidade condicional, em que as estimativas dos parâmetros são então obtidas por intermédio de uma maximização padrão.

O primeiro passo do método, de acordo com Besag (1975), consiste em dividir as n regiões, S_n , em dois grupos: o de dependentes $S_{n,0}$ e o de “condicionadores”. $S_{n,0}$ é tido como um subconjunto de regiões $i = 1, \dots, n$, escolhido de tal maneira que não há dois membros de $S_{n,0}$ que sejam vizinhos. Atribui-se a cor preta para cada região em $S_{n,0}$ e branca para as demais.

Besag (1975) então relaciona, pela própria essência da formulação de probabilidade condicional, que o conjunto de valores das regiões pretas, dados os valores nas regiões brancas, são independentes entre si.

A probabilidade condicional correspondente é então obtida, multiplicando em conjunto os termos $p_i(\vartheta)$ para cada $i \in S_{n,0}$. A função de log-probabilidade condicional correspondente é dada por:

$$L_{n,0}(\vartheta) = \sum_{i \in S_{n,0}} \ln p_i(\vartheta) \quad (58)$$

em que ϑ corresponderia à participação do município no ProAcesso.

Uma estimação $\hat{\vartheta}$ de ϑ pode então ser encontrada através da maximização $L_{n,0}$ com relação a ϑ de modo simples, por meio de um algoritmo computacional padrão.

Como o método trabalha com regiões (municípios) não vizinhas, em tese, o problema de autocorrelação seria eliminado.

4.7. Ferramentas da Análise Espacial

Anterior à estimação dos modelos econométricos, será feita uma análise exploratória de dados espaciais (AEDE). Anselin (1988) comenta que pela AEDE será possível extrair medidas de autocorrelação espacial, examinando a influência de efeitos espaciais por meio de instrumentos quantitativos e não pela visão geral do indivíduo acerca do problema.

Para implementar a AEDE, é preciso estabelecer o uso de matrizes de ponderação espacial (W) que representem o padrão espacial das interações possivelmente existentes da atividade estudada (Almeida, 2012).

Deste modo, esta seção apresentará as matrizes espaciais, bem como os testes difusos de I de Moran e c de Geary, e os testes focados do multiplicador de Lagrange para a defasagem (ML_ρ), para o erro autorregressivo (ML_λ) e suas versões robustas, no intuito de captar a autocorrelação espacial.

4.7.1. Matrizes de Pesos Espaciais

A literatura disponibiliza diferentes tipos de matrizes de ponderação espacial para realizar a AEDE e ajustes de modelos com efeitos espaciais. Normalmente, estas matrizes são divididas em dois grandes grupos: as de proximidade geográfica, que compreendem as matrizes de contiguidade (rainha, torre e bispo), distância geográfica (k -vizinhos e distância inversa), e as matrizes de pesos espaciais gerais de Cliff e Ord; e as de proximidade socioeconômica, que têm como base conceitos de similaridade, dissimilaridade e fluxos.

A escolha da matriz de pesos espaciais para esta tese se deu pela k -vizinhos mais próximos (*k-nearest neighbors weight matrix*). Esta é uma matriz do tipo binária, cujo ajuste de proximidade se baseia na distância geográfica, medida em quilômetros ou milhas (Almeida, 2012). Sua representação algébrica pode ser vista a seguir:

$$w_{ij}(k) = \begin{cases} 1, & \text{se } d_{ij} \leq d_i(k) \\ 0, & \text{se } d_{ij} > d_i(k) \end{cases} \quad (59)$$

em que w_{ij} corresponde à matriz de pesos espaciais que reproduz o grau de conexão entre regiões, sendo neste caso a influência de uma região j sobre uma região i qualquer; d_{ij} é a distância medida entre os centros das regiões i e j ; e d_i , a distância de corte para considerar que uma região qualquer seja contígua à região i .

A vantagem deste tipo de matriz, segundo Almeida (2012), está no fato de ela combater o desequilíbrio de conectividade existentes em outras matrizes, em razão de todos os municípios mineiros, neste caso, apresentarem o mesmo número de municípios vizinhos.

4.7.2. Testes Difusos

De acordo com Florax e Graff (2004), testes difusos são aqueles em que, quando detectada a existência de autocorrelação espacial, não fornecem informações sobre o tipo de processo estocástico gerador dos dados. As hipóteses, nula e alternativa, destes testes normalmente são construídas remetendo à presença ou ausência de padrões espaciais.

4.7.2.1. *I* de Moran Global

Moran (1948) propôs seu coeficiente de autocorrelação espacial algebricamente como:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{z'Wz}{z'z} \quad (60)$$

em que n é o número de municípios mineiros, z são os valores da variável de interesse padronizada e Wz são os valores médios da variável de interesse padronizada nos municípios vizinhos. Nesse caso, o numerador é a autocovariância espacial, composto pelo produto cruzado $z'Wz$.

O valor esperado da variável de interesse é de $[1/(n-1)]$, sendo que valores que excedem o valor esperado indicam autocorrelação espacial positiva e valores abaixo do esperado, autocorrelação espacial negativa (MORAN, 1948).

Resumidamente são fornecidos três tipos de informações. O nível de significância informa se os dados estão distribuídos aleatoriamente ou não. O sinal, caso positivo, indica que os dados são concentrados na região (municípios com valores elevados do atributo em consideração tendem a se agrupar com municípios semelhantes, ao mesmo tempo em que municípios com baixos valores se apresentam de maneira contígua a municípios semelhantes) e, caso negativo, estão dispersos (municípios com valores elevados do atributo em questão fazem fronteira com outros municípios que apresentam baixos valores e vice-versa). A magnitude do resultado mostra que quanto mais perto de 1, maior a concentração, em contrapartida, quanto mais perto de -1, mais dispersos se organizam os dados.

4.7.2.2. *c* de Geary Global

A estatística de Geary (1954), por sua vez, utiliza a medida de autocovariância considerando o quadrado da diferença entre os designados valores. Algebricamente, tem-se:

$$c = \frac{n-1}{2 \sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (y_i - y_j)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \quad (61)$$

em que y_i e y_j são as variáveis de interesse referentes aos municípios i e j quaisquer; $\bar{y}$ corresponde à média das variáveis de interesse em todas as unidades territoriais da amostra; n é o número de municípios; e w_{ij} assume valor de 1 se y_i e y_j forem vizinhos e 0, caso contrário.

Neste caso, os valores de testes apresentados variam entre 0 e 2, sendo que o valor esperado é o de 1. Portanto, quanto mais próximo de 0, maior a autocorrelação positiva. Contrariamente, resultados mais próximos de 2 apresentarão maiores autocorrelações negativas.

Mantendo a mesma hipótese nula que Moran, aleatoriedade espacial, a estatística de Geary também fornece três tipos de informações. O p -valor da estatística mostra o comportamento dos dados, seja ele apresentando padrão espacial ou aleatório. O sinal positivo novamente indica concentração de dados e, caso seja negativo, sua dispersão. A magnitude, por conseguinte, revela que resultados próximos a 0 apresentarão maior concentração espacial e mais próximos de 2, caráter de dispersão.

4.7.3. Testes Focados ¹³

Os testes focados são aqueles nos quais são indicadas informações acerca do tipo de autocorrelação espacial presente nos dados. As hipóteses nula e alternativa destes testes normalmente são construídas remetendo a presença de um processo estocástico específico gerador do erro (Florax e Graff, 2004).

¹³ Mais informações sobre a elaboração algébrica dos testes focados, consultar Almeida (2012, p.220-227).

4.7.3.1. Testes do Multiplicador de Lagrange (ML)

Usualmente, testes do tipo multiplicador de Lagrange têm como hipótese nula a adoção, para análise, de modelos restritos. Logo, o teste tem a maximização de sua função de log-verossimilhança condicionada à restrição de que as estimativas do modelo irrestrito sejam as mesmas dos modelos restritos (Pindyck e Rubinfeld, 2004).

Testes do tipo ML_ρ são conhecidos por avaliar a existência da dependência espacial em função da defasagem espacial da variável dependente. Suas hipóteses, nula e alternativa, são tidas por:

$$H_0: \rho = 0 \quad (62a)$$

$$H_1: \rho \neq 0 \quad (62b)$$

em que ρ representa o parâmetro a ser analisado.

Caso $\rho = 0$, o modelo estimado não apresentaria o problema de autocorrelação espacial, em função da defasagem espacial da variável dependente, podendo ser estimado por MQO. Todavia, sendo refutada a hipótese nula, a presença da autocorrelação seria confirmada, indicando que a estimação do modelo pretendido, a princípio, deva ser do tipo SAR.

Já o teste ML_λ , por sua vez, procura captar a autocorrelação existente na defasagem espacial do erro (λ) presentes em modelos da classe SEM. Com hipóteses nula e alternativa semelhantes às do teste ML_ρ , apresentando $\lambda = 0$, o modelo estimado não apontaria o problema de autocorrelação espacial, em função da defasagem espacial do erro, podendo ser estimado por MQO. Entretanto, com $\lambda \neq 0$, a presença de autocorrelação espacial ligada à defasagem do erro implicaria estimações por modelos SEM.

Por apresentarem baixo poder de teste, pela verificação de apenas um tipo de defasagem espacial, o que muitas vezes leva a má especificação do modelo, foram criadas suas versões robustas, ML_ρ^* e ML_λ^* .

Florax *et al.* (2003) comentam que a construção destes testes robustos levou em conta a incorporação de um fator que visou a corrigir a má especificação dos

modelos, testando a existência do condicionamento de mais de um tipo de dependência espacial ao mesmo tempo.

4.8. Fonte e Tratamento dos Dados

Em termos de dados, foram coletadas variáveis referentes aos 853 municípios de Minas Gerais para os anos de 2000, anterior à criação do ProAcesso, e de 2010¹⁴, em que se espera que o eventual efeito do programa possa ter ocorrido e possa ser mensurado.

4.8.1 Variável Dependente (Resultado)

A taxa de crescimento do PIB total *per capita*, entre 2000 e 2010, é a variável dependente. Alternativamente, além da taxa de crescimento do PIB total *per capita*, serão utilizados os PIBs *per capita* da agropecuária, indústria e serviços, também como variáveis dependentes. Isso permitirá que seja avaliado o impacto do ProAcesso nas taxas de crescimento setoriais.

4.8.2 Variável de Interesse (ProAcesso)

A construção da variável de interesse ProAcesso foi feita de três maneiras diferentes, visando a atender aos objetivos especificados no primeiro capítulo. Para o objetivo principal e o primeiro objetivo específico (análise setorial), foi elaborada uma variável *dummy*, com base nos dados disponibilizados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais – DER/MG. Assim, municípios que participaram do programa, isto é, o grupo de tratamento, receberam o valor 1. O valor 0 foi destinado aos municípios do grupo de controle selecionados, levando em consideração a escolha do melhor contrafactual.

Para o segundo objetivo específico, que busca medir o tamanho do tratamento, ou tamanho do ProAcesso, foi utilizada como variável de interesse a extensão, em quilômetros, de estradas pavimentadas em cada município. Tais dados também foram disponibilizados pelo DER/MG.

¹⁴ A exceção é tida apenas pela forma como foram construídos os índices de acessibilidade por Cesar (2010), com dados para o ano de 2004.

Por fim, para o terceiro objetivo específico, foram empregados os índices de acessibilidade¹⁵ desenvolvidos por Cesar (2010), com base nos trabalhos de Schürmann *et al.* (1997), Gutiérrez *et al.* (1998), Wegener *et al.* (2001) e Martin *et al.* (2004), para avaliar as taxas de crescimento econômico.

Entre os índices, optou-se por utilizar dois que resultam de interações econômicas nos municípios. Como Cesar (2010) os construiu para dois cenários, existência ou não do ProAcesso em Minas Gerais, será empregada a diferença entre os índices de cada cenário. Desta forma, será possível observar o desempenho do crescimento econômico dos municípios dos grupos de controle e tratamento pela diferença entre os cenários com e sem ProAcesso.

O índice de acessibilidade potencial (POT) é formulado tendo como base o pressuposto de que a atração de destino aumenta com a gama de possibilidades existentes e diminui com o aumento da distância, tempo de viagem ou custo de transporte. Quanto maior o coeficiente do indicador, maior a acessibilidade. Algebricamente, tem-se:

$$POT_i = \sum_{j=1}^n M_j * \exp - (I_{ij} * \beta) \quad (63)$$

em que: M_j corresponde a uma medida da concentração de oportunidades do destino j , tendo Cesar (2010) adotado como *proxy* o PIB municipal de 2004; I_{ij} remete a uma medida da impedância ao deslocamento pelo menor caminho entre as sedes administrativas dos municípios i e j , e para esta variável a *proxy* adotada foi o custo de transporte; e β é o parâmetro de peso distribuído pelos autores. Quanto menor a distância entre os municípios, maior o β .

No que diz respeito ao índice de eficiência da rede (EFI), esta medida visa a ressaltar o inter-relacionamento entre as impedâncias real e ideal, em um mesmo percurso, entre pares de localidades. Tem-se a expectativa de que quanto menor o valor do indicador, maior o grau de acessibilidade (Cesar, 2010). A expressão matemática pode ser vista a seguir:

$$EFI_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{I_{ij}}{\Pi_{ij}} \right) * \left(\frac{M_j}{I_{ij}} \right) / \sum_{j=1}^n \left(\frac{M_j}{I_{ij}} \right) \quad (64)$$

¹⁵ Maiores referências sobre os índices de acessibilidade, consultar Cesar (2010).

em que: I_{ij} remete à impedância real ao deslocamento pelo menor caminho entre as sedes administrativas de municípios i e j quaisquer, e a *proxy* adotada foi o custo de transporte; II_{ij} , por sua vez, capta a impedância ideal ao deslocamento pelo menor caminho entre as mesmas sedes administrativas municipais i e j quaisquer; M_j corresponde a uma medida da concentração de oportunidades a serem alcançadas no município de destino j , e a *proxy* adotada foi o PIB municipal de 2004.

4.8.3 Outras Variáveis Explicativas

Além da variável de interesse, a variável dependente também será explicada pelo nível de capital humano, medidas de qualidade de vida, nível de capital físico e o fundo de participação municipal, em diferenças, entre os anos de 2010 e 2000. A escolha das variáveis de controle foi fundamentada pela literatura de crescimento econômico, bem como pelo modelo teórico deste trabalho, apresentado no terceiro capítulo.

Para o capital humano, poderiam ser utilizadas algumas *proxies* como matrículas no ensino fundamental, médio e ensino superior, índice de analfabetismo, anos estudados (SOUZA, 1999). Em virtude da disponibilidade de dados a nível municipal, foi utilizada a população com 10 anos ou mais de idade que tinha 11 anos de estudos, o que, para o ano de 2000, corresponderia ao ensino médio completo em 2010. Mincer (1958), Schultz (1964) e Becker (1964) falam que a qualificação e o aperfeiçoamento da população, resultantes de investimentos em educação, elevam a produtividade dos trabalhadores e, conseqüentemente, aumentam os lucros dos empresários, o que dinamiza a economia. Logo, o sinal esperado desta variável é positivo.

Associado às medidas de capital humano, estão os aspectos da qualidade de vida ou infraestrutura. Para esta variável, construiu-se o Índice de Qualidade de Vida (IQV), tendo como base indicadores como o percentual da população que vive em domicílios com água encanada, coleta de lixo e energia elétrica, além da taxa de homicídios por cem mil habitantes. Tais variáveis foram extraídas do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) e do Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil. Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995) reforçam que maiores níveis do IQV,

associados a outros fatores, levam a maiores taxas de crescimento econômico, portanto, o sinal esperado para esta variável é positivo.

A elaboração do IQV apresentou três passos, de maneira similar ao que foi feito nos trabalhos de Soares *et al* (1999), Lemos (2001), Cunha (2005) e Castro (2013). No primeiro, foi feita uma análise fatorial exploratória por componentes principais. O método procura reduzir o número de variáveis originais, neste caso quatro, pela extração de fatores independentes (Mingoti, 2007).

A escolha do número de fatores, de acordo com a literatura, é feita pelo critério das raízes características¹⁶, associada à definição de um conjunto que explique ao menos 70% da variabilidade comum existente.

De posse dos fatores e determinados os escores fatorais para cada município mineiro, o segundo passo consistiu na normalização destes escores fatorais, o que pode ser visto em (59):

$$F_{ji} = \frac{F_{ji} - F_j^{min}}{F_j^{max} - F_j^{min}} \quad (65)$$

em que F_{ji} corresponde ao j -ésimo escore fatorial do i -ésimo município mineiro; F_j^{min} , ao menor escore observado do j -ésimo fator; e F_j^{max} , ao maior escore fatorial observado do j -ésimo fator.

Após a normalização dos escores fatoriais, pode-se formular o IQV através da equação (66):

$$IQV_i = \sum_{j=1}^p \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} F_{ji} \quad (66)$$

em que IQV_i é o Índice de Qualidade de Vida do i -ésimo município mineiro; λ_j é a j -ésima raiz característica; F_{ji} é o j -ésimo escore fatorial do i -ésimo município mineiro; e $\sum \lambda_j$ é o somatório das raízes características referentes aos p fatores extraídos.

A *proxy* utilizada para o capital físico foi a quantidade de veículos automotores ligados à produção, assim como em Soares (2015), e de maneira semelhante à Speight e Thompson (2006), que a utilizaram em uma análise sobre gastos com investimentos

¹⁶ Comumente, a escolha do número de fatores é feita por aqueles que apresentam valores de raízes características maiores que a unidade (Mingoti, 2007).

no Reino Unido. Mesmo não correspondendo a investimentos feitos diretamente pelos municípios, Soares (2015) apresenta evidências de uma forte associação linear entre o logaritmo do estoque de capital e da frota de veículos de 1950 a 2008 para o Brasil. Desta maneira, para este trabalho, a variável foi construída com base na contagem feita pelo Departamento Nacional de Trânsito, referente ao número de veículos utilizados diretamente em processos produtivos, como caminhonetes, caminhões, caminhões-tratores e tratores de roda (DENATRAN, 2016).

Assim como na relação entre capital humano e crescimento econômico, para o capital físico também espera-se uma relação positiva. Solow (1956), pela inclusão do capital físico em suas discussões sobre crescimento econômico, mostra que o aumento da produtividade, dado pelo acréscimo no fator capital, em relação ao trabalho, gera crescimento econômico.

Além das variáveis de controle aqui já descritas, optou-se também por empregar o Fundo de Participação dos Municípios (FPM)¹⁷ na análise do crescimento econômico dos municípios mineiros. Costa *et al.* (2013) reforçam a importância do repasse do fundo, principalmente para municípios pequenos, que têm a economia atrelada às atividades das prefeituras e são dependentes deste tipo de transferência. Como o repasse deste fundo está associado a faixas populacionais, conforme aumenta a população, os municípios são realocados para novas cotas de distribuições de recursos, o que, dada a administração municipal, tende a gerar maiores taxas de crescimento econômico (COSTA *et al.*, 2013). Portanto, espera-se que FPM apresente sinal positivo.

4.8.4 Tratamento dos Dados

As variáveis foram logaritmizadas¹⁸, tendo como exceções a *dummy* e o tamanho do ProAcesso, no intuito de obter as elasticidades constantes das variáveis independentes em função das taxas de crescimento da renda e de seus setores

¹⁷ O FPM é uma transferência constitucional, repassada aos Estados brasileiros e ao Distrito Federal. Este fundo é composto de 22,5% da arrecadação dos impostos sobre a renda (IR) e sobre os produtos industrializados.

¹⁸ Em função de algumas variáveis não apresentarem valores para determinados municípios, a questão referente à logaritmização precisa ser tratada com cuidado. A solução para este problema foi obtida através de um procedimento existente em Wooldridge (2006, p. 182), que consiste em somar o valor de 1 à observação em questão, assim, utilizando o $\log(y+1)$, a interpretação dada seria a mesma do $\log(y)$. A técnica foi utilizada em virtude da existência de observações iguais a zero.

específicos. Mais informações como unidades de medida e fonte estão inseridas no Quadro 2.

Variável	Tipo de Variável	Descrição	Sinal Esperado	Unidades de Medida	Fonte
TXPIB	Dependente	Taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i>		R\$ (preços constantes de 2000) / População	IBGE
CH	Controle	Capital Humano <i>per capita</i>	+	População com, no mínimo, o ensino médio completo (11 anos de estudo) / População	IBGE
IQV	Controle	Índice de Qualidade de Vida	+	Criado em função de indicadores como o percentual da população que vive em domicílios com água encanada, coleta de lixo e energia elétrica, além da taxa de homicídios (por cem mil habitantes).	Índice Mineiro de Responsabilidade Social 2013 e Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil
CF	Controle	Capital Físico <i>per capita</i>	+	Quantidade de veículos automotores produtivos / População	DENATRAN
FPM	Controle	Fundo de Participação Municipal <i>per capita</i>	+	R\$ (preços constantes de 2000) / População	Secretaria do Tesouro Nacional e IBGE
DPA	Interesse	<i>Dummy</i> ProAcesso	+	DP = 1 para o grupo de tratamento e DP = 0 para o grupo controle	Elaboração própria com base no DER/MG
TPA	Interesse	Tamanho do ProAcesso	+	Extensão, em quilômetros, de estrada pavimentada em cada município	DER/MG
TXPIBIND	Dependente	Taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> da indústria		R\$ (preços constantes de 2000) / População	IBGE
TXPIBAGRO	Dependente	Taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> da agropecuária		R\$ (preços constantes de 2000) / População	IBGE
TXPIBSER	Dependente	Taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> do setor de serviços		R\$ (preços constantes de 2000) / População	IBGE

Variável	Tipo de Variável	Descrição	Sinal Esperado	Unidades de Medida	Fonte
POT	Interesse	Índice de Acessibilidade Potencial	+	Criado tendo como base as variáveis de entrada PIB municipal (atratividade) e custo operacional da viagem (impedância entre origem e destino)	Cesar (2010)
EFI	Interesse	Índice de Acessibilidade e Eficiência da Rede	-	Criado tendo como base as variáveis de entrada PIB municipal (atratividade) e custo operacional da viagem (impedância entre origem e destino)	Cesar (2010)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 2 - Descrição das variáveis utilizadas

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados são apresentados e discutidos em sete seções. A primeira seção trará uma análise das estatísticas descritivas dos grupos de tratamento e controle e a segunda uma análise exploratória de dados espaciais. As demais seções foram elaboradas em alusão aos objetivos principal e específicos, delineados no primeiro capítulo desta tese. Assim sendo, a terceira seção avaliará o impacto geral do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios beneficiados pelo Programa.

O impacto do aumento da acessibilidade nos municípios sobre as taxas de crescimento econômico referentes aos setores agropecuário, industrial e de serviços será avaliado na quarta seção. Os efeitos do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios, considerando diferentes extensões de áreas pavimentadas, estarão presentes na quinta seção. Já a sexta seção apresentará os efeitos do ProAcesso no crescimento econômico dos municípios mineiros para diferentes condições de acessibilidade discutidas na literatura.

A sétima seção trará a avaliação do impacto geral do ProAcesso por meio da experimentação da técnica *coding*, para remoção da dependência espacial. Por fim, a oitava seção mostrará exercícios de robustez que testarão a qualidade dos resultados encontrados nas demais seções, em função do grupo de controle estabelecido.

Entre as técnicas de pareamento descritas no capítulo da metodologia, a escolha pela aplicação de *kernel* deu-se por duas razões que estão de certa forma associadas. Em primeiro lugar, esta é a técnica mais recomendada na literatura, a qual constrói um contrafactual para o grupo de tratamento em que há a ponderação de todas as observações do grupo de controle. O estimador de *kernel* também é responsável por apresentar a menor variância dos parâmetros, de maneira comparativa, entre os demais estimadores de pareamento como o estratificado, o de vizinho mais próximo e o pareamento por raio (Becker e Ichino, 2002).

Segundo, acredita-se que, com a inclusão dos municípios que não foram contemplados pelo ProAcesso em Minas Gerais no grupo de controle, poderão ser percebidas as externalidades da rede de transporte evidenciadas pelos trabalhos de Banister e Berechman (2001), Preston (2001), Nijkamp (2004), Berechman (2009), Littman (2010) e Lakshmanan (2011), provocadas pelo Programa por todo o Estado.

Desta maneira, foi encontrado o melhor grupo de controle¹⁹, formado por 628 municípios, criado com base nas variáveis de controle escolhidas à luz da teoria do crescimento econômico: capital físico, capital humano, fundo de participação municipal e o índice de qualidade de vida.

5.1. Estatísticas Descritivas dos Grupos de Tratamento e Controle

A princípio, foi feita uma análise das estatísticas descritivas básicas para as variáveis brutas, sem transformação *per capita* ou logaritmização, no intuito de traçar o perfil médio geral dos municípios mineiros que compuseram os grupos de tratamento e o de controle nos anos de 2000 e 2010.

A extensão média pavimentada pelo ProAcesso, ao término do Programa em 2010, foi de 26,52 quilômetros. O município de Ingaí contou com a menor extensão pavimentada (5,1 km) e Formoso, com a maior pavimentação (122 km).

Em 2000, a média da população dos municípios pertencentes ao grupo de tratamento foi de aproximadamente 6.181 habitantes (Tabela 1). Cedro do Abaeté apresentou a menor população, com 1.289 habitantes, enquanto Novo Cruzeiro registrou a maior, com 30.453 habitantes. Para 2010, o tamanho médio da população aumentou para 6.313 habitantes, sendo que as posições de municípios menos e mais populosos foram mantidas por Cedro do Abaeté e Novo Cruzeiro.

Abordando o capital físico, a média de veículos automotores utilizados na produção em 2000 foi de 28 unidades, com as cidades de Ponto Chique, Berizal e Padre Carvalho apresentando o mínimo de uma unidade e Ibiraci registrando o máximo de 364 unidades. Em 2010, o valor médio subiu para 127 veículos, sendo que o mínimo de veículos foi registrado nas cidades de Frei Lagonegro e Bandeira e o máximo, em Rio Preto.

Para o capital humano, o ano de 2000 apresentou a média de 269 pessoas com ensino médio completo, com valor mínimo no município de Padre Carvalho e máximo em Lajinha. A média para o ano de 2010 aumentou para 625 pessoas, com valores

¹⁹ Os municípios pertencentes ao grupo de controle estão listados na Tabela 2A. A disposição espacial dos municípios pertencentes aos grupos de controle e de tratamento encontra-se na Figura 1A. O resultado da equação *probit* responsável por balancear o pareamento pode ser vista na Tabela 3A. Todas estas informações estão contidas no apêndice.

mínimos e máximos correspondentes aos municípios de Cedro do Abaeté e Rio Pardo de Minas, respectivamente.

O Fundo de Participação Municipal exibiu o valor médio de R\$ 1.289.390,00, em 2000, chegando a R\$ 4.229.225,00 em 2010, o que representou um crescimento de 228%. Como a distribuição dos recursos aos Municípios é feita de acordo com o número de habitantes, em que são fixadas faixas populacionais pelo Governo, a faixa mínima conteve 186 municípios e a máxima, apenas um município, Rio Pardo de Minas, no ano de 2000. Já em 2010, a faixa mínima apresentou 189 municípios, enquanto a máxima contou novamente apenas com um município, Novo Cruzeiro.

Tabela 1: Estatísticas descritivas das variáveis selecionadas para os municípios do grupo de tratamento em 2000 e em 2010

Variável	Ano	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
TPA	2000	-	-	-	-
	2010	26,52	16,33	5,10	122,90
CF	2000	27,67	39,14	1,00	364,00
	2010	126,59	167,32	19,00	1.953,00
CH	2000	269,05	211,67	57,00	1.499,00
	2010	625,14	430,05	145,91	2.985,47
FPM	2000	1.289.390	394.313	1.153.302	4.285.631
	2010	4.229.225	1.188.904	3.826.712	14.000.000
PIB	2000	14.200.000	16.600.000	3.546.487	189.000.000
	2010	20.400.000	21.100.000	5.069.110	213.000.000
PIB AGRI	2000	4.512.827	5.124.954	382.845	47.300.000
	2010	5.323.163	5.669.789	649.478	39.600.000
PIB IND	2000	2.326.361	10.700.000	276.541	129.000.000
	2010	3.459.939	12.000.000	434.432	122.000.000
PIB SER	2000	7.056.178	4.566.143	2.393.007	33.400.000
	2010	11.000.000	7.438.965	3.230.329	53.200.000
POP	2000	6181	4292	1289	30453
	2010	6313	4445	1210	30725
IQV	2000	0,39	0,15	0,00	0,60
	2010	0,38	0,13	0,00	0,55

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: TPA – Tamanho do ProAcesso; CFT – Capital Físico Total; CHT – Capital Humano Total; FPM – Fundo de Participação Municipal Total; PIBT – Produto Interno Bruto Total; PIB AGROT – Produto Interno Bruto do Setor Agropecuário Total; PIB IND – Produto Interno Bruto do Setor Industrial Total; PIB SERT – Produto Interno Bruto do Setor de Serviços Total; POP – População; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

O Produto Interno Bruto apresentou um crescimento de 43,66% entre os anos analisados. Em 2000, seu valor médio foi de R\$ 14.200.000, contra R\$ 20.400.000 em 2010. Entre as atividades que compuseram o valor do PIB para os municípios do grupo de tratamento, aproximadamente 97% corresponderam aos setores agropecuário,

industrial e de serviços. Este último setor, em especial, participou com uma contribuição média de 53% do PIB no ano de 2010.

O Índice de Qualidade de Vida apresentou uma pequena diminuição de 3,69% entre o período de tempo analisado. Os valores mínimos, entre 2000 e 2010, foram registrados nos municípios de Serra Azul de Minas e Alvorada de Minas. Já os valores máximos pertenceram a grupos de 8 e 10 municípios nos anos de 2000 e 2010.

Por sua vez, a média populacional dos municípios pertencentes ao grupo de controle apresentou 26.275 habitantes em 2000, crescendo para 28.944 habitantes em 2010 (Tabela 2). As populações mínimas e máximas, em ambos os anos, foram registradas nos municípios de Serra da Saudade e Belo Horizonte, nesta ordem.

Tabela 2: Estatísticas descritivas das variáveis selecionadas para os municípios do grupo de controle em 2000 e em 2010

Variável	Ano	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
TPA	2000	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-
CF	2000	374,45	1665,00	1,00	36265,00
	2010	1.215,45	5.721,24	9,00	130.202,00
CH	2000	2.767,70	15.778,57	31,00	366.163,00
	2010	5.609,95	27.886,35	92,68	622.013,80
FPM	2000	2.192.511	2.747.070	1.153.305	56.100.000
	2010	7.474.757	10.200.000	3.826.712	215.000.000
PIB	2000	155.000.000	782.000.000	4.060.716	15.700.000.000
	2010	242.000.000	1.190.000.000	5.007.064	23.100.000.000
PIB AGRI	2000	13.200.000	18.200.000	3.591	151.000.000
	2010	16.600.000	24.600.000	11.217	246.000.000
PIB IND	2000	43.400.000	209.000.000	212.280	3.550.000.000
	2010	72.200.000	338.000.000	315.478	5.710.000.000
PIB SER	2000	78.900.000	475.000.000	1.982.093	10.700.000.000
	2010	123.000.000	722.000.000	2.926.897	16.000.000.000
POP	2000	26.275	100.354	873	2.238.526
	2010	28.944	108.633	815	2.375.151
IQV	2000	0,53	0,09	0,17	0,61
	2010	0,49	0,07	0,02	0,56

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: TPA – Tamanho do ProAcesso; CFT – Capital Físico Total; CHT – Capital Humano Total; FPMT – Fundo de Participação Municipal Total; PIBT – Produto Interno Bruto Total; PIB AGROT – Produto Interno Bruto do Setor Agropecuário Total; PIB INDIT – Produto Interno Bruto do Setor Industrial Total; PIB SERT – Produto Interno Bruto do Setor de Serviços Total; POP – População; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

A Tabela 2 também mostra que, no ano de 2000, a média de veículos automotores para produção foi de 374 veículos, sendo que as cidades de Glaucilândia e Japonvar apresentaram apenas 1 veículo cada, e Belo Horizonte apresentou 36.265

veículos, o máximo. Em 2010, os valores médios registrados foram de 1.215 veículos, tendo a manutenção do mínimo e do máximo pelas cidades de Glaucilândia e Belo Horizonte.

Avaliando o capital humano, a média de pessoas que apresentaram o ensino médio completo, para o grupo de controle, no de 2000, foi de 2.767 indivíduos, com mínimo e máximo pertencentes às cidades de José Raydan e Belo Horizonte. Esta média subiu para 5.609 indivíduos em 2010, com valores mínimos e máximos estabelecidos em Serra da Saudade e Belo Horizonte.

Com relação ao Fundo de Participação Municipal, seu valor médio para o ano de 2000 foi de R\$ 2.192.511, crescendo para R\$ 7.474.757, ou seja, houve aumento de 240,92%. Entre as faixas mínimas de repasse da União para os Estados e o Distrito Federal, o ano de 2000 contou com 274 municípios e o ano de 2010 com 302 municípios. Já a faixa máxima contemplou o município de Belo Horizonte, tanto no ano de 2000, quanto no ano de 2010.

Os valores médios do PIB dos municípios do grupo de controle apresentaram um crescimento de 56,13% entre os anos de 2000 e 2010, cujos valores foram de R\$ 155.000.000 e R\$ 242.000.000. Para este grupo, as atividades do setores primário, secundário e terciário compuseram cerca de 87% do valor agregado do PIB. Cabe destacar que, em 2010, o setor de serviços foi responsável por compor aproximadamente 51% do PIB dos municípios pertencentes ao grupo de controle.

O Índice de Qualidade de Vida apresentou queda de 7,66% entre os anos investigados. Para os anos de 2000 e 2010, os valores mínimos e máximos pertenceram aos mesmos municípios, José Raydan e Água Comprida, nesta esta ordem.

Feita esta análise descritiva das variáveis pertencentes aos grupos de tratamento e controle, também foram feitos testes para verificar a qualidade dos dados que serão utilizados nas estimações dos modelos desta tese (Tabela 3).

Os testes corresponderam a uma análise multivariada que visou a comparar a diferença entre as médias (*Hotelling*) de cada variável entre os grupos de controle e tratamento. A Tabela 3 mostra que todas as comparações foram estatisticamente significativas a níveis de 5% e 10%, indicando que as médias das variáveis não foram iguais entre os grupos.

A princípio, tais resultados dos testes de média inviabilizariam o prosseguimento da análise pretendida. Todavia, o pareamento feito por *kernel*

evidencia que a propriedade de balanceamento do PSM é satisfeita, Tabela 3A, respaldando a utilização destas variáveis nas estimações a título de fazer o controle.

Tabela 3: Teste multivariado para comparação de médias entre os grupos

Variável	Ano	Valor de Teste	P-valor
TPA	2000	-	-
	2010	-	-
CFT	2000	6,1000	0,0143**
	2010	5,0200	0,0260**
CHT	2000	3,7300	0,0548*
	2010	4,4500	0,0359**
FPMT	2000	12,4600	0,0005***
	2010	11,4500	0,0008***
PIBT	2000	5,0700	0,0253**
	2010	5,3000	0,0223**
PIB AGROT	2000	57,7100	0,0000***
	2010	56,7800	0,0000***
PIB INDT	2000	5,4000	0,0210**
	2010	5,6100	0,0187**
PIB SERT	2000	3,7900	0,0529*
	2010	4,0200	0,0461**
POP	2000	5,2700	0,0227**
	2010	5,5700	0,0192**
IQV	2000	143,4100	0,0000***
	2010	135,3100	0,0000***

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: TPA – Tamanho do ProAcesso; CFT – Capital Físico Total; CHT – Capital Humano Total; FPMT – Fundo de Participação Municipal Total; PIBT – Produto Interno Bruto Total; PIB AGROT – Produto Interno Bruto do Setor Agropecuário Total; PIB INDT – Produto Interno Bruto do Setor Industrial Total; PIB SERT – Produto Interno Bruto do Setor de Serviços Total; POP – População; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

5.2. Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

Com o intuito de fazer a análise exploratória de dados espaciais²⁰, foram computadas diferentes matrizes de ponderações espaciais (W). Para evitar possíveis vieses advindos da escolha aleatória da matriz W , foi feito o procedimento de Baumont (2004). Este procedimento forneceu as matrizes do tipo k vizinhos mais próximos, indicadas nas Tabelas 5, 6 e 7.

Consequentemente, foram efetuados testes difusos de autocorrelação espacial global, I de Moran e c de Geary, para as variáveis dependente e explicativas, dos grupos de tratamento e controle para todos os municípios.

²⁰ Para a AEDE, foram utilizadas variáveis com transformações *per capita*, logaritmizadas e em diferenças, entre os anos de 2010 e 2000, com exceção da *dummy* DPA.

Considerando o grupo de tratamento, os testes foram estatisticamente significativos (Tabela 4). Tais resultados indicam presença de um padrão espacial nos dados.

Pelo fato de os coeficientes serem positivos, houve presença de autocorrelação espacial positiva para os municípios pertencentes ao grupo de tratamento. Já a magnitude dos coeficientes estimados indicou diferentes padrões de concentração entre os municípios, conforme a variável analisada.

O capital físico, por exemplo, de acordo com o *I* de Moran, mostrou ser a variável de maior concentração entre os municípios, ao mesmo tempo em que a taxa de crescimento do PIB *per capita* agropecuária, a de maior dispersão.

Tabela 4: Indicadores de autocorrelação espacial para o grupo de tratamento

Variável	Indicador	Tipo de Matriz	Coeficiente	Média	Desvio-padrão	Z	P-valor
CF	<i>I</i> de Moran	K-2	0,5913	-0,0040	0,0611	9,7463	0,0000***
	<i>c</i> de Geary	K-1	0,4003	1,0000	0,0920	-6,5213	0,0000***
CH	<i>I</i> de Moran	K-1	0,5175	-0,0040	0,0827	6,3111	0,0000***
	<i>c</i> de Geary	K-2	0,4954	1,0000	0,0664	-7,6026	0,0000***
FPM	<i>I</i> de Moran	K-5	0,0685	-0,0040	0,0391	1,8678	0,0618*
	<i>c</i> de Geary	K-5	0,9025	1,0000	0,0429	-2,2732	0,0230**
TXPIB	<i>I</i> de Moran	K-1	0,1893	-0,0040	0,0827	2,3434	0,0191**
	<i>c</i> de Geary	K-2	0,8175	1,0000	0,0664	-2,7491	0,0060***
TXPIBAGRO	<i>I</i> de Moran	K-5	0,0573	-0,0040	0,0391	1,5802	0,0941*
	<i>c</i> de Geary	K-5	0,8992	1,0000	0,0429	-2,3512	0,0187**
TXPIBIND	<i>I</i> de Moran	K-7	0,0583	-0,0040	0,0332	1,8883	0,0590*
	<i>c</i> de Geary	K-3	0,8037	1,0000	0,0550	-3,5687	0,0004***
TXPIBSER	<i>I</i> de Moran	K-8	0,1734	-0,0040	0,0310	5,7402	0,0000***
	<i>c</i> de Geary	K-6	0,7350	1,0000	0,0393	-6,7381	0,0000***
IQV	<i>I</i> de Moran	K-2	0,5344	-0,0040	0,0611	8,8148	0,0000***
	<i>c</i> de Geary	K-2	0,4623	1,0000	0,0664	-8,1017	0,0000***

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: CF – Capital Físico; CH – Capital Humano; FPM – Fundo de Participação Municipal; TXPIB – Taxa de Crescimento do PIB *per capita*; TXPIBAGRO – Taxa de Crescimento do PIB *per capita* da Agropecuária; TXPIBIND - Taxa de Crescimento do PIB *per capita* da indústria; TXPIBSER - Taxa de crescimento do PIB *per capita* do setor de serviços; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Em conformidade com a análise anterior, para o grupo de controle, *I* de Moran e *c* de Geary, também foram estatisticamente significativos, indicando presença de autocorrelação espacial positiva, conforme reportado na Tabela 5, exceto para a taxa de crescimento do PIB industrial.

Similarmente ao grupo de tratamento, para o grupo de controle, de acordo com o *I* de Moran, a variável de capital físico apresentou o maior padrão de concentração espacial. Neste caso, a concentração apresenta um caráter “negativo”, de acordo com as informações obtidas pelas estatísticas descritivas de ambos os grupos. É provável

que municípios com pequenos valores de capital físico sejam contíguos a municípios com pequenos valores de capital físico.

Também relacionada ao PIB, a variável que apresentou o menor padrão de concentração espacial para o grupo de controle foi a taxa de crescimento do PIB *per capita* do setor de serviços.

Tabela 5: Indicadores de autocorrelação espacial para o grupo de controle

Variável	Indicador	Tipo de Matriz	Coefficiente	Média	Desvio-padrão	Z	P-valor
CF	I de Moran	K-3	0,3753	-0,0020	0,0305	12,3440	0,0000***
	c de Geary	K-3	0,6527	1,0000	0,0324	-10,7187	0,0000***
CH	I de Moran	K-2	0,1749	-0,0020	0,0369	4,7837	0,0000***
	c de Geary	K-5	0,8589	1,0000	0,0253	-5,5886	0,0000***
FPM	I de Moran	K-3	0,1107	-0,0020	0,0305	3,6795	0,0002***
	c de Geary	K-3	0,8962	1,0000	0,0324	-3,2029	0,0014***
TXPIB	I de Moran	K-7	0,0525	-0,0020	0,0203	2,6679	0,0076***
	c de Geary	K-8	0,9397	1,0000	0,0203	-2,9660	0,0030***
TXPIBAGRO	I de Moran	K-2	0,2786	-0,0020	0,0369	7,5949	0,0000***
	c de Geary	K-2	0,6929	1,0000	0,0395	-7,7727	0,0000***
TXPIBIND	I de Moran	K-7	0,0300	-0,0020	0,0203	1,5577	0,1193
	c de Geary	K-10	0,9794	1,0000	0,0184	-1,1205	0,2625
TXPIBSER	I de Moran	K-7	0,0522	-0,0020	0,0203	2,6523	0,0080***
	c de Geary	K-8	0,9134	1,0000	0,0203	-4,2588	0,0000***
IQV	I de Moran	K-1	0,0955	-0,0020	0,0495	1,9612	0,0499**
	c de Geary	K-10	0,9520	1,0000	0,0184	-2,6105	0,0090***

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: CF – Capital Físico; CH – Capital Humano; FPM – Fundo de Participação Municipal; TXPIB – Taxa de Crescimento do PIB *per capita*; TXPIBAGRO – Taxa de Crescimento do PIB *per capita* da Agropecuária; TXPIBIND - Taxa de Crescimento do PIB *per capita* da indústria; TXPIBSER - Taxa de crescimento do PIB *per capita* do setor de serviços; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Testando conjuntamente os grupos de municípios, os resultados obtidos foram semelhantes ao de cada grupo individualmente, estatisticamente significativos, encontrando padrões de dependência espacial, cujos sinais dos coeficientes estimados revelaram ser do tipo positiva (Tabela 6).

A magnitude dos coeficientes revelou que, segundo o c de Geary, foi o capital físico a variável que apresentou o maior padrão de concentração espacial. Por sua vez, foi a taxa de crescimento do PIB industrial *per capita* que apresentou a maior dispersão entre as variáveis.

Tabela 6: Indicadores de autocorrelação espacial para ambos os grupos de municípios

Variável	Indicador	Tipo de Matriz	Coefficiente	Média	Desvio-padrão	Z	P-valor
CF	I de Moran	K-3	0,3933	-0,0010	0,0263	15,0259	0,0000***
	c de Geary	K-3	0,6043	1,0000	0,0279	-14,2074	0,0000***
CH	I de Moran	K-2	0,2797	-0,0010	0,0316	8,8814	0,0000***

	c de Geary	K-2	0,7379	1,0000	0,0341	-7,6907	0,0000***
FPM	I de Moran	K-2	0,1019	-0,0010	0,0316	3,2577	0,0011***
	c de Geary	K-2	0,8864	1,0000	0,0341	-3,3315	0,0009***
TXPIB	I de Moran	K-7	0,0770	-0,0010	0,0176	4,4523	0,0000***
	c de Geary	K-9	0,9084	1,0000	0,0163	-5,6121	0,0000***
TXPIBAGRO	I de Moran	K-2	0,2744	-0,0010	0,0316	8,7133	0,0000***
	c de Geary	K-2	0,7189	1,0000	0,0341	-8,2484	0,0000***
TXPIBIND	I de Moran	K-7	0,0512	-0,0010	0,0176	2,9848	0,0028***
	c de Geary	K-8	0,9150	1,0000	0,0173	-4,9205	0,0000***
TXPIBSER	I de Moran	K-7	0,1018	-0,0010	0,0176	5,8667	0,0000***
	c de Geary	K-8	0,8660	1,0000	0,0173	-7,7584	0,0000***
IQV	I de Moran	K-3	0,1749	-0,0010	0,0263	6,7066	0,0000***
	c de Geary	K-3	0,8414	1,0000	0,0279	-5,6939	0,0000***

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs!': CF – Capital Físico; CH – Capital Humano; FPM – Fundo de Participação Municipal; TXPIB – Taxa de Crescimento do PIB *per capita*; TXPIBAGRO – Taxa de Crescimento do PIB *per capita* da Agropecuária; TXPIBIND - Taxa de Crescimento do PIB *per capita* da indústria; TXPIBSER - Taxa de crescimento do PIB *per capita* do setor de serviços; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Um teste especial, denominado *Join Count* ou contagem de junções, foi feito em relação à variável *dummy* ProAcesso. Esta estatística testa a presença de autocorrelação espacial para variáveis qualitativas binárias (Tabela 7). Sua importância será em diagnosticar se os municípios selecionados para participar do ProAcesso estão autocorrelacionados espacialmente.

Tabela 7: Teste *join count* para a variável *dummy* ProAcesso

Tipo de Contagem	Número de Junções	Média	Desvio-padrão	Z	P-valor
NN	162	121,1538	5,4904	7,3485	0,0000***
NB	127	207,6923	9,3634	-8,6178	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Intuitivamente, o teste denomina a região com a característica em destaque como Negra (N), no caso o ProAcesso, e a região sem esta característica como Branca (B). Assim, há possibilidade de existirem três tipos de junções, NN, NB e BB. Será a contagem do tipo de junções que indicará a presença de concentração ou dispersão entre os dados. Caso haja concentração, haverá um número alto entre junções do tipo NN e BB, e baixo entre NB. Existindo dispersão entre as junções, o número de NB será alto, enquanto o de NN e BB será baixo (Almeida, 2012).

Municípios pertencentes ao grupo de tratamento foram denominados negros (N), enquanto os que pertenciam ao grupo controle, brancos (B). A Tabela 7 fornece dados sobre as junções NN, municípios pertencentes ao programa, vizinhos de

municípios também pertencentes ao programa, e sobre as junções NB, municípios que participaram do ProAcesso contíguos a municípios que não participaram do programa.

Utilizando matrizes de $k = 2$ vizinhos, foram obtidas 162 junções do tipo NN e 127 do tipo NB, quando os valores esperados seriam de 121 e 208, na devida ordem. Sendo o número observado maior que sua média, rejeita-se a hipótese nula do teste, indicando presença de padrões espaciais nas junções do tipo NN. Relação esta inversa do que ocorre nas junções do tipo NB, que apresentou média maior que o número observado, indicando, assim, ausência de padrões espaciais.

Tem-se como evidência a necessidade de controlar os efeitos espaciais na estimação do investimento em infraestrutura de transportes, neste caso, representado pelo ProAcesso no crescimento econômico dos municípios mineiros, pois a implementação do Programa não é espacialmente aleatória.

5.3. Avaliação geral do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios mineiros

Em um primeiro momento, foi estimado o modelo de diferenças-em-diferenças por Mínimos Quadrados Ordinários, a partir da matriz $k = 7$ vizinhos, obtida pela interação entre os procedimentos de Baumont (2004) e Stakhovych e Bijmolt (2009). A estimação e os testes de diagnóstico encontram-se na Tabela 8.

Por este modelo, percebe-se que apenas o coeficiente da variável capital físico foi positivo e significativamente diferente de zero. Mesmo apresentando coeficiente significativo, os diagnósticos do modelo indicaram que os erros não foram normais.

Pelo teste de Koenker-Bassett, houve evidências de erros homocedásticos para níveis de 1% e 5% de significância. O número condicional de multicolinearidade indicou que não existe correlação linear entre as variáveis explicativas.

O teste de I de Moran mostrou que os resíduos da regressão por MQO apresentaram autocorrelação espacial, o que, conforme Almeida (2012), corresponde à má especificação do modelo.

Buscando ampliar as informações sobre o tipo de dependência espacial, foram computados testes como o Multiplicador de Lagrange para a defasagem (ML_ρ) e para o erro autoregressivo (ML_λ). Ambas as estatísticas foram significativamente diferentes de zero. Tais informações sugerem, inicialmente, que os modelos estimados possam ser dos tipos SAR ou SEM.

Tabela 8: Estimções do modelo geral sem e com controle espacial, utilizando a *dummy* ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita*

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,0935 (0,0435)	0,0651 (0,0436)	- -	- -	- -
DPA	-0,0024 (0,0102)	-0,0021 (0,0101)	-0,0021 [-0,2265]	-0,0005 [-0,2378]	-0,0026 [-0,2312]
CF	0,0928*** (0,0217)	0,0837*** (0,0215)	0,0834*** [3,6840]	0,0213** [2,2388]	0,1047*** [3,5724]
CH	0,0046 (0,0335)	-0,0016 (0,0331)	-0,0021 [-0,0365]	-0,0005 [-0,0321]	-0,0026 [-0,0359]
FPM	-0,0090 (0,0840)	0,0023 (0,0829)	0,0056 [0,1178]	0,0014 [0,1015]	0,0070 [0,1152]
IQV	0,0189 (0,0500)	0,0164 (0,0493)	0,0153 [0,3177]	0,0039 [0,2838]	0,0192 [0,3144]
WTXPIB	- -	0,0298*** (0,0084)	- -	- -	- -
Estatísticas					
R ²	0,0267	0,0342	-	-	-
F	4,6446	-	-	-	-
P-valor	0,0003***	-	-	-	-
AIC	-1.242,0500	-1.251,8700	-	-	-
I de Moran	0,0600	-	-	-	-
P-valor	0,0004***	-	-	-	-
Multicolinearidade	31,1756	-	-	-	-
Jarque-Bera	21.092,0286	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	10,8753	-	-	-	-
P-valor	0,0539*	-	-	-	-
ML _{ρ}	13,1692	0,4998	-	-	-
P-valor	0,0003***	0,4796	-	-	-
ML _{λ}	11,5838	-	-	-	-
P-valor	0,0007***	-	-	-	-
ML* _{ρ}	2,5636	-	-	-	-
P-valor	0,1094	-	-	-	-
ML* _{λ}	0,9781	-	-	-	-
P-valor	0,3227	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Tendo como referência o procedimento completo, foram estimados modelos como o SAR, SEM, SLX, SDM e SDEM. Levando em conta que, para a escolha do melhor modelo, foi observada ausência de autocorrelação espacial nos resíduos, da

mesma maneira que o menor critério de informação, o modelo selecionado foi o SAR para diferenças em diferenças, conforme reportado na terceira coluna da Tabela 8.

O teste do multiplicador de Lagrange para o DD-SAR indicou que este modelo foi capaz de controlar a dependência espacial. Além do controle espacial, a estimação também contou com as correções acerca da heterocedasticidade pela matriz de variância e covariância robusta de White.

Os resultados mostraram que o coeficiente da variável *dummy* do ProAcesso, mesmo após a inserção do controle espacial, não foi estatisticamente significativo. Tais implicações são estendidas aos efeitos diretos, indiretos e totais. Uma das possíveis explicações para este resultado está vinculada às externalidades promovidas, neste caso, nulas, pelo acesso à rede estadual de transporte, aos pequenos municípios mineiros participantes do ProAcesso (Banister e Berechman, 2001; Preston, 2001; Lakshmanan, 2011).

A inclusão à rede de transporte do grupo de tratamento, por exemplo, ao mesmo tempo em que facilitou o aumento do acesso a diferentes empresas que fornecem um mesmo tipo de produto ou serviço, com preços e custos menores, despertou a competitividade das empresas locais. Os efeitos positivos e negativos percebidos pelas externalidades acabam por compensar um ao outro, anulando o impacto do ProAcesso na taxa de crescimento econômico local.

Esta associação caminha de acordo com o argumento conhecido como “*two way road argument*”. Este argumento reforça que projetos com função de ligar regiões periféricas a regiões centrais podem apresentar efeitos distributivos contrários aos desejados, quando se tem transferência de renda da periferia para o centro (Preston e Holdav, 2005; SACTRA, 1999).

Apesar de modestos quando comparados às demais magnitudes dos coeficientes de investimento em infraestrutura de transportes na literatura, como nos trabalhos de Prud’homme (1993), Finn (1993), Amarante (2011) e Dias e Simões (2012)²¹, os resultados aqui alcançados foram relevantes de duas maneiras distintas.

Em primeiro lugar, estes resultados refletiram como o aumento da acessibilidade aos pequenos municípios não foi significativa, em média, devido à

²¹ No estudo de Dias e Simões (2012), à medida que os autores impõem controles como a presença de efeitos fixos nos municípios e de choques macroeconômicos (por mesorregião e por ano), a magnitude dos coeficientes do ProAcesso é reduzida, chegando até a ficar negativa. Tais resultados podem estar associados à má especificação do grupo de controle, uma vez que os autores não informam como ele foi elaborado.

absorção dos efeitos pela rede de transporte estadual. Em segundo lugar, reforçaram as conclusões de Kelejian e Robinson (1997), mostrando que o coeficiente de investimento em infraestrutura (transportes) pode não ser significativo, dado o aprimoramento das estimações empregadas.

Entre as variáveis de controle, o capital físico foi a que apresentou o maior impacto positivo sobre o crescimento econômico. Grande parte deste efeito positivo se dá no próprio município, uma vez que o efeito médio estimado foi de 0,0834%, enquanto o efeito médio indireto no crescimento econômico dos municípios contíguos foi de 0,0213%.

Todavia, os efeitos diretos e indiretos do capital humano sobre o crescimento econômico, apesar de positivos, foram estatisticamente não significativos e menores que os efeitos do capital físico. Esta relação encontrada contraria as evidências presentes na literatura, como nos estudos de Cruz (2010) para o Brasil, Kroth e Dias (2012) para os municípios da região Sul do país e Silva *et al.* (2013) para os municípios paraibanos.

Uma possível causa deste resultado pode estar relacionada à demanda por qualificação nos municípios em questão. Retirando as grandes cidades do Estado, os municípios mineiros apresentam, em média, economias organizadas em pequenas indústrias, na agropecuária e no setor de serviços, cujas exigências de qualificação para a ocupação de cargos não é grande. Esta hipótese levantada poderá ser corroborada pela análise das taxas de crescimento dos respectivos setores, a ser feita na próxima seção.

O Fundo de Participação Municipal também se mostrou não significativo estatisticamente. A explicação para este resultado está associada à formação do grupo de controle. Como este grupo engloba todos os municípios que não foram assistidos pelo ProAcesso, cidades como Belo Horizonte, Divinópolis, Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora, Lavras, Montes Claros, cujas economias não dependem deste repasse do governo federal, dificultaram a captação do impacto do FPM na taxa média de crescimento econômico dos municípios mineiros.

A taxa de crescimento econômico dos municípios vizinhos (WTXPIB) foi significativa sobre o crescimento econômico local, de acordo com a Tabela 8, gerando um incremento de 0,0298%. Este resultado transmite a ideia do transbordamento local do crescimento econômico. Neste caso, por agir localmente (entorno), o transbordamento do crescimento econômico não é captado pelo acesso dos municípios

à rede estadual de transportes. Havendo maior conectividade entre os municípios, maiores são as chances de seus agentes realizarem atividades em conjunto, bem como elevarem seus raios de ação, gerando crescimento econômico.

Diferentemente do que ocorreu no trabalho de Castro e Toneto Jr (2014) e similar a Andrade e Serra (1999), cujos estudos retrataram os municípios brasileiros, de uma maneira geral, o recorte aqui feito para a análise do ProAcesso em Minas Gerais indicou a não significância do coeficiente para o Índice de Qualidade de Vida (IQV).

Mesmo havendo crescimento da população nestes municípios, o acesso médio a domicílios com água encanada e coleta de lixo não acompanhou este crescimento de maneira representativa. Além disto, dados do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (2013) informam que, para os municípios pertencentes ao grupo de tratamento, a taxa de homicídios cresceu 18,37%, em média, no período estudado.

5.4. Investigações setoriais acerca do impacto do ProAcesso no crescimento econômico dos municípios mineiros

As estimações dos modelos de diferenças-em-diferenças, por MQO, para os setores da agropecuária (AGRO), da indústria (IND) e de serviços (SER) foram feitas partindo de matrizes do tipo $k = 2$, $k = 7$ e $k = 7$ vizinhos, respectivamente, obtidas pelos procedimentos de Baumont (2004) e Stakhovych e Bijmolt (2009).

De maneira geral, as inferências acerca destes três modelos, presentes nas Tabelas 9, 10 e 11, podem ser feitas de maneiras semelhantes, por isso, optou-se por fazer a análise destes resultados conjuntamente.

Mesmo apresentando os efeitos do ProAcesso e de outras variáveis de controle estatisticamente não significativos, os testes de diagnóstico indicaram que, além de não serem normais, os resíduos das três regressões apresentaram autocorrelação espacial, indicando a má especificação dos modelos.

Também pode ser visto que, por Koenker-Bassett, os resíduos dos modelos apresentaram homocedasticidade a nível de 1% de significância. Não foi encontrada nenhuma evidência de multicolinearidade entre as variáveis dos modelos setoriais.

Tabela 9: Estimções sem e com controle espacial, utilizando a *dummy* ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita* agropecuário

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	-0,1116* (0,0675)	-0,1040 (0,0638)	- -	- -	- -
DPA	0,0046 (0,0159)	-0,0018 (0,0150)	-0,0019 [-0,0868]	-0,0007 [-0,0658]	-0,0026 [-0,0815]
CF	0,1035*** (0,0336)	0,0876*** (0,0318)	0,0902*** [2,7162]	0,0308** [2,5589]	0,1210*** [2,7285]
CH	-0,0966 (0,0520)	-0,0930 (0,0491)	-0,0958 [-2,0391]	-0,0327 [-1,9357]	-0,1285 [-2,0381]
FPM	0,2586** (0,1303)	0,2405* (0,1232)	0,2453** [1,9808]	0,0838* [1,8394]	0,3291** [1,9651]
IQV	-0,1007 (0,0775)	-0,0664 (0,0733)	-0,0664 [-0,9861]	-0,0227 [-0,9802]	-0,0891 [-0,9880]
WTXPIBAGRO	- -	0,1377*** (0,0167)	- -	- -	- -
Estatísticas					
R ²	0,0214	0,0676	-	-	-
F	3,7012	-	-	-	-
P-valor	0,0026***	-	-	-	-
AIC	-492,8420	-556,7610	-	-	-
I de Moran	0,2628	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Multicolinearidade	31,1756	-	-	-	-
Jarque-Bera	1.506,4082	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	2,5521	-	-	-	-
P-valor	0,7686	-	-	-	-
ML _{ρ}	70,4399	1,9603	-	-	-
P-valor	0,0000***	0,1615	-	-	-
ML _{λ}	68,8240	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
ML* _{ρ}	1,7093	-	-	-	-
P-valor	0,1911	-	-	-	-
ML* _{λ}	0,0934	-	-	-	-
P-valor	0,7599	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Os testes de Lagrange para a defasagem (ML _{ρ}) e para o erro autorregressivo (ML _{λ}) foram significativamente diferentes de zero nos três modelos. Em relação aos testes robustos, ML* _{ρ} e ML* _{λ} , eles apresentaram significância para o setor de serviços. Tais informações sugerem, preliminarmente, que as novas especificações dos modelos

possam ser dos tipos SAR ou SEM para os três setores, além de SDM ou SDEM para o setor terciário.

Tabela 10: Estimações sem e com controle espacial, utilizando a *dummy* ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita* industrial

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,2899***	0,2615***	-	-	-
	(0,0726)	(0,0727)	-	-	-
DPA	0,0208	0,0213	0,0219	0,0042	0,0261
	(0,0170)	(0,0169)	[1,4763]	[1,1979]	[1,4626]
CF	0,0769**	0,0707**	0,0706*	0,0134	0,0840*
	(0,0361)	(0,0358)	[1,8200]	[1,4705]	[1,8151]
CH	0,0821	0,0796	0,0789	0,0150	0,0939
	(0,0559)	(0,0554)	[1,2913]	[1,0445]	[1,2769]
FPM	-0,3917***	-0,3817***	-0,3899***	-0,0741*	-0,4640***
	(0,1400)	(0,1388)	[-2,8042]	[-1,9024]	[-2,7925]
IQV	-0,0279	-0,0363	-0,0369	-0,0070	-0,0440
	(0,0833)	(0,0826)	[-0,4524]	[-0,4182]	[-0,4513]
WTXPIBIND	-	0,0233***	-	-	-
	-	(0,0086)	-	-	-
Estatísticas					
R ²	0,0244	0,0284	-	-	-
F	4,2307	-	-	-	-
P-valor	0,0008***	-	-	-	-
AIC	-369,8890	-374,4950	-	-	-
I de Moran	0,0469	-	-	-	-
P-valor	0,0049***	-	-	-	-
Multicolinearidade	31,1756	-	-	-	-
Jarque-Bera	7,176,4607	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	14,1630	-	-	-	-
P-valor	0,0146**	-	-	-	-
ML _{ρ}	6,8080	1,6866	-	-	-
P-valor	0,0091***	0,1941	-	-	-
ML _{λ}	7,0820	-	-	-	-
P-valor	0,0078***	-	-	-	-
ML* _{ρ}	0,0128	-	-	-	-
P-valor	0,9101	-	-	-	-
ML* _{λ}	0,2868	-	-	-	-
P-valor	0,5923	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Tabela 11: Estimções sem e com controle espacial, utilizando a *dummy* ProAcesso como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita* do setor de serviços

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,0623**	0,0367	-	-	-
	(0,0279)	(0,0287)	-	-	-
DPA	0,0076	0,0014	0,0067	0,0014	0,0081
	(0,0066)	(0,0069)	[0,8913]	[0,7781]	[0,8881]
CF	0,0807***	0,0682***	0,0725***	0,0157**	0,0883***
	(0,0139)	(0,0140)	[5,4128]	[2,3708]	[5,3273]
CH	0,0428**	0,0346	0,0344	0,0075	0,0418
	(0,0215)	(0,0213)	[1,6261]	[1,2179]	[1,5836]
FPM	0,0732	0,0866*	0,0852*	0,0185	0,1037*
	(0,0539)	(0,0533)	[1,7424]	[1,3234]	[1,7070]
IQV	0,0522	0,0432	0,0438	0,0095	0,0533
	(0,0321)	(0,0317)	[1,3362]	[1,0354]	[1,3177]
WTXPIBSER	-	0,0208**	-	-	-
	-	(0,0086)	-	-	-
WDPA	-	0,0256**	-	-	-
	-	(0,0116)	-	-	-
Estatísticas					
R ²	0,0834	0,0956	-	-	-
F	15,4223	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
AIC	-1.998,3000	-2.008,1500	-	-	-
I de Moran	0,0381	-	-	-	-
P-valor	0,0209**	-	-	-	-
Multicolinearidade	31,1756	-	-	-	-
Jarque-Bera	17.353,4501	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	5,5316	-	-	-	-
P-valor	0,3545	-	-	-	-
ML _{ρ}	9,7716	2,1659	-	-	-
P-valor	0,0018***	0,1411	-	-	-
ML _{λ}	4,6763	-	-	-	-
P-valor	0,0306**	-	-	-	-
ML* _{ρ}	11,9835	-	-	-	-
P-valor	0,0005***	-	-	-	-
ML* _{λ}	6,8883	-	-	-	-
P-valor	0,0087***	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

A realização do procedimento completo, observando seus critérios e considerando a heterocedasticidade, quando ela se mostrou presente, implicou novas estimações, que podem ser vistas nas terceiras colunas das Tabelas 9, 10 e 11.

O teste do Multiplicador de Lagrange (ML) para controle de defasagem espacial indicou que os modelos DD_{AGRO}-SAR, DD_{IND}-SAR e DD_{SER}-SDM foram capazes de controlar a dependência espacial.

Na maior parte da avaliação setorial realizada, poderá ser visto que os resultados acompanharam a análise geral contida na seção anterior. Variações ocorreram apenas nos coeficientes da variável Fundo de Participação Municipal, agora estatisticamente significativa.

O fato de um município ter participado do ProAcesso não implicou variações das taxas de crescimento econômico setoriais, o que pode ser visto pela ausência de significância estatística dos efeitos diretos, indiretos e totais.

Os impactos setoriais esperados pela realização do Programa foram absorvidos pela inserção dos 225 municípios à rede estadual de transportes, assim como na análise geral feita na seção anterior, conforme discussão de Banister e Berechman (2001).

Para Lakshmanan (2011), os impactos positivos de melhorias em infraestrutura de transportes podem ser “anulados” por efeitos negativos, inclusive em níveis setoriais, devido aos efeitos distributivos de renda existentes.

Em comparação com os resultados setoriais alcançados por Dias e Simões (2012), os resultados aqui alcançados reforçam o esforço empreendido por esta tese na utilização de controles para melhor estimação dos possíveis efeitos do ProAcesso. Em alguns casos, quando inseridos controles como o efeito fixo, por exemplo, os efeitos do tratamento, em Dias e Simões (2012), para os setores da agropecuária e de serviços, variaram entre estatisticamente significativos e não significativos.

A relação entre o capital físico e humano, assim como no modelo geral, foi inversa àquela encontrada na literatura, conforme estudos de Cruz (2010), Kroth e Dias (2012) e Silva *et al.* (2013). Em especial, o sinal e a magnitude do parâmetro relacionado ao capital humano do setor agropecuário, mesmo que não significativo, revelaram o baixo grau de qualificação da mão de obra do setor, de tal maneira que acabou por influenciar o resultado do capital humano no modelo geral.

No que se diz respeito à taxa de crescimento econômico dos municípios vizinhos (WTXPIB), o maior estímulo para o crescimento econômico local pode ser

conferido na agropecuária, com 0,1377%, seguido pelo setor de serviços, com 0,0256%, e pela indústria, com 0,0233%.

Em se tratando do IQV, mesmo sendo não significativo para os setores estudados, os sinais negativos referentes aos setores agropecuário e industrial chamaram atenção. Tais resultados levam à reflexão de como são dadas as condições de trabalho, sobretudo em pequenos municípios mineiros, muitas das vezes sem acesso à energia elétrica e à água canalizada.

Contrariando o modelo geral, o Fundo de Participação Municipal foi estatisticamente significativo para todos os setores. Grande parte dos efeitos se deram no próprio município, uma vez que o efeito médio estimado foi de 0,2453% para a agropecuária, de -0,3817% para a indústria e de 0,0852% para o setor de serviços.

A validade destes resultados pode ser respaldada pela forma como são administrados os repasses pelas prefeituras. Nos setores primário e terciário, por exemplo, o governo proporciona assistência técnica por órgãos como a Embrapa, a Emater e o Sebrae, para poder aumentar a produtividade e a competitividade dos produtos e serviços prestados.

O sinal negativo observado no coeficiente industrial pode ser associado à existência de grandes indústrias como a Vale do Rio Doce, a Samarco, a Belgo, a Fiat, entre outras, no grupo de controle. Tais indústrias, compostas majoritariamente por capital privado, não dependem dos repasses do FPM para suas atividades. Além disso, quando necessitadas de auxílio financeiro, normalmente a assistência prestada pelo governo a estas indústrias provém do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES).

Por fim, no setor terciário também pode ser visto que o fato de um município vizinho ter sido participante do ProAcesso (WDP) teve impacto relevante, elevando o crescimento médio local em 0,0256%. Em se tratando de pequenos municípios, o aumento da acessibilidade leva ao acesso a novos tipos de serviços prestados em seu entorno, o que dinamiza a economia local.

5.5. Impactos do ProAcesso no crescimento econômico dos municípios mineiros para as diferentes extensões de áreas pavimentadas

A investigação dos impactos do ProAcesso para as diferentes extensões pavimentadas²², tamanho do ProAcesso, resultou na estimação inicial do modelo de diferenças-em-diferenças por Mínimos Quadrados Ordinários (Tabela 12). Com base nos procedimentos de Baumont (2004) e Stakhovych e Bijmolt (2009), a escolha da matriz de pesos espaciais foi pela de $k = 7$ vizinhos.

Pela segunda coluna da Tabela 12, pode ser visto que os coeficientes do tamanho do ProAcesso (TPA), do capital humano, do Fundo de Participação Municipal e do índice de qualidade de vida não foram estatisticamente significativos. Porém, testes de diagnóstico mostraram presença de autocorrelação espacial nos resíduos da regressão, apontando que a especificação do modelo foi feita de maneira errada.

Os resíduos da regressão também apresentaram indícios de não normalidade, constatado pelo teste Jarque-Bera e pela presença de homocedasticidade a 1% e 5% de significância. Para as variáveis, de maneira geral, não foi encontrada nenhuma evidência de multicolinearidade.

Tendo em vista corrigir a má especificação do modelo, em termos espaciais, foram feitos testes do tipo convencional e robusto para o Multiplicador de Lagrange da defasagem (ML_ρ) e do erro autorregressivo (ML_λ). Na forma convencional, os dois testes foram significativamente diferentes de zero, o que propõe a reestimação nas formas DD-SAR ou DD-SEM.

A execução do procedimento completo confirmou as proposições dos testes ML, podendo o modelo de diferenças em diferenças espaciais estimado ser visto na terceira coluna da Tabela 12. Além de apresentar correções para a heterocedasticidade, pela matriz de White, o modelo também foi capaz de corrigir a autocorrelação espacial.

Em razão disto, o modelo DD-SAR mostrou que, mesmo sendo positivo, o coeficiente do tamanho do ProAcesso não apresentou significância estatística. Desta maneira, como na análise dos efeitos gerais e setoriais do ProAcesso, os efeitos que a pavimentação de um quilômetro a mais proporcionariam à taxa de crescimento econômico dos municípios tratados também foram suprimidos pelo acesso à rede de transporte estadual.

²² A investigação dos efeitos do ProAcesso para diferentes dimensões pavimentadas foi feita apenas para o cenário “geral”, não contando com a avaliação setorial.

Tabela 12: Estimacões sem e com controle espacial, utilizando diferentes extensões de áreas pavimentadas como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita*

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,0965**	0,0677	-	-	-
	(0,0431)	(0,0432)	-	-	-
TPA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001
	(0,0003)	(0,0003)	[0,3839]	[0,3610]	[0,3828]
CF	0,0888***	0,0803***	0,0799***	0,0203**	0,1003***
	(0,0213)	(0,0211)	[3,3884]	[2,3029]	[3,3284]
CH	0,0008	-0,0049	-0,0054	-0,0014	-0,0068
	(0,0332)	(0,0327)	[-0,1230]	[-0,0940]	[-0,1177]
FPM	-0,0107	0,0008	0,0041	0,0010	0,0051
	(0,0837)	(0,0826)	[-0,0462]	[-0,0336]	[-0,0439]
IQV	0,0170	0,0148	0,0137	0,0035	0,0172
	(0,0499)	(0,0492)	[0,3861]	[0,3348]	[0,3794]
WTXPIB	-	0,0298***	-	-	-
	-	(0,0084)	-	-	-
Estatísticas					
R ²	0,0268	0,0343	-	-	-
F	4,6642	-	-	-	-
P-valor	0,0003***	-	-	-	-
AIC	-1.242,1400	-1.251,9400	-	-	-
I de Moran	0,0602	-	-	-	-
P-valor	0,0003***	-	-	-	-
Multicolinearidade	30,6379	-	-	-	-
Jarque-Bera	21.368,4057	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	9,6013	-	-	-	-
P-valor	0,0874*	-	-	-	-
ML _{ρ}	13,1347	0,3975	-	-	-
P-valor	0,0003***	0,5284	-	-	-
ML _{λ}	11,6642	-	-	-	-
P-valor	0,0006***	-	-	-	-
ML* _{ρ}	2,2736	-	-	-	-
P-valor	0,1316	-	-	-	-
ML* _{λ}	0,8031	-	-	-	-
P-valor	0,3702	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: TPA – Tamanho do ProAcesso; CF – Capital Físico; CH – Capital Humano; FPM – Fundo de Participação Municipal; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Para as demais variáveis independentes, o capital físico registrou um efeito direto médio de 0,0799% no crescimento econômico do próprio município, atrelado ao crescimento indireto de 0,0203% nos municípios contíguos. Comparativamente à

análise binária, foram percebidas quedas nos coeficientes de 4,20% e 4,69%, nesta ordem.

WTXPIB impactou de maneira positiva sobre o crescimento econômico local, de forma que um aumento de 1% no crescimento econômico dos municípios vizinhos fez com que a taxa de crescimento econômico local se elevasse em 0,0298%. Este resultado foi o mesmo encontrado na Tabela 8.

5.6. Impactos do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios mineiros para diferentes condições de acessibilidade

A avaliação dos impactos do ProAcesso para as diferentes condições de acessibilidade²³, estabelecidas por Cesar (2010), por meio dos índices potencial (POT) e de eficiência de rede (EFI), foi construída inicialmente com base em modelos de diferenças-em-diferenças estimados por mínimos quadrados ordinários.

As estimações dos modelos para os índices levaram em consideração matrizes de defasagens espaciais $k = 7$ vizinhos, em concordância com os procedimentos de Baumont (2004) e Stakhovych e Bijmolt (2009). Especificamente, o modelo POT pode ser visto na Tabela 13 e o modelo EFI na Tabela 14.

Similarmente ao que foi visto nas seções anteriores, testes de diagnóstico indicaram má especificação dos modelos. Os resíduos das regressões apontaram presença de autocorrelação espacial, bem como existência de heterocedasticidade para ambos os modelos.

Os Testes do Multiplicador de Lagrange para a defasagem (ML_ρ) e para o erro autoregressivo (ML_λ), estatisticamente significativos, indicaram que, para $ML_\rho > ML_\lambda$, nos dois modelos, as novas especificações devem ser do tipo SAR. Resultados estes que foram corroborados pela realização do procedimento completo indicado por Almeida (2012).

Consequentemente, os modelos DD_{POT}-SAR e DD_{EFI}-SAR, capazes de controlar a dependência espacial, estão dispostos nas terceiras colunas das Tabelas 13 e 14, na devida ordem.

²³ Análoga à investigação dos efeitos do ProAcesso para diferentes dimensões pavimentadas, a avaliação dos efeitos do ProAcesso para as diferentes condições de acessibilidade foi feita apenas para o cenário “geral”, não contando com a análise setorial.

Tabela 13: Estimacões sem e com controle espacial, utilizando o índice de acessibilidade potencial como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita*

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,1009**	0,0721*	-	-	-
	(0,0431)	(0,0432)	-	-	-
POT	0,1031	0,0919	0,0908	0,0227	0,1135
	(0,0730)	(0,0723)	[1,3462]	[1,1941]	[1,3462]
CF	0,0822***	0,0744***	0,0742***	0,0186**	0,0927***
	(0,0213)	(0,0211)	[3,5516]	[2,1386]	[3,4314]
CH	-0,0068	-0,0117	-0,0121	-0,0030	-0,0151
	(0,0334)	(0,0330)	[-0,2780]	[-0,2940]	[-0,2842]
FPM	-0,0124	-0,0009	0,0023	0,0006	0,0029
	(0,0836)	(0,0826)	[-0,0834]	[-0,0750]	[-0,0825]
IQV	0,0074	0,0062	0,0051	0,0013	0,0063
	(0,0503)	(0,0497)	[0,1600]	[0,1197]	[0,1534]
WTXPIB	-	0,0293***	-	-	-
	-	(0,0084)	-	-	-
Estatísticas					
R ²	0,0289	0,0361	-	-	-
F	5,0429	-	-	-	-
P-valor	0,0001***	-	-	-	-
AIC	-1.244,0000	-1.253,4500	-	-	-
I de Moran	0,0603	-	-	-	-
P-valor	0,0003***	-	-	-	-
Multicolinearidade	30,7357	-	-	-	-
Jarque-Bera	22.001,9140	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	9,4647	-	-	-	-
P-valor	0,0919*	-	-	-	-
ML _{ρ}	12,7226	0,1137	-	-	-
P-valor	0,0004***	0,7359	-	-	-
ML _{λ}	11,6865	-	-	-	-
P-valor	0,0006***	-	-	-	-
ML* _{ρ}	1,3038	-	-	-	-
P-valor	0,2535	-	-	-	-
ML* _{λ}	0,2676	-	-	-	-
P-valor	0,6049	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: POT – Índice de Acessibilidade Locacional; CF – Capital Físico; CH – Capital Humano; FPM – Fundo de Participação Municipal; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Por terem sido logaritmizados, a interpretação dos coeficientes dos índices de acessibilidade padrão é de elasticidade constante. Os sinais encontrados foram os esperados pela literatura, o que, de acordo com Cesar (2010), indicou que não houve “municípios perdedores” com a execução do ProAcesso. Contudo, os resultados

obtidos mostraram que os ganhos médios de acessibilidade não foram estatisticamente significativos.

Tabela 14: Estimações sem e com controle espacial, utilizando o índice de eficiência de rede como variável de interesse, e seus efeitos sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita*

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,0963** (0,0433)	0,0679 (0,0434)	- -	- -	- -
EFI	-0,0695 (0,3108)	-0,0757 (0,3068)	-0,0677 [-0,2799]	-0,0173 [-0,2840]	-0,0849 [-0,2833]
CF	0,0898*** (0,0212)	0,0808*** (0,0210)	0,0807*** [3,8949]	0,0206** [2,3804]	0,1013*** [3,7823]
CH	0,0018 (0,0331)	-0,0042 (0,0326)	-0,0047 [-0,2077]	-0,0012 [-0,2310]	-0,0059 [-0,2146]
FPM	-0,0119 (0,0840)	-0,0006 (0,0829)	0,0029 [0,0093]	0,0007 [0,0278]	0,0036 [0,0135]
IQV	0,0170 (0,0500)	0,0146 (0,0493)	0,0137 [0,2172]	0,0035 [0,2003]	0,0172 [0,2154]
WTXPIB	- -	0,0298*** (0,0084)	- -	- -	- -
Estatísticas					
R ²	0,0267	0,0342	-	-	-
F	4,6438	-	-	-	-
P-valor	0,0003***	-	-	-	-
AIC	-1242,0400	-1251,8900	-	-	-
I de Moran	0,0603	-	-	-	-
P-valor	0,0003***	-	-	-	-
Multicolinearidade	31,0213	-	-	-	-
Jarque-Bera	21288,0758	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	9,5932	-	-	-	-
P-valor	0,0876*	-	-	-	-
ML _{ρ}	13,1928	0,3908	-	-	-
P-valor	0,0003***	0,5319	-	-	-
ML _{λ}	11,7067	-	-	-	-
P-valor	0,0006***	-	-	-	-
ML* _{ρ}	2,2974	-	-	-	-
P-valor	0,1296	-	-	-	-
ML* _{λ}	0,8112	-	-	-	-
P-valor	0,3678	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: EFI – Índice de Acessibilidade de Eficiência de Rede; CF – Capital Físico; CH – Capital Humano; FPM – Fundo de Participação Municipal; IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Interferências na rede de transporte estadual já existentes, neste caso, pelo aumento de acessibilidade do grupo de tratamento, geraram externalidades positivas e

negativas. Tais externalidades, como visto em Banister e Berechman (2001), acabaram por se anular, eliminando os impactos do Programa.

Cesar (2010) encontrou resultados distintos para análise de sua perspectiva econômica. Utilizando o índice de acessibilidade potencial como referência, o autor registrou redução significativa nas disparidades intermunicipais de acessibilidade, que variou entre 3,2% (Índice de Gini²⁴) e 9,5% (Índice L de Theil²⁵). A realização do ProAcesso, de acordo com o autor, gerou impacto positivo médio na coesão territorial em Minas Gerais de 5,99%.

Abordando os efeitos de outras variáveis de controle, significativas estatisticamente, eles foram semelhantes em ambos os modelos dos índices de acessibilidade. O capital físico imprimiu efeito médio total sobre o crescimento econômico municipal de 0,0744% no modelo que utiliza POT como variável de interesse e de 0,0808% no modelo EFI, sendo que, diretamente, o impacto médio foi de 0,0742% e 0,0807% nos municípios mineiros. Comparados aos efeitos dos modelos geral e de tamanho do tratamento, os resultados obtidos pelos índices foram semelhantes.

A defasagem espacial da taxa de crescimento econômico dos municípios vizinhos (WTXPIB) teve impacto positivo, significativo e semelhante para o crescimento econômico local quanto aos dois índices: 0,0293% no modelo LOC e 0,0298% no EFI.

5.7. Avaliação geral do ProAcesso sobre o crescimento econômicos dos municípios mineiros com a técnica de *Coding*

Uma forma alternativa de estimar os impactos do ProAcesso em Minas Gerais foi aplicando o *coding* (Tabela 15). Por trabalhar com municípios não vizinhos, em tese, o método eliminaria o problema da autocorrelação espacial.

²⁴ O Índice de Gini mede o grau de concentração de renda populacional, apontando a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um, em que valores próximos a zero representam situação de igualdade e valores próximos a um, de concentração de renda (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2016).

²⁵ O Índice L de Theil mede a desigualdade na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar *per capita*. É nulo quando não há desigualdade de renda e tende ao infinito no máximo da desigualdade (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2016).

Tabela 15: Estimações dos efeitos do modelo geral por meio do *coding* sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita*

Variável	<i>Coding</i>
CONSTANTE	-0,0468 (0,0897)
DPA	-0,0294 (0,0197)
CF	0,0728* (0,0410)
CH	0,1112* (0,0635)
FPM	0,1555 (0,1676)
IQV	0,0356 (0,0777)
WTXPIB	0,0464 (0,0247)
Estatísticas	
R ²	0,0741
F	2,3459
P-valor	0,0333**
AIC	-319,0630
Multicolinearidade	37,7839
Jarque-Bera	1209,2620
P-valor	0,0000***
Koenker-Bassett	4,3637
P-valor	0,6276
I de Moran - K1	-0,2652
P-valor	0,1048
I de Moran - K2	-0,0716
P-valor	0,3753
I de Moran - K3	-0,0555
P-valor	0,4383
I de Moran - K4	-0,0436
P-valor	0,5146
I de Moran - K5	-0,0427
P-valor	0,4683
I de Moran - K6	-0,0474
P-valor	0,3556
I de Moran - K7	-0,0410
P-valor	0,4050
I de Moran - K8	-0,0559
P-valor	0,1773
I de Moran - K9	-0,0416
P-valor	0,3208
I de Moran - K10	-0,0357
P-valor	0,3953
I de Moran - K20	-0,0158
P-valor	0,7691

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

O número de municípios selecionados pela técnica foi de 183, com 53 pertencendo ao grupo de tratamento e 130, ao grupo de controle²⁶. A segunda coluna da Tabela 15 mostra que, para a estimação do modelo por MQO, foram utilizadas várias matrizes de pesos espaciais. Em todas matrizes, os *p*-valores indicaram ausência de padrões espaciais no modelo. Este resultado possibilita a interpretação dos efeitos do ProAcesso em Minas Gerais pelas determinações convencionais de diferenças-em-diferenças.

Observando o efeito médio da *dummy* ProAcesso, pode ser visto que ele apresentou sinal negativo e não foi estatisticamente significativo, conforme visto na avaliação geral do ProAcesso (Tabela 8). Portanto, assim como nas demais avaliações feitas, o acesso à rede transporte promovido pelo ProAcesso implicou externalidades positivas e negativas que se cancelaram, anulando os efeitos do Programa nos municípios atendidos.

A Tabela 15 também mostra que os resultados alcançados para o capital físico foram bastantes semelhantes aos da avaliação geral do ProAcesso com controles espaciais (Tabela 8). Seu efeito médio, de acordo com o modelo *coding*, no crescimento econômico dos municípios foi de 0,0868%, em razão de 0,0837% do DD-SAR, representando um aumento de 3,7037%.

Eficiente para a estimação dos impactos do ProAcesso, a utilização do *coding* como forma adicional da avaliação dos impactos de uma política pública, nos diferentes tipos de desagregações geográficas, pode ser levada em consideração pelos formuladores de políticas. Todavia, deve-se saber que a técnica restringe o número de observações para a análise, focando a abordagem em extensões geográficas não vizinhas.²⁷

5.8. Testes de Sensibilidade

Com o intuito de testar a qualidade dos resultados obtidos, ou seja, a eficácia do Programa ProAcesso em Minas Gerais, foram feitos quatro tipos de teste de

²⁶ Os municípios pertencentes aos grupos de controle e tratamento podem ser vistos nas Tabelas 4A e 5A, respectivamente, bem como sua disposição espacial na Figura 2A, no apêndice.

²⁷ A Tabela 6A, no apêndice, compila os principais resultados dos modelos estimados.

sensibilidade. Espera-se que, da maneira como foram conduzidos estes testes, os impactos do ProAcesso sejam estatisticamente significativos apenas no quarto teste, uma vez que ele altera a técnica de pareamento utilizada na definição do grupo de controle.

No primeiro teste, foram mantidos os municípios pertencentes aos grupos de controle e tratamento, estimando-se o modelo geral adotando apenas a *dummy* ProAcesso como variável de controle (Tabela 16).

Tabela 16: Estimações do teste de sensibilidade para o modelo geral utilizando apenas DPA como variável de controle

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,1396*** (0,0047)	0,1061*** (0,0095)	-	-	-
DPA	0,0162* (0,0091)	0,0140 (0,0090)	0,0140 [1,6738]	0,0042 [1,4226]	0,0182 [1,6549]
WTXPIB	-	0,0339*** (0,0083)	-	-	-
Estatísticas					
R ²	0,0037	0,0138	-	-	-
F	3,1477	-	-	-	-
P-valor	0,0764*	-	-	-	-
AIC	-1.230,1200	-1.243,7800	-	-	-
I de Moran	0,0736	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Multicolinearidade	1,7640	-	-	-	-
Jarque-Bera	20.392,8467	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	2,5105	-	-	-	-
P-valor	0,1131	-	-	-	-
ML _{ρ}	18,0943	0,6815	-	-	-
P-valor	0,0000***	0,4091	-	-	-
ML _{λ}	17,4035	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
ML* _{ρ}	2,1463	-	-	-	-
P-valor	0,1429	-	-	-	-
ML* _{λ}	1,4555	-	-	-	-
P-valor	0,2276	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Esta medida surge como alternativa aos resultados do modelo geral, ante algumas críticas existentes na literatura. A princípio, como o método de diferenças-em-diferenças reúne grupos com perfis semelhantes, não haveria justificativa para empregar outras variáveis de controle, exceto a que se objetiva analisar. Além do mais,

o emprego de variáveis em excesso também poderia mascarar o efeito desejado na análise, tornando-o em alguns casos não significativo estatisticamente.

Em termos de resultados, a Tabela 16 mostrou ausência de significância estatística da *dummy* ProAcesso, como esperado, após a correção da dependência espacial feita pelo modelo DD-SAR. Comparando o efeito aqui obtido, em relação ao efeito do modelo geral apresentado na Tabela 8, pode ser visto que as variações não foram grandes.

Para o segundo teste de sensibilidade, optou-se por tornar aleatória a escolha dos municípios que compuseram os grupos de tratamento e controle. O número de municípios pertencentes ao grupo de tratamento, neste caso, foi de 438, enquanto 415 municípios compuseram o grupo de controle. As estimações para este teste também tiveram por base o modelo geral e estão dispostas na Tabela 17.

Tabela 17: Estimações do teste de sensibilidade para o modelo geral utilizando a escolha aleatória dos municípios pertencentes aos grupos de tratamento e controle

Variável	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	0,0932** (0,0431)	0,0646 (0,0431)	- -	- -	- -
DPA	0,0050 (0,0080)	0,0051 (0,0079)	0,0049 [0,4585]	0,0012 [0,4309]	0,0061 [0,4570]
CF	0,0907*** (0,0204)	0,0818*** (0,0203)	0,0815*** [3,8431]	0,0208** [2,3183]	0,1023*** [3,8323]
CH	0,0022 (0,0327)	-0,0038 (0,0323)	-0,0043 [-0,1834]	-0,0011 [-0,2016]	-0,0054 [-0,1892]
FPM	-0,0107 (0,0837)	0,0007 (0,0826)	0,0042 [0,0687]	0,0011 [0,0462]	0,0052 [0,0646]
IQV	0,0183 (0,0498)	0,0160 (0,0492)	0,0149 [0,2041]	0,0038 [0,1897]	0,0187 [0,2027]
WTXPIB	- -	0,0298*** (0,0084)	- -	- -	- -
Estatísticas					
R ²	0,0271	0,0346	-	-	-
F	4,7145	-	-	-	-
P-valor	0,0003***	-	-	-	-
AIC	-1.242,3900	-1.252,2400	-	-	-
I de Moran	0,0601	-	-	-	-
P-valor	0,0004***	-	-	-	-
Multicolinearidade	31,6930	-	-	-	-
Jarque-Bera	21415,5567	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	9,7377	-	-	-	-
P-valor	0,0830*	-	-	-	-
ML _p	13,2038	0,5330	-	-	-
P-valor	0,0003***	0,4654	-	-	-
ML _i	11,5990	-	-	-	-
P-valor	0,0007***	-	-	-	-

ML* _{ρ}	2,6086	-	-	-	-
P-valor	0,1063	-	-	-	-
ML* _{λ}	1,0038	-	-	-	-
P-valor	0,3164	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Apesar de positivo, o coeficiente da variável *dummy* ProAcesso não foi estatisticamente significativo na estimação por MQO, assim como na reestimação pelo modelo DD-SAR, responsável por corrigir a autocorrelação espacial, com base na escolha da matriz de pesos espaciais de $k = 7$ vizinhos, considerando os procedimentos de Baumont (2004) e Stakhovych e Bijmolt (2009).

No terceiro teste de sensibilidade, reproduziu-se a estimação de um modelo econométrico de diferenças em diferenças que adotasse apenas a *dummy* ProAcesso como variável de controle. Diferentemente do primeiro teste de sensibilidade, este teste foi construído como alternativa ao modelo proposto de avaliação geral do ProAcesso, com a utilização da técnica de *coding* (Tabela 15).

Assim sendo, o número de municípios que compuseram os grupos de controle e tratamento foi mantido, sendo o primeiro grupo composto por 130 e o segundo, por 53 municípios, nesta ordem.

Pela segunda coluna da Tabela 18, não pode ser vista a significância estatística da *dummy* ProAcesso, suportada pela ausência da dependência espacial nos dados do modelo. Comparando o efeito do ProAcesso deste modelo com o efeito disposto na Tabela 15, não foi possível perceber uma grande variação que pudesse mascarar a ausência do impacto do Programa nos municípios mineiros, devido à inclusão de outras variáveis de controle.

Tabela 18: Estimações do teste de sensibilidade para o modelo geral, por meio da técnica de *coding*, utilizando apenas DPA como variável de controle

Variável	<i>Coding</i>
CONSTANTE	0,0900 (0,0256)
DPA	-0,0003 (0,0168)
WTXPIB	0,0569 (0,0245)
Estatísticas	
R ²	0,0305

F	2,8322
P-valor	0,0615*
AIC	-318,6530
Multicolinearidade	7,5312
Jarque-Bera	1112,8475
P-valor	0,0000***
Koenker-Bassett	1,5198
P-valor	0,4677
I de Moran - K1	-0,2818
P-valor	0,1025
I de Moran - K2	-0,0857
P-valor	0,2615
I de Moran - K3	-0,0731
P-valor	0,2603
I de Moran - K4	-0,0629
P-valor	0,2787
I de Moran - K5	-0,0581
P-valor	0,2679
I de Moran - K6	-0,0600
P-valor	0,2033
I de Moran - K7	-0,0475
P-valor	0,2979
I de Moran - K8	-0,0597
P-valor	0,1363
I de Moran - K9	-0,0467
P-valor	0,2364
I de Moran - K10	-0,0409
P-valor	0,2897
I de Moran - K20	-0,0104
P-valor	0,9457

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Finalmente, para o quarto teste de sensibilidade, estimou-se o modelo geral, utilizando a técnica de pareamento por *n vizinhos* (Tabela 19). Neste tipo de pareamento, foram usadas características como tamanho da população e do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, referentes ao ano de 2000, da mesma forma como foram escolhidos os municípios participantes do grupo de tratamento pelo Estado de Minas Gerais. Adicionalmente, optou-se por também incluir o PIB *per capita* para o mesmo ano. Desta maneira, o grupo foi formado por 192 municípios.

O grupo de tratamento, novamente, foi composto pelos 225 municípios escolhidos pelo Governo de Minas Gerais, os quais no ano de 2000 tinham falta de acessibilidade, aliada a baixas taxas do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

A estimação do modelo de diferenças em diferenças por MQO mostrou que foi possível obter significância do coeficiente da *dummy* ProAcesso. Além disso, deve-se dar destaque ao fato de o sinal da DPA estar alterado em relação aos resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 19: Estimações do teste de sensibilidade para o modelo geral utilizando o pareamento por *n-vizinhos* mais próximos

Variáveis	MQO	SAR	Efeitos-SAR		
			Direto	Indireto	Total
CONSTANTE	-0,0892** (0,0397)	-0,1014*** (0,0391)	- -	- -	- -
DPA	0,0720*** (0,0084)	0,0682*** (0,0083)	0,0691*** [8,9774]	0,0111*** [2,7440]	0,0802*** [8,5785]
CF	0,0528*** (0,0181)	0,0450** (0,0178)	0,0439** [2,5561]	0,0071* [1,8704]	0,0510** [2,5398]
CH	0,0102 (0,0275)	0,0042 (0,0269)	0,0030 [0,0747]	0,0005 [0,0884]	0,0035 [0,0773]
FPM	0,2560*** (0,0763)	0,2592*** (0,0747)	0,2629*** [3,6311]	0,0422** [2,2434]	0,3051*** [3,6157]
IQV	0,0344 (0,0380)	0,0298 (0,0373)	0,0276 [0,6693]	0,0044 [0,6419]	0,0320 [0,6731]
WTXPIB	- -	0,0550*** (0,0178)	- -	- -	- -
Estatísticas					
R ²	0,2750	0,2846	-	-	-
F	31,1842	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
AIC	-956,0390	-962,6920	-	-	-
I de Moran	0,0893	-	-	-	-
P-valor	0,0111**	-	-	-	-
Multicolinearidade	31,0422	-	-	-	-
Jarque-Bera	579,1185	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
Koenker-Bassett	17,7423	-	-	-	-
P-valor	0,0000***	-	-	-	-
ML _{ρ}	8,6291	0,0003	-	-	-
P-valor	0,0033***	0,9856	-	-	-
ML _{λ}	5,6696	-	-	-	-
P-valor	0,0173**	-	-	-	-
ML* _{ρ}	3,2402	-	-	-	-
P-valor	0,0719*	-	-	-	-
ML* _{λ}	0,2806	-	-	-	-
P-valor	0,5963	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses e estatística z entre colchetes.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Por sua vez, a reestimação suportada pelo modelo SAR, levando em conta a escolha da matriz de pesos espaciais $k = 3$ vizinhos por Baumont (2004) e Stakhovych e Bijmolt (2009), bem como a realização do procedimento completo, continuou indicando significância da variável de interesse.

Sendo assim, o fato de um município ter pertencido ao grupo tratamento contribuiu positivamente para seu crescimento econômico, percebido pelo efeito médio direto de 7,1581% e também para o crescimento econômico dos municípios vizinhos, pelo efeito médio indireto de 1,1167%²⁸.

Levando em consideração a maneira como foi conduzido o quarto teste de sensibilidade, os resultados obtidos mostram aos investigadores de políticas públicas a importância da definição de um bom contrafactual ao grupo de tratamento. Neste caso, como apenas 192 municípios fizeram parte do grupo de controle, o grupo de tratamento não teve acesso à rede de transportes estadual e às implicações existentes por esta inclusão, remetendo a uma análise local dos efeitos do ProAcesso em Minas Gerais.

Diante dos testes aqui expostos, as estimativas dos testes de sensibilidade corroboraram a hipótese definida, uma vez que os resultados dos modelos estimados revelaram a significância estatística do ProAcesso apenas para o quarto teste.

²⁸ A interpretação dos efeitos de DPA foram feitas considerando a recomendação de Wooldridge (2006, p. 216). Apresentando variável dependente expressa na forma de $\log(y)$, a análise dos efeitos da *dummy* deve seguir a seguinte expressão: $100 * [\exp(\widehat{\beta_{DPA}}) - 1]$.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

Neste trabalho, buscou-se avaliar o impacto do Programa de Pavimentação de Ligações e Acessos aos Municípios – ProAcesso sobre o crescimento econômico dos 225 municípios mineiros beneficiados entre os anos de 2000 e 2010.

Para tanto, aliou-se a literatura do crescimento econômico, representada pela teoria de forças econômicas e crescimento de municípios de Glaeser, Scheinkman e Shleifer (1995), para a escolha das variáveis de controle que pudessem dar suporte à estimação dos modelos de diferenças-em-diferenças espaciais propostos.

A utilização de modelos espaciais que captem a relação de crescimento econômico é relativamente recente no país. Em termos gerais, este estudo é um dos poucos a empregar diferenças-em-diferenças em modelos espaciais, área considerada nova na literatura e com poucas referências. Associando isto às questões da simultaneidade, do erro de medida na construção da variável de interesse (infraestrutura de transportes) e do controle para efeitos não observáveis, é possível verificar nas estimações desta tese uma tentativa de aumentar a robustez da estimação da relação entre investimentos em infraestrutura de transportes e do crescimento econômico.

Por meio da técnica de pareamento por *kernel*, foi encontrado o melhor grupo de controle. Construindo um contrafactual para o grupo de tratamento, em que há ponderação de todas as observações dos municípios não atendidos pelo ProAcesso, este estimador de PSM permite captar externalidades de redes de transporte (Banister e Berechman, 2001; Preston, 2001; Nijkamp, 2004; Berechman, 2009; Littman, 2010; e Lakshmanan, 2011), provocadas pelo Programa, por todo o Estado. Desta forma, o grupo de controle foi formado por 628 municípios.

Os resultados obtidos pelos vários modelos estimados mostraram que, em média, os impactos do ProAcesso sobre o crescimento econômico dos 225 municípios mineiros pertencentes ao grupo de tratamento não foram estatisticamente significativos.

Tanto na avaliação geral do ProAcesso, feita com o uso da *dummy*, como nas investigações setoriais, dos efeitos para as diferentes extensões pavimentadas e para diferentes condições de acessibilidade, pode ser visto que o fato de um município ter pertencido ao grupo tratamento, ou seja, ter sua principal via de acesso pavimentada,

não contribuiu diretamente para seu crescimento econômico, nem indiretamente para o crescimento econômico dos municípios vizinhos.

Acredita-se que os efeitos positivos e negativos percebidos pelas externalidades existentes da inclusão dos municípios tratados na rede de transportes estadual acabem por compensar uns aos outros, anulando o impacto do ProAcesso na taxa de crescimento econômico local. Conforme Preston e Holdav (2005), este resultado converge ao “*two way road argument*”, o qual salienta que projetos com a função de interligar regiões periféricas a regiões centrais podem apresentar efeitos distributivos contrários aos desejados, quando há transferência de renda da periferia para o centro.

Quanto ao investimento em capital físico, como esperado, ele se mostrou positivo e estatisticamente significativo para o crescimento econômico dos municípios mineiros e indiretamente para o crescimento dos municípios contíguos.

Contrariando os resultados convencionais da literatura, as relações dos efeitos do capital humano sobre o crescimento econômico não foram estatisticamente significativas, chegando inclusive a ser negativa na estimação para setor agropecuário, e menores que os efeitos do capital físico. Acredita-se que, pelo fato de o Estado ser composto, em grande parte, por municípios cujas economias são relacionadas a pequenas indústrias, à agropecuária e à prestação de serviços, principalmente, a exigência de qualificação para a ocupação de cargos não é alta.

Outro resultado relevante foi o impacto positivo do crescimento econômico dos municípios vizinhos sobre o crescimento econômico local (WTXPIB), o que transmitiu a ideia de transbordamento do crescimento econômico local. Havendo maior conectividade entre os municípios, maiores serão as chances de seus agentes promoverem atividades em conjunto, o que proporciona economias de escalas, bem como eleva seus raios de ação, gerando crescimento econômico.

O Fundo de Participação Municipal também se mostrou não significativo estatisticamente, exceto para a análise setorial. A explicação para este resultado está associado à formação do grupo de controle. Como este grupo engloba grandes municípios, cujas economias não dependem deste repasse do governo federal, não houve captação do impacto do FPM na taxa média de crescimento econômico dos municípios mineiros.

Mesmo havendo crescimento da população nos grupos de municípios avaliados, o Índice de Qualidade de Vida não apresentou variações que

acompanhassem este crescimento de maneira representativa, tornando-o estatisticamente não significativo. O menor acesso médio a domicílios com água encanada e coleta de lixo, por parte dos municípios, e o aumento da taxa média de homicídios dos municípios do grupo de tratamento podem ajudar a explicar este resultado.

Alternativamente, também foram estimados os efeitos do ProAcesso aplicando a técnica de *coding*. O objetivo seria refinar a composição do grupo de controle, formando-o por municípios que não fossem contíguos, o que eliminaria o problema da dependência espacial. Por meio desta técnica, foi possível eliminar a dependência espacial existentes nos dados, ao passo que os resultados alcançados foram semelhantes aos da avaliação geral do ProAcesso com controle espacial, evidenciando ausência de significância estatística do Programa sobre as taxas de crescimento econômico dos municípios tratados.

Com o intuito de validar os resultados aqui encontrados, também foram feitos testes de sensibilidade que espelharam a avaliação geral do ProAcesso. Os resultados dos modelos estimados mostram aos investigadores/avaliadores de políticas públicas, sobretudo em relação ao quarto teste, a importância da definição de um bom contrafactual ao grupo de tratamento, respaldado tanto pela teoria como empiricamente, dadas as variações de sensibilidade impostas.

As limitações desta tese residiram na dificuldade em obter uma *proxy* para o capital físico e na formação do grupo de controle. Pensou-se, em um primeiro momento, utilizar o consumo industrial de energia elétrica como *proxy* para o capital físico, por ser considerado um instrumento de melhor qualidade pela literatura. Todavia, não foi possível obter a variável, pois os órgãos responsáveis pela compilação e divulgação dos dados alegaram ser uma informação privilegiada de mercado. O fato é que a *proxy* utilizada, quantidade de veículos automotores produtivos, conseguiu responder perfeitamente às expectativas do investimento em capital físico no crescimento econômico.

Na formação do grupo de controle, a dificuldade existente foi estabelecer qual técnica de pareamento seria utilizada, dadas as diferentes possibilidades de características dos municípios a serem controladas. Após inúmeras estimações, optou-se por empregar o PSM por *kernel*, utilizando variáveis de controle escolhidas à luz da teoria do crescimento econômico (Glaeser, Scheinkman e Shleifer, 1995) como o

capital físico, capital humano, fundo de participação municipal e o índice de qualidade de vida.

Trabalhos futuros poderiam explorar os efeitos do ProAcesso fora de Minas Gerais, uma vez que alguns municípios do grupo de tratamento fazem fronteira com municípios dos Estados da Bahia, Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Conjuntamente, é interessante a investigação da efetividade de outras políticas públicas relacionadas ao investimento de infraestrutura de transportes no Brasil, não apenas a nível estadual, mas para os diferentes tipos de agregações geográficas. Afinal, num país de dimensões continentais, os efeitos de políticas públicas tendem a ser diferentes, dadas as características das áreas geográficas afetadas e das redes de transporte adjacentes. Como alternativa as formas usuais de estimação dos impactos de políticas públicas, o uso do *coding* foi interessante. Todavia, deve-se saber que a técnica restringe o número de observações para a análise, focando a abordagem em extensões geográficas não vizinhas.

O estudo permite, portanto, concluir que o investimento público em infraestrutura de transportes, ProAcesso, em média não contribuiu para o crescimento econômico dos municípios participantes do Programa no Estado de Minas Gerais.

Não se teve a pretensão de fornecer uma solução definitiva para as dificuldades empíricas em ao se constatar a causalidade direcionada da infraestrutura, especialmente de transportes, para o crescimento econômico, mas sugerir um modo para que futuros estudos possam caminhar, buscando levar a uma análise mais eficiente das relações desejadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALESINA, A.; RODRICK, D. *Distributive politics and economic growth. Quarterly Journal of Economics*, v.109, n.2, p.465-490, 1994.

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

ALMEIDA, E. S. *Differences-in-differences in the presence of spatial dependence: problems and solutions*, 2015 (Working Paper).

AMARANTE, A. *Ensaio sobre economia regional e urbana*. 2011. 128 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2011.

ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. *Crescimento Econômico nas Cidades Brasileiras*. Nova Economia, Belo Horizonte, v.9, p.213-249, n.1, 1999.

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

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4744/Publicacoes.html>>. Acesso em: 01/04/2015.

ASCHAUER, D. A. *Is public expenditure productive? Journal of Monetary Economics*, v.23, p.177-200, 1989.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, 2016. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em 31/05/2016.

AZZONI, C. R. *Distribuição pessoal de renda nos estados e desigualdade de renda entre estados no Brasil: 1960, 70, 80 e 91*. Revista de Pesquisa e Planejamento Econômico, v.27, n.2, p.251-277, 1997.

BANISTER, D.; BERECHMAN, Y. *Transport investment and the promotion of economic growth. Journal of Transport Geography*, v.9, n.3, p.209-218, 2001.

BARRETO, R. C. S. *Desenvolvimento regional e convergência de renda nos municípios do Estado do Ceará*. 2007. 211 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Viçosa, 2007.

BARRO, R. J. *Government spending in a simple model of endogenous growth. Journal of Political Economy*, v.98, n.8, p.103-125, 1990.

BAUMONT, C. *Spatial Effects in housing price models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999)?* Mimeo., Université de Bourgogne, 2004.

BECKER, G. S. *Human capital a theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. New York: Columbia University Press, 1964.

BECKER, S. O.; ICHINO, A. *Estimation of average treatment effects based on propensity scores*. *The Stata Journal*, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

BERECHMAN, J. *The evaluation of transportation investment projects*. Routledge Advances in Management and Business. New York, 2009.

BERTUSSI, G. L.; JUNIOR, R. E. Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil. *Journal of Transport Literature*, v.6, n.4, p.101-132, 2012.

BESAG, J. *Statistical Analysis of Non-Lattice Data*. *The Statistician*, v. 24, n. 3, p. 179-195, 1975.

BOGONI, N. M.; HEIN, N.; BEUREN, I. M. Análise da relação entre crescimento econômico e gastos públicos nas maiores cidades da região Sul do Brasil. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v.45, n.1, p.159-179, 2011.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconomics: methods and applications*. Cambridge University Press, Cambridge, 2005.

CAMPOS NETO, C. A. S. Investimentos na Infraestrutura de Transportes: avaliação do período 2002-2013 e perspectivas para 2014-2016. Texto para Discussão (IPEA. Brasília), v. 2014, p. 7-50, 2014.

CANNING, D.; FAY, M. *The effect of transportation networks on economic growth*. New York, 1993 (Columbia University Working Paper).

CASTRO, G. M. C. de; TONETO JÚNIOR, R. O impacto dos componentes da infraestrutura pública sobre o crescimento das cidades brasileiras: uma análise espacial do período de 1970 a 2010. In: *Anais do XLII Encontro Nacional de Economia*, Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia ANPEC – 2014, Natal, RN, 2014.

CASTRO, L. S. Perfil de Desenvolvimento dos Municípios Mato-Grossenses: Uma Análise Comparativa Entre os que Plantaram e Não Plantaram Soja, 2000 e 2010. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Viçosa, 2013.

CESAR, R. V. Geografia de Acessibilidade Rodoviária em Minas Gerais: Avaliação de Impactos Espaciais do “PROACESSO”. 2010. 258 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belo Horizonte, 2010.

CHAGAS, A.; TONETO JÚNIOR, R. Fatores Determinantes do Crescimento Local – Evidências a partir de Dados dos Municípios Brasileiros para o Período 1980-1991. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.349-385, 2003.

COSTA, F. L. da; CASTANHAR, J. C. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v.37, n.5, p.969-992, 2003.

COSTA, R. F. R.; LIMA, F. S.; SILVA, D. O. Política Fiscal Local e Crescimento Econômico: Um Estudo em Pannel para os Municípios Nordestinos. *Documentos Técnico-Científicos do Banco do Nordeste*. v.44, n.1, Janeiro-Março, 2013.

COTTA, T. C. Metodologia de avaliação de programas sociais: análise de resultados e de impactos. *Revista do Serviço Público*, Brasília, v.49, n.2. p.105-126, 1998.

CRUZ, A. C. Os Efeitos dos Gastos Públicos em Infraestrutura e Capital Humano na Renda *Per Capita* e na Pobreza no Brasil. 2010. 134 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Viçosa, 2010.

CUNHA, N. R. S.; A intensidade da exploração agropecuária na região dos cerrados e potencial de degradação ambiental. 2005. 181 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Viçosa, 2005.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito, 2016. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/>>. Acesso em: 05/02/2016.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2016. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/diretorias/capa-infraestrutura-rodoviaria>>. Acesso em: 16/05/ 2016.

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

DIAS, L. R. S.; SIMÕES, R. F. Infraestrutura de transportes e desenvolvimento econômico: um estudo do PROACESSO em Minas Gerais. In: *Anais do XV Seminário sobre a Economia Mineira, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional CEDEPLAR/UFMG – 2012, Diamantina, MG*, 2012.

FERREIRA, P. C. Investimento em Infraestrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.26, n.2, p.231-252, 1996.

FERREIRA, P. C. G.; MALLIAGROS, T. G. Impactos Produtivos da Infraestrutura no Brasil, 1950-1995. *Pesquisa e Planejamento Econômico (Rio de Janeiro)*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 315-338, 1998.

FINN, M. *Is all government capital productive?.Federal Reserve Bank of Richmond, Economic Quarterly*, Vol. 79, n. 4, Fall, p. 53-80, 1993.

FLORAX, R.; FOLMER, H.; REY, S. *Specification searches in spatial econometrics: the relevance of Hendry's methodology. Regional Science Urban Economics*, v.22, n.5, p.557-579, 2003.

FLORAX, R.; GRAAFF, T. *The performance of diagnostic tests for spatial dependence in linear regression models: a meta-analysis of simulation studies*. In: ANSELIN, L; FLORAX, R; REY, S. (ed.). *Advances in spatial econometrics*. Nova York: Springer, 2004.

FOURIE, J. *Economic Infrastructure: A Review Of Definitions, Theory And Empirics*. South African Journal Of Economics, v.74, n.3, p.530-556, 2006.

GEARY, R. C. *The contiguity ratio and statistical mapping*. *The Incorporated Statistician*, v. 5, n. 3, p. 115-145, 1954.

GLAESER, E. L.; SCHEINKMAN, J. A.; SHLEIFER, A. *Economic growth in a cross-section of cities*. NBER, 1995 (*Working Paper Series*, 5.013).

GUIMARÃES, P. M. Dois Ensaio Sobre a Questão da Convergência de Renda no Brasil. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Juiz de Fora, 2012.

GUTIÉRREZ, J.; MONZÓN, A.; PIÑERO, J. M. *Accessibility, network efficiency, and transport infrastructure planning*. *Environment and Planning A*, v. 30, p. 1337-1350, 1998.

HECKERT, M.; MENNIS, J. *The economic impact of greening urban vacant land: a spatial difference-in-differences analysis*. *Environment and Planning A*, v. 44, p. 3010-3027, 2012.

HECKERT, M. *A Spatial Difference-in-Differences Approach To Studying the Effect of Greening Vacant Land on Property Values*. *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*, v. 17, n. 1, p. 51-59, 2015.

HECKMAN, J.; ISHIMURA, H.; TODD, P. *Matching as an econometric evaluation estimator*. *Review of Economic Studies*, v. 65, p. 261-294, 1998.

HOLANDA, N. *Monitoramento e Avaliação: Conceitos Básicos*, Universidade de Brasília, 2002.

IMRS – Índice Mineiro de Responsabilidade Social, 2013. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/1/2741-indice-mineiro-de-responsabilidade-social-imrs-2>>. Acesso em: 06/04/2016.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Infraestrutura Econômica no Brasil: Diagnósticos e Perspectivas para 2025*. Brasília: Ipea, 2010.

KELEJIAN, H. H.; ROBINSON, D. P. *Infrastructure Productivity Estimation and its Underlying Econometric Specifications: A Sensitivity Analysis*. *Papers in Regional Science*, v.76, n.1, 1997.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G.B.; SAMAD, H.A. *Handbook on impact evaluation. Quantitative methods and practices*. Washington, DC: The World Bank, 2010.

KIEL, K. A.; McCLAIN, K. T. *House prices during siting decision stages: the case of an incinerator from rumor through operation*. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 28, n. 2, p.241–255, 1995.

KROTH, D. C.; DIAS, J. Os efeitos dos investimentos público e privado em capitais físico e humano sobre o produto per capita dos municípios da região sul: uma análise em painéis de dados dinâmicos. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v.22, n.3, p.621-649, 2012.

KRUGMAN, P.R. *Geography and Trade*. Cambridge: MIT Press, 1991.

LACERDA, S. M. Precificação de Congestionamento e Transporte Coletivo Urbano. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.23, p.85-100, 2006.

LEMOS, J. J. S. Indicadores de degradação no Nordeste Sub-úmido e Semiárido. In: *Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*, Associação Brasileira de Economia e Sociologia Rural SOBER – 2001, Recife, PE, 2001.

LESAGE, J.; PACE, R. K. *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press, 2009.

LITTMAN, T. *Evaluating Transportation Economic Development Impacts*. Victoria Transport Policy Institute, 2010.

LAKSHMANAN, T. R. *The broader economic consequences of transport infrastructure investments*. *Journal of Transport Geography*, v.19, n.1, p.1-12, 2011.

LUCAS, R. *On the Mechanics of Economic Development*. *Journal of Monetary Economics*, v.22, n.1, p.3-42, 1988.

MALLIAGROS, T. G. O impacto da infraestrutura sobre o crescimento da produtividade do setor privado e do produto brasileiro: análise empírica e evolução histórica. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia, Rio de Janeiro, 1997.

MARTIN, J. C.; GUTIÉRREZ, J.; ROMÁN, C. *Data envelopment análisis (DEA) index to measure the accessibility impacts of new infrastructure investments: the case of the high-speed train corridor Madrid-Barcelona-French border*. *Regional Studies*, v. 38, p. 697-712, 2004.

MEYER, B.D. *Natural and Quasi-experiments in economics*. *Journal of Business and Economic Statistics*, v.13, n.2, p.151–161, 1995.

MINAS GERAIS. Programas e ações do Governo: PROCESSO. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=261>. Acesso em 28/09/14.

MINAS GERAIS. Rodovias, 2015. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/governomg/portal/m/governomg/conheca-minas/5662-rodovias/5146/5044>>. Acesso em: 10/06/2015.

MINAS GERAIS. História, 2016. Disponível em: < <https://www.mg.gov.br/governo mg/portal/m/governomg/conheca-minas/5657-historia/5146/5044>>. Acesso em: 21/01/2016.

MINAS GERAIS. Infraestrutura de Transportes, 2016. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/governomg/portal/m/governomg/invista-em-minas/infraestrutur a/9671-infraestrutura-de-transportes/5148/5042> >. Acesso em: 22/01/2016.

MINCER, J. *Investment in human capital and personal income distribution. Journal of Political Economy*, v. 66, n. 4, p. 281-302, 1958.

MINGOTI, S. A. Análise de Dados através de método de estatística multivariada - Uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

MORAN, P. A. P. *The interpretation of statistical maps. Journal of Royal Statistical Society, series B*, v. 10, n. 2, p. 243-251, 1948.

MOREIRA, G. R. C., FELÍCIO, F., NARITA, R., SILVA, R. G. Microrregiões do sudeste brasileiro: um estudo de crescimento e convergência de renda para o período de 1980 a 1991. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1999.

MOTTA, P. R. Avaliação da Administração Pública: Eficiência, Eficácia e Efetividade. FUNDAP, 1990.

MUNNELL, A. H.; COOK, L. How does public infrastructure affect regional economic performance. *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, p. 11-33. 1990.

NATAL, J. L. A. Transporte, Ocupação do Espaço e Desenvolvimento Capitalista no Brasil: História e Perspectivas. Ensaios FEE, Porto Alegre, v.12, n.2, p.293-307.

NIJKAMP, P. *Transport System and Policy. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar*, 2004.

PEREIRA, A. M; ROCA-SAGALES, O. Spillover effects of public capital formation: evidence from the Spanish regions. *Journal of Urban Economics*, v. 53, p. 238-256, 2003.

PEREIRA, A. M.; ANDRAZ, J. M. Public investment in transportation infrastructures and industry performance in Portugal”, *Journal of Economic Development*, v. 32, p. 1-20, 2007.

PEREIRA, L. G.; LESSA, S. N. O Processo de Planejamento e Desenvolvimento do Transporte Rodoviário no Brasil. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v.12, n.40, p.26-46, 2011.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Econometria: modelos & previsões*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

POSTALI, F. A. S. *Petroleum royalties and regional development in Brazil: The economic growth of recipient towns*. *Resources Policy*, v. 34, p. 205-213, 2009.

PRESTON, J. *Integrating transport with socio-economic activity - a research agenda for the new millennium*. *Journal of Transport Geography*, v.9, n.1, p.13-24, 2001.

PRESTON, J; HOLVAD, T. *Road transport an additional economic benefits*. [S. l.]. University of Oxford, Transport Studies Unit, 2005.

PRUD'HOMME, R. *Assessing the role of infrastructure in France by means of regionally estimated production functions*. Paris: Observatoire de l'Economie et des Institutions Locales, 1993.

RAMOS, M, P. Aspectos Conceituais e Metodológicos da Avaliação de Políticas Públicas e Programas Sociais. *Revista de Planejamento e Políticas Públicas*, n. 32, p. 95-114, 2009.

REBELO, S. *Long run policy analysis and long run growth*. *Journal of Political Economy*, v.99, n.3, p.500-521, 1991.

RESENDE, G. M.; FIGUEIREDO, L. Testes de robustez: uma aplicação para os determinantes das taxas de crescimento do produto interno bruto per capita dos estados brasileiros. Brasília: Ipea, 2005. (Texto para Discussão, n. 1.124).

RIGOLON, F. J. Z. O investimento em infraestrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.28, n.1, p.129-158, 1998.

ROCHA, F.; GIUBERTI, A. C. Composição do Gasto Público e Crescimento Econômico: um estudo em painel para os estados brasileiros. *Economia Aplicada*, v.11, n.4, p.463-485, 2007.

ROMER, P. *Increasing Returns and Long-Run Growth*. *Journal of Political Economy*, v.94, n.5, p.1002-37, 1986.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN D. B.; *The Central role of the propensity score in observational studies for causal effects*. *Biometrika*. v. 70, n. 1, p. 41-55. 1983.

RUBIN, D. *Assignment to a Treatment group on the basis of a Covariate*. *Journal of Educational Statistics*, v.2, n.1, p.1-26, 1977.

SACTRA – *Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment*. *Transport and the Economy*. DETR, Londres, 1999.

SATO, P. T.; COUTO, D. L. A.; NEDER, H. D.; MARTINS, P. O.; MARTINS, N. R. Análise dos Impactos dos Programas ProAcesso e Caminhos de Minas do Governo de Minas Gerais. In: *Anais do V Encontro de Administração Pública*, Associação

Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração ANPAD – 2012, Salvador, BA, 2012.

SCHULTZ, T. W. O valor econômico da educação. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1964.

SCHÜRMANN, C.; SPIEKERMANN, K.; WEGENER, M. *Accessibility indicators. [Summary of "Accessibility indicators: model and report". Socio-Economic and Spatial Impacts of Trans-European Transport Networks - SASI]. Dortmund: IRPUD - University of Dortmund, 1997.*

SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS. PELT Minas - Plano Estratégico de Logística de Transportes. Belo Horizonte: SETOP/MG, 2007.

SHAH, A. Dynamics of public infrastructure, industrial productivity and profitability. *The Review of Economics and Statistics*, v. 74, n. 1, p. 28-36, 1992.

SILVA, L. D. C. da; CRUZ, M. S. da; IRFFI, G. Gastos Públicos e Crescimento Econômico: Uma Análise para os Municípios Paraibanos. *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, v.44, n.3, p.741-760, 2013.

SOARES, A, C, L, G.; GOSSON, A. M. P. M.; MADEIRA, M. A. L. H.; TEIXEIRA, V. D. S. Índice de Desenvolvimento Municipal: hierarquização dos municípios do Ceará no ano de 1997. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, n. 97, p. 71-89, 1999.

SOARES, T. C. Uma Proposta de Avaliação da Eficiências Ambiental dos Municípios Brasileiros. 2015. 166 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Viçosa, 2015.

SOLOW, R. *A contribution to the theory of economic growth. The Quartely Journal of Economics*, v.70, n.1, p.65-94, 1956.

SOUZA, M. R. P. de. Análise da Variável Escolaridade Como Fator Determinante do Crescimento Econômico. *Rev. FAE*, Curitiba, v.2, n.3, p.47-56, set./dez., 1999.

SPEIGHT, A.; THOMPSON, P. *Is Investment Time Irreversible? Some Empirical Evidence for Disaggregated UK Manufacturing Data. Applied Economics*, 38, n. 19, 2006.

STAKHOVYCH, S.; BIJMOLT, T. H. A. *Specification of spatial models: A simulation study on weights matrices. Papers in Regional Science*, v.88, n.2, 2009.

STURM, J-E.; JACOBS, J.; GROOTE, P. *Output Effects of Infrastructure Investment in the Netherlands, 1853-1913. Journal of Macroeconomics*, v. 21, n. 2, p. 355–380, 1999.

WEGENER, M.; ESKELINEN, H.; FÜRST, F.; SCHÜRMANN, C; SPICKERMANN, K. *Criteria for the spatial differentiation of the EU territory:*

geographical position. Bonn: Federal Office for Building and Regional Planning, 2001.

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press, Cambridge, 2002.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introdução à econometria: Uma abordagem moderna*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

APÊNDICE

Tabela 1A: Municípios pertencentes ao grupo de tratamento, extensão pavimentada e diretriz

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
Águas Formosas	Nanuque	Vale do Mucuri	20	Águas Formosas-Crisólita
Alagoa	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas	36,5	Alagoa-Itamonte
Albertina	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas	12,6	Albertina-Jacutinga
Alto Rio Doce	Viçosa	Zona da Mata	22,9	Desterro Melo-Alto Rio Doce
Alvarenga	Aimorés	Vale do Rio Doce	50,7	Alvarenga-Tarumirim
Alvorada de Minas	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	15,4	Alvorada Minas-Serro
Angelândia	Capelinha	Jequitinhonha	26	Angelândia-Entr.BR120 (Capelinha)
Antônio Prado de Minas	Muriaé	Zona da Mata	13	Antônio Prado Minas-Eugenópolis
Aracitaba	Juiz de Fora	Zona da Mata	8	Aracitaba-Oliveira Fortes
Aricanduva	Capelinha	Jequitinhonha	23,3	Aricanduva-Capelinha
Bandeira	Almenara	Jequitinhonha	21,7	Bandeira-Entr.LMG634
Barão de Monte Alto	Muriaé	Zona da Mata	13	Barão Monte Alto-Patrocínio Muriaé
Belmiro Braga	Juiz de Fora	Zona da Mata	18	Belmiro Braga-Entr.MG353
Berilo	Capelinha	Jequitinhonha	16,3	Berilo-Francisco Badaró
Berizal	Salinas	Norte de Minas	65,2	Taiobeiras-Berizal
Bertópolis	Nanuque	Vale do Mucuri	19,4	Bertópolis-Machacalis
Bias Fortes	Juiz de Fora	Zona da Mata	50,6	Antônio Carlos-Bias Fortes
Bocaina de Minas	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas	23	Liberdade-Bocaina Minas
Bom Jesus da Penha	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	26	Bom Jesus Penha-São Pedro União
Bom Repouso	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	19	Bom Repouso-Entr.BR381
Bonito de Minas	Januária	Norte de Minas	34,3	Bonito Minas-Entr.Cônego Marinho/Januária
Botumirim	Grão Mogol	Norte de Minas	51,8	Botumirim-Distr.Adão Colares-Entr.MG307
Brás Pires	Viçosa	Zona da Mata	21,9	Senador Firmino-Brás Pires
Braúnas	Guanhães	Vale do Rio Doce	25,7	Braúnas-Joanésia
Cabeceira Grande	Unaí	Noroeste de Minas	57,5	Cabeceira Grande-Entr.Unaí
Cachoeira de Pajeú	Pedra Azul	Jequitinhonha	14,1	Cachoeira Pajeú-Entr.BR116
Camacho	Formiga	Oeste de Minas	20,6	Camacho-Itapecerica
Campo Azul	Montes Claros	Norte de Minas	42	Campo Azul-Entr.MG202 (Ubaí)
Caparaó	Manhuaçu	Zona da Mata	11,8	Caparaó-Entr.MG111
Capela Nova	Barbacena	Campo das Vertentes	27,4	Capela Nova-Entr.BR040

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
Capitão Andrade	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	25,9	Capitão Andrade-Entr.BR116
Carai	Araçuaí	Jequitinhonha	26,3	Carai-Entr.BR116 (Catuji)
Carrancas	Lavras	Campo das Vertentes	25,9	Carrancas-Itutinga
Catuti	Janaúba	Norte de Minas	11,6	Mato Verde-Catuti
Cedro do Abaeté	Três Marias	Central Mineira	34,1	Abaeté-Cedro Abaeté
Chapada do Norte	Capelinha	Jequitinhonha	94,5	Arinos-Chapada Gaúcha
Chapada Gaúcha	Januária	Norte de Minas	20	Chapada Norte-Minas Novas
Chiador	Juiz de Fora	Zona da Mata	16,7	Chiador-Divisa MG/RJ
Cipotânea	Viçosa	Zona da Mata	16,3	Alto Rio Doce-Cipotânea
Claraval	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	25,3	Claraval-Ibiraci
Comercinho	Pedra Azul	Jequitinhonha	41,2	Medina-Comercinho
Conceição das Pedras	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas	10	Conceição Ipanema-Entr.MG111
Conceição de Ipanema	Aimorés	Vale do Rio Doce	62,3	Conceição Mato Dentro-Córrego Vacaria
Conceição do Mato Dentro	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	13,6	Conceição Pedras-Pedralva
Cônego Marinho	Januária	Norte de Minas	30	Cônego Marinho-Januária
Congonhas do Norte	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	43,4	Congonhas Norte-Conceição Mato Dentro
Consolação	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas	18,8	Consolação-Paraisópolis
Cordislândia	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas	21,1	São Gonçalo Sapucaí-Cordislândia
Coroaci	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	18,4	Coroaci-Entr.BR259
Córrego Novo	Caratinga	Vale do Rio Doce	12,5	Córrego Novo-Pingo D'água
Crisólita	Nanuque	Vale do Mucuri	30	Crisólita-Pavão
Cristália	Grão Mogol	Norte de Minas	17,4	Cristália-Entr.Grão Mogol
Cruzeiro da Fortaleza	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	22	Cruzeiro Fortaleza-Guimarânia
Cuparaque	Aimorés	Vale do Rio Doce	19,4	Cuparaque-Goiabeira
Desterro de Entre Rios	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte	34,5	Desterro Entre Rios-Entre Rios Minas
Desterro do Melo	Barbacena	Campo das Vertentes	30	Desterro Melo-Entr.BR040
Divinésia	Ubá	Zona da Mata	16,2	Divinésia-Ubá
Divisópolis	Almenara	Jequitinhonha	41	Divisa Alegre-Divisópolis
Dom Bosco	Unaí	Noroeste de Minas	37,3	Dom Bosco-Entr.MG181
Dom Joaquim	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	29,8	Dom Joaquim-Conceição Mato Dentro
Dom Viçoso	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas	20	Dom Viçoso-Entr.MG347
Dores de Guanhões	Guanhões	Vale do Rio Doce	15	Dores Guanhões-Entr.BR120

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
Dores do Turvo	Ubá	Zona da Mata	13	Dores Turvo-Senador Firmino
Doresópolis	Piuiú	Oeste de Minas	23	Doresópolis-Entr.MG050
Douradoquara	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	27,6	Douradoquara-Entr.MG190
Durandé	Manhuaçu	Zona da Mata	8,9	Durandé-Entr.BR262
Felício dos Santos	Diamantina	Jequitinhonha	16,5	Felício Santos-Entr.MG214
Felisburgo	Almenara	Jequitinhonha	36,6	Felisburgo-Joaíma
Formoso	Unaí	Noroeste de Minas	122,9	Buritis-Formoso
Francisco Badaró	Capelinha	Jequitinhonha	43,9	Francisco Badaró-Araçuaí
Francisco Dumont	Bocaiúva	Norte de Minas	33,3	Francisco Dumont-Entr.BR135 (Eng.Navarro)
Franciscópolis	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	18,3	Franciscópolis-Entr.MG217
Frei Gaspar	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	26	Frei Gaspar-Teófilo Otoni
Frei Lagonegro	Peçanha	Vale do Rio Doce	10,2	Frei Lagonegro-Entr.MG117
Fronteira dos Vales	Nanuque	Vale do Mucuri	26,7	Águas Formosas-Fronteira Vales
Fruta de Leite	Salinas	Norte de Minas	19,5	Fruta Leite-Entr.BR251
Gameleiras	Janaúba	Norte de Minas	41,2	Catuti-Gameleiras
Goiabeira	Aimorés	Vale do Rio Doce	25,5	Goiabeira-Entr.BR259
Gonçalves	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	12,7	Gonçalves-Entr.MG173
Grão Mogol	Grão Mogol	Norte de Minas	52,5	Entr.BR251-Grão Mogol
Grupiara	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	32,3	Estrela Sul-Grupiara
Guaraciama	Bocaiúva	Norte de Minas	21	Bocaiúva-Guaraciama
Ibiracatu	Montes Claros	Norte de Minas	16	Ibiracatu-Varzelândia
Ibiraci	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	27	Cássia-Ibiraci
Icaraí de Minas	Januária	Norte de Minas	32,3	Icaraí Minas-Entr.MG402
Imbé de Minas	Caratinga	Vale do Rio Doce	22	Imbé Minas-Entr.BR116
Indaiabira	Salinas	Norte de Minas	39,7	Indaiabira-Taiobeiras
Ingaí	Lavras	Campo das Vertentes	5,1	Ingaí-Entr.MGC354
Itabirinha de Mantena	Mantena	Vale do Rio Doce	27,3	Itabirinha-Mendes Pimentel
Itacambira	Grão Mogol	Norte de Minas	59,3	Itacambira-Juramento
Itaipé	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	21,1	Itaipé-Entr.BR116
Itambé do Mato Dentro	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	44,3	Itabira-Itambé Mato Dentro
Itanhomi	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	16	Capitão Andrade-Itanhomi
Jacinto	Almenara	Jequitinhonha	51	Almenara-Jacinto

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
Jenipapo de Minas	Capelinha	Jequitinhonha	13,6	Jenipapo Minas-Entr.LMG676
Joanésia	Ipatinga	Vale do Rio Doce	13,7	Mesquita-Joanésia
Jordânia	Almenara	Jequitinhonha	74,5	Almenara-Jordânia
José Gonçalves de Minas	Capelinha	Jequitinhonha	42,9	José Gonçalves Minas-Entr.Leme Prado
Josenópolis	Grão Mogol	Norte de Minas	25,8	Josenópolis-Padre Carvalho
Juvenília	Januária	Norte de Minas	28,2	Juvenília-Montalvânia
Ladainha	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	28,6	Ladainha-Poté
Lagoa dos Patos	Pirapora	Norte de Minas	29	Lagoa Grande-Entr.MG410
Lagoa Grande	Paracatu	Noroeste de Minas	31,7	Lagoa Patos-São João Lagoa
Lajinha	Manhuaçu	Zona da Mata	22,4	Lajinha-Entr.Durandé
Lamim	Viçosa	Zona da Mata	10,4	Catas Altas Noruega-Lamim
Leandro Ferreira	Bom Despacho	Central Mineira	17,1	Leandro Ferreira-Entr.BR262
Leme do Prado	Capelinha	Jequitinhonha	39,6	Leme Prado-Entr.BR367
Limeira do Oeste	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	33,9	Limeira Oeste-Entr.LMG864
Luisburgo	Manhuaçu	Zona da Mata	25,3	Luisburgo-Entr.BR262
Luminárias	Lavras	Campo das Vertentes	36,6	Lavras-Luminárias
Machacalis	Nanuque	Vale do Mucuri	25,4	Águas Formosas-Machacalis
Malacacheta	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	42	Malacacheta-Poté
Mamonas	Janaúba	Norte de Minas	5,8	Mamonas-Entr.MGC122
Marilac	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	31,1	Marilac-Entr.BR116
Marmelópolis	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas	19	Delfim Moreira-Marmelópolis
Mata Verde	Almenara	Jequitinhonha	59,6	Mata Verde-Entr.Almenara
Mesquita	Ipatinga	Vale do Rio Doce	20,7	Mesquita-Santana Paraíso
Miravânia	Januária	Norte de Minas	66,4	Miravânia-Cônego Marinho
Monjolos	Curvelo	Central Mineira	13,6	Monjolos-Santo Hipólito
Montalvânia	Januária	Norte de Minas	65,1	Manga-Montalvânia
Monte Formoso	Almenara	Jequitinhonha	39,2	Monte Formoso-Ponto Volantes
Montezuma	Salinas	Norte de Minas	32,3	Montezuma-Santo Antônio Retiro
Morro do Pilar	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	21,5	Morro Pilar-Entr.MG010
Munhoz	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	21	Munhoz-Toledo
Nacip Raydan	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	8,8	Nacip Raydan-Virgolândia
Natalândia	Unaí	Noroeste de Minas	47,3	Natalândia-Entr.LMG628

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
Ninheira	Salinas	Norte de Minas	29,1	Ninheira-São João Paraíso
Nova Belém	Mantena	Vale do Rio Doce	28,5	Itabirinha-Nova Belém
Nova Módica	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	18,6	Nova Módica-Pescador
Novo Cruzeiro	Araçuaí	Jequitinhonha	30	Itaipé-Novos Cruzeiro
Novo Oriente de Minas	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	47,7	Novo Oriente Minas-Entr.BR116
Novorizonte	Salinas	Norte de Minas	19,6	Novorizonte-Entr.MG404
Oratórios	Ponte Nova	Zona da Mata	11,1	Oratórios-Entr.MG329
Ouro Verde de Minas	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	18,2	Frei Gaspar-Ouro Verde Minas
Padre Carvalho	Grão Mogol	Norte de Minas	16,3	Padre Carvalho-Entr.BR251
Pai Pedro	Janaúba	Norte de Minas	25	Pai Pedro-Entr.MGC122
Palmópolis	Almenara	Jequitinhonha	29,8	Palmópolis-Rio Prado
Passabém	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte Sul/Sudoeste de Minas	25	Passa Vinte-Entr.MG457
Passa-Vinte	Andrelândia		7,6	Passabém-Entr.BR120
Patis	Montes Claros	Norte de Minas	16	Patis-Entr.BR135
Paulistas	Guanhães	Vale do Rio Doce	26,6	Paulistas-São João Evangelista
Pavão	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	29,8	Novo Oriente Minas-Pavão
Pedra Bonita	Manhuaçu	Zona da Mata	25,7	Pedra Bonita (Padre Fialho)-Entr.BR262
Pedra Dourada	Muriae	Zona da Mata	13,4	Pedra Dourada-Entr.MG111
Pedro Teixeira	Juiz de Fora	Zona da Mata	14,3	Pedro Teixeira-Entr.BR267
Pescador	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	20,8	Pescador-Entr.BR116
Piedade dos Gerais	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte	18,1	Bonfim-Piedade Gerais
Pingo-d'Água	Caratinga	Vale do Rio Doce	39,9	Pingo-D'Água-Entr.BR458
Pintópolis	Januária	Norte de Minas	47,9	Pintópolis-São Francisco
Pirajuba	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	27	Campo Florido-Pirajuba
Pocrane	Aimorés	Vale do Rio Doce	13,2	Pocrane-Entr.Ipanema
Ponto Chique	Montes Claros	Norte de Minas	35	Ibiaí-Ponto Chique
Presidente Bernardes	Viçosa	Zona da Mata	14,4	Entr.BR482-Presidente Bernardes
Presidente Kubitschek	Diamantina	Jequitinhonha	5,3	Presidente Kubitschek-Entr.BR259
Riachinho	Pirapora	Norte de Minas	38,4	Bonfinópolis Minas-Riachinho
Rio do Prado	Almenara	Jequitinhonha	7	Rio Espera-Entr.Lamim
Rio Espera	Viçosa	Zona da Mata	45,7	Rio Pardo Minas-Taiobeiras
Rio Pardo de Minas	Salinas	Norte de Minas	22,9	Felisburgo-Rio Prado

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
Rio Preto	Juiz de Fora	Zona da Mata	22,1	Santa Bárbara Monte Verde-Rio Preto
Rio Vermelho	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	26,3	Materlândia-Rio Vermelho
Rosário da Limeira	Muriaé	Zona da Mata	5,7	Rosário Limeira-Entr.BR356 (Ancorado)
Rubim	Almenara	Jequitinhonha	36,5	Rubim-Entr.MGC367
Salto da Divisa	Almenara	Jequitinhonha	48	Jacinto-Salto Divisa
Santa Cruz de Salinas	Salinas	Norte de Minas	11,9	Santa Cruz Salinas-Entr.BR251
Santa Fé de Minas	Pirapora	Norte de Minas	92,4	Brasilândia Minas-Santa Fé Minas
Santa Helena de Minas	Nanuque	Vale do Mucuri	16,4	Machacalis-Santa Helena Minas
Santa Maria do Salto	Almenara	Jequitinhonha	17,7	Santa Maria Salto-Entr.MGC367
Santa Rita de Ibitipoca	Juiz de Fora	Zona da Mata	18,3	Santa Rita Ibitipoca-Entr.MG338 (Ibertioga)
Santa Rita de Jacutinga	Juiz de Fora	Zona da Mata	28	Entr.BR259 (Resplendor)-Santa Rita Itueto
Santa Rita do Itueto	Aimorés	Vale do Rio Doce	32,6	Bom Jardim Minas-Santa Rita Jacutinga
Santana do Deserto	Juiz de Fora	Zona da Mata	24,4	Santana Deserto-Entr.BR040
Santana do Garambéu	São João Del Rei	Campo das Vertentes	21,4	Santana Garambéu-Entr.Ibertioga
Santana do Riacho	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte	17,7	Santana Montes-Entr.BR040
Santana dos Montes	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte	26,7	Santana Riacho-Entr.MG010
Santo Antônio do Aventureiro	Cataguases	Zona da Mata	10	Santo Antônio Aventureiro-Entr.BR116
Santo Antônio do Itambé	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	18,5	Santo Antônio Itambé-Serro
Santo Antônio do Jacinto	Almenara	Jequitinhonha	58,6	Santo Antônio Jacinto-Entr.MGC367
Santo Antônio do Retiro	Salinas	Norte de Minas	36	Mato Verde-Santo Antônio Retiro
Santo Antônio do Rio Abaixo	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	15,8	Santo Antônio Rio Abaixo-São Sebastião Rio Preto
Santo Hipólito	Curvelo	Central Mineira	27,2	Santo Hipólito-Entr.BR135 (Corinto)
São Domingos das Dores	Caratinga	Vale do Rio Doce	13,9	Entr.BR116 (Inhapim)-São Domingos Dores
São Félix de Minas	Mantena	Vale do Rio Doce	11,6	São Félix Minas-Entr.MG417 (Mendes Pimentel)
São Geraldo da Piedade	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	27,6	São Geraldo Baixo-Entr.BR259
São Geraldo do Baixo	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	10,4	São Geraldo Piedade-Entr.BR259
São Gonçalo do Rio Preto	Diamantina	Jequitinhonha	11	São Gonçalo Rio Preto-Entr.MGC367
São João das Missões	Januária	Norte de Minas	25	Itacarambi-São João Missões
São João do Pacuí	Montes Claros	Norte de Minas	26,8	Coração Jesus-São João Pacuí

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
São João do Paraíso	Salinas	Norte de Minas	35,7	São João Paraíso-Entr.Indaiabira
São José da Barra	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	5,9	São José Barra-Entr.MG446
São José da Safira	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	14,9	Nova Módica-São José Divino
São José do Divino	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	7,7	São José Mantimento-Entr.MG111
São José do Mantimento	Manhuaçu	Zona da Mata	25,6	São José Safira-Entr.BR451 (Nacip Raydan)
São Pedro da União	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas	23,1	São Pedro União-Juruaia-Entr.MG446
São Romão	Pirapora	Norte de Minas	34,7	São Romão-Ubai
São Roque de Minas	Piuí	Oeste de Minas	62,8	Piumhi-São Roque Minas
São Sebastião da Vargem Alegre	Muriae	Zona da Mata	5,3	São Domingos Dolores-São Sebastião Anta
São Sebastião do Anta	Caratinga	Vale do Rio Doce	30,4	São Sebastião Maranhão-Entr.MGC120
São Sebastião do Maranhão	Peçanha	Vale do Rio Doce	6,2	Passabém-São Sebastião Rio Preto
São Sebastião do Rio Preto	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	5,8	São Sebastião Vargem Alegre-Entr.MG447
Sem-Peixe	Ponte Nova	Zona da Mata	13,3	Dom Silvério-Sem-Peixe
Senador Amaral	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	18,2	Senador Amaral-Entr.BR381
Senador Cortes	Juiz de Fora	Zona da Mata	9,9	Mar Espanha-Senador Cortes
Senador Firmino	Ubá	Zona da Mata	14,6	Divinésia-Senador Firmino
Senador Modestino Gonçalves	Diamantina	Jequitinhonha	21,6	Senador Modestino Gonçalves-São Gonçalo Rio Preto
Senhora de Oliveira	Viçosa	Zona da Mata	15,2	Lamim-Senhora Oliveira
Sericita	Ponte Nova	Zona da Mata	19,6	Sericita-Entr.BR262
Serra Azul de Minas	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	21,8	Santo Antônio Itambé-Serra Azul Minas
Serranópolis de Minas	Janaúba	Norte de Minas	19,9	Porteirinha-Serranópolis Minas
Setubinha	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	44	Setubinha-Novo Cruzeiro
Taparuba	Aimorés	Vale do Rio Doce	6	Taparuba-Entr.BR474
Taquaraçu de Minas	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte	13,5	Taquaraçu Minas-Entr.BR381
Tocos do Moji	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	14,8	Tocos Moji-Borda Mata
Toledo	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	16,3	Toledo-Entr.BR381
Tumiritinga	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	32,6	Tumiritinga-Entr.Capitão Andrade
Ubaí	Montes Claros	Norte de Minas	47	Brasília Minas-Ubaí
Umburatiba	Nanuque	Vale do Mucuri	27,5	Machacalis-Umburatiba
Uruana de Minas	Unaí	Noroeste de Minas	35,9	Uruana Minas-Garapuva (Entr.Unaí)
Urucuia	Januária	Norte de Minas	34,1	Riachinho-Urucuia
Vargem Bonita	Piuí	Oeste de Minas	9,3	Vargem Bonita-Entr.MG341

Município	Microrregião	Mesorregião	Extensão (km)	Diretriz
Vargem Grande do Rio Pardo	Salinas	Norte de Minas	28,4	Vargem Grande Rio Pardo-Entr.Santo Antônio Retiro
Varzelândia	Montes Claros	Norte de Minas	29,5	São João Ponte-Varzelândia
Veredinha	Capelinha	Jequitinhonha	8,8	Turmalina-Veredinha
Vermelho Novo	Ponte Nova	Zona da Mata	12,8	Entr.MG329 (Vermelho Velho) - Vermelho Novo
Vieiras	Muriaé	Zona da Mata	13,2	Miradouro-Vieiras
Virgolândia	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	21,8	Virgolândia-Coroaci

Fonte: Elaborado pelo autor com base no DER/MG e na SETOP/MG (2007).

Tabela 2A: Municípios pertencentes ao grupo de controle

Município	Microrregião	Mesorregião
Abadia dos Dourados	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Abaeté	Três Marias	Central Mineira
Abre Campo	Manhuaçu	Zona da Mata
Acaiaca	Ponte Nova	Zona da Mata
Açucena	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Água Boa	Peçanha	Vale do Rio Doce
Água Comprida	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Aguanil	Campo Belo	Oeste de Minas
Águas Vermelhas	Salinas	Norte de Minas
Aimorés	Aimorés	Vale do Rio Doce
Aiuruoca	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Além Paraíba	Cataguases	Zona da Mata
Alfenas	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Alfredo Vasconcelos	Barbacena	Campo das Vertentes
Almenara	Almenara	Jequitinhonha
Alpercata	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Alpinópolis	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Alterosa	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Alto Caparaó	Manhuaçu	Zona da Mata
Alvinópolis	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Amparo do Serra	Viçosa	Zona da Mata
Andradas	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Andrelândia	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Antônio Carlos	Barbacena	Campo das Vertentes
Antônio Dias	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Araçaí	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Araçuaí	Araçuaí	Jequitinhonha
Araguari	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Arantina	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Araponga	Viçosa	Zona da Mata
Araporã	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Arapuá	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Araújos	Bom Despacho	Central Mineira
Araxá	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Arceburgo	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Arcos	Formiga	Oeste de Minas
Areão	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas

Município	Microrregião	Mesorregião
Argirita	Cataguases	Zona da Mata
Arinos	Unaí	Noroeste de Minas
Astolfo Dutra	Ubá	Zona da Mata
Ataléia	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri
Augusto de Lima	Curvelo	Central Mineira
Baependi	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Baldim	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Bambuí	Piui	Oeste de Minas
Bandeira do Sul	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Barão de Cocais	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Barbacena	Barbacena	Campo das Vertentes
Barra Longa	Ponte Nova	Zona da Mata
Barroso	Barbacena	Campo das Vertentes
Bela Vista de Minas	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Belo Horizonte	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Belo Oriente	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Belo Vale	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Betim	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Bicas	Juiz de Fora	Zona da Mata
Biquinhas	Três Marias	Central Mineira
Boa Esperança	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Bocaiúva	Bocaiúva	Norte de Minas
Bom Despacho	Bom Despacho	Central Mineira
Bom Jardim de Minas	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Bom Jesus do Amparo	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Bom Jesus do Galho	Caratinga	Vale do Rio Doce
Bom Sucesso	Oliveira	Oeste de Minas
Bonfim	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Bonfinópolis de Minas	Unaí	Noroeste de Minas
Borda da Mata	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Botelhos	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Brasilândia de Minas	Paracatu	Noroeste de Minas
Brasília de Minas	Montes Claros	Norte de Minas
Brasópolis	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Brumadinho	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Bueno Brandão	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Buenópolis	Curvelo	Central Mineira
Bugre	Caratinga	Vale do Rio Doce
Buritís	Unaí	Noroeste de Minas
Buritizero	Pirapora	Norte de Minas
Cabo Verde	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Cachoeira da Prata	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Cachoeira de Minas	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Cachoeira Dourada	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

Município	Microrregião	Mesorregião
Caetanópolis	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Caeté	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Caiana	Muriaé	Zona da Mata
Cajuri	Viçosa	Zona da Mata
Caldas	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Camanducaia	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Cambuí	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Cambuquira	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Campanário	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Campanha	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Campestre	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Campina Verde	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Campo Belo	Campo Belo	Oeste de Minas
Campo do Meio	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Campo Florido	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Campos Altos	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Campos Gerais	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Canaã	Viçosa	Zona da Mata
Canápolis	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Cana Verde	Campo Belo	Oeste de Minas
Candeias	Campo Belo	Oeste de Minas
Cantagalo	Peçanha	Vale do Rio Doce
Capelinha	Capelinha	Jequitinhonha
Capetinga	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Capim Branco	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Capinópolis	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Capitão Enéas	Montes Claros	Norte de Minas
Capitólio	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Caputira	Manhuaçu	Zona da Mata
Caranaíba	Barbacena	Campo das Vertentes
Carandaí	Barbacena	Campo das Vertentes
Carangola	Muriaé	Zona da Mata
Caratinga	Caratinga	Vale do Rio Doce
Carbonita	Capelinha	Jequitinhonha
Careaçu	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Carlos Chagas	Nanuque	Vale do Mucuri
Carmésia	Guanhães	Vale do Rio Doce
Carmo da Cachoeira	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Carmo da Mata	Oliveira	Oeste de Minas
Carmo de Minas	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Carmo do Cajuru	Divinópolis	Oeste de Minas
Carmo do Paranaíba	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Carmo do Rio Claro	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Carmópolis de Minas	Oliveira	Oeste de Minas

Município	Microrregião	Mesorregião
Carneirinho	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Carvalhópolis	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Carvalhos	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Casa Grande	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Cascalho Rico	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Cássia	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Conceição da Barra de Minas	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Cataguases	Cataguases	Zona da Mata
Catas Altas	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Catas Altas da Noruega	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Catuji	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri
Caxambu	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Central de Minas	Mantena	Vale do Rio Doce
Centralina	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Chácara	Juiz de Fora	Zona da Mata
Chalé	Manhuaçu	Zona da Mata
Claro dos Poções	Montes Claros	Norte de Minas
Cláudio	Divinópolis	Oeste de Minas
Coimbra	Viçosa	Zona da Mata
Coluna	Guanhães	Vale do Rio Doce
Comendador Gomes	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Conceição da Aparecida	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Conceição das Alagoas	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Conceição do Pará	Divinópolis	Oeste de Minas
Conceição do Rio Verde	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Conceição dos Ouros	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Confins	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Congonhal	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Congonhas	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Conquista	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Conselheiro Lafaiete	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Conselheiro Pena	Aimorés	Vale do Rio Doce
Contagem	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Coqueiral	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Coração de Jesus	Montes Claros	Norte de Minas
Cordisburgo	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Corinto	Curvelo	Central Mineira
Coromandel	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Coronel Fabriciano	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Coronel Murta	Araçuaí	Jequitinhonha
Coronel Pacheco	Juiz de Fora	Zona da Mata
Coronel Xavier Chaves	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Córrego Danta	Piuí	Oeste de Minas
Córrego do Bom Jesus	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas

Município	Microrregião	Mesorregião
Córrego Fundo	Formiga	Oeste de Minas
Couto de Magalhães de Minas	Diamantina	Jequitinhonha
Cristais	Campo Belo	Oeste de Minas
Cristiano Ottoni	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Cristina	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Crucilândia	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Cruzília	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Curral de Dentro	Salinas	Norte de Minas
Curvelo	Curvelo	Central Mineira
Datas	Diamantina	Jequitinhonha
Delfim Moreira	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Delfinópolis	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Delta	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Descoberto	Juiz de Fora	Zona da Mata
Diamantina	Diamantina	Jequitinhonha
Diogo de Vasconcelos	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte
Dionísio	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Divino	Muriae	Zona da Mata
Divino das Laranjeiras	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Divinolândia de Minas	Guanhães	Vale do Rio Doce
Divinópolis	Divinópolis	Oeste de Minas
Divisa Alegre	Salinas	Norte de Minas
Divisa Nova	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Dom Cavati	Caratinga	Vale do Rio Doce
Dom Silvério	Ponte Nova	Zona da Mata
Dona Eusébia	Cataguases	Zona da Mata
Dores de Campos	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Dores do Indaiá	Bom Despacho	Central Mineira
Elói Mendes	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Engenheiro Caldas	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Engenheiro Navarro	Bocaiúva	Norte de Minas
Entre Folhas	Caratinga	Vale do Rio Doce
Entre Rios de Minas	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Ervália	Viçosa	Zona da Mata
Esmeraldas	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Espera Feliz	Muriae	Zona da Mata
Espinosa	Janaúba	Norte de Minas
Espírito Santo do Dourado	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Estiva	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Estrela Dalva	Cataguases	Zona da Mata
Estrela do Indaiá	Bom Despacho	Central Mineira
Estrela do Sul	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Eugenópolis	Muriae	Zona da Mata
Ewbank da Câmara	Juiz de Fora	Zona da Mata

Município	Microrregião	Mesorregião
Extrema	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Fama	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Faria Lemos	Muriaé	Zona da Mata
Felixlândia	Curvelo	Central Mineira
Fernandes Tourinho	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Ferros	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Fervedouro	Muriaé	Zona da Mata
Florestal	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte
Formiga	Formiga	Oeste de Minas
Fortaleza de Minas	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Fortuna de Minas	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Francisco Sá	Montes Claros	Norte de Minas
Frei Inocêncio	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Fronteira	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Frutal	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Funilândia	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Galiléia	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Glaucilândia	Montes Claros	Norte de Minas
Goianá	Juiz de Fora	Zona da Mata
Gonzaga	Guanhães	Vale do Rio Doce
Gouveia	Diamantina	Jequitinhonha
Governador Valadares	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Guanhães	Guanhães	Vale do Rio Doce
Guapé	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Guaraciaba	Ponte Nova	Zona da Mata
Guaranésia	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Guarani	Ubá	Zona da Mata
Guarará	Juiz de Fora	Zona da Mata
Guarda-Mor	Paracatu	Noroeste de Minas
Guaxupé	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Guidoval	Ubá	Zona da Mata
Guimarânia	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Guiricema	Ubá	Zona da Mata
Gurinhata	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Heliadora	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Iapu	Caratinga	Vale do Rio Doce
Ibertioga	Barbacena	Campo das Vertentes
Ibiá	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Ibiaí	Pirapora	Norte de Minas
Ibirité	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Ibitiúra de Minas	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Ibituruna	Oliveira	Oeste de Minas
Igarapé	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Igaratinga	Divinópolis	Oeste de Minas

Município	Microrregião	Mesorregião
Iguatama	Piuiú	Oeste de Minas
Ijaci	Lavras	Campo das Vertentes
Ilicínea	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Inconfidentes	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Indianópolis	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Inhapim	Caratinga	Vale do Rio Doce
Inhaúma	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Inimutaba	Curvelo	Central Mineira
Ipaba	Caratinga	Vale do Rio Doce
Ipanema	Aimorés	Vale do Rio Doce
Ipatinga	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Ipiaçu	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Ipuiúna	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Iraí de Minas	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Itabira	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Itabirito	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte
Itacarambi	Januária	Norte de Minas
Itaguara	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Itajubá	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Itamarandiba	Capelinha	Jequitinhonha
Itamarati de Minas	Cataguases	Zona da Mata
Itambacuri	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Itamogi	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Itamonte	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Itanhandu	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Itaobim	Pedra Azul	Jequitinhonha
Itapagipe	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Itapecerica	Formiga	Oeste de Minas
Itapeva	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Itatiaiuçu	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Itaú de Minas	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Itaúna	Divinópolis	Oeste de Minas
Itaverava	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Itinga	Araçuaí	Jequitinhonha
Itueta	Aimorés	Vale do Rio Doce
Ituiutaba	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Itumirim	Lavras	Campo das Vertentes
Iturama	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Itutinga	Lavras	Campo das Vertentes
Jaboticatubas	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Jacuí	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Jacutinga	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Jaguaraçu	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Jaíba	Janaúba	Norte de Minas

Município	Microrregião	Mesorregião
Jampruca	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Janaúba	Janaúba	Norte de Minas
Januária	Januária	Norte de Minas
Japaraíba	Bom Despacho	Central Mineira
Japonvar	Montes Claros	Norte de Minas
Jeceaba	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Jequeri	Ponte Nova	Zona da Mata
Jequitai	Pirapora	Norte de Minas
Jequitibá	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Jequitinhonha	Almenara	Jequitinhonha
Jesuânia	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Joáima	Almenara	Jequitinhonha
João Monlevade	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
João Pinheiro	Paracatu	Noroeste de Minas
Joaquim Felício	Curvelo	Central Mineira
José Raydan	Peçanha	Vale do Rio Doce
Nova União	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Juatuba	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Juiz de Fora	Juiz de Fora	Zona da Mata
Juramento	Montes Claros	Norte de Minas
Juruia	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Lagamar	Paracatu	Noroeste de Minas
Lagoa da Prata	Bom Despacho	Central Mineira
Lagoa Dourada	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Lagoa Formosa	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Lagoa Santa	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Lambari	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Laranjal	Cataguases	Zona da Mata
Lassance	Pirapora	Norte de Minas
Lavras	Lavras	Campo das Vertentes
Leopoldina	Cataguases	Zona da Mata
Liberdade	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Lima Duarte	Juiz de Fora	Zona da Mata
Lontra	Montes Claros	Norte de Minas
Luislândia	Montes Claros	Norte de Minas
Luz	Bom Despacho	Central Mineira
Machado	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Madre de Deus de Minas	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Manga	Januária	Norte de Minas
Manhuaçu	Manhuaçu	Zona da Mata
Manhumirim	Manhuaçu	Zona da Mata
Mantena	Mantena	Vale do Rio Doce
Maravilhas	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Mar de Espanha	Juiz de Fora	Zona da Mata

Município	Microrregião	Mesorregião
Maria da Fé	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Mariana	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte
Mário Campos	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Maripá de Minas	Juiz de Fora	Zona da Mata
Marliéria	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Martinho Campos	Bom Despacho	Central Mineira
Martins Soares	Manhuaçu	Zona da Mata
Materlândia	Guanhães	Vale do Rio Doce
Mateus Leme	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Matias Barbosa	Juiz de Fora	Zona da Mata
Matias Cardoso	Januária	Norte de Minas
Matipó	Manhuaçu	Zona da Mata
Mato Verde	Janaúba	Norte de Minas
Matozinhos	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Matutina	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Medeiros	Piui	Oeste de Minas
Medina	Pedra Azul	Jequitinhonha
Mendes Pimentel	Mantena	Vale do Rio Doce
Mercês	Ubá	Zona da Mata
Minas Novas	Capelinha	Jequitinhonha
Minduri	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Mirabela	Montes Claros	Norte de Minas
Miradouro	Muriaé	Zona da Mata
Miraí	Muriaé	Zona da Mata
Moeda	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Moema	Bom Despacho	Central Mineira
Monsenhor Paulo	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Monte Alegre de Minas	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Monte Azul	Janaúba	Norte de Minas
Monte Belo	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Monte Carmelo	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Monte Santo de Minas	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Montes Claros	Montes Claros	Norte de Minas
Monte Sião	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Morada Nova de Minas	Três Marias	Central Mineira
Morro da Garça	Curvelo	Central Mineira
Muriaé	Muriaé	Zona da Mata
Mutum	Aimorés	Vale do Rio Doce
Muzambinho	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Nanuque	Nanuque	Vale do Mucuri
Naque	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Natércia	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Nazareno	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Nepomuceno	Lavras	Campo das Vertentes

Município	Microrregião	Mesorregião
Nova Era	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Nova Lima	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Nova Ponte	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Nova Porteirinha	Janaúba	Norte de Minas
Nova Resende	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Nova Serrana	Divinópolis	Oeste de Minas
Olaria	Juiz de Fora	Zona da Mata
Olhos-d'Água	Bocaiúva	Norte de Minas
Olímpio Noronha	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Oliveira	Oliveira	Oeste de Minas
Oliveira Fortes	Juiz de Fora	Zona da Mata
Onça de Pitangui	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte
Orizânia	Muriaé	Zona da Mata
Ouro Branco	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Ouro Fino	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Ouro Preto	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte
Padre Paraíso	Araçuaí	Jequitinhonha
Paineiras	Três Marias	Central Mineira
Pains	Formiga	Oeste de Minas
Paiva	Juiz de Fora	Zona da Mata
Palma	Cataguases	Zona da Mata
Papagaios	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Paracatu	Paracatu	Noroeste de Minas
Pará de Minas	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte
Paraguaçu	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Paraisópolis	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Paraopeba	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Passa Quatro	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Passa Tempo	Oliveira	Oeste de Minas
Passos	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Patos de Minas	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Patrocínio	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Patrocínio do Muriaé	Muriaé	Zona da Mata
Paula Cândido	Viçosa	Zona da Mata
Peçanha	Peçanha	Vale do Rio Doce
Pedra Azul	Pedra Azul	Jequitinhonha
Pedra do Anta	Viçosa	Zona da Mata
Pedra do Indaiá	Formiga	Oeste de Minas
Pedralva	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Pedras de Maria da Cruz	Januária	Norte de Minas
Pedrinópolis	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Pedro Leopoldo	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Pequeri	Juiz de Fora	Zona da Mata
Pequi	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte

Município	Microrregião	Mesorregião
Perdigão	Divinópolis	Oeste de Minas
Perdizes	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Perdões	Campo Belo	Oeste de Minas
Periquito	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Piau	Juiz de Fora	Zona da Mata
Piedade de Caratinga	Caratinga	Vale do Rio Doce
Piedade de Ponte Nova	Ponte Nova	Zona da Mata
Piedade do Rio Grande	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Pimenta	Formiga	Oeste de Minas
Piracema	Oliveira	Oeste de Minas
Piranga	Viçosa	Zona da Mata
Piranguçu	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Piranguinho	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Pirapetinga	Cataguases	Zona da Mata
Pirapora	Pirapora	Norte de Minas
Piraúba	Ubá	Zona da Mata
Pitangui	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte
Piumhi	Piuiú	Oeste de Minas
Planura	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Poço Fundo	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Poços de Caldas	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Pompéu	Três Marias	Central Mineira
Ponte Nova	Ponte Nova	Zona da Mata
Ponto dos Volantes	Araçuaí	Jequitinhonha
Porteirinha	Janaúba	Norte de Minas
Porto Firme	Viçosa	Zona da Mata
Poté	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri
Pouso Alegre	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Pouso Alto	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Prados	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Prata	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Pratápolis	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Pratinha	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Presidente Juscelino	Curvelo	Central Mineira
Presidente Olegário	Paracatu	Noroeste de Minas
Alto Jequitibá	Manhuaçu	Zona da Mata
Prudente de Moraes	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Quartel Geral	Bom Despacho	Central Mineira
Queluzito	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Raposos	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Raul Soares	Ponte Nova	Zona da Mata
Recreio	Cataguases	Zona da Mata
Reduto	Manhuaçu	Zona da Mata
Resende Costa	São João Del Rei	Campo das Vertentes

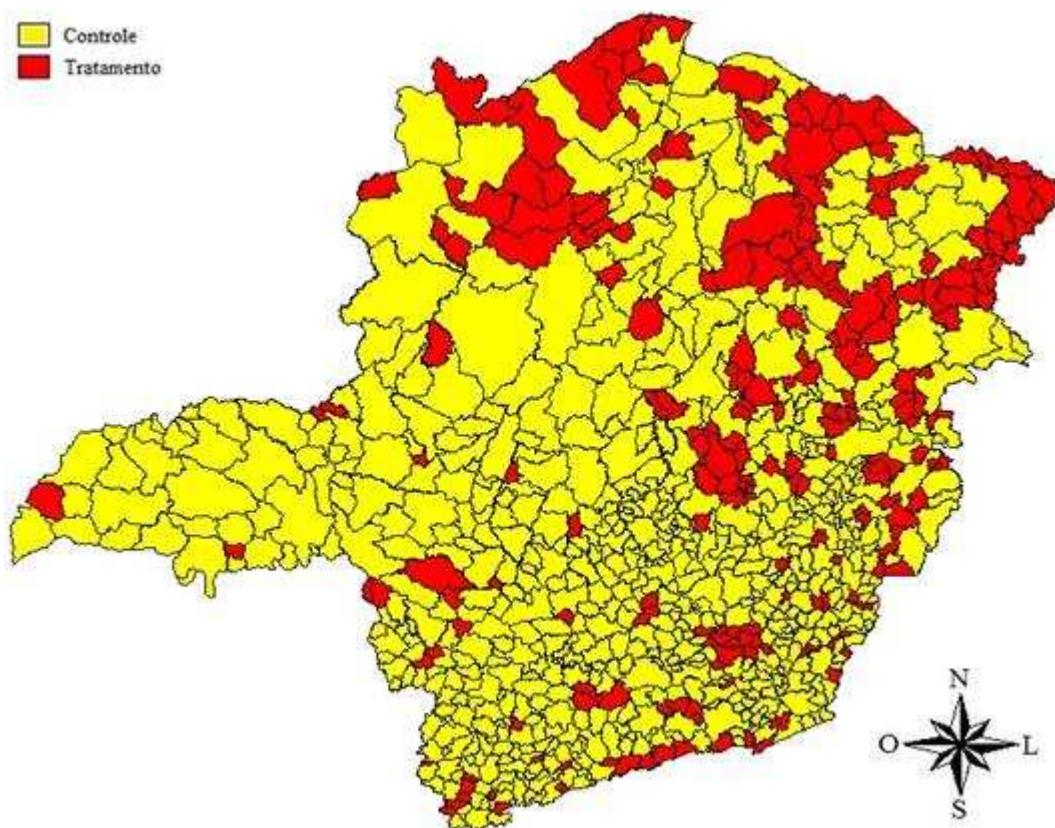
Município	Microrregião	Mesorregião
Resplendor	Aimorés	Vale do Rio Doce
Ressaquinha	Barbacena	Campo das Vertentes
Riacho dos Machados	Janaúba	Norte de Minas
Ribeirão das Neves	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Ribeirão Vermelho	Lavras	Campo das Vertentes
Rio Acima	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Rio Casca	Ponte Nova	Zona da Mata
Rio Doce	Ponte Nova	Zona da Mata
Rio Manso	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Rio Novo	Juiz de Fora	Zona da Mata
Rio Paranaíba	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Rio Piracicaba	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Rio Pomba	Ubá	Zona da Mata
Ritópolis	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Rochedo de Minas	Juiz de Fora	Zona da Mata
Rodeiro	Ubá	Zona da Mata
Romaria	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Rubelita	Salinas	Norte de Minas
Sabará	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Sabinópolis	Guanhães	Vale do Rio Doce
Sacramento	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Salinas	Salinas	Norte de Minas
Santa Bárbara	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Santa Bárbara do Leste	Caratinga	Vale do Rio Doce
Santa Bárbara do Monte Verde	Juiz de Fora	Zona da Mata
Santa Bárbara do Tugúrio	Barbacena	Campo das Vertentes
Santa Cruz de Minas	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Santa Cruz do Escalvado	Ponte Nova	Zona da Mata
Santa Efigênia de Minas	Guanhães	Vale do Rio Doce
Santa Juliana	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Santa Luzia	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Santa Margarida	Manhuaçu	Zona da Mata
Santa Maria de Itabira	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Santa Maria do Suaçuí	Peçanha	Vale do Rio Doce
Santana da Vargem	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Santana de Cataguases	Cataguases	Zona da Mata
Santana de Pirapama	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Santana do Jacaré	Campo Belo	Oeste de Minas
Santana do Manhuaçu	Manhuaçu	Zona da Mata
Santana do Paraíso	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Santa Rita de Caldas	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Santa Rita de Minas	Caratinga	Vale do Rio Doce
Santa Rita do Sapucaí	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Santa Rosa da Serra	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

Município	Microrregião	Mesorregião
Santa Vitória	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Santo Antônio do Amparo	Oliveira	Oeste de Minas
Santo Antônio do Gramma	Ponte Nova	Zona da Mata
Santo Antônio do Monte	Divinópolis	Oeste de Minas
Santos Dumont	Juiz de Fora	Zona da Mata
São Bento Abade	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
São Brás do Suaçuí	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
São Domingos do Prata	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
São Francisco	Januária	Norte de Minas
São Francisco de Paula	Oliveira	Oeste de Minas
São Francisco de Sales	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
São Francisco do Glória	Muriaé	Zona da Mata
São Geraldo	Ubá	Zona da Mata
São Gonçalo do Abaeté	Paracatu	Noroeste de Minas
São Gonçalo do Pará	Divinópolis	Oeste de Minas
São Gonçalo do Rio Abaixo	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
São Gonçalo do Sapucaí	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
São Gotardo	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
São João Batista do Glória	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
São João da Lagoa	Montes Claros	Norte de Minas
São João da Mata	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
São João da Ponte	Montes Claros	Norte de Minas
São João del Rei	São João Del Rei	Campo das Vertentes
São João do Manhuaçu	Manhuaçu	Zona da Mata
São João do Manteninha	Mantena	Vale do Rio Doce
São João do Oriente	Caratinga	Vale do Rio Doce
São João Evangelista	Guanhães	Vale do Rio Doce
São João Nepomuceno	Juiz de Fora	Zona da Mata
São Joaquim de Bicas	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
São José da Lapa	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
São José da Varginha	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte
São José do Alegre	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
São José do Goiabal	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
São José do Jacuri	Peçanha	Vale do Rio Doce
São Lourenço	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
São Miguel do Anta	Viçosa	Zona da Mata
São Pedro dos Ferros	Ponte Nova	Zona da Mata
São Pedro do Suaçuí	Peçanha	Vale do Rio Doce
São Sebastião da Bela Vista	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
São Sebastião do Oeste	Divinópolis	Oeste de Minas
São Sebastião do Paraíso	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
São Sebastião do Rio Verde	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
São Tiago	São João Del Rei	Campo das Vertentes
São Tomás de Aquino	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas

Município	Microrregião	Mesorregião
São Thomé das Letras	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
São Vicente de Minas	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Sapucai-Mirim	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Sardoá	Guanhães	Vale do Rio Doce
Sarzedo	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Senador José Bento	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Senhora do Porto	Guanhães	Vale do Rio Doce
Senhora dos Remédios	Barbacena	Campo das Vertentes
Seritinga	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Serra da Saudade	Bom Despacho	Central Mineira
Serra dos Aimorés	Nanuque	Vale do Mucuri
Serra do Salitre	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Serrania	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Serranos	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Serro	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte
Sete Lagoas	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Silveirânia	Ubá	Zona da Mata
Silvianópolis	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Simão Pereira	Juiz de Fora	Zona da Mata
Simonésia	Manhuaçu	Zona da Mata
Sobralia	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Soledade de Minas	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Tabuleiro	Ubá	Zona da Mata
Taiobeiras	Salinas	Norte de Minas
Tapira	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Tapiraí	Piui	Oeste de Minas
Tarumirim	Caratinga	Vale do Rio Doce
Teixeiras	Viçosa	Zona da Mata
Teófilo Otoni	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri
Timóteo	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Tiradentes	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Tiros	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Tocantins	Ubá	Zona da Mata
Tombos	Muriae	Zona da Mata
Três Corações	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Três Marias	Três Marias	Central Mineira
Três Pontas	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Tupaciguara	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Turmalina	Capelinha	Jequitinhonha
Turvolândia	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Ubá	Ubá	Zona da Mata
Ubaporanga	Caratinga	Vale do Rio Doce
Uberaba	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Uberlândia	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

Município	Microrregião	Mesorregião
Unai	Unai	Noroeste de Minas
União de Minas	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Urucânia	Ponte Nova	Zona da Mata
Vargem Alegre	Caratinga	Vale do Rio Doce
Varginha	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Varjão de Minas	Paracatu	Noroeste de Minas
Várzea da Palma	Pirapora	Norte de Minas
Vazante	Paracatu	Noroeste de Minas
Verdelândia	Montes Claros	Norte de Minas
Veríssimo	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Vespasiano	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Viçosa	Viçosa	Zona da Mata
Mathias Lobato	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Virgem da Lapa	Araçuaí	Jequitinhonha
Virgínia	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Virginópolis	Guanhães	Vale do Rio Doce
Visconde do Rio Branco	Ubá	Zona da Mata
Volta Grande	Cataguases	Zona da Mata
Wenceslau Braz	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 1A: Disposição geográfica dos municípios dos grupos de tratamento e controle em Minas Gerais.

Tabela 3A: Estimação do modelo probit para a técnica de pareamento por *kernel*

Variável	Coefficiente	Desvio-Padrão	Z	P-valor	[95% Coeficiente de Intervalo]	
Constante	-3,8906	0,5456	-7,1300	0,0000***	-4,9601	-2,8212
CF	2,3097	0,2591	8,9100	0,0000***	1,8018	2,8176
CH	2,2817	0,4039	5,6500	0,0000***	1,4902	3,0733
FPM	2,2194	1,0363	2,1400	0,0320**	0,1883	4,2505
IQV	1,1157	0,5608	1,9900	0,0470**	0,0166	2,2149

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.

Tabela 4A: Municípios pertencentes ao grupo de controle segundo o *coding*

Município	Microrregião	Mesorregião
Alfredo Vasconcelos	Barbacena	Campo das Vertentes
Alterosa	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Alvinópolis	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Antônio Carlos	Barbacena	Campo das Vertentes
Araçuaí	Araçuaí	Jequitinhonha
Araguari	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Arantina	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Araponga	Viçosa	Zona da Mata
Arapuá	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Araújos	Bom Despacho	Central Mineira
Araxá	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Baldim	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Barão de Cocais	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Bicas	Juiz de Fora	Zona da Mata
Brasilândia de Minas	Paracatu	Noroeste de Minas
Brasília de Minas	Montes Claros	Norte de Minas
Bugre	Caratinga	Vale do Rio Doce
Buritizinho	Pirapora	Norte de Minas
Cachoeira de Minas	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Caiana	Muriae	Zona da Mata
Caldas	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Campos Gerais	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Cana Verde	Campo Belo	Oeste de Minas
Capelinha	Capelinha	Jequitinhonha
Capinópolis	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Caputira	Manhuaçu	Zona da Mata
Caranaíba	Barbacena	Campo das Vertentes
Carlos Chagas	Nanuque	Vale do Mucuri
Carmo da Mata	Oliveira	Oeste de Minas
Carvalhos	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Catuji	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri
Caxambu	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Conquista	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Córrego do Bom Jesus	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas

Município	Microrregião	Mesorregião
Curvelo	Curvelo	Central Mineira
Descoberto	Juiz de Fora	Zona da Mata
Diamantina	Diamantina	Jequitinhonha
Diogo de Vasconcelos	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte
Divino das Laranjeiras	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Divinópolis	Divinópolis	Oeste de Minas
Divisa Alegre	Salinas	Norte de Minas
Divisa Nova	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Dona Eusébia	Cataguases	Zona da Mata
Dores de Campos	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Dores do Indaiá	Bom Despacho	Central Mineira
Elói Mendes	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Entre Folhas	Caratinga	Vale do Rio Doce
Fernandes Tourinho	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Ferros	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Florestal	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte
Formiga	Formiga	Oeste de Minas
Francisco Sá	Montes Claros	Norte de Minas
Guanhães	Guanhães	Vale do Rio Doce
Guapé	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Guaxupé	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Ibirité	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Igarapé	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Iguatama	Piui	Oeste de Minas
Ijaci	Lavras	Campo das Vertentes
Inhapim	Caratinga	Vale do Rio Doce
Itabira	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Itabirito	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte
Itaguara	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Itamarandiba	Capelinha	Jequitinhonha
Itamogi	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas
Itamonte	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Itapagipe	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Itaúna	Divinópolis	Oeste de Minas
Itueta	Aimorés	Vale do Rio Doce
Jacutinga	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas
Janaúba	Janaúba	Norte de Minas
Jesuânia	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas
Lassance	Pirapora	Norte de Minas
Lima Duarte	Juiz de Fora	Zona da Mata
Lontra	Montes Claros	Norte de Minas
Machado	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas
Manga	Januária	Norte de Minas
Mantena	Mantena	Vale do Rio Doce

Município	Microrregião	Mesorregião
Maravilhas	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Medeiros	Piuí	Oeste de Minas
Medina	Pedra Azul	Jequitinhonha
Miradouro	Muriaé	Zona da Mata
Miraí	Muriaé	Zona da Mata
Monte Alegre de Minas	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Monte Carmelo	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Morada Nova de Minas	Três Marias	Central Mineira
Natércia	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
Nazareno	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Nova Era	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
Nova Ponte	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Oliveira Fortes	Juiz de Fora	Zona da Mata
Ouro Branco	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Passa Tempo	Oliveira	Oeste de Minas
Peçanha	Peçanha	Vale do Rio Doce
Pedra do Indaíá	Formiga	Oeste de Minas
Pedro Leopoldo	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Piau	Juiz de Fora	Zona da Mata
Piedade do Rio Grande	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Piranguçu	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Pirapetinga	Cataguases	Zona da Mata
Planura	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Pompéu	Três Marias	Central Mineira
Pratápolis	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Queluzito	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte
Reduto	Manhuaçu	Zona da Mata
Rio Doce	Ponte Nova	Zona da Mata
Rio Pomba	Ubá	Zona da Mata
Ritópolis	São João Del Rei	Campo das Vertentes
Santa Luzia	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte
Santana de Pirapama	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Santa Rita de Minas	Caratinga	Vale do Rio Doce
Santa Rosa da Serra	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
Santo Antônio do Amparo	Oliveira	Oeste de Minas
Santo Antônio do Gramma	Ponte Nova	Zona da Mata
São Geraldo	Ubá	Zona da Mata
São Gonçalo do Sapucaí	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
São João da Mata	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas
São José do Goiabal	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte
São Vicente de Minas	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas
Sapucaí-Mirim	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Senador José Bento	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Serra do Salitre	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

Município	Microrregião	Mesorregião
Sete Lagoas	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte
Simão Pereira	Juiz de Fora	Zona da Mata
Taiobeiras	Salinas	Norte de Minas
Teixeiras	Viçosa	Zona da Mata
Timóteo	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Três Corações	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas
Ubá	Ubá	Zona da Mata
União de Minas	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

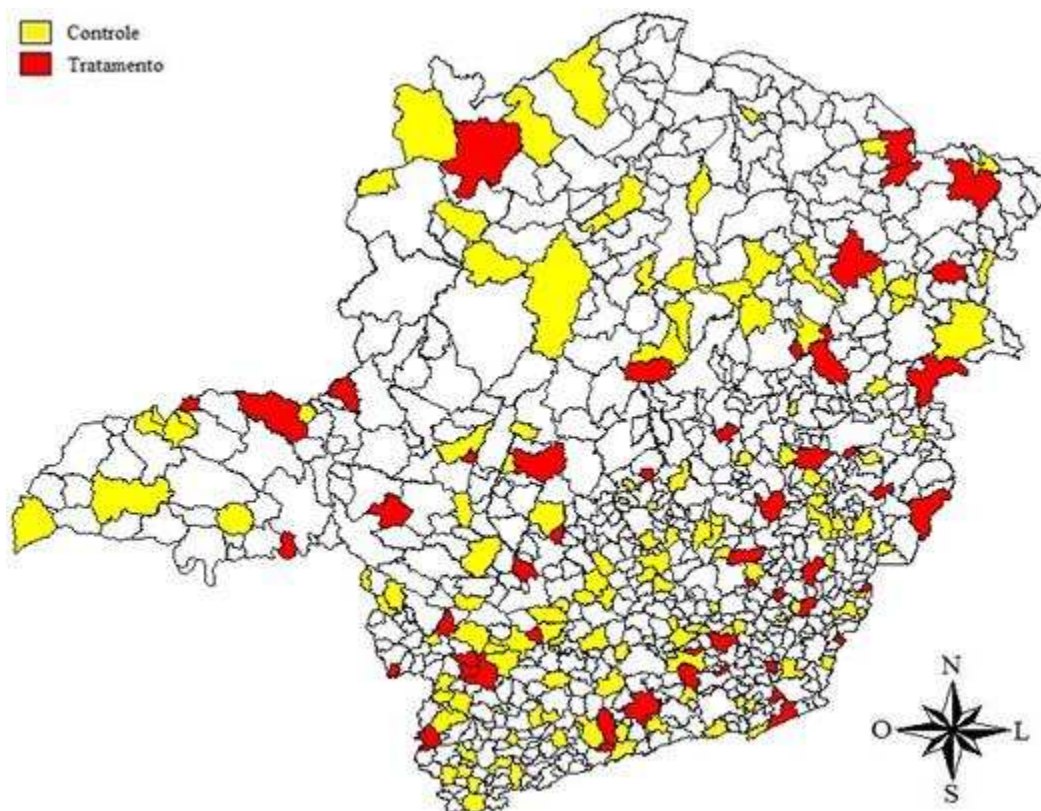
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

Tabela 5A: Municípios pertencentes ao grupo de tratamento segundo o *coding*

Município	Microrregião	Mesorregião
Alvarenga	Aimorés	Vale do Rio Doce
Antônio Prado de Minas	Muriaé	Zona da Mata
Bandeira	Almenara	Jequitinhonha
Bertópolis	Nanuque	Vale do Mucuri
Bom Jesus da Penha	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Botumirim	Grão Mogol	Norte de Minas
Brás Pires	Viçosa	Zona da Mata
Cabeceira Grande	Unaí	Noroeste de Minas
Campo Azul	Montes Claros	Norte de Minas
Capitão Andrade	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Cedro do Abaeté	Três Marias	Central Mineira
Chapada do Norte	Capelinha	Jequitinhonha
Claraval	Passos	Sul/Sudoeste de Minas
Conceição de Ipanema	Aimorés	Vale do Rio Doce
Crisólita	Nanuque	Vale do Mucuri
Dom Joaquim	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte
Felício dos Santos	Diamantina	Jequitinhonha
Formoso	Unaí	Noroeste de Minas
Francisco Dumont	Bocaiúva	Norte de Minas
Franciscópolis	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri
Gemeleiras	Janaúba	Norte de Minas
Goiabeira	Aimorés	Vale do Rio Doce
Guaraciama	Bocaiúva	Norte de Minas
Josenópolis	Grão Mogol	Norte de Minas
Lagoa dos Patos	Pirapora	Norte de Minas
Lagoa Grande	Paracatu	Noroeste de Minas
Lamim	Viçosa	Zona da Mata
Luisburgo	Manhuaçu	Zona da Mata
Luminárias	Lavras	Campo das Vertentes
Marilac	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Marmelópolis	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas
Mesquita	Ipatinga	Vale do Rio Doce
Monjolos	Curvelo	Central Mineira
Monte Formoso	Almenara	Jequitinhonha
Morro do Pilar	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte

Município	Microrregião	Mesorregião
Munhoz	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas
Novo Cruzeiro	Araçuaí	Jequitinhonha
Ouro Verde de Minas	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri
Paulistas	Guanhães	Vale do Rio Doce
Pedra Bonita	Manhuaçu	Zona da Mata
Pescador	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
Piedade dos Gerais	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte
Pintópolis	Januária	Norte de Minas
Presidente Kubitschek	Diamantina	Jequitinhonha
Santa Maria do Salto	Almenara	Jequitinhonha
Santo Antônio do Aventureiro	Cataguases	Zona da Mata
Santo Antônio do Retiro	Salinas	Norte de Minas
São Geraldo da Piedade	Governador Valadares	Vale do Rio Doce
São João do Paraíso	Salinas	Norte de Minas
São Sebastião do Maranhão	Peçanha	Vale do Rio Doce
Serranópolis de Minas	Janaúba	Norte de Minas
Uruana de Minas	Unaí	Noroeste de Minas
Vargem Bonita	Piuí	Oeste de Minas

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 2A: Disposição geográfica dos municípios dos grupos de tratamento e controle, em Minas Gerais, segundo o *coding*.

Tabela 6A: Resumo dos principais resultados gerados

Variável	GERAL	AGRO	IND	SER	TPA	POT	EFI	COD
Constante	0,0651 (0,0436)	-0,1040 (0,0638)	0,2615*** (0,0727)	0,0367 (0,0287)	0,0677 (0,0432)	0,0721* (0,0432)	0,0679 (0,0434)	-0,0468 (0,0897)
DPA	-0,0021 (0,0101)	-0,0018 (0,0150)	0,0213 (0,0169)	0,0014 (0,0069)	0,0001 (0,0003)	0,0919 (0,0723)	-0,0757 (0,3068)	-0,0294 (0,0197)
CF	0,0837*** (0,0215)	0,0876*** (0,0318)	0,0707** (0,0358)	0,0682*** (0,0140)	0,0803*** (0,0211)	0,0744*** (0,0211)	0,0808*** (0,0210)	0,0728* (0,0410)
CH	-0,0016 (0,0331)	-0,0930 (0,0491)	0,0796 (0,0554)	0,0346 (0,0213)	-0,0049 (0,0327)	-0,0117 (0,0330)	-0,0042 (0,0326)	0,1112* (0,0635)
FPM	0,0023 (0,0829)	0,2405* (0,1232)	- 0,3817*** (0,1388)	0,0866* (0,0533)	0,0008 (0,0826)	-0,0009 (0,0826)	-0,0006 (0,0829)	0,1555 (0,1676)
IQV	0,0164 (0,0493)	-0,0664 (0,0733)	-0,0363 (0,0826)	0,0432 (0,0317)	0,0148 (0,0492)	0,0062 (0,0497)	0,0146 (0,0493)	0,0356 (0,0777)
WTXPIB	0,0298*** (0,0084)	0,1377*** (0,0167)	0,0233*** (0,0086)	0,0208** (0,0086)	0,0298*** (0,0084)	0,0293*** (0,0084)	0,0298*** (0,0084)	0,0464 (0,0247)
WDPA	- -	- -	- -	0,0256** (0,0116)	- -	- -	- -	- -

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs¹: DPA – *Dummy* ProAcesso, CF – Capital Físico, CH – Capital Humano, FPM – Fundo de Participação Municipal, IQV – Índice de Qualidade de Vida.

Obs²: Desvio Padrão entre parênteses.

Nota: * Significativo a 10%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 1%.