

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

ADIRSON MACIEL DE FREITAS JUNIOR

**CONVERGÊNCIA DA DEMANDA EFETIVA
DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL**

PONTA GROSSA
2019

ADIRSON MACIEL DE FREITAS JUNIOR

CONVERGÊNCIA DA DEMANDA EFETIVA DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa junto ao Programa de Pós-Graduação Stricto Senso de Economia Aplicada, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Economia.

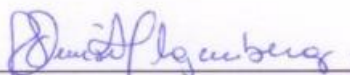
Orientadora: Profa. Dra. Cleise Maria de Almeida Tupich Hilgemberg

PONTA GROSSA
2019

ADIRSON MACIEL DE FREITAS JUNIOR

CONVERGÊNCIA DA DEMANDA EFETIVA DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL

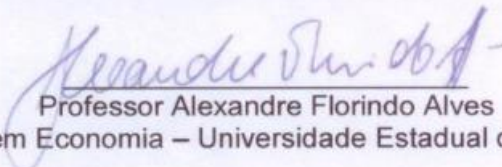
Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa junto ao Programa de Pós-Graduação Stricto Senso de Economia Aplicada, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Economia.



Orientadora Professora Cleise Maria de Almeida Tupich Hilgemberg
Doutora em Economia – Universidade Estadual de Ponta Grossa



Professor Alysson Luiz Stege
Doutor em Economia – Universidade Estadual de Ponta Grossa



Professor Alexandre Florindo Alves
Doutor em Economia – Universidade Estadual de Maringá

Ponta Grossa, 08 de fevereiro de 2019

F866 Freitas Junior, Adirson Maciel
Convergência da demanda efetiva de automóveis no Brasil / Adirson
Maciel Freitas Junior . Ponta Grossa, 2019.
78 f.

Dissertação (Mestrado em Economia - Área de Concentração:
Economia), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Cleise Maria de Almeida Tupich Hilgemberg.

1. Demanda efetiva de automóveis. 2. Análise de cluster. 3. Análise
exploratória de dados espaciais (AEDE). 4. Painel espacial. 5.
Convergência. I. Hilgemberg, Cleise Maria de Almeida Tupich. II.
Universidade Estadual de Ponta Grossa. Economia. III.T.

CDD: 330.9

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre em primeiro lugar.

Aos pais, por me ouvirem nos momentos de maior angústia, por não me deixaram desistir quando pensei que já não conseguiria, por ensinarem que o único caminho é o estudo e agradeço e dedico a vocês realização desse sonho.

A minha vovozinha Maria, porque sempre me incentivou a prosseguir, obrigado pelos seus conselhos e por me cuidar sempre.

A minha namorada Bruna Emanuele Schiebelbein que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Obrigado meu amor, por aguentar tantas crises de estresse e ansiedade. Sem você do meu lado esse trabalho não seria possível.

Minha eterna gratidão à meu melhor amigo desta vida Leonardo Leite Ferraz de Campos, mesmo longe sempre soube me incentivar e apoiar nesse caminho. Aos amigos de mestrado, em especial Pedro Henrique Batista de Barros, pelas horas de estudos compartilhadas e imenso incentivo para continuar nessa caminhada. Cleber Yutaka Osaku, Matheus Justino Candido e Rubens Ibraim Ribeiro estes irmãos na amizade que fizeram parte dessa jornada, certamente continuarão presentes em minha vida.

Aos professores do programa de Mestrado em Economia da UEPG, especificamente agradecendo as considerações dos professores da banca Alysson Luiz Stege e Alexandre Florindo Alves que muito contribuíram para o direcionamento e conclusão desse trabalho.

À orientadora Cleise Maria de Almeida Tupich Hilgemberg, por ter me acolhido nesse período, por ser mais que uma professora, ser uma amiga uma segunda mãe. Agradeço imensamente pela sua paciência, pela sua prontidão, por compartilhar seu vasto conhecimento com tamanha generosidade, por me orientar nas mais difíceis escolhas que tive de tomar. Minha eterna gratidão.

Superando tempestades, semeamos o futuro!
Com fé em Deus e confiança em nós mesmos.
Alcançaremos a primavera onde colheremos
todos os sonhos idealizados.

Prof. Anadyr.

RESUMO

Freitas Jr, Adirson. Convergência da Demanda Efetiva de Automóveis no Brasil, 2019. 78f. Dissertação Mestrado em Economia – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. 2019.

O presente trabalho investigou a convergência da frota de automóveis *per capita* nas microrregiões brasileiras por meio dos processos de convergência absoluta, condicional e testou a hipótese da existência de clubes de convergência, no período 2004 a 2015. Ademais, considerou-se também a defasagem espacial e de transbordamentos das variáveis explicativas. Tais análises buscaram averiguar a existência de coeficientes β e de velocidades de convergência específicos para cada modelo apresentado. Para atingir os objetivos foi necessário averiguar a dinâmica espaço-temporal da demanda efetiva de automóveis *per capita*, afim de localizar os padrões de associação espacial, para assim realizar a busca por *clusters* espaciais significativos entre as microrregiões brasileiras, deste modo, foram utilizadas as ferramentas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), Análise de *Cluster* e da Econometria Espacial. O Estudo confirmou a hipótese de homogeneização da demanda de automóveis *per capita* além considerar a existência de clubes de convergência.

Palavras-Chave: Demanda Efetiva de Automóveis; Análise de *Cluster*, Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE); Painel Espacial, Convergência.

ABSTRACT

Freitas Jr, Adirson. Convergence of the Effective Demand of Automobiles in Brazil. 2019. 79. Thesis Master's Degree in Economics - State University of Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2019.

The present work investigated the convergence of the *per capita* automobile fleet of the Brazilian microregions, through the processes of absolute convergence, conditional and tested the hypothesis of the existence of convergence clubs, from 2004 to 2015. In addition, we also considered the lag spatial distribution and overflow of explanatory variables. This analysis sought to verify the existence of β coefficients and specific convergence velocities for each model presented. In order to reach the objectives, it was necessary to investigate the space-time dynamics of the effective demand of automobiles *per capita*, in order to locate the patterns of spatial association, in order to perform the search for significant spatial clusters among the Brazilian microregions. tools of Exploratory Analysis of Spatial Data (ESDA), Cluster Analysis and Spatial Econometrics. The study confirmed the hypothesis of homogenization of the demand for automobiles *per capita* in addition to considering the existence of convergence clubs.

Keywords: Effective Demand for Cars; Cluster Analysis, Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA); Space Pane, Convergence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	CARATERÍSTICAS GERAIS DO DESENVOLVIMENTO AUTOMÓVEL.....	13
2.1	O AUTOMÓVEL NA SOCIEDADE BRASILEIRA E O CICLO DE DEMANDA DE AUTOMÓVEIS.....	16
3	MÉTODOS E ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	24
3.1	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE).....	26
3.1.1	Matriz de Pesos Espaciais.....	27
3.1.1.1	Diagramas de Dispersão de Moran	29
3.1.1.2	Indicadores Locais de Associação Espacial (Lisa).....	29
3.1.1.3	Autocorrelação Espacial Global Bivariada.....	30
3.2	ANÁLISE DE CLUSTERS.....	31
3.3	PAINEL DE DADOS ESPACIAIS.....	32
3.4	CONVERGÊNCIA.....	34
3.6	VELOCIDADE DE CONVERGÊNCIA E MEIA VIDA.....	38
4	RESULTADOS.....	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
6	REFERÊNCIAS.....	67

1. INTRODUÇÃO

A questão da mobilidade é de fundamental importância nos grandes centros urbanos do Brasil e do mundo, dado que a vida moderna é basicamente fundada na cidade onde habitam a maior parte dos cidadãos de um país (COSTA *et al.*, 2007; LIMA, 2005, LUBECK, 2014; DE FÁTIMA FIGUEIRÊDO, 2013).

Desse modo, a mobilidade urbana possui grande relevância, pois a cidade reúne os espaços de produção podendo ser entendidas como um sistema de inter-relações entre espaços cheios e vazios, o que implica que seu planejamento interfere diretamente em seu funcionamento (COSTA *et al.*, 2007; LIMA, 2005).

No Brasil, a mobilidade urbana pode ser considerada, conforme argumentam os autores Costa *et al.* (2007) e Duarte *et al.* (2012), como a condição criada para as pessoas poderem se locomover entre as diferentes zonas de uma cidade ou região. Porém, é importante retratar que os sistemas de transportes são complexos e tal complexidade deriva das características estruturais existentes em cada região como diferenças de topografia, tipo de rodovias, renda, concentração populacional, hábitos e finalidade de consumo, organizações envolvidas em seu planejamento e gestão (CORREA, 1989).

Na medida que as cidades se tornam cada vez mais horizontais, o automóvel consequentemente cada vez predominante no uso das vias rodoviárias dado sua possibilidade de oferecer ao usuário conforto, confiança, segurança, tempo de acesso, velocidade, tornando o automóvel o principal substituto ao transporte coletivo (MASCARENHAS, 2016). O aumento do consumo de automóveis pelas famílias brasileiras pode ser atribuído a duas principais causas: tanto ao liberalismo econômico quanto as políticas voltadas para o carro popular nas últimas décadas (CARVALHO E PEREIRA, 2012).

Vale lembrar que o transporte no Brasil é concentrado na malha rodoviária indicando o uso em grande monta de veículos automotores tanto no que diz respeito ao transporte urbano (quer seja coletivo ou individual) ou de carga (com uso de frotas de caminhões de todos os tipos) (RODRIGUES, 2008).

A estes argumentos Lubeck (2014) e De Fátima Figueirêdo (2013) acrescentam que houve crescimento na demanda de automóveis e motocicletas no Brasil.

De acordo com Lubeck (2014), o aumento da demanda entre os anos de 2004 e 2010, deve-se ao fato de 32 milhões de pessoas terem se elevado socioeconomicamente, fato este atribuído a estabilidade econômica, queda da inflação e diminuição na taxa de desemprego.

Outro argumento, referente ao aumento da demanda de automóveis conforme relatam os autores Costa Júnior et al. (2018), em seus estudos sugerem que a implementação de políticas fiscais como a redução do IPI após a crise de 2008, resultaram em um expressivo aumento da frota no país. Ademais, segundo os autores, essas políticas de caráter anticíclico adotadas após as crises especificamente ao setor automobilístico se devem a importância relativa desse setor à economia nacional.

Entretanto, segundo dados do Departamento de Trânsito Nacional (DENATRAN, 2018), o crescimento da frota de automóveis de 2000 a 2017 não aconteceu de forma homogênea ao longo do território brasileiro. Por exemplo, as regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste do país apresentaram uma taxa de crescimento de suas frotas respectivamente de 292,33%, 212,24% e 194,84%. A região Sudeste e Sul, por outro lado, apresentaram um crescimento relativamente menor de 128,69% e 148,53%, respectivamente, indicando que há diferenças regionais consideráveis no crescimento da frota de automóveis no país.

Uma possível explicação para essa heterogeneidade segundo dados do DENATRAN (2018) é que as maiores taxas de crescimento estão diretamente vinculadas às regiões com frotas iniciais menores.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo geral investigar a convergência da demanda de automóveis das microrregiões brasileiras, incorporando o efeito de vizinhança proporcionado pela interação espacial, e, portanto, controlar os efeitos das dependências espaciais e heterogeneidade espacial observável e não observável, por meio do uso das metodologias AEDE, Análise de *cluster* e Painel de dados espacial.

Mais especificamente, pretende-se verificar quais são os determinantes da convergência nas suas três versões: (I) Convergência β absoluta ou incondicional onde as demandas das microrregiões convergem para um único estado estacionário independentemente de suas condições iniciais; (II) Convergência β condicional: as demandas das microrregiões que possuem características estruturais semelhantes (PIB *per capita*, densidade populacional, densidade de emprego) convergem no

longo prazo independentemente das condições iniciais. A convergência condicional é compatível com a existência de vários equilíbrios estáveis de longo prazo para demanda de automóveis e (III) Clubes de Convergência: demandas *per capita* das microrregiões que possuem características estruturais semelhantes convergem no longo prazo somente quando suas condições iniciais são muito próximas (GALOR, 1996). Nesse caso, pode-se associar à convergência clube a existência de múltiplos equilíbrios estáveis.

Os modelos de convergência podem ser estudados ou a partir de dados de corte transversal (*cross-section* – analisando um ponto no tempo), ou através de dados longitudinais (painel de dados) utilizado para designar informações de várias unidades acompanhadas ao longo do tempo, método empregado neste trabalho. (ALMEIDA, 2012)

A metodologia de convergência é aplicada em vários contextos na literatura, nos mais diferentes temas como Agricultura (ALMEIDA, *et al.*, 2008); Crime (DE ALMEIDA, 2014); Pecuária Bovina no Brasil (FREITAS JR e BARROS, 2018); Inovação (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016); Internet (CELBIS, 2018); Trabalhador Classe Criativa (MISHRA, 2016); Tecnologia (FREITAS *et al.*, 2010); Preços de carros no mercado europeu (GOLDBERG, 2005).

No entanto, para o caso brasileiro ainda não há estudos que discutam a frota efetiva de automóveis *per capita* o que permite a este trabalho preencher esta lacuna com o objetivo de validar a hipótese de existência convergência da demanda de automóveis para o Brasil no período de 2004 a 2015.

Para atingir os objetivos propostos serão utilizadas as técnicas da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), Análise de Agrupamento (*Cluster Analises*) e Econometria espacial por meio da regressão dos modelos de Convergência Absoluta, Convergência Condicional e Convergência Condicional dos Clubes, a partir de um painel de dados espacial para 558 microrregiões brasileiras no período de 2004 a 2015. As metodologias mencionadas possibilitam analisar a distribuição espacial, além de possíveis processos espaciais adjacentes, a saber, a existência de dependência e da heterogeneidade espacial. O uso dessas técnicas de análise espacial deve-se ao fato de que a demanda desse bem de consumo é frequentemente sujeita a efeitos espaciais, dado a existência de condições regionais, como capacidade de transporte público, emprego, renda e população (ALMEIDA, 2012).

Ademais, segundo Quah (1996), a maioria dos estudos realizados com a finalidade aqui apresentada, utilizam-se de dados regionais sendo, portanto, espaciais. Entretanto, é comum a não consideração de possíveis efeitos espaciais contidos na amostra o que pode invalidar as inferências estatísticas. Por esses motivos, além da AEDE e da estimação econométrica convencional de dados em painel, caso seja identificado a presença de dependência espacial, essa deverá ser devidamente considerada adotando-se técnicas advindas da econometria espacial. Conforme Rey e Montoury (1999), os procedimentos advindos das AEDE e da econometria espacial possibilitaram o desenvolvimento de estimativas e conclusões mais confiáveis e condizentes com a realidade permitindo uma nova perspectiva da dinâmica geográfica e espacial do crescimento das variáveis analisadas Inter temporalmente entre as regiões.

Para tanto, o presente trabalho será estruturado em mais quatro seções além desta. A segunda aborda as principais características do desenvolvimento rodoviário evidenciando sua importância ao longo dos anos. A fundamentação teórica utilizada e a descrição do método e base de dados estão contempladas na terceira seção, fazendo com que a quarta seção apresente a análise espacial e suas discussões, bem como os resultados dos modelos econométricos e sua análise. E, finalmente na quinta e última seção apresenta-se as considerações finais.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS E DESENVOLVIMENTO DO AUTOMÓVEL

Esta seção tem por objetivo apresentar de forma resumida a evolução do objeto de estudo a partir de uma abordagem histórica no âmbito internacional e nacional, além de outros aspectos que visam explicar a importância do automóvel para a sociedade atual de modo a apresentar a importância econômica da demanda efetiva deste bem a partir do conceito de círculo vicioso da aquisição de automóvel, pilar fundamental para o desenvolvimento do estudo.

É possível observar a partir do estudo de autores como Freitag (1979), Santos (2010) e Maksimkin (2018) que a evolução do transporte rodoviário no mundo pode ser dividida em três ciclos bem definidos de nossa história: I) a utilização de animais e carroças na Idade Média; II) o desenvolvimento da indústria automobilística no início do século XX e III) a crise do petróleo na década de 70.

Estes fatores consubstanciam as fases de implantação, desenvolvimento e estagnação do transporte rodoviário no Mundo e no Brasil.

O início da construção de estradas no mundo está relacionado à criação dos primeiros veículos com rodas, que foram importantes para o crescimento do Império Romano onde as estradas contribuem de forma significativa para o crescimento econômico. Assim, no século V a.C. já havia uma lei que regulamentava a criação de estradas. (DE OLIVEIRA FARIA, 2004; GODIM, 2014).

No século IX d.C., as estradas não apresentavam boas condições para tráfego, assim, apenas alguns veículos como carretas e carroças poderiam realizar o transporte de passageiros ou cargas, motivo pelo qual o tempo de viagem aumentava (FREITAG, 1979; GODIM, 2014).

Na atualidade, com o desenvolvimento do transporte a partir dos séculos XVII e XVIII novas técnicas surgiram para a construção de estradas. Houve um avanço até o século XIX que foi em grande parte substituído por causa do surgimento das ferrovias (KEMP, 1979).

Em 1902 na Alemanha e no ano seguinte nos Estados Unidos, novas rodovias mais modernas advindas do desenvolvimento do asfalto foram construídas para a utilização dos veículos automotores, dessa forma inicia-se a produção automobilística em escala industrial. Impulsionado pela primeira guerra mundial, variações dos modelos tradicionais do automóvel começaram a surgir tais como tratores, caminhões, entre outros (DE OLIVEIRA FARIA, 2004; LIMA, 2005).

No Brasil, as primeiras estradas surgiram especialmente da necessidade de escoamento de produtos através do intercâmbio comercial entre as regiões. Nesse contexto, a primeira rodovia pavimentada do Brasil foi inaugurada em 1928 ligando a cidade do Rio de Janeiro a Petrópolis (BARAT, 2007; SOUZA, 2013).

A partir da crise de 1929, a indústria automobilística norte-americana e europeia emergiu como carro chefe da economia capitalista mundial. No Brasil, as empresas estrangeiras importadoras e montadoras de veículos acreditavam na potencialidade do mercado nacional implantando-se em diversas regiões. Nesse período de 1930 o Brasil viveu a primeira fase da explosão da indústria automobilística. (NASCIMENTO, 1976; GODIM, 2014)

De acordo com Nascimento (1976) e Barat (2007), a ampliação do sistema rodoviário no país em 1938 se deu, em grande importância devido o Plano Rodoviário Nacional adotado pelo presidente Vargas que projetava a implantação de uma rede de transportes que integraria o território brasileiro por meio de estradas, dado que.

Segundo Gômarra (1999), a malha rodoviária brasileira recebeu grandes aportes financeiros permitindo assim sua rápida expansão após a década de 30. A partir desse momento, houve grande interesse do governo no desenvolvimento das regiões do interior do País, alimentados com os incentivos que trouxeram a indústria automobilística principalmente nas décadas de 50 e 60. Ouve nesse momento adoção da política de desenvolvimento que estimulava o desenvolvimento do modal rodoviário (LIMA, 2005; LOPES, 2009).

Durante o governo de Juscelino Kubitschek (a partir de 1956), houve uma grande evolução das rodovias em extensão, transformando o sistema rodoviário em um setor com uma grande influência na economia (FERREIRA, 1999; LIMA, 2005).

Conforme Desouza (2010), ainda durante as décadas de 50 e 60 o desenvolvimento da indústria automobilística foi determinante na fase de industrialização brasileira.

Outro fator importante referente a indústria automobilística no Brasil está relacionado ao processo de abertura comercial e modernização da indústria na década de 1990 (PEREIRA, 1998). Outrossim, até naquele momento da história, a indústria de transformação produziu não só automóveis muito defasados tecnologicamente como também com elevados preços de produção, sendo a

abertura comercial um importante marco para o início a modernização da frota nacional (SANTOS, 2001).

No que tange um panorama brasileiro do período de análise do trabalho, em 2008 a participação do setor automobilístico no PIB industrial foi de 23,3% o que equivale a 5,53% do PIB nacional empregando 1,5 milhão de trabalhadores (direta e indiretamente). Fatos e números dessa magnitude também se refletem na tributação do setor referente a soma dos tributos IPI, ICMS, PIS e COFINS, resultantes em aproximadamente R\$ 39,4 bilhões em 2008 (DESOUZA, 2010).

Além disto, no século XX a posse de um carro de forma geral na sociedade significava *status*, melhor mobilidade pela cidade com rapidez e conforto (DE OLIVEIRA FARIA, 2004; LIMA, 2005). No início do século XXI com os preços dos carros mais acessíveis dois efeitos surgem, um positivo promovendo ascensão social decorrentes de incentivos públicos focalizados, uma maior quantidade de pessoas pôde adquirir esse bem, por conseguinte gera o segundo efeito de forma negativa mais engarrafamentos em centros urbanos, pois as cidades não suportam o fluxo de veículos. (PEROBELLI, 2009; HADDAD, 2015; DE MOURA VOGT, 2017; LUCINDA, 2017, COSTA JR 2018)

Autores como Haddad (2015) e Lucinda (2017) relatam que dada a falta de qualidade dos transportes públicos, acrescido o mal planejamento viário, gera consequências como engarrafamento, podendo causar inúmeras perdas sociais como a redução na produtividade, aumento do consumo de combustível, redução da qualidade de vida e diversos efeitos ambientais negativos. Quando o motorista decide dirigir em uma estrada congestionada, sua decisão aumenta o tempo de viagem de outros usuários, levando assim, a um aumento do custo social do uso da estrada, que por sua vez é maior do que o custo privado¹.

No Brasil esses problemas aparecem em diversos centros urbanos do país em especial na cidade de São Paulo (BRITO, 2011; MENEZES, 2014; HADDAD, 2015; LUCINDA, 2017).

Vale destacar que países desenvolvidos não adotaram o modelo “rodoviarista” brasileiro e, portanto, não são dependentes do modal automobilístico (GIVONI, 2007).

¹ Os autores Haddad e Lucinda debatem a ideia de inclusão do imposto pigouviano para maximização do bem-estar social.

Independentemente do quão desenvolvido é o país persiste a preocupação em viabilizar principalmente nas grandes cidades um transporte urbano eficiente buscando desta forma otimizar o transporte rodoviário (LIMA, 2005; HADDAD, 2015; URRY, 2016; LUCINDA, 2017).

Neste contexto, a próxima subseção apresenta alguns dos principais estudos referentes ao objeto de estudo aqui proposto, tendo por objetivo criar o embasamento teórico alinhando assim os fatores determinantes para a taxa de crescimento da frota *per capita* de automóveis no Brasil, para assim identificar os determinantes referentes a demanda do automóvel no Brasil bem como os elementos impulsionadores da sua taxa de crescimento.

2.1 O Automóvel na Sociedade Brasileira e o Ciclo da Demanda de Automóveis

Nesta subseção será estudado os conceitos de mobilidade, algumas formas possíveis de como se dá o desenvolvimento da aquisição dos automóveis e observar os determinantes que levam a taxa de crescimento *per capita* do automóvel a crescer.

Mobilidade pode ser entendida como a condição para que as pessoas e bens possam se locomover entre os diferentes pontos de uma cidade ou região (SCARINGELLA, 2001; COSTA, M *et al.*, 2007; DE VASCONCELLOS, 2011 e SANTOS 2018). Dentre as opções de modais terrestres, o transporte de pessoas e bens é realizado em grande parte por automóveis, caminhões, ônibus, motocicletas, bicicletas e a pé (HADDAD, 2015).

As políticas de mobilidade devem se aplicar as características e necessidades de mobilidade da população que, por sua vez, estão intimamente ligadas aos diferentes contextos de cada região, cabendo assim aos órgãos responsáveis identificar e criar suas próprias formas de atuação, de modo a atingir as prioridades de população (RICHARDSON, 2005).

Costa *et al.* (2007) ressaltam que os automóveis particulares e os meios de transportes públicos coletivo são os meios de transporte urbano mais utilizados no Brasil. A afirmação é corroborada por Rodrigues (2008) que argumenta que a matriz de transporte² brasileira é predominantemente rodoviária e cerca de 96,2% do

²Matriz de transporte: é o conjunto dos meios de que um país dispõe para transportar pessoas e mercadorias. (Rodrigues, 2008)

transporte de passageiros diários é feito a partir de rodovias, bem como 61.8% de transporte de cargas.

Como principal transporte público coletivo o ônibus é de fundamental importância nas cidades, no qual várias pessoas são transportadas em um mesmo veículo. O sucesso de sua implementação está amplamente ligado a seus baixos custos de instalação, quando comparados à outras soluções de mobilidade, como, por exemplo, o ferroviário. Além disso, esse modal de transporte é caracterizado por sua rapidez e facilidades de transporte, o que o torna um meio de transporte de suma importância no cenário nacional, especialmente nas metrópoles dos países, devido à escassez de recursos (HADDAD, 2015).

Vasconcelos (2008) acrescenta que dentre os meios de transportes que compõem o ecossistema da mobilidade, a motocicleta é intensamente utilizada nas grandes cidades na entrega de documentos e pequenas mercadorias. Outra parte das motocicletas, é usada como moto taxista, legal e ilegalmente, para transportar passageiros (VASCONCELLOS, 2008).

Segundo Murphy (2011); Freitas Jr (2016); Castañon (2017) e Barros *et al.* (2018), a bicicleta é um modal de transporte urbano que oferece uma alternativa para a mobilidade sustentável devido suas características de baixo impacto ambiental no tocante a poluição atmosférica e sonora, além do uso social do espaço urbano.

Por fim, o automóvel, objeto específico deste estudo, tem entre as suas principais características a praticidade, conforto, segurança e possibilidade de a partir dele também obter renda extra (HADDAD, 2015; CRAMER, 2016; FREITAS JR, 2016). Entretanto, segundo Rubim (2013), o automóvel é solução do passado³ e o problema do presente. Esta afirmação é corroborada por Givoni (2007); Mosqueira (2007); Rodrigues (2008) e Lotufo (2011) argumentando que estes são considerados vilões dos engarrafamentos e poluidores atmosféricos na sociedade atual.

De acordo com os autores Scaringella (2001), Resende e Sousa (2009), e Rubim (2013), houve um agravamento significativo na qualidade da mobilidade urbana no Brasil nos últimos anos⁴. Este fenômeno pode ser descrito, conforme a Confederação Nacional do Transporte (2018), por meio do círculo vicioso da aquisição de um automóvel, atrelado a falta de planejamento urbano como:

³ Relacionado diretamente com o início do século XX

⁴ Segundo a CNT (2018), a partir dos anos 2000 pode se observar uma piora no transporte urbano, grande parte devido o maior número de automóveis agravados pela falta investimento público.

- I) Crescimento urbano desordenado;
- II) Maior número de viagens e maior a distância;
- III) Menor frequência de transporte público;
- IV) Maior dependência do veículo particular;
- V) Aumento do tráfego e do congestionamento;
- VI) Necessidade de investimento na construção de vias.

No que se refere ao tópico (I), o crescimento urbano desordenado no Brasil advindo do êxodo rural, somado a falta de planejamento urbano levou às cidades terem uma elevada concentração populacional. Lima (2005); Rubim (2013) e Haddad (2015), observam alguns efeitos resultantes desse fato. Dentre eles, destaca-se a densidade populacional. Jacobs (1969)⁵, por sua vez, evidencia a existência de externalidades a partir do fenômeno da urbanização, que gera resultados como a concentração das atividades econômicas e, conseqüentemente, do trabalho. Além disso, vários artigos corroboram empiricamente a importância da economia de aglomeração e ainda discorrem sobre suas externalidades positivas para a sociedade (GLAESER *et al.*, 1992).

No entanto, segundo Jacobs (1969), o aumento excessivo da densidade populacional pode levar a deseconomias de aglomeração, resultando em externalidades negativas. De fato, Montenegro *et al* (2010) identificaram esse fenômeno como importante para o Brasil. Logo, a densidade populacional pode ter uma relação não linear com a qualidade de vida⁶. Por exemplo, os autores Haddad, (2015) e Lucinda (2017), em seus estudos para São Paulo, a cidade com maior densidade populacional do Brasil, evidenciam tanto uma perda da qualidade de vida da população quanto perdas econômicas significativas para a sociedade em geral.

O segundo (II) e terceiro (III) tópicos abordados no ciclo vicioso do mal planejamento urbano levam em consideração a necessidade de maior número de viagens, elevação da distância e menor frequência de transporte público, respectivamente. Devido ao fator aglomeração há uma elevação do preço dos imóveis centrais, dessa forma as famílias socialmente desfavorecidas precisam

⁵ Jacobs (1969), em seu trabalho, afirma que a concentração e proximidade geográfica dos indivíduos possibilita um aumento na difusão, transmissão e troca de conhecimentos, ideias e informações, tanto na sua forma tácita como codificada, resultando na ampliação da produção de conhecimento.

⁶ Tal fato pode ser capturado com a inclusão de um termo na forma linear e outro na forma quadrática. Se o linear é positivo e o quadrático é negativo, ambos significativos, tem-se a presença de deseconomias de aglomeração agindo em conjunto com as externalidades negativas. A sobreposição dos dois efeitos dependerá da magnitude da densidade populacional, com externalidades negativas destacando-se em áreas densamente povoadas.

morar em regiões distantes dos centros urbanos e industriais necessitando se deslocar diariamente por distâncias maiores em busca de satisfazer suas necessidades. Dentre essas atividades, segundo a CNT (2018), a mais relevante é a necessidade de trabalhar. Sendo assim, a densidade de emprego é uma importante *proxy*, tanto quanto seu efeito direto sobre a divisão da renda quanto na necessidade de locomoção. De acordo com Camagni (2002), há diversas externalidades negativas geradas pelo excesso de automóveis como custos sociais e ambientais de diferentes padrões de expansão urbana. Esta análise é corroborada pelos autores Reis e Cintra⁷ (2014), que discutem a má mobilidade urbana, que pode causar efeitos negativos na renda do trabalhador.

Por sua vez, o tópico (IV) aborda a maior dependência do veículo particular dada a necessidade de transporte pelas famílias em busca de uma alternativa para os transportes públicos, que, na maioria das grandes cidades brasileiras, é de má qualidade (LIMA, 2005).

Assim, dada as diversas facilidades para a compra de automóveis no país nos últimos anos, somado ao fenômeno da mobilidade social, estimulou-se as famílias a adquirir um ou mais automóveis particulares⁸ (LUCINDA, 2017). De acordo com os autores Scaringella (2001) e Rubim (2013), o aumento da demanda de automóveis e as péssimas condições de trânsito urbano tendem a piorar no futuro.

O aumento do tráfego e congestionamento referente ao tópico (V), por sua vez, refere-se ao número excessivo de veículos, principalmente em horário de pico. Esse excesso induz a diminuição do fluxo de movimento nas vias, ou seja, reduz a velocidade média habitualmente praticada, acarretando um aumento de tempo do percurso, com um reflexo direto que pode ser observado através dos congestionamentos (CINTRA, 2014).

Este fato influencia diretamente uma acirrada disputa por espaço nas vias urbanas, onde todos os veículos de transporte e, em especial, o transporte coletivo inegavelmente perdem produtividade. Este ciclo negativo causado pela crise de mobilidade, transcende para a sociedade não só através de tempo ocioso das

⁷ A crise de mobilidade em São Paulo custa por ano mais de R\$ 40 bilhões, valor equivalente a 1% do PIB brasileiro e 7,5% do PIB paulistano. Reduzir esse desperdício é um desafio aos gestores públicos (CINTRA, 2014).

⁸ O aumento no orçamento familiar, ocorrido no país após os anos 2000 pode em grande parte gerar redução na demanda pelo transporte público, sendo este caracterizado como bem inferior (BERTUCCI, 2011).

peças no trânsito, mas também dos gastos pecuniários⁹ impostos à sociedade¹⁰ (HADDAD, 2015; MACHADO, 2017).

Por fim, das questões abordadas no ciclo vicioso do mal planejamento urbano, o tópico (VI) retrata a necessidade de investimento na construção de vias com o intuito de melhorar os deslocamentos no meio urbano. Entretanto, apenas no ano de 2015 foi inserido como um dos direitos sociais no artigo 6º da Constituição Federal de 1988¹¹ uma lei que incentiva a mobilidade urbana. Fato este é considerado relevante para um país que está entre os que mais sofre com problemas de mobilidade urbana no mundo. Justamente por ter um histórico de planejamento urbano baseado no modelo rodoviarista, há necessidade de um grande investimento na criação, manutenção e expansão das vias (MOSQUEIRA 2007; LOTUFO 2011).

Para Camagni *et al* (2002), quando não há um correto planejamento urbano e investimentos em alternativas ao uso das rodovias como meio de locomoção, as cidades sofrem com elevadas frotas de automóveis. Os automóveis são os principais responsáveis pelo “inchaço nas estradas” e por consequência congestionamentos prejudicando a qualidade de vida da sociedade (HADDAD, 2015).

É importante ressaltar que nesse trabalho assim como em Bertucci (2011), Lotufo (2011) e Rubim (2013), os dados utilizados são relativos à frota de veículos, ou seja, números da frota existente (demanda efetiva). A frota existente, porém, não necessariamente reflete o número de carros em circulação (fluxo), pois é possível que as famílias tenham automóvel mais usem o transporte coletivo no dia a dia, além de eventualmente usar o automóvel em situações mais raras.

Contudo, para o autor Bertucci (2011), esta é uma suposição irreal. Para o autor o aumento da frota de automóveis é diretamente proporcional ao do fluxo, dada a precariedade do transporte público. Assim, na ausência de um bem substituto atrativo, a demanda das famílias das classes média e alta por automóveis se torna mais inelástica. Como já discutido anteriormente, o automóvel passa a ser um bem de primeira necessidade e não um bem de luxo.

Para os autores Camagni (2002), Rubim (2013), Haddad (2015) e Machado (2017), os automóveis podem representar um grande problema para a qualidade da mobilidade urbana, apesar de que não são os únicos responsáveis, principalmente

⁹ Pecuniária: definido pela representação financeira de um fato (CINTRA, 2014)

¹⁰ Existem perdas significativas decorrentes dos problemas de mobilidade urbana. Desde 2009, um percentual do PIB brasileiro passa a ser perdido e vem sofrendo sucessivos aumentando progressivamente (MACHADO, 2017).

¹¹ Emenda Constitucional nº 90, de 15 de setembro de 2015

nos grandes centros urbanos e metrópoles. As grandes capitais brasileiras são as que mais sofrem com a crise na mobilidade urbana (Haddad, 2015), o que gera a necessidade do desenvolvimento de uma complexa malha urbana capaz de suportar as necessidades de locomoção desse modal de transporte.

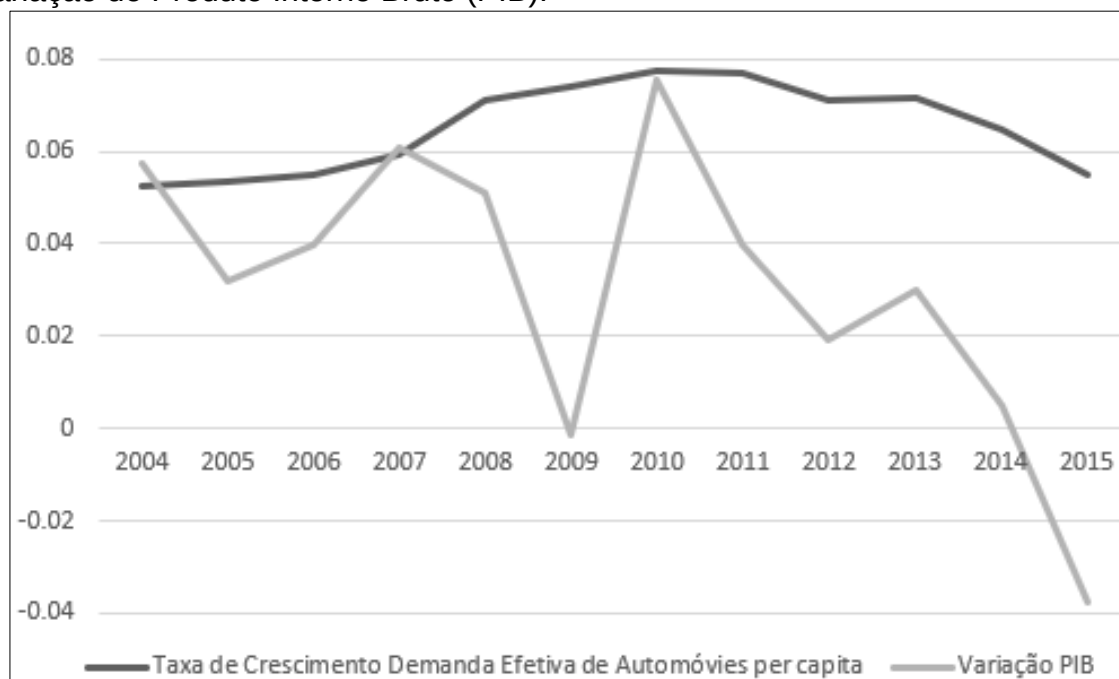
É conveniente se perguntar como a demanda de automóveis pode persistir mesmo gerando tais problemas de mobilidade? Para Baumgarten (1972), a frota inicial é fator importante para a demanda de veículos, pois regiões com alta demanda de automóveis tendem a manter essa demanda elevada. Estudos de economia comportamental referem esta frota inicial funcionaria como a criadora de hábito de consumo (SBICCA, 2015). O autor também retrata que os fatores como renda, comportamento demográfico e incentivos financeiros também são significativos para explicar a demanda de automóveis.

Observa-se na literatura especializada que o mercado potencial para consumo de automóveis é constituído com base na quantidade de domicílios em um país ou no número de pessoas que consideradas potenciais compradores de um determinado produto (TANNER, 1979; KHAN, 1986; BUTTON, 1993; DARGAY 1999 *appud* CAO & MOKHTARIAN 2003).

Os autores Verboven (1996); Berry, Levinsohn e Pakes (1995), acreditam que o mercado potencial no Brasil para automóveis novos é menor do que na Europa em virtude das restrições de renda da população brasileira. Enquanto na Europa a população apresenta alto e bem distribuído poder aquisitivo, no Brasil, mesmo com a implantação de políticas sociais inclusivas, que permitiram ascensão social a população, o país está relativamente distante do continente europeu. Além disso, em termos proporcionais, a população brasileira é mais heterogênea em relação a renda.

Segundo Costa Jr *et al.* (2018), os incentivos governamentais financeiros também devem ser investigados, pois estes incentivos exercem efeitos positivos na demanda brasileira de automóveis, especialmente em vista da má distribuição de renda do país. Ademais, pode-se observar a importância do comportamento da taxa de crescimento da frota de veículos frente a taxa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) a partir da análise da Figura 1. É possível verificar que entre os anos de 2007 a 2009 ocorreu uma considerada redução da taxa de crescimento do PIB e em contrapartida houve uma evolução considerável da taxa de crescimento da frota de automóveis.

Figura 1 - Taxa de Crescimento da Demanda Efetiva de Automóveis *per capita* e variação do Produto Interno Bruto (PIB).



Fonte: IBGE E DENATRAN elaborado pelo autor.

Pires (2009) relata que o Brasil e o mundo durante o ano de 2008 experimentaram a crise financeira que por sua vez, predispõe diversas respostas de política econômica através de medidas anticíclicas, onde no Brasil uma importante ferramenta adotada pelo governo foi a de desoneração tributária resultando em aumento dos gastos públicos com o intuito de amenizar os efeitos da crise.

A exemplo de países como França, Alemanha, Inglaterra e EUA, o governo brasileiro adotou, em dezembro de 2008, políticas para incentivar a compra de automóveis novos visando assim a redução dos estoques desse setor que haviam aumentado expressivamente em virtude da queda da demanda.

Costa Junior *et al* (2018), argumentam que diferentemente dos países citados o incentivo brasileiro se deu por meio da desoneração temporária da alíquota de impostos indiretos como o imposto sobre produto industrializado (IPI) incidente sobre automóveis. Estas desonerações ocorreram entre os anos de 2008 a 2014 excetuando-se o ano 2012.

Sobre a desoneração de impostos do IPI no Brasil, os autores Lucinda (2017) e Costa Junior *et al* (2018) afirmam que existiram efeitos positivos na demanda ao estimular novas vendas. No entanto, os autores ressaltam que as vendas de veículos

durante o período cresceram a taxas decrescentes, pois segundo os mesmos, no mercado brasileiro as famílias apenas realizaram a antecipação do consumo.

Os resultados encontrados por Costa Junior *et al* (2018) sugerem que o impacto de incentivos por meio da redução da tributação não é a forma mais adequada para estimular a atividade econômica. Em suma os resultados encontrados pelo autor são:

- I) A redução da alíquota do IPI sobre bens duráveis não foi a política mais adequada para estimular a atividade econômica;
- II) Com o impacto da desoneração desse imposto, o produto agregado recua para um valor abaixo do seu estado estacionário.

Assim como Mian e Sufi (2012), Costa Jr *et al* (2018) analisam as políticas de incentivos à compra de veículos novos nos EUA e no Brasil, respectivamente. Ambos concluem que as medidas não tiveram efeito de longo prazo na venda de veículos.

A partir da discussão da evolução do objeto de estudo e a consolidação da importância econômica da demanda efetiva deste bem, baseado que o conceito de círculo vicioso da aquisição de automóvel, nos traz sendo este fundamental para o desenvolvimento do trabalho, a seção 3 traz o material e método a partir das estratégias adotadas para desenvolvimento do estudo proposto.

3. MÉTODOS E ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Nesta seção serão discutidos I) a descrição do objeto de estudo, a partir da revisão de literatura já abordada; II) O delineamento da pesquisa, os tratamentos e as estratégias utilizadas na composição dos tratamentos; por fim, III) os procedimentos detalhados específicos a partir dos dados.

Em suma, observa-se que o automóvel, além de ser uma indústria importante economicamente para o Brasil, também pode ser considerado um transporte importante para a sociedade brasileira dada a fragilidade do transporte público. Ainda pode-se inferir, por meio do ciclo vicioso da aquisição de automóveis, que a falta de investimento em infraestrutura urbana induz a pessoas a adquirirem ainda mais automóveis.

Para atender os objetivos propostos e descritos na introdução a subseção seguinte descreve os procedimentos estatísticos, econométricos, utilizados, além da descrição dos dados, onde primeiramente será utilizada uma análise exploratória e posteriormente os tratamentos econométricos.

Assim serão realizadas três análises de caráter exploratória: na primeira será feita uma descrição dos dados a partir da demanda efetiva de automóveis *per capita* para o período de 2000 a 2017 no Brasil, com objetivo de compreender o seu comportamento. Ademais, realizar-se-á uma análise prévia das microrregiões com as maiores médias *per capita* da demanda de automóveis.

Num segundo momento, aborda-se a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) para as microrregiões subdividindo em outros dois momentos, sendo o primeiro tratado como 2004 obtido a partir da média dos dados para os anos de 2003, 2004 e 2005. O segundo chamado de 2015 é derivado da média dos dados dos anos de 2014, 2015 e 2016. De acordo com Gonçalves (2007) existem algumas vantagens em se trabalhar com a média trienal, a mais importante para o trabalho é o argumento de suavizar possíveis variações anuais dos dados.

No que se refere a AEDE realizou-se análise bivariada de dados espaciais afim de encontrar possíveis responsáveis pela diferença da disposição da demanda *per capita*, a partir de cada região de estudo bem como cada fator estudado.

Por fim, a terceira análise de caráter exploratória, se refere a uma análise de *cluster* a fim de identificar o comportamento das variáveis analisadas no trabalho para determinar um possível corte estrutural na composição do painel espacial.

Assim, a partir das quatro análises exploratórias citadas, pode-se observar existência ou não de padrões espaciais, tendo o principal propósito de confirmar ou não a hipótese de que os dados estão aleatoriamente distribuídos no espaço.

Posteriormente será adotado as estratégias econométricas partindo do modelo de regressão de convergência absoluta, convergência condicional até a delimitação dos clubes de convergência.

No Quadro 1, apresenta-se as variáveis utilizadas no trabalho. No que se refere a análise exploratória, as variáveis encontram-se na sua forma linear ao passo que para o modelo econométrico todas as variáveis foram logaritmizadas a fim de adquirir simetria entre si (ALMEIDA, 2012).

Quadro 1 - Variáveis explicativas utilizadas no trabalho.

Variável	Descrição	Fonte
<i>Auto</i>	Número de Automóveis <i>per capita</i> .	DENATRAN e IBGE
<i>Moto</i>	Número de Motocicletas <i>per capita</i> .	DENATRAN e IBGE
<i>Onibus</i>	Número de Ônibus <i>per capita</i>	DENATRAN e IBGE
<i>Densidade Populacional</i>	(Densidade Demográfica) Número de Habitantes por km ² .	IBGE
<i>Pib</i>	Produto Interno Bruto <i>per capita</i> das Microrregiões.	IBGE
<i>Densidade de Emprego</i>	Número de Pessoas Empregadas por km ² .	RAIS e IBGE

Fonte: elaboração própria.

A variável dependente é a demanda efetiva de automóveis *per capita* que é composta a partir da fração dos automóveis pelos habitantes de uma microrregião. Os dados de automóveis foram obtidos através do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), os quais se utilizam de informações dos veículos a partir da microrregião de registro do automóvel. Em relação a população foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Do mesmo modo que a variável automóvel *per capita*, foram obtidas as variáveis: motocicleta *per capita* e ônibus *per capita*. A variável densidade populacional foi obtida pela fração de dois dados obtidos do IBGE, a primeira população e o segundo os quilômetros quadrados das microrregiões. Os dados condizentes ao Produto Interno Bruto (PIB) foram obtidos através do Sistema de

Recuperação Automático (SIDRA) do IBGE e divididos pela população. Por fim, a densidade de emprego foi obtida através da RAIS¹² e a fração frente a população.

A partir da definição destes indicadores é possível elaborar a análise exploratória de dados espaciais como será discutida na próxima seção.

3.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

A análise exploratória de dados espaciais (AEDE) consiste num conjunto de técnicas utilizadas para identificar efeitos especiais, mais especificamente os de dependência e heterogeneidade espacial contidos na amostra. O primeiro efeito está relacionado inversamente à distância geográfica, enquanto o segundo, por outro lado, diz respeito às características próprias das unidades espaciais, que por sua natureza, podem diferenciar entre si.

Ambos, se identificados, devem ser devidamente controlados e tratados para evitar problemas no seu uso em modelos econométricos. Por isso, a AEDE é um instrumento valioso de auxílio no processo de especificação de modelos econométricos, pois, se a AEDE indicar que há algum tipo de processo espacial, esse deverá ser incorporado ao modelo ou tratado da forma correta evitando problemas como viés e inconsistência nos parâmetros.

Deste modo, a AEDE consegue captar padrões de associações espaciais (*clusters* espaciais), indicações de como os dados estão distribuídos, ocorrência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não estacionariedade) e ainda identificar observações atípicas (*outliers*), conforme sugerido por ANSELIN (1995); PEROBELLI *et al* (2007) e ALMEIDA (2012).

A dependência espacial significa que o valor de uma variável de interesse em uma região está relacionado no processo de dependência com o valor dessa mesma variável nas regiões vizinhas. Essa dependência ocorre em todas as direções mas tende a diminuir seu impacto conforme se aumenta a distância geográfica. Por outro lado, a heterogeneidade espacial está relacionada com as particularidades das regiões e pode causar instabilidade estrutural, ou seja, cada localidade pode ter uma resposta distinta em sua variável dependente se ocorrer alguma alteração na variável

¹² A (RAIS) é um relatório de informações socioeconômicas solicitado pelo Ministério do Trabalho e Emprego brasileiro às pessoas jurídicas e outros empregadores anualmente. Foi instituída pelo Decreto nº 76.900, de 23 de dezembro de 1975.

explicativa. A heterogeneidade induz um modelo econométrico a apresentar problema de heterocedasticidade o que torna as variâncias dos coeficientes com propriedades não assintóticas, inviabilizando os testes estatísticos realizados para verificar a consistência dos parâmetros e modelos (ALMEIDA, 2012).

No entanto, uma vez que o modelo apresenta tais problemas a forma sugerida por ALMEIDA (2012) para a sua resolução está na escolha da matriz de pesos espaciais discutidas na próxima seção.

3.1.1 Matriz de Pesos Espaciais

O primeiro passo para utilização da AEDE e as técnicas da econometria espacial é a definição de uma matriz de pesos espaciais, a qual expressa como o fenômeno em análise está arranjado espacialmente (TEIXEIRA; BERTELLA, 2015). A literatura apresenta um grande número de matrizes como por exemplo a matriz rainha (*queen*), torre (*rook*) e k vizinhos, que normalmente são matrizes de contiguidade binária, isto é, se for vizinho recebe o valor um, se não for recebe zero.

Além disso, há aquelas que dão pesos diferenciados para cada região, como a matriz de distância inversa, que atribui um peso menor à medida que as regiões se tornam mais distantes.

A definição da matriz é de suma importância para a AEDE e na estimação do modelo econométrico pois os resultados são sensíveis às diferentes matrizes, razão pela qual deve-se buscar a que melhor represente o fenômeno em estudo, ou seja, aquela que capta de forma mais fiel o processo espacial (ALMEIDA, 2012).

Neste trabalho optou-se pelo uso da matriz de peso espacial (W) de k vizinhos calculada por meio de uma métrica baseada no grande círculo entre os centros das regiões. Seguindo a metodologia empregada por Gonçalves (2007), o procedimento de cálculo do *I de Moran* é realizado apenas para valores de autôvalores maiores que zero. Formalmente, esta matriz pode ser expressa por:

$$W_{ij}(k) = 0 \text{ se } i = j$$

$$W_{ij}(k) = 1 \text{ se } d_{ij} \leq D_i(k) \text{ e } w_{ij}(k) = \frac{w_{ij}(k)}{\sum_j w_{ij}(k)} \text{ para } k = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$W_{ij}(k) = 0 \text{ se } d_{ij} > D_i(k)$$

Onde $\mathcal{W}_y$ é a matriz de k vizinhos, sendo k o número de vizinhos. A medida da distância dos grandes círculos e os centros das regiões i e j é dado por d_{ij} . A anotação $d_i(k)$ representa a distância máxima para considerar regiões vizinhas de i , ou seja, é um valor crítico que define o valor de corte para cada região. Assim, as distâncias acima deste ponto não serão tomadas como vizinhas da região em questão.

O segundo passo na utilização da AEDE consiste em testar se há autocorrelação da variável entre as regiões, isto é, se os dados são dependentes espacialmente ou se estão distribuídos aleatoriamente. Uma forma de se verificar isso é por meio da estatística do *I de Moran* Global, que busca captar o grau de correlação espacial entre uma variável através das regiões.

O valor esperado dessa estatística é $E(I) = -1/(n - 1)$ e valores estatisticamente maiores (menores) que esses esperados indicam autocorrelação espacial positiva (negativa). Matematicamente, pode-se representar a estatística pela seguinte fórmula:

$$I_t = \left[\frac{n}{S_0} \right] \left[\frac{z'_t W z_t}{z'_t z_t} \right] t = 1, \dots, n \quad (2)$$

Onde

- n é o número de regiões,
- S_0 é a soma de todos os elementos de W , z é o valor da variável de interesse padronizada,
- W_z corresponde aos valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos segundo uma matriz de ponderação W .

O indicador I_t acima é equivalente ao grau de associação linear entre o vetor de valores observados z e a média ponderada de valores vizinhos W_z .

Para se fazer inferências em relação ao *I de Moran* realizou-se a abordagem de permutações que consiste em gerar uma distribuição estatística (média e desvio padrão) empiricamente, isto é, utilizando os próprios dados da amostra e posteriormente usando essa distribuição para verificar a significância estatística do *I de Moran* encontrado na amostra.

O procedimento de permutações consiste na reordenação aleatória entre as observações de todas as regiões computando-se a estatística do *I de Moran* para

cada nova amostra as quais serão utilizadas para se chegar na distribuição empírica. Por fim, o valor do *I de Moran* original é comparado com a distribuição estatística encontrada sendo que a hipótese nula é de ausência de autocorrelação espacial, isto é, as observações estão distribuídas aleatoriamente no espaço (ANSELIN, 1995).

Entretanto, a estatística *I de Moran* Global só consegue captar a autocorrelação global não identificando a associação espacial num nível local. Por isso, foram desenvolvidas medidas complementares ao *I de Moran* Local que visam captar a autocorrelação espacial local, isto é, buscam observar a existência de *clusters* espaciais locais. As principais medidas são o diagrama de dispersão de *Moran* (*Moran Scatterplot*) e a estatística LISA (*Local Indicator of Spatial Association*).

3.1.1.1. Diagramas de Dispersão de Moran

O diagrama de dispersão de Moran que por sua vez mostra a defasagem espacial da variável de interesse (Wy - média dos valores observados nos vizinhos) no eixo horizontal e o valor da variável de interesse no eixo vertical (y), ambas padronizadas e representa o coeficiente da regressão linear entre essas duas variáveis.

O diagrama tem a capacidade de mostrar agrupamentos (*clusters*), e por isso é utilizado como complemento à estatística *I de Moran* Global. Ele consegue representar quatro tipos de associação linear espacial entre as regiões: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA). O *I de Moran* representa o coeficiente angular da reta de regressão entre a variável defasada espacialmente contra a variável de interesse. A representação da nuvem de pontos permite visualizar se a autocorrelação espacial é positiva, negativa ou ausente.

3.1.1.2 Indicadores Locais de Associação Espacial (Lisa)

A estatística *I de Moran* Global segundo ANSELIN (1995) só consegue captar a autocorrelação global não identificando a associação espacial num nível local. Por isso foram desenvolvidas medidas complementares ao *I de Moran* Global que visam

captar a autocorrelação espacial local, isto é, que buscam observar a existência de *cluster* espaciais locais. As principais são o diagrama de dispersão de Moran (*Moran Scatterplot*) e a estatística LISA (*Local Indicator of Spatial Association*).

Para que um indicador seja considerado LISA ele deve possuir duas características: I) para cada observação deve ter o poder de indicar a existência de *clusters* espaciais que sejam significativos e II) o somatório dos indicadores locais, em todos os locais deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global.

O presente trabalho estimará a estatística do *I de Moran* Local que pode ser representada matematicamente como:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^J w_{ij} z_j \quad (3)$$

Onde Z_i representa a variável de interesse da região i padronizada, w_{ij} é o elemento da matriz de ponderação espacial (W) e Z_j é o valor da variável de interesse na região j padronizada.

3.1.1.3 Autocorrelação Espacial Global Bivariada

Na autocorrelação espacial global univariada calcula-se a dependência espacial existente de uma variável com ela mesma defasada no espaço. Além disso, há como computar um indicador de autocorrelação no contexto de duas variáveis, isto é, descobrir se uma variável possui relação com outra variável observada nas regiões vizinhas (FREITAS e ALMEIDA, 2015). Formalmente, o cálculo do *I de Moran* no contexto de duas variáveis (*I de Moran* bivariado) é feito seguindo a equação:

$$I^{yx} = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j (x_i - \bar{x}) w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

Assim como o *I de Moran* global se o bivariado chegar a um valor positivo indica que há autocorrelação espacial positiva. Se o valor for negativo, indica dependência espacial negativa. Por outro lado, se o valor for estatisticamente

diferente de zero, isto é o nível de significância for superior a 10%, isso indicará que não há relação espacial entre as variáveis.

A partir da construção metodológica acima torna-se possível a aplicação dos métodos definidos para a discussão dos resultados como apresentado na próxima seção.

3.2 Análise de *Clusters*

O método utilizado no trabalho referente a análise de *cluster* cujo objetivo é apresentar a formação natural de grupos de acordo com um conjunto de características selecionadas, assim o método hierárquico consiste primeiramente, em formar tantos grupos quanto o número de observações da matriz de dados. Para tal, relaxa-se o critério de similaridade de modo que os subgrupos se fundam em um só (JOHNSON; WICHERN, 2007). Segundo Wilks (2011), os procedimentos de análise de *cluster* mais comumente implementados são hierárquicos e aglomerativos, isto é, eles constroem uma hierarquia de conjuntos de grupos, cada um dos quais é formado pela fusão de um par da coleção de grupos previamente definidos.

O presente trabalho utiliza o método de variação mínima de *Ward*, que consiste em não operar uma matriz de distância. Como um método hierárquico, ele começa com n grupos de único membro e mescla dois grupos em cada etapa até que todos os dados estejam em um único grupo após $n - 1$ etapas. No entanto, o critério para escolher qual par de grupos se fundir em cada etapa é que entre todas as formas possíveis de mesclar dois grupos, o par a ser mesclado é escolhido para minimizar a soma das distâncias quadradas entre os pontos e os centroides de seus respectivos grupos. Assim os grupos são somados aos grupos resultantes, ou seja, entre todas as formas possíveis de fundir dois grupos $G + 1$ para fazer grupos G é feita uma fusão que minimiza de modo que:

$$w = \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{n_g} \|X_i - \bar{x}_g\|^2 = \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{n_g} \sum_{k=1}^k (x_{i,k} - \bar{x}_{g,k})^2 \quad (5)$$

Assim, para implementar o método de *Ward* para escolher o melhor par de grupos $G + 1$ para mesclar a equação (5) deve ser calculada para todos os $G(G + 1)/2$ pares possíveis de grupos existentes. Para cada par de teste, o centroide, ou grupo médio, para o grupo de tentativas de mesclagem é recalculado usando os dados de ambos os grupos anteriormente separados, antes que as distâncias quadradas sejam calculadas. Com efeito, o método de *Ward* minimiza a soma sobre as dimensões K de x , das variações entre grupos.

No primeiro estágio ($n - group$) esta variância é zero e no último estágio ($1 - group$) esta variância é $tr[S_x]$ então $W = n tr[S_x]$. Para vetores de dados cujos elementos possuem unidades incomensuráveis operando em valores não-dimensionalizados (divididos por desvios padrão) impedirá a dominação artificial do procedimento por uma ou algumas das variáveis K (WILKS, 2011).

O principal objetivo da análise de *cluster* é criar subconjuntos, além disso, uma função (*cluster*) é definida de tal forma que cada elemento de um grupo possua características que sejam as mais semelhantes possíveis de acordo com os critérios a serem definidos quando comparado a os outros elementos do grupo.

Algumas características desse método podem ser destacadas pois apresenta bons resultados tanto para distâncias euclidianas quanto para outras distâncias; pode apresentar resultados insatisfatórios quando o número de elementos em cada grupo é praticamente igual; tem tendência a combinar grupos com poucos de elementos; é sensível à presença de *outliers*.

Este método será adotado dado à necessidade de encontrar os *clusters* formados por microrregiões que apresentam alta taxa e crescimento da demanda da frota de automóveis frente às demais variáveis exploratórias do modelo.

Assim, a próxima subseção apresenta o modelo econométrico com o intuito de mostrar quais os determinantes do crescimento da demanda de automóveis.

3.3 Painel de Dados Espaciais

O método utilizado para investigar os determinantes do crescimento da demanda por automóveis no Brasil será o de painel de dados espacial. Tal escolha é devido a demanda não estar, ao longo do período, relacionado simplesmente com os fatores explicitamente incluídos na regressão, mas também com características

próprias de cada microrregião. O método de dados em painel possibilita justamente captar essa heterogeneidade dos elementos contidos na amostra que não pode ser identificada de forma direta e, portanto, irá compor o termo de erro, visando as estimativas quando correlacionadas com as variáveis explicativas.

Por isso, a estimação por um modelo clássico de regressão linear não é a melhor especificação, pois, nesses casos, há a quebra de uma das suas hipóteses básicas: a de ausência de autocorrelação entre as variáveis explicativas e o termo de erro. Isso pode tornar o modelo viesado e inconsistente. Dessa forma, a utilização da regressão com dados em painel tem como objetivo minimizar o viés e tornar o modelo consistente, ou seja, simétrico e com menor variância possível. Essa metodologia possibilita a melhor captura da dinâmica verdadeira apresentada pelo fenômeno por meio da identificação da heterogeneidade não observada.

Entretanto, um dos pressupostos do modelo de dados em painel é de que as unidades de corte transversal são independentes entre si. Segundo Almeida (2012) ao se investigar unidades espaciais como as microrregiões, há grande suscetibilidade da amostra apresentar autocorrelação espacial, especialmente ao se tratar de atividades que usualmente tendem a se concentrar nos grandes centros urbanos. No caso desse trabalho, pode-se observar que a demanda de automóveis tende a se concentrar em centros urbanos (CINTRA, 2014; HADDAD, 2015). Portanto, caso identificado a dependência espacial na análise exploratória de dados espaciais e confirmada a hipótese através do cálculo do *I de Moram* dos resíduos da regressão de painel com efeitos fixos, será incorporada na regressão por meio de um modelo espacial de dados em painel.

Para efeitos de comparação serão estimados os modelos espaciais por meio de efeito fixo (*fixed effect* – FE) e de efeito aleatório (*random effect* – RE). Posteriormente, o Teste de *Hausman* espacial será realizado para identificar qual modelo é o mais adequado para conjunto de dados. Por fim, critérios de informação de *Akaike* serão empregados para o verificar a qualidade do ajuste dos modelos considerando o melhor modelo, aquele que apresentar o menor valor do critério.

No presente trabalho serão estimados basicamente três modelos na tentativa de buscar o melhor ajuste. O primeiro modelo é o *Spatial Error Model* (SEM) que foca na autocorrelação espacial no termo de erro e pode ser descrito por

$$y_t = X_t\beta + \mu + v_t \quad (6)$$

$$\mathbf{v}_t = \lambda M \mathbf{v}_t + \boldsymbol{\epsilon}_t \quad (7)$$

Onde M é a matriz de pesos espaciais que pode ser ou não igual a W , denotado a seguir, W como uma matriz de peso espacial $n \times n$; e para cada período $t = 1, \dots, T$, um vetor $n \times 1$ da variável dependente, $\mathbf{y}_t$, assim como $\mathbf{X}_t$ como uma matriz $n \times n$ de regressores.

O segundo modelo será o *Spatial Autoregressive Model* (SAR) expresso pela equação

$$\mathbf{y}_t = \rho W \mathbf{y}_t + \mathbf{X}_t \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\epsilon}_t \quad t = 1, \dots, T \quad (8)$$

onde $\boldsymbol{\mu} \sim N(0, \sigma_\mu^2)$ se for efeitos aleatórios, enquanto $\boldsymbol{\mu}$ é um vetor de parâmetros a serem estimados na sua variante de efeitos fixos. As hipóteses padrões sobre o modelo SAR são que $\boldsymbol{\epsilon}_{it} \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$ e $E(\boldsymbol{\epsilon}_{it} \boldsymbol{\epsilon}_{js}) = 0$ para $i \neq j$ e/ou $t \neq s$.

Por fim, o *Spatial Durbin Model* que se caracteriza como uma generalização do modelo SAR com a adição de variáveis independentes defasadas espacialmente como variáveis explicativas descrito pela equação (9).

$$\mathbf{y}_t = \rho W \mathbf{y}_t + \mathbf{X}_t \boldsymbol{\beta} + W \mathbf{Z}_t \boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\epsilon}_t \quad (9)$$

É possível que $\mathbf{Z}_t \neq \mathbf{X}_t$, assim a estimação dos referidos modelos adotarão o método de Máximo Verossimilhança, conforme Elhorst (2003).

3.4 Convergência

Não há estudo específico sobre convergência da demanda efetiva de automóveis no Brasil. Logo as estratégias empíricas da metodologia usada, seguem a fundamentação da hipótese de convergência utilizadas em diversos trabalhos dos distintos temas como por exemplo; Agricultura (ALMEIDA, 2008), Crime (DE ALMEIDA, 2014); A Pecuária Bovina (FREITAS JR, 2018), Inovação (DE OLIVEIRA, 2016), Internet (CELBIS, 2018), Distribuição de Renda (LAURINI, ANDRADE E PEREIRA, 2003; GONDIM, 2004) Trabalhador Classe Criativa (MISHRA, 2016), Tecnologia (FREITAS, 2010), Preços de carros no mercado europeu (GOLDBERG, 2005), os autores utilizam o modelo de convergência sobre os temas propostos. No

entanto, alguns autores identificaram a necessidade de aprimoramento dos modelos básicos de convergência absoluta e condicional, este tratamento será realizado neste trabalho.

Quah (1997) em seu estudo para o desempenho de crescimento econômico para um grupo países, através da distribuição de renda *per capita* identificou de forma empírica as distribuições de picos duplos entre os países (ou distribuições bimodais), em que países com nível de renda médio evoluem para um *cluster* de alta renda ou de baixa renda (armadilha da pobreza), formando o que o autor chama de clubes de convergência. Vale destacar que o presente trabalho também seguirá a linha de encontrar clubes de convergência.

Friedmann (1992) e Islam (2003) em seus resultados mostram a ligação que existe entre o debate de crescimento econômico e a hipótese de convergência. De acordo com o primeiro autor os estudos de convergência tornaram-se mais importante ao passo que conduzem a aceitação ou rejeição a partir da implicação direta na validação do modelo de crescimento neoclássico.

Dessa forma, embora os estudos desenvolvidos até o presente sobre convergência, não resolverem o debate de crescimento econômico inteiramente, eles foram fundamentais para que as escolas neoclássicas e as vertentes da nova teoria de crescimento se desenvolvessem e se adaptassem aos resultados encontrados (FREITAS, 2015).

Os autores Laurini, Andrade e Pereira (2003), Gondim (2004) assim como Gondim (2007), realizaram estudos referente a renda a nível Brasil, para tal utilizaram a localização geográfica para captar as dinâmicas de desenvolvimento do objeto de estudo, segundo os autores o fator espaço é importante para explicar a nível Brasil o tema por eles estudado no caso distribuição de renda. O presente trabalho utiliza como variável explicativa o PIB *per capita*, *proxy* para renda, das microrregiões brasileiras, fornecido pelo IBGE. Conforme argumentado pelos autores Cintra, (2014); Haddad (2015) e Lucinda (2017) no estudo específico do automóvel, a variável que capte a renda é tem influência significativa, pois o automóvel apresenta-se como um bem de consumo.

Ainda referente a renda os autores Laurini, Andrade e Pereira (2003); Gondim (2007) encontraram resultados que sugerem um movimento associado à formação de dois clubes de convergência para estados e municípios brasileiros entre os anos de 1970 e 2000. Dentre as variáveis explicativas a localização geográfica e o nível

inicial de escolaridade se mostraram os mais significativos para explicarem o crescimento observado tanto para estados como para municípios.

Conforme a metodologia proposta por Mankiw (1992) e Sala-I-Martin (1996) corroborada por Johnson e Takeyama (2003) e testada empiricamente por Coelho (2006), neste trabalho adotar-se-á estratégia para diferenciar empiricamente as hipóteses de convergência condicional e clubes convergência, ademais, utilizará a técnica de árvore de regressão com base no dendograma hierárquico para a determinação dos clubes de convergência.

Coelho (2006) analisou a hipótese de convergência para os municípios brasileiros entre 1970 e 2000, para o autor os municípios brasileiros são melhores descritos a partir da hipótese de convergência por clubes, ou seja, segundo o autor há evidências da existência de zonas de atração e múltiplos estados estacionários que caracterizam a dinâmica da renda *per capita*, assim, as condições iniciais são realmente importantes para determinar a trajetória de renda dos municípios ao longo do tempo. Os resultados mostram também em concordância com os estudos acima, que há um componente regional na formação dos clubes de convergência.

De modo geral a maioria dos trabalhos sobre convergência pressupõe que as regiões de estudo são unidades geográficas isoladas, não considerando os efeitos espaciais (dependência e heterogeneidade) subjacentes (JOHNSON e TAKEYAMA, 2003). Como missão de investigar a análise de convergência da demanda de automóveis das microrregiões brasileiras, foi incorporado o efeito de vizinhança proporcionado pela interação espacial, e, portanto, controlando-se para os efeitos espaciais, dependência espacial e heterogeneidade espacial observável e não observável (MANKIW, 1992 e SALA-I-MARTIN, 1996). Para atingir o objetivo proposto, foi construído um modelo de convergência espacial absoluto, um condicional e dois de clubes para as 558 microrregiões brasileiras para o período anual entre 2004 e 2015.

Que seguirá os modelos de convergência, assim como presentes na literatura de crescimento econômicos, estes partem de diferentes abordagens acerca da convergência, em relação a convergência da renda e conseqüentemente, do crescimento econômico. Uma das mais utilizadas refere-se ao β -convergência (BAUMOL, 1986; BARRO; SALA-I-MARTIN, 1992). Nele, a convergência ocorre a partir das regiões que têm um menor poder aquisitivo apresentam crescimento num

ritmo mais acelerado do que as regiões mais ricas, havendo uma relação negativa entre crescimento da renda *per capita* e o nível de renda *per capita* inicial.

A hipótese é que todas as regiões convergem para um único estado estacionário, independente das suas condições iniciais, denominado de convergência absoluta (10), conforme descrito especificamente para este trabalho, segue o modelo de convergência absoluta para o automóvel *per capita* das microrregiões brasileiras.

$$\ln\left(\frac{Auto_{i,t}}{Auto_{i,t-1}}\right) = \alpha + \beta \ln(Auto_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

Em que: *Auto* é o número de automóveis *per capita* na microrregião *i*; *Ln* é o logaritmo; *t* refere-se aos valores de 2004 até 2015 e *t – 1* abrange valores no período anterior; ε_i é o termo de erro.

No entanto, autores, como Bertussi e Figueiredo (2009), inferem que as economias somente convergem para o mesmo estado estacionário se elas apresentarem características estruturais similares. Neste sentido, diferentes estados estacionários coexistem, tendo uma convergência condicional (2).

$$\ln\left(\frac{Auto_{i,t}}{Auto_{i,t-1}}\right) = \alpha + \beta \ln(Auto_{i,t-1}) + \delta \ln(Controle_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Em que: $Controle_{i,t-1}$ refere-se a um vetor de variáveis de controle (características estruturais) da microrregião *i* no período inicial (*t – 1*). No presente trabalho, o vetor de controle é composto pelas variáveis: *Moto* e *Ônibus* (*proxy* para opções de transporte), *Densidade Pop* (*proxy* para a escala urbana) e *PIB* (*proxy* poder de consumo) Todas essas variáveis foram defasadas temporalmente visando mensurar seu efeito subsequente na taxa crescimento da demanda efetiva de automóveis *per capita*.

Os modelos (1) e (2) foram estimados utilizando a econometria espacial, que tem por objetivo tratar a dependência espacial. No que se refere o controle da heterogeneidade espacial, foram estimados os modelos de clube de convergência, que por sua vez delimitam geograficamente os modelos já estimados e serão abordados na seção 4 Resultados.

A matriz de correlação está na (Apêndice A) e para definir o melhor modelo espacial utilizou-se o critério de informação *Akaike* e aquele que melhor captou a autocorrelação espacial contida nos resíduos¹³, considerando os modelos, erro espacial (SEM), defasagem espacial (SAR), *Durbin* espacial (SDM). A escolha da matriz de defasagem se deu via escolha da que gerasse o maior coeficiente *I de Moran* para os resíduos do Painel Efeito Fixo (Apêndice B).

3.5 Velocidade de Convergência e meia vida

Quando o valor do modelo de convergência é obtido, é possível estimar a velocidade (θ) na qual essa convergência está ocorrendo, segundo Rey e Montoury (1999) por meio da seguinte expressão:

$$\theta = \frac{\ln(\beta + 1)}{(-k)} \quad (10)$$

Onde θ é a velocidade de convergência; β é o coeficiente de convergência estimado e k é o número de anos em períodos de tempo de aposta.

A meia-vida, por sua vez é calculada pela fórmula a seguir

$$\tau = \frac{\ln(2)}{(\theta)} \quad (11)$$

A meia vida τ refere-se ao tempo necessário para que as microrregiões se desloquem a meio caminho entre seus respectivos estados estacionários.

Desse modo as aplicações da metodologia estão apresentadas na seção 4 responsáveis pela análise descritiva e resultados tanto qualitativos quanto dos modelos econométricos estão apresentadas a seguir.

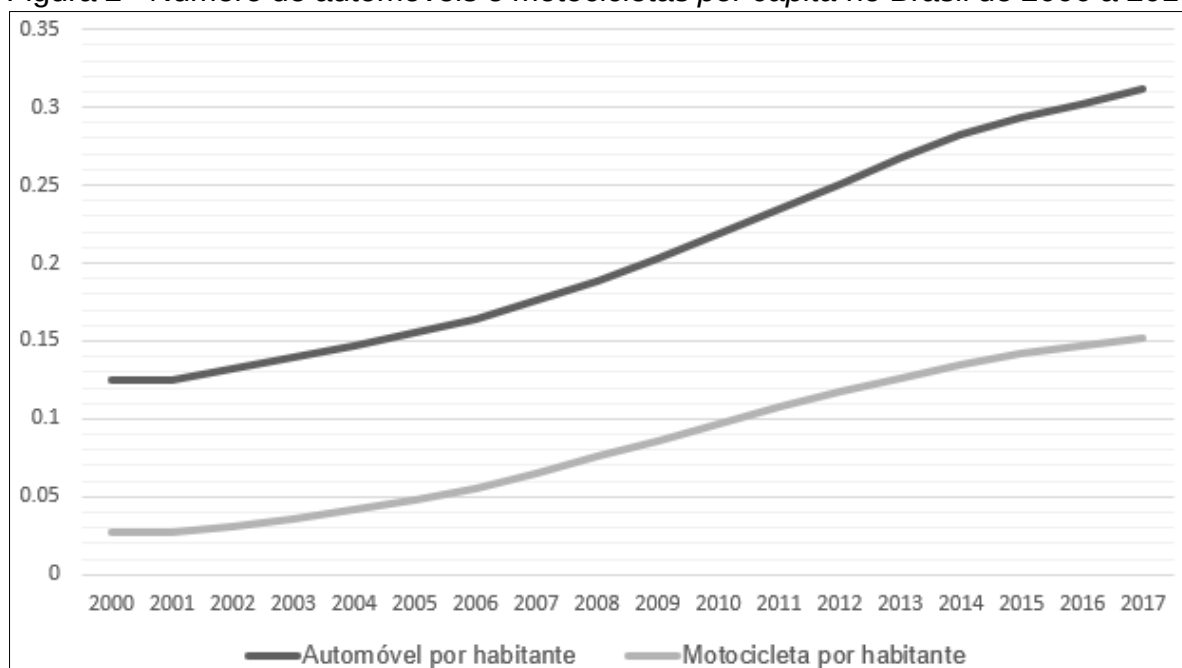
¹³ Via análise do *I de Moran* dos resíduos e da ausência de autocorrelação espacial nos resíduos resultantes do modelo espacial (Apêndice B).

4 RESULTADOS

Nesta seção apresenta-se os principais resultados obtidos a partir da aplicação dos métodos descritos na seção 3. Uma análise descritiva prévia dos dados foi realizada relativamente às frotas *per capita* de automóveis nas microrregiões aqui analisadas com a finalidade de verificar a dinâmica apresentada por essas demandas efetivas no Brasil.

A Figura 2 evidencia o número de automóveis e motocicletas *per capita* no Brasil de 2000 a 2017, a partir de sua análise pode-se observar que ambas as taxas de crescimento são positivas ao longo do tempo não havendo consideráveis rupturas ou mudanças bruscas ao longo do período de estudo.

Figura 2 - Número de automóveis e motocicletas *per capita* no Brasil de 2000 a 2017



Fonte: Resultado da pesquisa, calculados a partir de dados básicos do Denatran e IBGE

Desta forma observa-se que o número de automóveis *per capita* saiu de 0,127 em 2000 atingindo em 2017 a marca de 0,312, ou seja, a cada 10 pessoas no Brasil existem 3,12 automóveis. A título de comparação, para os dados referentes a motocicleta os números são menores e compreendem de 0,025 em 2000 evoluindo em 2017 para o nível de 0,151. Em comparação direta com o automóvel os números indicam que a cada 10 pessoas existem 1,5 motocicletas no Brasil o que se mostra necessário a análise a partir das microrregiões, a fim de analisar o comportamento da demanda de automóveis ao longo do período específico do estudo.

Estes resultados seguem os obtidos pelos autores Rubim (2013), Haddad (2015), Lucinda (2017), Machado, (2017), que em seus estudos retratam um maior crescimento do automóvel frente a moto.

A Tabela 1 traz o número de demanda de automóveis entre as 10 microrregiões com maior número de automóveis *per capita* no Brasil, para os anos de 2004 (média de 2003, 2004 e 2005) e 2015 (média de 2014, 2015, 2016), bem como a média das 10, 50 e 100 microrregiões com maior média de automóveis por habitante para cada período com maior demanda *per capita* para o objeto de estudo.

Tabela 1 - Número de automóvel por habitante por microrregião em 2004 (média de 2003, 2004 e 2005) e 2015 (média de 2014, 2015, 2016)

Ano de 2004				Anos de 2015			
Microrregião	UF	GR	Auto. por habitante	Microrregião	UF	GR	Auto. por habitante
Andradina	SP	Sudeste	0.374	Curitiba	PR	Sul	0.456
São Paulo	SP	Sudeste	0.313	Blumenau	SC	Sul	0.436
Blumenau	SC	Sul	0.294	Campinas	SP	Sudeste	0.434
Campinas	SP	Sudeste	0.281	São Paulo	SP	Sudeste	0.430
Curitiba	PR	Sul	0.277	Jundiaí	SP	Sudeste	0.417
Caxias Sul*	RS	Sul	0.276	Caxias Sul	RS	Sul	0.416
Brasília	DF	C-Oeste	0.268	Criciúma	SC	Sul	0.415
Jundiaí	SP	Sudeste	0.265	Florianópolis	SC	Sul	0.407
Florianópolis	SC	Sul	0.262	Guaporé	RS	Sul	0.404
Guaporé	RS	Sul	0.259	Chapecó	SC	Sul	0.402
Média para os 10			0.268	Média para os 10			0,422
Média para os 50			0.232	Média para os 50			0,384
Média para os 100			0.211	Média para os 100			0,357

Fonte: Resultado da pesquisa, calculados a partir de dados básicos do Denatran e IBGE

* Microrregião de Caxias do Sul.

É possível observar que a média dos dez maiores demandantes de automóveis *per capita* sofreu alteração passando de 0,268 para 0,422 um aumento de 63% na média. O aumento para o Brasil entre as dez maiores demandantes *per capita*, observa se uma ligeira alteração da participação *per capita* onde a mais expressiva está associada a microrregião de Curitiba que saiu de 5º lugar, para se tornar a microrregião com maior número de automóveis *per capita* 0,45.

A partir da análise descritiva dos dados, relativas ao desempenho de demanda de automóveis pelas microrregiões brasileiras, observou-se tanto número de automóveis e motocicletas *per capita* no Brasil de 2000 a 2017, quando a configuração das microrregiões com maior demanda de sem levar em consideração, ambas as análises não consideram existência de autocorrelação espacial nos dados.

Deste ponto em diante o trabalho por meio da AEDE, levará em consideração o espalho, pois, a AEDE fornece informações sobre a existência ou não da dependência espacial e da heterogeneidade espacial no fenômeno estudado.

Com a finalidade de captar e revelar se há presença de autocorrelação espacial nos dados, computou-se, por meio do *software GeoDa*, a estatística *I de Moran*. Foram calculados os coeficientes por meio das matrizes de peso espacial *W* com a convenção de rainha, 3, 5, 7, 10 e 20 vizinhos. A utilização de diversas convenções de cálculo para matriz de defasagem espacial, onde buscou-se identificar aquela que capta da melhor forma o processo de autocorrelação espacial presente nos dados, pode ser observada na Tabela 2.

A convenção da matriz espacial que apresentou maior estatística *I de Moran* global para o triênio de 2004 foi a matriz de 7 vizinhos, a qual apresentou um valor de **0,8496**. Para o triênio de 2015, por outro lado, a convenção que apresentou o maior valor foi a matriz de 3 vizinhos, com um valor para estatística *I de Moran* de **0,8555**, a taxa de crescimento também se mostrou significativa com *I de Moran* de **0,2298** e a matriz foi a de 5 vizinhos.

Ademais, é visível a concentração espacial da frota *per capita* em ambos os anos, assim como a taxa de crescimento no período. Isso é comprovado por meio dos coeficientes *I de Moran* na tabela 2, cujos valores apresentaram-se positivos e estatisticamente significativos a 1% de significância para 99999 permutações aleatória, independente da matriz de convenção aplicada.

Tabela 2 – Coeficiente de *I de Moran* para o *automóvel por habitante*, 2004 e 2015 e taxa de crescimento

2004		2015		Taxa crescimento	
Matriz de Convenção	<i>I de Moran</i>	Matriz de Convenção	<i>I de Moran</i>	Matriz de Convenção	<i>I de Moran</i>
1 Rainha	0,8486*	1 Rainha	0,8545*	1 Rainha	0,2065*
3 Vizinhos	0,8416*	3 Vizinhos	0,8555*	3 Vizinhos	0,2214*
5 vizinhos	0,8446*	5 vizinhos	0,8514*	5 vizinhos	0,2298*
7 vizinhos	0,8496*	7 vizinhos	0,8553*	7 vizinhos	0,2158*
10 vizinhos	0,8454*	10 vizinhos	0,8514*	10 vizinhos	0,2122*
20 vizinhos	0,8211*	20 vizinhos	0,8359*	20 vizinhos	0,1976*

Nota: Pseudo- Significado empírica baseada em 99999 permutações aleatórias.

Fonte: Resultado da pesquisa

Portanto, no período considerado, microrregiões com elevado número de automóveis *per capita* tendem a estar rodeadas também por regiões com altos

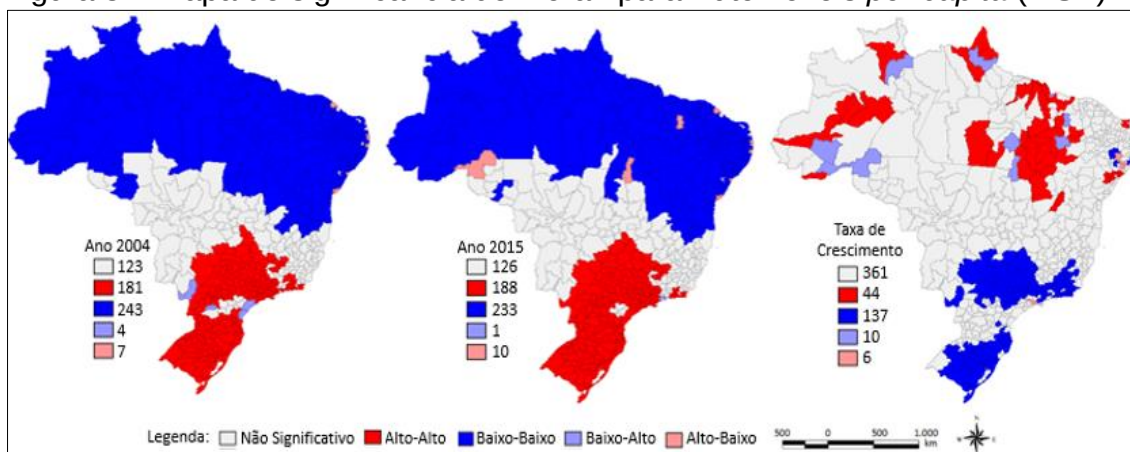
valores (e vice-versa). Além disso, teve-se um aumento na magnitude dos coeficientes, sinalizando uma intensificação da concentração espacial e do transbordamento para a vizinhança (GONÇALVES, 2007). Por fim, a taxa de crescimento apresentada pelas microrregiões no período de 2004 a 2015 também apresentou, igualmente, um padrão de distribuição concentrado ao longo do território brasileiro. Sendo assim, a existência de dependência espacial torna necessário fazer o seu controle nas estimações econométricas posteriores, indicando, assim, uma possível necessidade de utilização do Painel de Dados em sua versão Espacial.

O valor encontrado para o *I de Moran* ano de 2015 é ligeiramente maior que o valor referente ao ano de 2004 o que indica uma concentração da frota de carro *per capita* no Brasil, porém, devido a alteração da matriz de pesos espaciais é possível observar que houve uma mudança estrutural na configuração da demanda do objeto de estudo, sugerindo, portanto, que ocorreu uma concentração espacial, desse modo observa-se que no segundo período as microrregiões têm influência nos seus vizinhos mais próximos, quando comparado ao período anterior (GONCALVES, 2007).

Para tanto, faz-se o uso da estatística LISA que se mostra apropriada para identificar agrupamentos espaciais significativos (*Clusters*), assim como instabilidade local da medida de associação global da estatística *I de Moran*, revelada com a presença de valores espaciais extremos. A hipótese nula da estatística LISA continua sendo a de ausência de associação espacial, embora passe agora a ser considerado o nível local e não mais o global.

A Figura 3 mostra o mapa de *clusters* (LISA) para a criação média de automóveis *per capita* referente aos triênios de 2004 e 2015, identificando os quatro tipos de associações espaciais possíveis, isto é, os padrões Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA), a matriz de ponderação estatística foi a de 5 vizinhos, matriz com maior *I de Moran* para a taxa de crescimento, conforme Tabela 2.

Figura 3 – Mapa de significância de Moran para Automóveis *per capita* (LISA)



Nota: Pseudo- Significado empírica baseada em 99999 permutações aleatórias.

Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa.

No triênio referenciado no ano de 2004 (média de 2003, 2004 e 2005), 181 microrregiões do Brasil apareciam no *cluster* alto-alto, entretanto, no triênio de 2015 (média de 2014, 2015 e 2016) esse número aumentou para 188, ou seja, ocorreu um aumento das microrregiões com alto número *per capita* de automóveis no período considerado, ou seja, mais microrregiões passaram a ter frota de automóveis *per capita* maior.

Pode-se identificar que houve um processo de concentração espacial, sendo que as regiões sul, sudeste e centro-oeste aparecem como grandes *clusters* alto-alto, as regiões norte e nordeste quase que inteiramente são compostas por *clusters* baixo-baixo.

O autor Rubim (2013) evidencia a demanda de automóveis atrelados a distribuição de renda, sendo similar a formação demanda encontrada no trabalho.

No que se refere as taxas de crescimento da frota de automóveis *per capita* no Brasil, destacam-se aglomerações de microrregiões com padrão espacial do tipo AA é possível observar que há um processo de crescimento localizadas quase que exclusivamente na região norte e nordeste, isso indica uma expansão da demanda nessa região. Tal dinâmica apresentada, entretanto, não é suficiente para tornar as regiões pertencentes ao padrão AA, este fator pode estar relacionado com o estoque inicial de automóveis *per capita* baixo em relação ao restante do Brasil, o que indica grande diferença estrutural entre as regiões (BAUMGARTEN, 1972).

Pode-se inferir, dessa forma, a ocorrência de um processo de transbordamento, dado a forte consolidação desse meio de transporte nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Por fim, nota-se que para todos os casos a influência

positiva se manteve mais forte apenas para o vizinho mais próximo, diminuindo esse efeito conforme se aumenta o número de vizinhos da matriz de ponderação.

Em relação a Autocorrelação Espacial Global Bivariada utilizada com a intenção de analisar a dependência espacial entre variáveis distintas, foi verificada a existência de correlação espacial bivariada positiva entre o nível de frota de 2015, com as variáveis de controle de 2004 a nível de outras variáveis em seus vizinhos em períodos correspondentes, em suma, a microrregião de referência de 2015 com alta demanda efetiva *per capita* de automóveis, esta circundada de regiões vizinhas que no primeiro período que apresentaram altos valores para o objeto em questão.

Os resultados encontrados para análise Bivariada estão contidos na Tabela 3 e como pode ser observado todas as variáveis apresentaram correlação espacial positiva.

Tabela 3 - Indicador Global Bivariado de Autocorrelação Espacial

Variáveis	Moran Bivariado
<i>Auto 2015 x W_Auto 2004</i>	0,8443*
<i>Auto 2015 x W_Moto 2004</i>	0,3997*
<i>Auto 2015 x W_Onibus 2004</i>	0,1292*
<i>Auto 2015 x W_DensidPop 2004</i>	0,1584*
<i>Auto 2015 x W_Pib 2004</i>	0,4826 *
<i>Auto 2015 x W_DensEmpre 2004</i>	0,1584 *
<i>Auto 2015 x W_Taxa_Auto</i>	-0,3511*

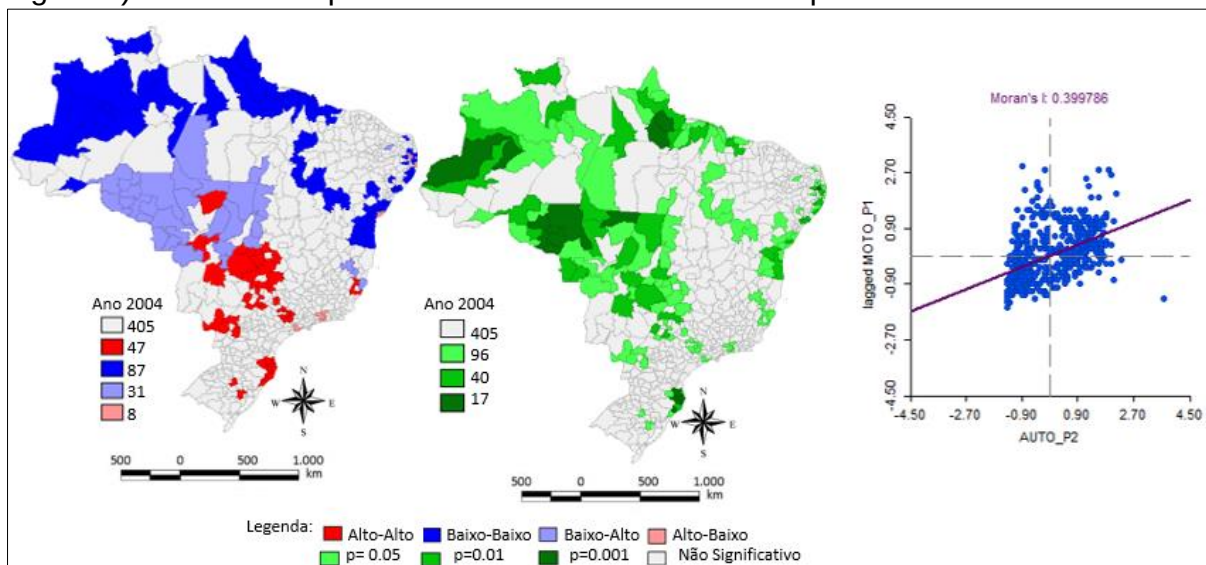
Obs.: *1% de significância.

Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa

Com a finalidade principal de verificar se há influência da taxa de crescimento da demanda de automóveis em relação a atributos dos vizinhos do período inicial permitindo um melhor entendimento das influências individuais de determinadas regiões sobre o objeto de estudo ao longo do tempo. As variáveis utilizadas na análise bivariada foram as médias obtidas no triênio inicial referentes ao ano de 2004¹⁴, este período foi escolhido pois tem como objetivo captar a dinâmica espaço temporal da relação inicial das variáveis, assim como no LISA *cluster*, a matriz de ponderação foi de 5 vizinhos, por ter apresentado maior *I de Moran* para a taxa de crescimento da demanda efetiva de automóveis no período de 2004 a 2015 conforme Tabela 2.

¹⁴ ou seja, a média dos anos de (2003, 2004 e 2005) foram o número automóveis *per capita*, motos *per capita*, ônibus *per capita*, densidade habitacional, produto interno bruto e densidade de emprego.

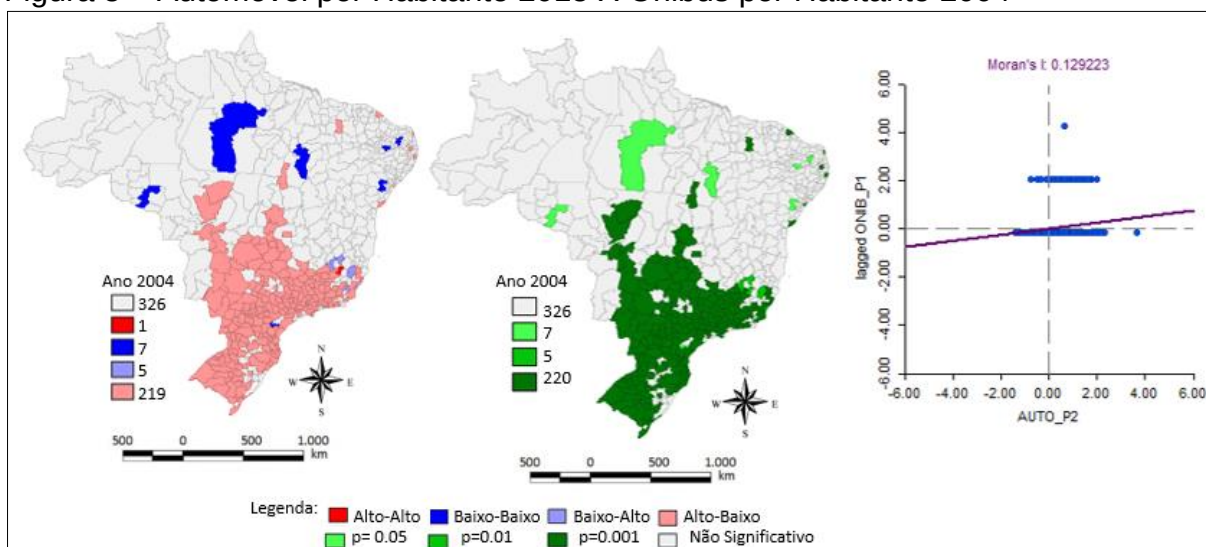
Figura 4) – Automóvel por Habitante 2015 X Motocicleta por Habitante 2004



Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa

A variável demanda por motocicleta *per capita* ($Moto_t$) apresentou um sinal positivo e significativa a 10% para 153 microrregiões, ou seja, aquelas microrregiões que tinham crescimento de demanda efetiva de automóvel *per capita* tenderam a ter, na média, um acréscimo na demanda de motocicleta *per capita*. Assim, está ocorrendo um processo de agregar a motocicleta a automóveis.

Figura 5 – Automóvel por Habitante 2015 X Ônibus por Habitante 2004

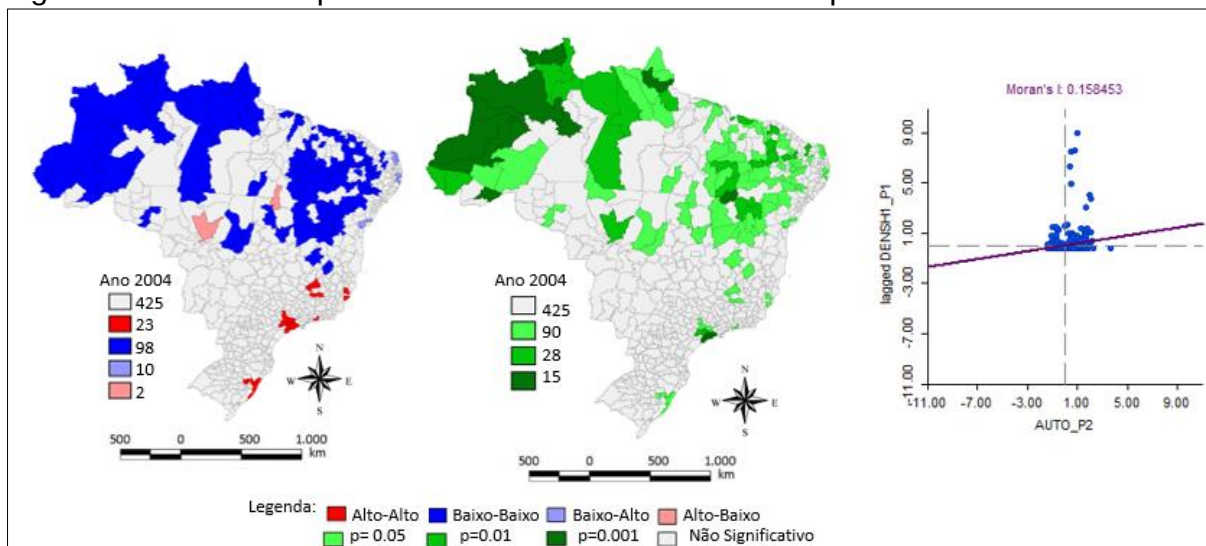


Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa

Por outro lado, a variável demanda efetiva por ônibus *per capita* ($Onibus_t$), também se apresentou significativa a 1% para 220 microrregiões e sofreu um processo similar à da motocicleta, segundo a análise bivariada é possível observar

que na medida que a microrregião apresenta crescimento da demanda de automóveis, há consequentemente um aumento da frota per capita de ônibus.

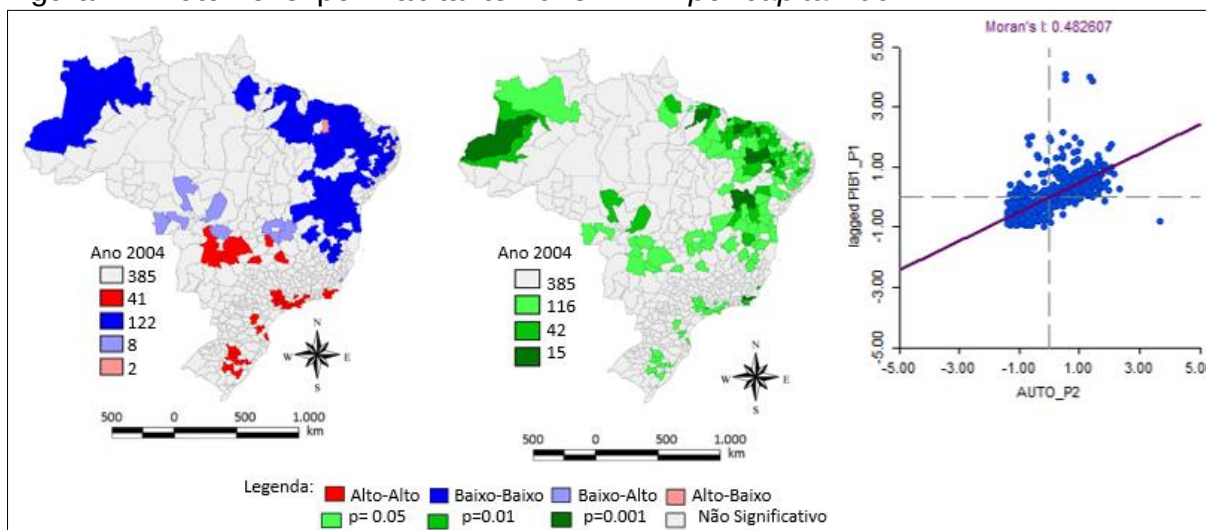
Figura 6 – Automóvel por Habitante 2015 X Densidade Populacional 2004



Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa

Uma influenciadora da demanda de automóveis no Brasil é a densidade populacional. foram 133 microrregiões significativas no nível de 10%. Essa relação confirma para o Brasil as hipóteses de Jacobs (1969), Krugman (1991) e Griliches (1992) sobre a importância das economias de aglomeração e urbanização. Portanto, o aumento do número de pessoas em uma determinada localidade do país é capaz de acentuar a capacidade econômica entre os agentes, fatores capazes de aumentar os retornos do econômicos produzido, devido ao positivo (jacobiano externalidades. Os autores acima mencionados também encontraram resultados semelhantes para o Brasil. Portanto, este trabalho corrobora a importância das externalidades das economias de aglomeração jacobianas para explicar o processo da demanda efetiva de automóveis nas microrregiões brasileiras.

Figura 7 – Automóvel por Habitante 2015 X PIB *per capita* 2004



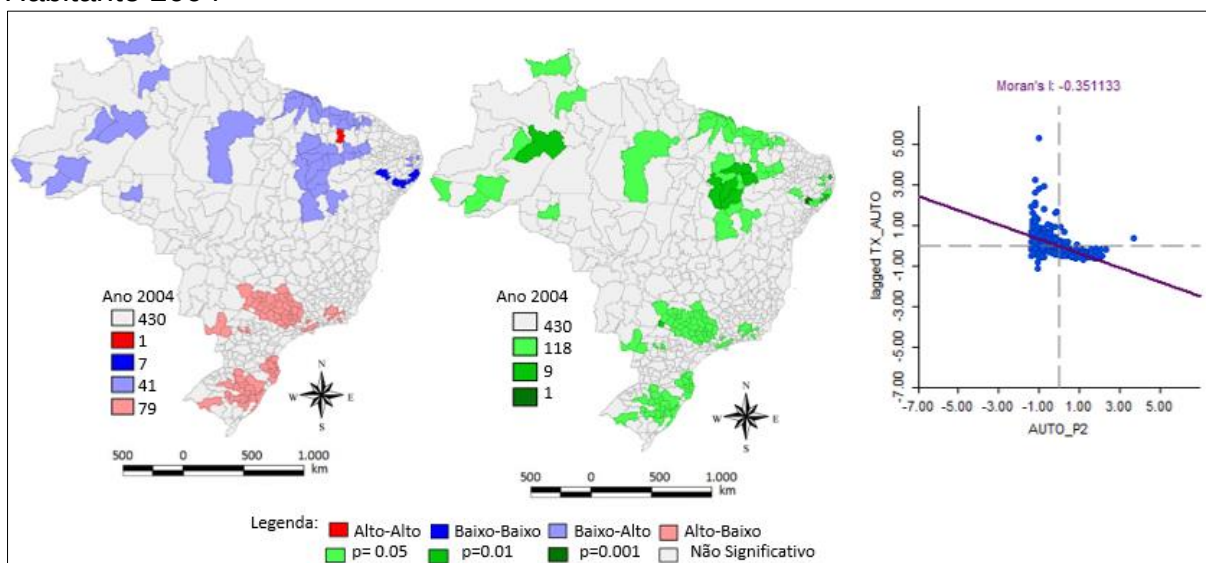
Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa

Em relação a variável explicativa PIB *per capita*, ambos os coeficientes apresentam significância estatística de 10% para 173 microrregiões, assim a demanda de automóveis cresce em microrregiões onde o há um crescimento do PIB *per capita*. Este resultado corrobora com os estudos de; Rubim (2013), Cintra (2014), Haddad (2015), Lucinda, (2017).

Na tabela 3 observa-se as relações mais fortes estão vinculadas ao número médio de automóveis dos vizinhos de 2004 e a variável PIB *per capita*. Para melhor entendimento considere-se a adoção de certa técnica aumentadora de produtividade em determinada microrregião no período t , pode ocorrer que a influência nas regiões vizinhas não ocorram em t , mas apenas em períodos posteriores, isto é, em $t + 1, t + 2, \dots, t + n$. Segundo North (1995), as sociedades, especialmente as instituições de uma certa localidade, tendem a evoluir de forma lenta devido ao fenômeno chamado pelo autor de *path-dependence*.

Esse processo se caracteriza como uma certa rigidez a mudanças, resultando na adoção de melhorias (tecnológicas, institucionais, etc) de forma lenta e distribuída temporalmente. Esse efeito ocorre, muitas vezes, segundo o autor, devido à custos irrecuperáveis das práticas anteriores, tornando as mudanças lentas e dependentes da trajetória anterior.

Figura 8 – Automóvel por Habitante 2015 X Taxa de Crescimento Automóvel Habitante 2004



Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa

A única variável que apareceu negativa é a relação bivariada entre automóveis de 2015 e a taxa de crescimento de automóveis do período, ou seja, microrregiões com elevada média de automóveis *per capita* no ano de 2015 estão rodeadas por regiões com baixa taxa de crescimento, como pode ser visualmente observado na Figura 8, de modo que o valor encontrado do *I de Moran* foi de -0,3511, para a relação indicando uma considerável associação espacial negativa entre o número do automóvel do segundo período e a taxa de crescimento da frota de automóveis. Em outras palavras, as microrregiões com baixa taxa de crescimento tendem a ser cercadas por vizinhas com alto número de automóveis no segundo período (e vice-versa), um indício de que a hipótese de convergência sustentada neste trabalho poderá, ser comprovada.

A fim de agregar na análise exploratória, a análise de agrupamento, será apresentada nos próximos parágrafos. Os *clusters* espaciais, utilizados anteriormente, embora também utilizem conceitos de similaridade e dissimilaridade, consideram apenas sua existência quando assumem um determinado padrão espacial, ou seja, uma microrregião necessariamente precisa ser imediatamente vizinha de outras. Na análise de grupo, por outro lado, a relação de vizinhança não é necessária, duas microrregiões podem estar localizadas em lados opostos do país, mas ainda pertencem ao mesmo *cluster*. Além disso, essa técnica multivariada tem o objetivo de agrupar as informações de acordo com algum critério escolhido e, no final, não há nenhuma informação omitida, como o caso não significativo em *clusters*

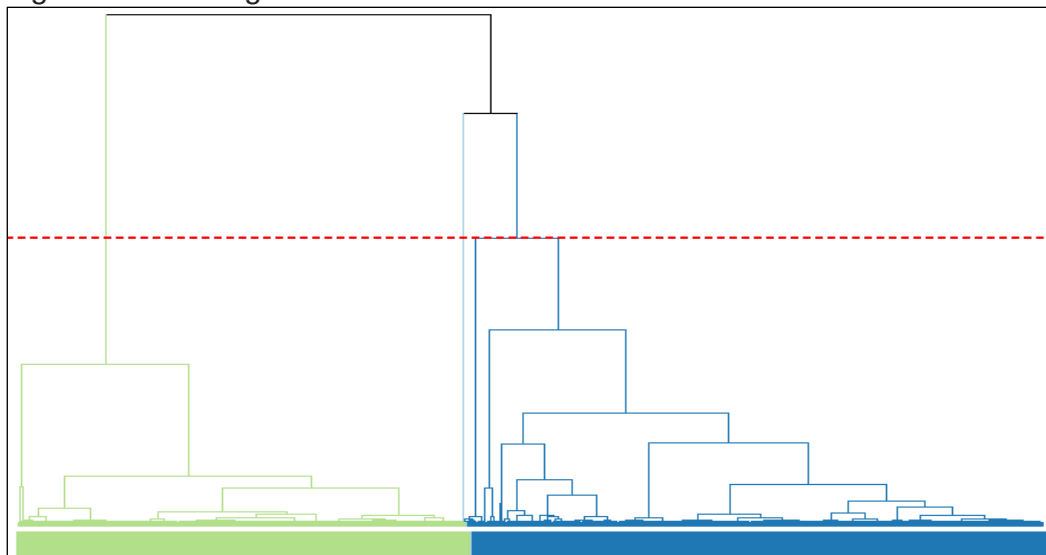
espaciais. Portanto, o uso da análise grupal foi utilizado como uma metodologia complementar às anteriores, visto que consegue captar relações que aquelas previamente adotadas podem não ter sucesso.

São geralmente representados por um diagrama bidimensional chamado de dendograma ou diagrama de árvore. Neste diagrama, cada ramo representa um elemento, enquanto a raiz representa o agrupamento de todos os elementos.

Através do dendograma e do conhecimento prévio sobre a estrutura dos dados, deve-se determinar uma distância de corte para definir quais serão os grupos formados. Essa decisão é subjetiva, e deve ser feita de acordo o objetivo da análise e o número de grupos desejados (WILKS, 2011).

A Figura 9 traz o dendograma referente à taxa de crescimento e a todas as variáveis relacionadas no modelo. A análise do grupo sugere que existem basicamente três *clusters* entre as microrregiões brasileiras que apresentam características semelhantes em relação às variáveis analisadas. No entanto, verifica-se que existe uma divisão desigual entre os grupos, onde o primeiro dos grupos (à direita do Dendograma) têm uma menor quantidade de microrregiões quando comparados à outra metade (à esquerda).

Figura 9 - Dendograma.

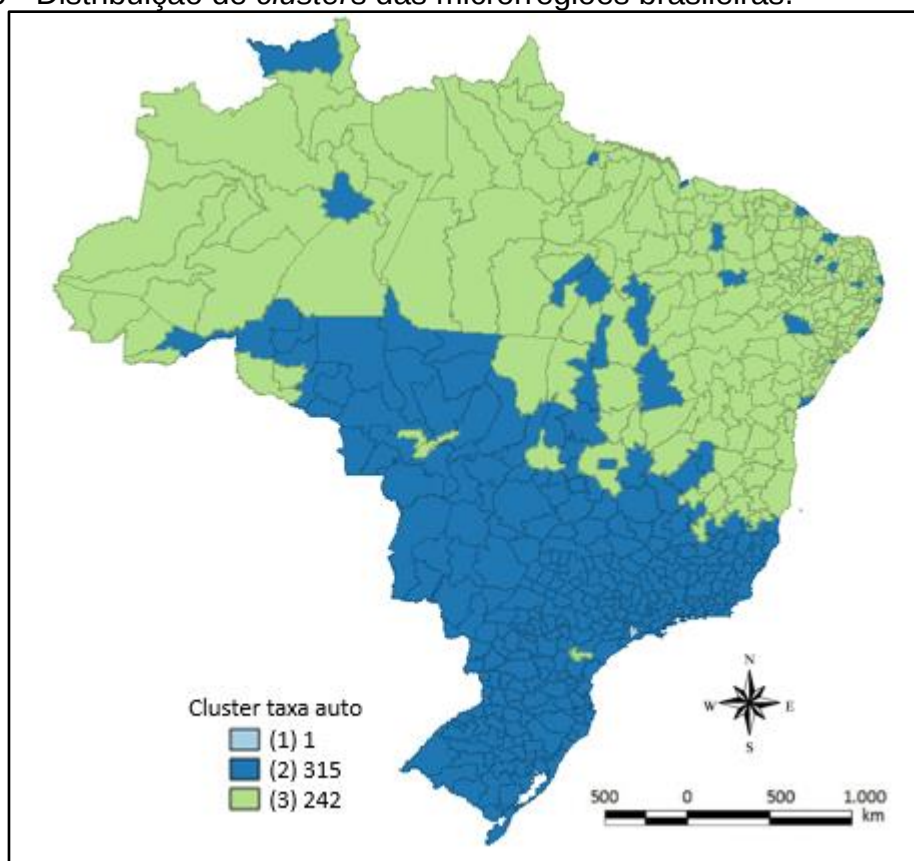


Fonte: Resultados da pesquisa

A Figura 10 traz a distribuição dos grupos identificados, bem como o número de microrregiões em cada grupo. Lembrando que o método utilizado foi o *wards Linkage*, que classifica de acordo com um critério de similaridade. Portanto, buscou-se agrupar microrregiões com alta taxa crescimento ao mesmo tempo em que as

outras variáveis altas (e vice-versa). A maior parte das microrregiões brasileiras foi agrupada basicamente em dois *clusters*.

Figura 10 - Distribuição de *clusters* das microrregiões brasileiras.



Fonte: dados de pesquisa.

O *cluster* (1), possui uma microrregião - São Paulo. Segundo Isadora *et al* (2018), a baixa representatividade de um *cluster* pode ser caracterizado como um *outlier*, ou seja, possui diferentes características que não são compartilhados com a grande maioria das microrregiões brasileiras. Os outros dois *clusters* praticamente dividem o Brasil em duas partes: o *cluster* (2) possui 242 microrregiões e está localizado nas regiões sul, sudeste e centro oeste o que representa 43,36% das microrregiões, já o *cluster* (3) detém cerca de 56,45% das microrregiões totalizando 315 microrregiões, e está localizado quase que unicamente no norte e nordeste.

Para melhor verificar as características de cada *cluster*, a Tabela 4 traz as médias de automóveis *per capita*, para os anos de 2004, 2015 e para a taxa de crescimento, para os *clusters* identificados, bem como para o Brasil. Os *clusters* (1) e (2) apresentaram um valor acima da média do Brasil para as frotas nos períodos um e dois e apresentam uma taxa de crescimento abaixo da média. O *cluster* (3) por sua vez, apresentou uma dinâmica inversa, ou seja, tem como característica das

microrregiões a baixa média de frota nacional de veículos *per capita*, porém com alta taxa de crescimento da mesma, acima do nível nacional. Assim, ambos corroboram a hipótese básica levantada pelo presente artigo, que existe um processo de homogeneização da frota nacional, ou seja, microrregiões com baixa frota no período de 2004 obtiveram uma alta taxa de crescimento no período de análise (e vice-versa).

Tabela 4 – Média de automóveis *per capita* para os períodos de 2004, 2015 e taxa de crescimento, para os 3 *clusters* e para o Brasil.

Média	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	Brasil
Auto 2004	0,31	0,14	0,01	0,08
Auto 2015	0,43	0,25	0,05	0,17
Taxa Auto Período	37%	95%	240%	157%

Fonte: dados de pesquisa

No entanto, considerando a média brasileira, *Cluster (3)* pode ser considerado "subdesenvolvido" com média abaixo da nacional, sendo que sua característica pode vir de uma dinâmica própria, diferente daquela apresentada pelas outras regiões do país. Por exemplo, na Figura 10 observa-se que várias dessas microrregiões estão localizadas na região norte e nordeste.

Identificadas as características básicas da distribuição espacial da demanda de automóveis e seus respectivos avanços nas microrregiões do Brasil, o próximo passo foi encontrar os determinantes desse avanço, com especial enfoque em suas características estruturais. Além disso, destaca-se o fato da existência de dependência espacial para a variável considerada, o que torna necessário a adoção de técnicas de econometria espacial para controlar esse efeito.

O método utilizado para investigar as motivações do crescimento demanda *per capita* brasileira de automóveis foi o de painel de dados espacial. Tal escolha se deve ao fato de que a demanda de automóveis ao longo do tempo pode não estar simplesmente relacionada com os fatores explicitamente incluídos na regressão, mas também com características próprias de cada microrregião.

O método de dados em painel possibilita justamente captar essa heterogeneidade dos elementos contidos na amostra que não pode ser identificada de forma direta e, portanto, acabaria sendo incluído no termo de erro, viesando as estimativas quando estão correlacionadas com as variáveis explicativas.

Por isso, a estimação por um modelo clássico de regressão linear não seria a melhor especificação pois nesses casos, há quebra de uma das suas hipóteses básicas: a de ausência de auto correlação entre as variáveis explicativas e o termo de erro. Isso pode tornar o modelo viesado e inconsciente. Dessa forma, a utilização da regressão com dados em painel tem como objetivo minimizar o viés e tornar o modelo consistente, ou seja, simétrico e com menor variância possível. Sendo assim, possibilitando a melhor captura da dinâmica verdadeira apresentada pelo fenômeno por meio da identificação da heterogeneidade não observada.

Como já discutido a demanda de automóveis têm importantes repercussões na estrutura econômica de um país, portanto diferentes autores como: Demaio (2009), De Azevedo Meiners (2011), Rubim (2013), Haddad (2015), De Moura Vogt (2017), defendem em seus estudos que há um impacto local na dinâmica econômica a partir dos estudos com a questão relacionadas ao automóvel. Este trabalho considera a nível agregado as relações entre o objeto de estudo o automóvel com variáveis socioeconômicas contidas no espaço e buscará testar empiricamente a possibilidade da questão espacial ser relevante para o estudo do objeto.

Neste momento é importante é a escolha da matriz mais adequada, esta por sua vez deve respeitar certas propriedades desejáveis e certas particularidades do estudo em questão. Segundo Almeida (2012), a sugestão da escolha da matriz a ser usada deve vir, das características do fenômeno em estudo. Baumont (2004), busca escolher uma matriz W que capte a maior parte da dependência espacial dos resíduos através do teste de diagnóstico de Baumont:

- a) Estima-se o modelo clássico de regressão linear,
- b) Testam-se os resíduos desse modelo para autocorrelação espacial, usando o *I de Moran* para um conjunto de matrizes W ;
- c) Seleciona-se a matriz de pesos espaciais que tenha gerado o mais alto valor de Moran e que seja significativo estatisticamente. Conforme pode ser observado no Apêndice B, as matrizes utilizadas foram: Matriz de 3 vizinhos para o modelo Brasil absoluto e condicional, o clube de convergência norte seguiu a mesma matriz do Brasil, matriz de 3 vizinhos e por fim, o clube de convergência sul por sua vez apresentou a os maiores *I de Moran* residuais de acordo com a matriz rainha de primeira ordem.

No que se refere aos problemas econométricos, foi identificada a presença de heterocedasticidade por meio do teste de *Wald* que apresentou um valor de 856,52,

rejeitando a hipótese nula de variância constante nos resíduos. Dessa forma, todos os modelos espaciais foram estimados usando o erro padrão robusto *Disccoll-Kraay*, com a finalidade de controlar o problema.

Para a escolha entre o modelo de efeito fixo ou efeito aleatório, utilizou-se do teste de Hausman, sendo que houve rejeição da hipótese nula de que não há diferença sistemática entre os coeficientes estimados¹⁵. Portanto, a estimação por efeito fixo se mostrou a mais indicada para estimação dos modelos espaciais de dados em painel. Posteriormente, buscou-se definir qual modelo espacial é aquele que melhor representa e capta a dinâmica do fenômeno em estudo.

Utilizando-se o critério de informação de *Akaike*, verifica-se que o modelo de Durbin Espacial (SDM) foi aquele que apresentou o menor valor para esse critério de ajuste, tornando-se, dessa forma, o modelo escolhido. Portanto, as análises posteriores serão realizadas tendo como referência o modelo SDM, ressaltando que as demais estimativas foram apresentadas visando demonstrar a robustez dos coeficientes para os modelos espaciais estimados com a técnica de dados em painel.

O fato do modelo Modelo de Durbin Espacial (SDM) ser o escolhido, confirma a importância de incorporar os *spillovers* de variáveis independentes para explicar a taxa de crescimento da demanda efetiva *per capita*. Como por exemplo a as evidências encontradas pelos autores Pereira (1998); Souza (2010), Bertucci (2011), Lotufo (2011), HADDAD (2015) que por sua vez trazem em seus estudos, a importância da demanda de automóveis na dinâmica econômica de uma determinada região.

¹⁵ Estatística Chi² para o modelo Brasil condicional: 252.71; norte condicional: 98.42; Sul condicional: 542.23.

Na Tabela 5 tem-se os resultados relacionados às estimativas dos modelos globais, visando identificar a existência de convergência (absoluta) das microrregiões do Brasil entre o período de 2004 até 2015.

Tabela 5 – Resultados econométricos da convergência absoluta da taxa de crescimento da demanda de automóveis *per capita* nas microrregiões brasileiras de 2004 a 2015¹⁶.

Variáveis	Modelos			
	Efeito Fixo (I)	SEM (II)	SAR (III)	SDM (IV)
Constante	0.0162*** (0.002)	0.0085** (0.003)	0.0086*** (0.003)	0.0084*** (0.000)
$Auto(\omega)_{t-1}$	-0.0253*** (0.000)	-0.0543*** (0.018)	-0.0435*** (0.0140)	-0.0913*** (0.004)
$WAuto(\omega)_{t-1}$	-	-	-	0.0737*** (0.005)
λ	-	0.2077 (0.128)	-	-
ρ	-	-	0.1595*** (0.126)	0.1866*** (0.019)
Crit. informação Akaike	-12378.86	-12809.27	-12768.14	-12911.81
Nº de obs.	6.696	6.696	6.696	6.696

Nota: *** Significante ao nível de 1%; ** Significante ao nível de 5%, *Significante ao nível de 10%.
Fonte: Resultado da pesquisa.

Os resultados das estimações apontam que há um processo de homogeneização da demanda de automóveis entre as microrregiões brasileiras, fato captado pelo sinal negativo da variável $Auto(\omega)_{i,t-1}$ que apresentou significância estatística ao nível de 1%. Isso indica que microrregiões com grande demanda efetiva *per capita* apresentaram uma taxa de crescimento inferior do que aquelas localidades com baixa demanda efetiva.

Portanto, para o período considerado de 2004 a 2015 houve um processo de avanço da taxa de crescimento da demanda efetiva *per capita* de automóveis em microrregiões que, anteriormente, possuíam uma frota *per capita* relativamente menor (BETUCCI, 2011; DENATRAN, 2018).

Desta forma, identificou-se também que a taxa de crescimento da demanda efetiva *per capita* de uma determinada microrregião tem o potencial de gerar transbordamentos positivos na dinâmica de crescimento de seus vizinhos próximos,

¹⁶ No que consiste ao modelo de convergência *brasil absoluto*, segundo Almeida (2012), a oscilação encontrada no beta (β) convergência para os modelos SEM(II) SAR(III) e SDM(IV) apresentados na tabela 5, podem ser devidos problema de omissão de variável relevante e/ou heterogeneidade na amostra.

fato captado pelo coeficiente espacial ρ que se mostrou significativo e positivo ao nível de 1%. Pode-se observar que medida em que os aglomerados econômicos passam a se desenvolver as cidades se tornam mais verticais, ou seja, há uma expansão da área, a partir da expansão das cidades, surge uma maior necessidade de transporte, que por sua vez conforme já abordado no tópico III) do ciclo vicioso da demanda de automóveis, pode gerar transbordamento espacial, ou seja cada vez mais há a necessidade da aquisição de um automóvel, seja ou pela expulsão das classes sociais vulneráveis para as zonas periféricas das cidades, ou pela criação do efeito conurbação¹⁷, este acarretado pelo crescimento das cidades (HADDAD, 2015; MACHADO, 2017; MARICATO, 2017).

Conforme destacado na análise espacial (LISA) na Figura 3 a existência de externalidades espaciais positivas torna a necessidade da mobilidade mais dinâmica, isto é, as economias pertencentes as estas regiões geram *spillovers* positivos, o que induz ao aumento da demanda de transporte ao longo do espaço ocasionando a formação de *clusters* espaciais de alta demanda de automóveis *per capita*.

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados da estimação para a convergência condicional dos determinantes da taxa de crescimento da demanda de automóveis *per capita*. A correlação das variáveis explicativas pode ser observada mais detalhadamente no Apêndice A. O coeficiente de correlação (neste caso, o de Pearson) indica uma relação linear relativamente forte e positiva entre as duas variáveis, foi observado uma alta correlação de 0,83 entre as variáveis *Ln_Densidade_Populacional* e *Ln_Densidade_Emprego*, por este motivo a última variável não foi usada no modelo, afim de não causar problemas estatísticos como inflar a variância, porém, vale justificar que sua retirada não afeta negativamente o modelo, uma vez que tem alta correlação com a variável *Ln_Densidade_Populacional*.

Referente a matriz espacial de ponderação escolhida para o modelo Brasil Condicional foi adotada a estratégia de determinação da matriz de defasagem via escolha da matriz que gerasse o maior coeficiente *I de Moran* para os resíduos da regressão Paineis de *Efeito Fixo (I)*, como pode ser observado no (Apêndice B), optou-

¹⁷ A conurbação é um fenômeno urbano, dado pela junção de duas ou mais cidades que se desenvolvem umas próximas a outras, de tal forma que acabam se unindo como se fosse apenas uma.

se pela escolha da matriz de 3 vizinhos (K3), pois a mesma apresentou-se com maior *I* de Moran dos resíduos para 7 anos dos 12 anos considerados na análise.

Tabela 6 – convergência condicional dos determinantes da taxa de crescimento da demanda de automóveis *per capita* no Brasil no período de 2004 a 2015¹⁸.

VARIÁVEIS	Painel Espacial ¹⁹			
	Efeito Fixo (I)	SEM (II)	SAR (III)	SDM (IV)
$Auto_t$	-0.0355*** (0.0019)	-0.1041*** (0.0051)	-0.1029*** (0.0050)	-0.1197*** (0.0052)
$Moto_t$	0.0069*** (0.0016)	0.0061 (0.0037)	0.0070*** (0.0035)	-0.0450*** (0.0052)
$Onibus_t$	0.0002 (0.0012)	0.0006 (0.0021)	0.0005 (0.0020)	0.0208*** (0.0027)
$Densidade\ pop_t$	0.0115*** (0.0024)	0.2724*** (0.0412)	0.2535*** (0.0393)	0.2845*** (0.0453)
$Densidade\ pop^2_t$	-0.0013*** (0.0003)	-0.0225*** (0.0060)	-0.0208*** (0.0057)	-0.0360*** (0.0069)
Pib_t	0.0550*** (0.0080)	0.1348*** (0.0125)	0.1333*** (0.0118)	0.0889*** (0.0198)
Pib^2_t	-0.0099*** (0.0015)	-0.0205 (0.0022)	-0.0200*** (0.0021)	-0.0146*** (0.0031)
$W\ Auto_t$	-	-	-	0.0228** (0.0100)
$W\ Moto_t$	-	-	-	0.0542*** (0.0065)
$W\ Onibus_t$	-	-	-	-0.0237*** (0.0037)
$W\ Densidade\ pop_t$	-	-	-	-0.1687*** (0.0631)
$W\ Densidade\ pop^2_t$	-	-	-	0.0203** (0.0093)
$W\ Pib_t$	-	-	-	0.0592** (0.0245)
$W\ Pib^2_t$	-	-	-	-0.0079** (0.0038)
λ	-	0.1381*** (0.0168)	-	-
ρ	-	-	0.1376*** (0.0161)	0.1408*** (0.0164)
Informação de Akaike	-12459.68	-13055.86	-13060.98	-13269.36

Nota: *** Significante ao nível de 1%; ** Significante ao nível de 5%, *Significante ao nível de 10%.
Fonte: Resultado da pesquisa.

¹⁸ Houve controle da omissão de variável relevante, mas ainda continuou com coeficientes “instáveis”, isso é sinal de heterogeneidade espacial na amostra (ALMEIDA, 2012). Por isso é necessário considerar a existência de clubes de convergência.

¹⁹ Para verificar o comportamento da taxa de crescimento da demanda de automóveis *per capita*, foi adotado um procedimento metodológico proposto por Wooldridge (2002). Esse se caracteriza como uma forma de se incluir variáveis dicotômicas no contexto de dados em painel. Primeiramente, criou-se uma variável temporal (*t*) para todos os períodos analisados que assume 1 para a microrregião pertencente ao período e 0 para as demais. Por fim, estabeleceu-se uma dummy de interação temporal, resultando, portanto, em uma variável dicotômica para cada período analisado, menos um, evitando armadilha das variáveis dicotômicas.

Os resultados encontrados mostram que o modelo painel espacial condicional SDM se ajustou melhor aos dados comparativamente ao modelo de coeficientes globais. Essa conclusão se deve ao fato de que o modelo Brasil Condicional conforme Tabela 6 apresentou um menor critério de informação Akaike ($AIC_{Brasil\ Condiciona\l} SDM = -13269.36$ contra o $AIC_{Brasil\ Absolut\o} SDM = -12911.81$) apresentados na Tabela 5, estes resultados corroboram com os argumentos de Johnson e Takeyama (2003) quando há rejeição da hipótese de convergência β absoluta, quais sejam a hipótese de convergência β condicional²⁰ ou a de convergência clube, ambas implicam a existência de um diferencial permanente inicial analisado captado pelas variáveis incluídas no modelo. Ademais, pode-se apontar que a existência de heterogeneidade espacial para a demanda de automóveis nas microrregiões brasileiras, seja ela por cada clube pertence a uma zona de atração determinada por suas condições iniciais.

Os resultados para o β convergência para o modelo *Brasil Condicional* seguem os encontrados no modelo *Brasil Absoluto*, assim é possível inferir a existência de um processo de convergência da demanda de automóveis, de modo que, aquelas microrregiões que tinham um baixo nível de demanda efetiva *per capita* inicial tenderam a ter, na média, uma taxa de crescimento subsequente maior. Está é uma importante evidência que responde de forma positiva a hipótese básica desse trabalho sobre o processo de homogeneização da demanda efetiva *per capita* de automóveis.

Este processo de homogeneização está de acordo com o aumento da demanda de automóvel seja por incentivo de políticas públicas ou ascensão social da população (HADDAD, 2015; DE MOURA VOGT, 2017; LUCINDA, 2017, COSTA JR 2018; VASCONCELOS, 2017).

Assim, os determinantes deste processo são analisados a seguir.

- a) **Moto:** a variável demanda por motocicleta *per capita* ($Moto_t$) apresentou um sinal negativo e significativo a 1% de modo que, aquelas microrregiões que tinham crescimento de demanda efetiva de automóvel *per capita* tenderam a ter, na média, uma redução na demanda de motocicleta *per capita*. Assim, está ocorrendo um processo de substituição da motocicleta por automóveis.

²⁰ A convergência condicional implica a existência de diferenças estruturais dissemelhantes, que resulta em taxas de crescimento diferentes (MANKIW, 1992; SALA-I-MARTIN, 1996).

- b) **Ônibus:** por outro lado, a variável demanda efetiva por ônibus *per capita* ($Onibus_t$), também se apresentou significativa ao nível de 1%, sofreu um processo inverso da motocicleta, segundo o modelo é possível observar que na medida que a microrregião apresenta crescimento da demanda de automóveis, há conseqüentemente um aumento da frota *per capita* de ônibus.
- c) **Densidade habitacional:** um importante determinante da demanda de automóveis no Brasil é a densidade populacional na forma linear e quadrática. Ambas foram significativas no nível de 1% e com sinais esperados, ou seja, com positivo e negativo, respectivamente. Essa relação confirma para o Brasil as hipóteses de Jacobs (1969), Krugman (1991) e Griliches (1992) sobre a importância das economias de aglomeração e urbanização. Portanto, o aumento do número de pessoas em uma determinada localidade do país é capaz de acentuar a capacidade econômica entre os agentes, fatores capazes de aumentar os retornos do econômicos produzido, devido ao positivo (jacobiano externalidades).
- No entanto, como indica o sinal negativo da versão quadrada da Densidade Populacional, esses benefícios de aglomeração ocorrem até uma certa escala urbana, a partir da qual passam a atuar como inibidores de efeitos econômicos, como citado por Cintra, (2014).
- Também encontraram resultado semelhante para o Brasil. Portanto, este trabalho corrobora a importância das externalidades das economias de aglomeração jacobianas para explicar o processo da demanda efetiva de automóveis nas microrregiões brasileiras. Ademais, essa variável foi aquela que apresentou a maior magnitude entre as variáveis significativa, evidenciando sua importância relativa para o objeto de estudo nas microrregiões brasileiras.
- d) **PIB:** em relação a variável explicativa PIB *per capita*, ambos os coeficientes apresentam significância estatística de 1%, prevalecendo a hipótese do kuznets invertido, onde, a demanda de automóveis cresce em microrregiões onde o há um crescimento do PIB *per capita*, porém em regiões com alto PIB *per capita* há uma redução da demanda de automóveis. Este resultado corrobora com os estudos de; Rubim (2013), Cintra (2014), Haddad (2015), Lucinda, (2017).

- e) **Espaço (rho):** a variável espaço rho (ρ) de uma determinada microrregião tem o potencial de gerar transbordamentos espaciais positivos na dinâmica de crescimento de seus vizinhos próximos, fato captado pelo coeficiente espacial ρ que se mostrou significativo ao nível de 1%.
- f) **Variáveis defasadas:** no que se refere as variáveis estruturais defasadas espacialmente, o automóvel defasado ($W Auto_t$) e a motocicleta defasada espacialmente ($W Moto_t$) apresentaram sinal positivo e significância de 1%, por conseguinte há um processo de *spillover* entre as microrregiões vizinhas que acompanha o movimento da taxa de crescimento da demanda efetiva *per capita* de automóveis.

As variáveis defasadas no espaço ($W Onibus_t$) e ($W Densidade hab_t$) apresentaram sinal negativo e significância de 1%, indicando um transbordamento negativo dessa variável para a taxa de crescimento da demanda de automóveis *per capita* das microrregiões vizinhas.

Portanto, quando há um aumento tanto de ônibus ou da densidade populacional de uma determinada região, as suas vizinhas próximas sofrem uma influência negativa em suas respectivas taxas de crescimento. Entretanto, quando considerado a variável densidade habitacional ao quadrado ($W Densidade hab^2_t$), observa-se um sinal positivo significativo a 5%, evidenciando um transbordamento oposto.

A variável PIB *per capita* ($W Pib_t$) e PIB *per capita* ao quadrado ($W Pib^2_t$) expressa significância estatística de 5% e sinal semelhante as variáveis não defasadas espacialmente.

O presente trabalho também buscou verificar se existem clubes de convergência, ou seja, encontrar e testar a existência de diferentes zonas de atração no Brasil, que são determinadas por suas condições iniciais. Sendo assim, cada zona de atração é caracterizada por um estado estacionário único para o qual todos os membros convergem no longo prazo.

De modo geral o trabalho buscou acrescentar conteúdo para a discussão acerca da literatura empírica sobre convergência, especificamente ao diferenciar convergência condicional e convergência clube.

De acordo com a investigação qualitativa, especialmente por meio do método de Indicadores Locais da Associação Espacial (LISA), observou-se a existência de

dois padrões espaciais bem definidos no Brasil. O primeiro composto por microrregiões do norte e nordeste atribuído a clusters baixo-baixo, em contrapartida a região sul e sudeste composto por microrregiões de alto-alto (Figura 3), este fato foi corroborado pelo diagnóstico a partir da metodologia de análise de clusters (Figura 10), onde encontrou-se dois *clusters* definidos pela relação da taxa de crescimento do objeto de estudo e as variáveis explicativas do modelo. Assim, após examinar isoladamente a taxa de crescimento (Tabela 3) dos dois *clusters* formados através da análise de *cluster*, observou-se um importante contraste entre a frota *per capita* na dinâmica de sua taxa de crescimento.

A alternativa para esta situação foi averiguar a adequação de clubes de convergências no Brasil, o recorte *ad doc* abrange a criação de dois clubes: o primeiro formado pelas regiões norte e nordeste chamado de Clube de Convergência Norte observado através da Tabela 7 e o segundo compreende as regiões sul, sudeste e centro-oeste e será chamado de Clube de Convergência Sul apresentado na Tabela 8.

Tabela 7 – O comportamento da taxa de crescimento da demanda de automóveis nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, 2004 a 2015.

VARIABLES	Painel Espacial ²¹			
	Efeito Fixo (I)	SEM (II)	SAR (III)	SDM (IV)
<i>Auto</i> (ω) $t-1$	-0.0431*** (0.004)	-0.1144*** (0.007)	-0.1134*** (0.007)	-0.1196*** (0.007)
<i>Moto</i> (ρ) t	-0.0015 (0.004)	-0.0707*** (0.008)	-0.0700*** (0.008)	-0.0705*** (0.008)
<i>Onibus</i> (ρ) t	0.0109*** (0.002)	0.0223*** (0.004)	0.0219*** (0.004)	0.0232*** (0.004)
<i>Densidade pop</i> t	0.0187*** (0.004)	0.2060*** (0.069)	0.1947*** (0.067)	0.3323*** (0.077)
<i>Densidade pop</i> ² t	-0.0025*** (0.000)	-0.0252** (0.011)	-0.0235** (0.011)	-0.0454*** (0.013)
<i>Pib</i> t	0.0547*** (0.019)	0.1140*** (0.034)	0.1169*** (0.033)	0.0746** (0.037)
<i>Pib</i> ² t	-0.0102** (0.004)	-0.0248*** (0.006)	-0.0252*** (0.005)	-0.0157*** (0.006)
<i>W Auto</i> (ω) $t-1$	-	-	-	0.0358*** (0.016)
<i>W Moto</i> (ρ) t	-	-	-	0.0070 (0.017)
<i>W Onibus</i> (ρ) t	-	-	-	-0.0138* (0.008)

²¹ Segue a metodologia de Wooldridge (2010), para inclusão de Dummy de interação temporal.

$W \text{ Densidade } pop_t$	-	-	-	-0.3297*** (0.114)
$W \text{ Densidade } pop_t^2$	-	-	-	0.0409** (0.018)
$W \text{ Pib}_t$	-	-	-	0.0792 (0.056)
$W \text{ Pib}_t^2$	-	-	-	-0.0167* (0.009)
λ	-	0.0749*** (0.025)	-	-
ρ	-	-	.0650** (0.025)	0.0715*** (0.025)
Informação de Akaike	-3522.74	-3825.74	-3823.97	-3828.07

Nota: *** Significant at a significance level of 1%; ** Significant at a significance level of 5%.

Fonte: Resultado da pesquisa.

Em relação ao sinal das variáveis do Clube de Convergência Norte (Tabela 7) e controle algumas diferenças podem ser observadas: a primeira é em relação a variável motocicleta *per capita* ($Moto_t$) que por sua vez, revela-se negativa no Clube Norte e positiva no Clube Sul (Tabela 8), ao passo que variável motocicleta defasada espacialmente há uma inversão de sinal, retratando uma possível diferença em relação a como a motocicleta pode ser representada em cada clube, de modo que no clube sul a motocicleta pode ser um bem complementar ao automóvel, já no Clube Norte um bem substituto este resultado corrobora com os estudos de Betucci (2011).

Tabela 8 – O comportamento da taxa de crescimento da demanda de automóveis per capita do Clube de Sul - regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil, 2004 a 2015.

VARIÁVEIS	Painel Espacial ²²			
	Efeito Fixo (I)	SEM (II)	SAR (III)	SDM (IV)
$Auto (\omega)_{t-1}$	-0.0339*** (0.001)	-0.1199*** (0.008)	-0.1129*** (0.007)	-0.1299*** (0.008)
$Moto (\rho)_t$	-0.0011 (0.001)	0.0104*** (0.003)	0.0104*** (0.003)	0.0095** (0.004)
$Onibus (\rho)_t$	0.0012 (0.001)	0.0076*** (0.002)	0.0073*** (0.002)	0.0074** (0.002)
$Densidade pop_t$	-0.0000 (0.001)	0.2559*** (0.023)	0.2602*** (0.022)	0.2194*** (0.026)
$Densidade pop_t^2$	-0.0000 (0.001)	-0.0262*** (0.003)	-0.0271*** (0.003)	-0.0218*** (0.003)
Pib_t	0.0452*** (0.005)	0.0972*** (0.009)	0.0893*** (0.008)	0.1000*** (0.010)
Pib_t^2	-0.0080***	-0.0157***	-0.0147***	-0.0155***

²² Segue a metodologia de Wooldridge (2010), para inclusão de Dummy de interação temporal

	(0.000)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
$W\ Auto\ (\omega)_{t-1}$	-	-	-	0.0995*** (0.022)
$W\ Moto\ (\rho)_t$	-	-	-	-0.0023 (0.007)
$W\ Onibus\ (\rho)_t$	-	-	-	0.0041 (0.004)
$W\ Densidade\ pop_t$	-	-	-	0.0054 (0.070)
$W\ Densidade\ pop^2_t$	-	-	-	-0.0105 (0.009)
$W\ Pib_t$	-	-	-	-0.0987*** (0.025)
$W\ Pib^2_t$	-	-	-	0.0076** (0.003)
λ	-	0.1647*** (0.020)	-	-
ρ	-	-	0.1524*** (0.019)	0.4170*** (0.038)
Informação de Akaike	-15501.86	-16213.12	-16208.86	-16281.26

Nota: *** Significante ao nível de 1%; ** Significante ao nível de 5%, *Significante ao nível de 10%.

Fonte: Resultado da pesquisa.

Outra variável importante é o PIB defasado tanto na sua forma linear quanto na quadrática. Observa-se que existem relações novamente opostas entre os clubes de convergência, ao passo que a microrregião de referência no Clube Sul apresenta um sinal positivo da variável linear e negativo da variável na sua forma quadrática.

Na prática pode se observar *spillover* positivo do PIB no envoltório das microrregiões no Clube Sul, ou seja, quando há crescimento do PIB *per capita* de uma microrregião, na média há também um crescimento da demanda *per capita* de automóveis, ao passo que, se a microrregião já apresenta elevado PIB *per capita* ocorre uma dinâmica inversa havendo influência negativa na taxa de crescimento da demanda de automóveis *per capita*.

No tocante a criação dos clubes de convergência, esse fator pode ser observado duas maneiras: primeiramente através do teste dos resíduos do resultado das regressões e, a segunda a partir das observações da Tabela 9 apresentando a velocidade de convergência e de meia vida.

No que se refere aos testes dos resíduos, pode-se observado de forma mais detalhados no (Apêndice B) é possível observar que os resíduos dos modelos analisados a partir do painel de Efeito Fixo, apresentam em todos os anos a presença de espaço, ou seja, o *I de Moran* é em média maior que 0,10 e significativo.

Com relação ao resultado do modelo espacial após a regressão de painel *durbin* espacial de efeito fixo (*sdm fe*) observou-se para o caso do modelo Brasil condicional que a regressão *sdm* conseguiu reduzir o espaço em todos os anos de estudo na medida em que houve exclusão total do espaço em 7 dos 12 anos analisados.

No caso da região norte o modelo (*sdm fe*) conseguiu resultados ainda melhores, onde houve exclusão do espaço em cerca de 10 dos 12 anos analisados, este fato revela que o modelo conseguiu apresentar resultados satisfatórios para o clube norte de convergência.

Por fim, o clube sul de convergência resultou em retirada do espaço de 4 dos 12 anos, ou seja, há fatores não analisados que resultam na continuidade do espaço.

Na tentativa de obter melhores resultados para esta região, adequou-se o modelo fazendo primeiramente um corte da região centro oeste do sul e sudeste ao mesmo tempo que se incluiu uma *dummy* para os anos *outliers*, porém os resultados foram insatisfatórios a nível de presença de espaço nos resíduos para ambas tratativas.

De qualquer forma, este resultado não invalidam a discussão, pois segundo ALMEIDA (2012), o painel espacial não necessariamente retira todo o espaço do fenômeno estudado, pois alguns objetos de estudo são muito sensíveis a outras variáveis.

Em relação a homogeneização da frota de automóveis ao obter o valor do β convergência, é possível estimar a velocidade dessa homogeneização, esta por sua vez representa o tempo de convergência ao ano necessário para que microrregiões alcancem metade do caminho (denominado meia-vida, τ) que os separa dos seus respectivos estados estacionários, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Velocidade de convergência e de meia vida para demanda de automóveis do Brasil, para o período de 2004 a 2015.

Modelo	Beta Convergência	Velocidade	Meia Vida (anos)
Brasil Absoluto	-0.0914	0.80%	87
Brasil Condicional	-0.1197	1.06%	65
Clube de Convergência Sul	-0.1299	1.16%	60
Clube de Convergência Norte	-0.1196	1.06%	65

Fonte: Resultado da pesquisa.

Os resultados apontaram para um progresso de convergência do modelo *Brasil Absoluto* da demanda efetiva de automóveis *per capita* de 0,8% ao ano, ritmo de convergência inferior quando comparado ao modelo *Brasil Condicional*, que atingiu 1,06% ao ano. Em outras palavras, quando há um controle a partir de variáveis estruturais podem-se observar uma velocidade maior de convergência. O tempo enfrentado para que as microrregiões alcancem a metade do trajeto é denominado tempo para meia vida, que levará as microrregiões aos seus estados estacionários, em média, de acordo com o resultado obtido no primeiro modelo de 87 anos e no modelo ponderado pelas variáveis condicionantes em 65 anos.

Observou-se que existe um tempo similar ao considerar o modelo *Brasil Condicional* e modelo *Clube Norte* ambos apresentaram um mesma velocidade e tempo de meia vida, por outro lado o *Clube Sul* apresentou uma velocidade de convergência superior chegando ao seu estado de meia vida em 60 anos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho investigou os processos de convergência absoluta, condicional e dos clubes norte e sul para microrregiões brasileiras no período 2004 a 2015, considerando também a dependência espacial nas formas de erro, de defasagem e de transbordamentos das variáveis explicativas. Tais análises locais buscaram averiguar a existência de coeficientes β e de velocidades de convergência específicos para cada análise.

Assim, para atingir os objetivos propostos foi necessário averiguar a dinâmica espaço-temporal da demanda efetiva de automóveis nas microrregiões brasileiras, afim de localizar os padrões de associação espacial, buscando *clusters* espaciais significativos entre as microrregiões brasileiras utilizando ferramentas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), análise de Cluster e da Econometria Espacial.

Por meio das técnicas mencionadas, identificou-se que, em geral, microrregiões com alta taxa de crescimento *per capita* da demanda efetiva de automóveis estão circundadas por microrregiões também com alta taxa de crescimento (e vice-versa). As microrregiões localizadas na Região Norte e Nordeste do país, concentram os principais *clusters* AA da taxa de crescimento da demanda efetiva *per capita*.

Foi possível verificar que não houve deslocamento do maior *cluster* AA da frota *per capita*, que ao longo do período estudado manteve-se concentrada basicamente na região sul e sudeste.

A presença de dependência espacial tornou necessário a utilização do Painel de Dados em sua versão espacial para verificar quais variáveis condicionam a taxa de crescimento da demanda efetiva *per capita* de automóveis nas microrregiões brasileiras.

As estimações indicaram que microrregiões que apresentaram uma menor demanda efetiva *per capita* no período inicial tenderam a ter maiores taxas de crescimento de suas frotas, evidenciando um processo de homogeneização ao longo do território brasileiro. Além disso, as variáveis estruturais mostraram-se satisfatórias tendo seu grau de significância em 1%.

Também foi possível identificar o transbordamento espacial positivo para a taxa de crescimento da demanda efetiva *per capita*, captado pelo coeficiente de

autocorrelação espacial positivo e significativo a 1%. Esse resultado corrobora aqueles encontrados Cintra (2014), Haddad (2015), Lucinda (2017), que identificaram externalidades positivas e que têm o potencial de alavancar o dinamismo nas regiões vizinhas.

Assim, o resultado aqui encontrado contribui para a literatura uma vez que foi possível comprovar a importância dos *spillovers* positivos para as microrregiões brasileiras, podendo possivelmente atuar como indutor de concentração espacial, o que de fato foi identificado com a AEDE.

A partir do controle da convergência por meio da criação de clubes de convergência, foi possível obter resultados para as microrregiões que apresentaram dinâmicas semelhantes em termos de velocidade e tempo de convergência, permitindo que este trabalho contribua especificamente à literatura ao trazer as diferenças da relação da motocicleta *per capita*, nos Clubes Norte e Sul que por sua vez revelou-se negativa no clube norte e positiva no clube sul, uma diferença em relação a como a motocicleta pode ser representada em cada clube, de modo que no clube sul a motocicleta pode ser um bem complementar ao automóvel, já no clube norte um bem substituto.

Por fim, em relação aos clubes de convergência o modelo *clube norte* se mostrou satisfatório, entretanto mesmo controlando dependência espacial e heterogeneidade estrutural, de acordo com o Apêndice B na Tabela 16 onde é apresentado os *I de Moran* dos resíduos das microrregiões *clube sul* de 2004 a 2015. Não foi possível através do modelo proposto, retirar a heterogeneidade espacial no modelo *clube sul*, recomenda-se em trabalhos futuros investigações pontuais.

Incentiva-se por meio desse trabalho, entretanto através de um ponto não abordado diretamente, mas que merece atenção dos pesquisadores, refere-se a relação das questões de política de incentivo para impulsionar a demanda de automóvel. Recomenda-se em trabalhos futuros, a verificação da hipótese dos possíveis efeitos das políticas de incentivo governamentais, a ponto de analisar como distintas regiões respondem a incentivos, a partir desse trabalho é possível indicar que incentivos fiscais podem resultar em diferentes reações nas microrregiões do Brasil dada a suas características estruturais e heterogeneidade no que tange demanda efetiva de automóveis.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. **Econometria espacial aplicada**. Campinas - SP: Editora Alínea, 2012.
- ALMEIDA, S. E.; PEROBELLI, S. F.; FERREIRA, C. G. P. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil?. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 1, p. 31-52, 2008.
- ANSELIN. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, Apr. 1995.
- BARAT, J. **Logística, transporte e desenvolvimento econômico**. Editora CLA, 2007.
- BARRO, Robert J.; SALA-I-MARTIN, Xavier. Convergence. **Journal of political Economy**, v. 100, n. 2, p. 223-251, 1992.
- BARROS, H. P.; FREITAS JR, M. A.; CAMPOS, F. L. L.; HILGEMBERG, T. C. Sistema de aluguéis de bicicleta: externalidades positivas econômicas e ambientais. **Ecopar**, 2017. Disponível em :<<http://sites.uem.br/ecopar/artigos-aprovados/ecopar-1/area-4-2013economia-agricola-e-do-meio-ambiente>> acessado em 20/01/2018.
- BAUMOL, William J. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. **The American Economic Review**, p. 1072-1085, 1986.
- BATISTELLA, M.; BRONDIZIO, E. S. **Uma estratégia integrada de monitoramento e análise do impacto ambiental de assentamentos rurais na Amazônia. Monitoramento e Contabilização de Impactos Ambientais**. Campinas, Editora: Unicamp, 2004.
- BAUMGARTEN JR, L. A. Demanda de automóveis no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 26, n. 2, p. 203-297, 1972.
- BERRY, S.; LEVINSOHN, J.; PAKES, A. Automobile prices in market equilibrium. **Journal of the Econometric Society**, p. 841-890, 1995.
- BERTUSSI, Geovana Lorena; FIGUEIREDO, L. de. Investigando a hipótese de convergência na América Latina e no Leste Asiático: uma abordagem de regressão quantílica. **Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar**, 2009.
- BERTUCCI, O. J. **Benefícios do transporte coletivo**. 2011.
- BRITO, D. G. **Aumento na demanda de automóveis: políticas e instrumentos para reduzir os impactos no meio ambiente**. 2011.
- CAMAGNI, R.; GIBELLI, C. M.; RIGAMONTI, P. Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. **Ecological economics**, v. 40, n. 2, p. 199-216, 2002.

CARVALHO, Carlos Henrique R.; PEREIRA, Rafael Henrique M. **Gastos das famílias brasileiras com transporte urbano público e privado no Brasil: uma análise da POF 2003 e 2009**. 2012.

CAO, X.; MOKHTARIAN P.L. **The Future Demand for Alternative Fuel Passenger Vehicles: A Preliminary Literature Review**. University of California - Davis, 2003. Disponível em: < <http://aqp.engr.ucdavis.edu>>, acessado em 21/08/2018.

CASTAÑON, N. U. A bicicleta como veículo de mobilidade urbana sustentável. **CEP**, v. 36036, p. 390, 2017.

CELBIS, G. M.; CROMBRUGGHE, D. Internet infrastructure and regional convergence: Evidence from Turkey. **Papers in Regional Science**, v. 97, n. 2, p. 387-409, 2018.

CINTRA, M. **Os custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo**. 2014.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/home>, acessado em 05/10/2018.

CORRÊA, L. R. et al. **O espaço urbano**. Editora: Ática, 1989.

COELHO, Rodrigo Lara Pinto. Dois ensaios sobre a desigualdade de renda dos municípios brasileiros. **Two essays in income inequality of Brazilian municipalities**. Master's thesis, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar-UFMG), 2006.

COSTA JR, J. C.; FANTINATTI, M. A.; TELES, K. V. **Política fiscal direcionada no Brasil**. 2018.

COSTA, S. M.; RAMOS, R; SILVA, R. N. A. **Índice de mobilidade urbana sustentável para cidades brasileiras**. 2007.

COSTA, S. D. R. **Análise econômico-financeira do mercado automotivo brasileiro (2007 a 2011)**. 2014.

CRAMER, J.; KRUEGER, B. A. Disruptive change in the taxi business: The case of Uber. **American Economic Review**, v. 106, n. 5, p. 177-82, 2016.

CRISTO, F. **O hábito de usar automóvel tem relação com o transporte coletivo ruim?**. 2014.

DE ALMEIDA, S. A. M.; GUANZIROL, E. C. Análise exploratória espacial e convergência condicional das taxas de crimes em Minas Gerais nos anos 2000. **ANPEC**, 2014.

DE AZEVEDO MEINERS, M. E. W. Impactos regionais dos investimentos automobilísticos no Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n. 94, p. 29-48, 2011.

DE FÁTIMA FIGUEIRÊDO, C.; MAIA, A. L. M. **O Uso da Motocicleta e a Inclusão Social**, 2013.

DE FRANÇA, R. M. T. Indústria Automobilística: Globalização Produtiva e Atividades de P&D. **Mercado de Trabalho: Árdua Recuperação**, p. 33, 2018.

DE MOURA VOGT, C.; DE LUCINDA, R C. Custos de procura e dispersão de preços de gasolina e etanol no mercado brasileiro de combustíveis: evidências do município de São Paulo. **Análise Econômica**, v. 35, n. 68, 2017.

DE OLIVEIRA FARIA, E.; ANTIGÜIDADE, N. **História dos transportes terrestres no mundo**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. Disponível em:<<http://www.transitocomvida.ufrj.br/download/Hist%20dos%20transportes%20terrestres.pdf>>

DE OLIVEIRA, M. P.; GONÇALVES, E.; DE ALMEIDA, S. E. Existe convergência de patenteamento no Brasil?. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 15, n. 2, p. 335-364, 2016.

DE VASCONCELLOS, A. E.; DE CARVALHO, R. H. C.; PEREIRA, M. H. R. Transporte e mobilidade urbana. Texto para Discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, 2011.

DEMAIO, P. Bike-sharing: History, impacts, models of provision, and future. **Journal of Public Transportation**, v. 12, n. 4, 2009.

DENATRAN, **Departamento Nacional de Trânsito**, 2018. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/>> acessado em 06/08/2018.

DESOUZA, A. S. et al. A tributação nas vendas de automóveis no Brasil: quem paga a maior parte da conta?. **Revista Economia**, v. 11, n. 3, p. 559-596, 2010.

DIVALL, C. **From rail to road and back again?: A century of transport competition and interdependency**. Routledge, 2016.

DUARTE, F.; LIBARDI, R. **Introdução à mobilidade urbana**. Editora: Jurua, 2012.

ELHORST, J. Paul. Specification and estimation of spatial panel data models. **International regional science review**, v. 26, n. 3, p. 244-268, 2003.

FERRAZ, C.; FIUZA, E.; MOTTA, S. R. **Medindo os efeitos da regulação ambiental em mercados de oligopólio: O caso da poluição automotiva**. 2001.

FERREIRA, C. P.; MALLIAGROS, Thomas G. **Investimentos, fontes de financiamento e evolução do setor de infra-estrutura no Brasil: 1950-1996**. 1999.

FREITAG, D. R. **History of wheels for off-road transport**. **Journal of Terramechanics**, v. 16, n. 2, p. 49-68, 1979.

FREITAS JR, A.; BATISTA, P. H. **Dinâmica Espaço-Temporal da Produção Bovina no Brasil: o Avanço da Fronteira Agrícola na Amazônia de 1990 a 2015, uma análise espacial com dados em painel 1**. Disponível em: <<https://www.brsa.org.br/fotos/artigo1-2018-06-20-13-06-32.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

FREITAS JR, A.; *et al.* **Análise de algumas variáveis determinantes para o uso da bicicleta no cotidiano do estudante de economia da UFPR e prefácio ao sistema de aluguéis de bicicletas**. 2016.

FREITAS, M. V.; GONÇALVES, E.; MONTENEGRO, R. L. G. Desigualdade tecnológica, convergência espacial e transbordamentos: uma análise por estados brasileiros (1990-2001). **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 4, p. 1-21, 2010.

FREITAS, V. M.; ALMEIDA, E. Existe realmente convergência de renda entre países?. **Estudos Econômicos**. São Paulo, v. 45, n. 2, p. 287-316, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612015000200287&lng=en&nrm=iso>.

FREITAS, V. M.; GONÇALVES, E.; MONTENEGRO, G. L. R. Desigualdade tecnológica, convergência espacial e transbordamentos: uma análise por estados brasileiros (1990-2001). **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 4, n. 2, p. 1-18, 2010.

FRIEDMANN, John et al. **Empowerment: the politics of alternative development**. Blackwell, 1992.

GALOR, Oded; TSIDDON, Daniel. **Technological progress, mobility and economic growth**. 1996.

GIVONI, M.; RIETVELD, P. The access journey to the railway station and its role in passengers' satisfaction with rail travel. **Transport Policy**, v. 14, n. 5, p. 357-365, 2007.

GLAESER, L. E. et al. Growth in cities. **Journal of political economy**, v. 100, n. 6, p. 1126-1152, 1992.

GRILICHES, Zvi. **The search for R&D spillovers**. National Bureau of Economic Research, 1991.

GOLDBERG, K. P.; VERBOVEN, F. Market integration and convergence to the Law of One Price: evidence from the European car market. **Journal of international Economics**, v. 65, n. 1, p. 49-73, 2005.

GONÇALVES, E. A distribuição espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos**, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007.

GONDIM, F. M. **A travessia no tempo: homens e veículos, da mitologia aos tempos modernos**. Universidade de Brasília, 2014.

GÔMARA, Antônio Rúbio de Barros. **O transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros: Um acrescentamento histórico**. Brasília: ABRATI, 1999.

HADDAD, A. E.; VIEIRA, S. R. Mobilidade, acessibilidade e produtividade: nota sobre a valoração econômica do tempo de viagem na região metropolitana de São Paulo. **Núcleo de Economia Regional e Urbana**, Universidade de São Paulo, 2015.

ISLAM, Nazrul. What have we learnt from the convergence debate?. **Journal of economic surveys**, v. 17, n. 3, p. 309-362, 2003.

JACOBS, J. **The Life of Cities**. Random House, 1969.

JOHNSON, Paul A.; TAKEYAMA, Lisa N. **Convergence among the US states: Absolute, conditional, or club?**. 2003.

JOHNSON, Richard A. Wichern. **DW Applied Multivariate Statistical Analysis**. New Jersey: **Prentice-Hall, Inc**, v. 1, p. 998, 2007.

KEMP, L. E. Uma História do Weston & Gauley Bridge Turnpike. **West Virginia Univ Morgantown**, 1979.

KRUGMAN, Paul. Increasing returns and economic geography. **Journal of political economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.

LAURINI, Márcio et al. Clubes de convergência de renda para os municípios brasileiros: uma análise não-paramétrica. **documento apresentado en el XXV Encuentro brasileño de econometría**, Porto Seguro, 2003.

LIMA, O. M. L. Retrospectiva do transporte brasileiro: As conquistas e os entraves na transição dos séculos XX e XXI. **Inter-American Development Bank**, 2005.

LOPES, F. A. M. O fracasso da Comissão Mista Brasil – Estados Unidos (CMBEU) e os rumos da política econômica no segundo Governo Vargas (1951 – 1954). **Dissertação (Mestrado em Economia Política)**, Pontifícia Universidade Católica – PUC, São Paulo, 2009

LOTUFO, O. J. Oikos: Reintegrando natureza e civilização. **Revista Labverde**, n. 2, p. 108-127, 2011.

LÜBECK, M. R. et al. Diga-Me no que andas e te Direi quem és: Aspectos de Influência nos Jovens da Classe C Brasileira para Adquirir Automóveis. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 13, n. 3, p. 17-35, 2014.

LUCINDA, R. C. et al. The economics of sub-optimal policies for traffic congestion. **Journal of Transport Economics and Public**, v. 51, n. 4, p. 225-248, 2017.

MACHADO, C. D; VIANNA, B. S. G. UMA ANÁLISE DOS CUSTOS DA MOBILIDADE URBANA NO BRASIL: PERDAS DO PIB COM DESLOCAMENTOS. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 11, n. 2, p. 152-172, 2017.

MAKSIMKIN, I. et al. **Development of Road Transportation**. 2018.

MANKIW, G. N.; ROMER, D.; WEIL, N. D. A contribution to the empirics of economic growth. **The quarterly journal of economics**, v. 107, n. 2, p. 407-437, 1992.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. Editora Vozes Limitada, 2017.

MASCARENHAS, R. R.; RIBEIRO FILHO, V. Mobilidade urbana nos países em desenvolvimento: Uma analogia do transporte público urbano a partir da opção rodoviária e do automóvel no Brasil. **CaderNAU**, v. 9, n. 1, p. 155-171, 2016.

MENEZES, S. M. **Mobilidade urbana e a contribuição das estratégias de gestão de demanda na cidade de Salvador**. 2014.

MIAN, Atif; SUFI, Amir. The effects of fiscal stimulus: Evidence from the 2009 cash for clunkers program. **The Quarterly journal of economics**, v. 127, n. 3, p. 1107-1142, 2012.

MISHRA, B. et al. A Spatial Analysis Of Creative Class Worker Growth Convergence In Us Counties. **Romanian Journal of Regional Science**, v. 10, n. 1, p. 43-66, 2016.

MONTENEGRO, L. R.; GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. Dinâmica espacial e temporal da inovação no estado de São Paulo: uma análise das externalidades de diversificação e especialização. **Estudos Econômicos**, v. 41, n. 4, p. 743-776, 2011.

MOSQUEIRA, M. T. Reabilitação da Região da Luz-Centro Histórico de São Paulo: projetos urbanos e estratégias de intervenção. **Tese de Doutorado**. 2007.

MURPHY, E.; USHER, J. Uma análise do papel da partilha de bicicletas numa cidade europeia: o caso de Dublin. In: **Paper apresentado na Rede Irlandesa de Pesquisa de Transportes**, University College Cork - Irlanda. IRTN, 2011.

NASCIMENTO, H. B. **Formação da indústria automobilística brasileira: política de desenvolvimento industrial em uma economia dependente**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1976.

NASCIMENTO, T. B.; DE ÁVILA MONTINI, A. MODELOS PARA PROJEÇÃO DE DEMANDA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA. **Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão**, v. 17, n. 1, 2014.

NORTH, Douglass. Instituciones, câmbio institucional y desempeño económico. **Mexico. Fondo de Cultura Económica**. 1995.

OJIMA, R. et al. O estigma de morar longe da cidade: repensando o consenso sobre as "cidades-dormitório". **Cadernos Metrópole**, v. 12, n. 24, 2010.

OLIVEIRA, P. M.; GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E.; Existe convergência de patenteamento no Brasil?. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas -SP, 15 (2), p. 335-364, julho/dezembro 2016.

PEREIRA, T.; CARVALHO, A. **Abertura comercial, mark ups setoriais domésticos e rentabilidade relativa das exportações**. 1998.

PEROBELLI, F. S.; FARIA, W. R.; FERREIRA, P. G. C. Análise da convergência espacial do PIB *per capita* no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 1, n. 1, p. 85-113, 2009.

PIRES, M. C. C. Multiplicadores fiscais no Brasil: uma contribuição ao debate sobre políticas fiscais anticíclicas. In: **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA**, ANPEC. 2009.

QUAH, T. D. Empirics for economic growth and convergence. **European economic review**, v. 40, n. 6, p. 1353-1375, 1996.

REIS, S. V. C. et al. O efeito da mobilidade urbana na renda do trabalhador no Distrito Federal. **Revista Eletronica Gestão & Saúde**, v. 4, n. 3, p. 3239-3262, 2014.

RESENDE, V. T. P; SOUSA, R. P. Mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras: um estudo sobre os impactos do congestionamento. **Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, FGV, 2009.

REY, J. S.; MONTOURY, B. D. US Regional income convergence: a spatial econometric perspective. **Regional Studies**, v. 33, n. 2, p. 143-156, 1999.

Richardsson, B. C. Sustainable transport: analysis frameworks. **Journal of Transport Geograph**. v. 13, p. 29–39. 2005.

RODRIGUES, A. R. P. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. Edições Aduaneiras, 2008.

RUBIM, B.; LEITÃO, S. O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 79, p. 55-66, 2013.

SALA-I-MARTIN, X. X. The classical approach to convergence analysis. **The economic journal**, p. 1019-1036, 1996.

SANTOS, M. M. M. A. **Reestruturação da indústria automobilística na América do Sul**. 2001.

SANTOS, G. et al. Part I: Externalities and economic policies in road transport. **Research in transportation economics**, v. 28, n. 1, p. 2-45, 2010.

SANTOS, D. J. et al. Série temporal de índices de Redes Complexas em mobilidade urbana. **Proceeding series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 1, 2018.

SCARINGELLA, S. R. A crise da mobilidade urbana em São Paulo. **São Paulo em perspectiva**, v. 15, n. 1, p. 55-59, 2001.

SCHUMPETER, J. A. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, **McGraw-Hill Book Company Inc.**, New York, 1939.

SOUZA, U. E. **O transporte público urbano como suporte para o desenvolvimento do turismo em Natal-RN**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2013.

TEIXEIRA E HESPAHOL. A Região Centro-Oeste no contexto das mudanças agrícolas ocorridas no período após 1960. **Revista da associação de geógrafos brasileiros**. p. 52, 1996.

TEIXEIRA, P. A. F. R.; BERTELLA, A. M. Distribuição Espaço-Temporal da Produtividade Média do Café em Minas Gerais: 1997-2006. **Análise Econômica**, v. 33, n. 63, 2015.

TOOLKIT, BEHAVIOURAL INSIGHTS. **Social Research and Evaluation Division**, Department for Transport, November at al 2011.

URRY, J. **Mobilities: new perspectives on transport and society**. Routledge, 2016.

VASCONCELLOS, A. E. O custo social da motocicleta no Brasil. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 30, p. 31, 2008.

VASCONCELOS, A. E. **O que é trânsito**. Brasiliense, 2017.

VERBOVEN, F. International price discrimination in the European car market. **Rand Journal of Economics**, v. 27, n. 2, p. 240-268, 1996.

WILKS, S. D. Cluster analysis. In: International geophysics. **Academic press**, 2011. p. 603-616.

Apêndice A - Correlação Variáveis por modelo.

Tabela 10 - Correlação Variáveis Microrregiões Brasil – 2004 a 2015 – 6696 Observações

Correlação	<i>Ln_Auto</i>	<i>Ln_Moto</i>	<i>Ln_Onib</i>	<i>Ln_densih</i>	<i>Ln_pib</i>	<i>Ln_densiEm</i>
<i>Ln_Auto</i>	1.0000	-	-	-	-	-
<i>Ln_Moto</i>	0.4887	1.0000	-	-	-	-
<i>Ln_Onib</i>	0.5454	-0.0874	1.0000	-	-	-
<i>Ln_densih</i>	0.4736	0.0513	0.2743	1.0000	-	-
<i>Ln_pib</i>	0.7148	0.4575	0.3276	0.2526	1.0000	-
<i>Ln_densiEm</i>	0.7607	0.2442	0.4044	0.8346	0.6117	1.0000

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 11 - Correlação Variáveis Microrregiões Brasil – 2004 a 2015 - 6696 Observações

Correlação	<i>Ln_Auto</i>	<i>Ln_Moto</i>	<i>Ln_Onib</i>	<i>Ln_densih</i>	<i>Ln_pib</i>
<i>Ln_Auto</i>	1.0000	-	-	-	-
<i>Ln_Moto</i>	0.4887	1.0000	-	-	-
<i>Ln_Onib</i>	0.5454	-0.0874	1.0000	-	-
<i>Ln_densih</i>	0.4736	0.0513	0.2743	1.0000	-
<i>Ln_pib</i>	0.7148	0.4575	0.3276	0.2526	1.0000

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 12 - Correlação Variáveis Microrregiões Clube Norte – 2004 a 2015 - 6696 Observações

Correlação	<i>Ln_Auto</i>	<i>Ln_Moto</i>	<i>Ln_Onib</i>	<i>Ln_densih</i>	<i>Ln_pib</i>
<i>Ln_Auto</i>	1.0000	-	-	-	-
<i>Ln_Moto</i>	0.5525	1.0000	-	-	-
<i>Ln_Onib</i>	0.5248	-0.0277	1.0000	-	-
<i>Ln_densih</i>	0.5485	0.1107	0.3180	1.0000	-
<i>Ln_pib</i>	0.5096	0.4282	0.1894	0.1053	1.0000

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 13 - Correlação Variáveis Microrregiões Clube Sul – 2004 a 2015 - 6696 Observações

Correlação	<i>Ln_Auto</i>	<i>Ln_Moto</i>	<i>Ln_Onib</i>	<i>Ln_densih</i>	<i>Ln_pib</i>
<i>Ln_Auto</i>	1.0000	-	-	-	-
<i>Ln_Moto</i>	0.2906	1.0000	-	-	-
<i>Ln_Onib</i>	0.2150	-0.5212	1.0000	-	-
<i>Ln_densih</i>	0.5571	-0.1122	0.1242	1.0000	-
<i>Ln_pib</i>	0.6488	0.3871	0.1274	0.3055	1.0000

Fonte: Resultado da pesquisa

Apêndice B - *I* de Moran dos Resíduos por modelo**BRASIL**Tabela 14 – Paineis de Efeitos Fixos - *I* de Moran dos resíduos das microrregiões brasileiras de 2004 a 2015.

Ano	Matriz Espaciais						
	Q1	R1	K3	K5	K7	K10	K20
2004	0,533*	0,533*	0,554*	0,519*	0,512*	0,493*	0,462*
2005	0,528*	0,529*	0,519*	0,504*	0,486*	0,461*	0,436*
2006	0,593*	0,593*	0,600*	0,576*	0,555*	0,533*	0,502*
2007	0,595*	0,594*	0,574*	0,568*	0,566*	0,543*	0,509*
2008	0,606*	0,606*	0,609*	0,594*	0,579*	0,560*	0,521*
2009	0,512*	0,512*	0,501*	0,495*	0,478*	0,458*	0,417*
2010	0,578*	0,578*	0,602*	0,566*	0,556*	0,533*	0,500*
2011	0,613*	0,613*	0,615*	0,601*	0,586*	0,559*	0,512*
2012	0,629*	0,629*	0,631*	0,605*	0,592*	0,560*	0,511*
2013	0,625*	0,625*	0,628*	0,606*	0,591*	0,562*	0,512*
2014	0,223*	0,225*	0,202*	0,131*	0,101*	0,123*	0,122*
2015	0,259*	0,250*	0,204*	0,186*	0,154*	0,162*	0,162*

Nota: * Significante ao nível de 1%

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 15 – Paineis SDM Efeitos Fixos - *I* de Moran dos resíduos das microrregiões brasileiras de 2004 a 2015.

ANO	Matriz Espaciais						
	Q1	R1	K3	K5	K7	K10	K20
2004	0,078*	0,078*	0,038	0,044	0,041	0,038	0,045*
2005	0,076*	0,076*	0,087*	0,062	0,034	0,015	0,023
2006	0,271*	0,271*	0,262*	0,236*	0,214*	0,188*	0,166*
2007	-0,049	-0,049	-0,070	-0,059*	-0,020	-0,022	-0,010
2008	0,014	0,014	0,036	0,041	0,044*	0,054*	0,036
2009	0,042	0,042	0,025	0,030	0,035	0,030	0,032*
2010	0,064*	0,066*	0,074*	0,089*	0,074*	0,070*	0,033*
2011	0,090*	0,091*	0,056	0,056*	0,054*	0,057*	0,052*
2012	0,365*	0,361*	0,340*	0,349*	0,337*	0,309*	0,237*
2013	0,145*	0,145	0,134*	0,169*	0,145*	0,148*	0,124*
2014	0,080*	0,081*	0,029	-0,027	-0,070	-0,039	-0,024
2015	0,091*	0,091*	0,030	-0,024	-0,062	-0,033	-0,012

Nota: * Significante ao nível de 1%

Fonte: Resultado da pesquisa.

NORTE

Tabela 16 – Painel de Efeitos Fixos - *I de Moran* dos resíduos das microrregiões clube norte de 2004 a 2015.

Ano	Matriz Espaciais						
	Q1	R1	K3	K5	K7	K10	K20
2004	0,670*	0,670*	0,700*	0,655*	0,629*	0,605*	0,556*
2005	0,667*	0,667*	0,697*	0,652*	0,621*	0,600*	0,555*
2006	0,725*	0,724*	0,733*	0,702*	0,680*	0,665*	0,621*
2007	0,719*	0,719*	0,712*	0,703*	0,687*	0,653*	0,598*
2008	0,749*	0,750*	0,750*	0,732*	0,714*	0,688*	0,634*
2009	0,699*	0,700*	0,704*	0,693*	0,670*	0,641*	0,585*
2010	0,671*	0,672*	0,702*	0,666*	0,643*	0,620*	0,578*
2011	0,733*	0,733*	0,747*	0,725*	0,700*	0,671*	0,616*
2012	0,732*	0,732*	0,750*	0,724*	0,697*	0,666*	0,606*
2013	0,735*	0,736*	0,751*	0,730*	0,702*	0,669*	0,610*
2014	0,335*	0,335*	0,358*	0,212*	0,225*	0,217*	0,229*
2015	0,375*	0,375*	0,331*	0,301*	0,295*	0,272*	0,260*

Nota: * Significante ao nível de 1%

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 17 – Painel SDM Efeitos Fixos - *I de Moran* dos resíduos das microrregiões clube norte de 2004 a 2015.

Ano	Matriz Espaciais						
	Q1	R1	K3	K5	K7	K10	K20
2004	0,011	0,011	-0,040	-0,019	-0,002	-0,002	0,001
2005	0,023	0,022	0,000	-0,002	-0,028	-0,028	0,007
2006	0,236*	0,234*	0,209*	0,197*	0,164*	0,165*	0,132
2007	0,055	0,055	0,049	0,059	0,094	0,080	0,082
2008	-0,041	-0,041	-0,015	-0,014	0,008	0,011	0,000
2009	0,044	0,044	0,018	0,022	0,011	0,015	0,028
2010	0,042	0,042	0,054	0,074	0,056	0,059	0,026
2011	0,068	0,067	0,032	0,036	0,032	0,046	0,049
2012	0,312*	0,310*	0,275*	0,284*	0,289*	0,278*	0,218*
2013	0,082	0,082	0,058	0,099	0,080	0,010*	0,084
2014	0,079	0,079	0,052	-0,093	-0,072	-0,069	-0,273
2015	0,082	0,082	0,044	-0,089	-0,059	-0,066	-0,019

Nota: * Significante ao nível de 1%

Fonte: Resultado da pesquisa.

SULTabela 18 – Painel de Efeitos Fixos - *I de Moran* dos resíduos das microrregiões clube sul de 2004 a 2015.

Ano	Matriz Espaciais						
	Q1	R1	K3	K5	K7	K10	K20
2004	0,627*	0,627*	0,578*	0,575*	0,562*	0,529*	0,498*
2005	0,610*	0,611*	0,564*	0,558*	0,547*	0,513*	0,482*
2006	0,610*	0,610*	0,558*	0,562*	0,541*	0,505*	0,467*
2007	0,610*	0,611*	0,561*	0,561*	0,547*	0,519*	0,487*
2008	0,666*	0,667*	0,614*	0,612*	0,600*	0,572*	0,540*
2009	0,563*	0,564*	0,508*	0,509*	0,482*	0,458*	0,420*
2010	0,663*	0,664*	0,613*	0,610*	0,595*	0,564*	0,528*
2011	0,657*	0,658*	0,602*	0,601*	0,587*	0,555*	0,520*
2012	0,677*	0,679*	0,624*	0,622*	0,608*	0,579*	0,543*
2013	0,654*	0,655*	0,599*	0,600*	0,587*	0,556*	0,523*
2014	0,617*	0,618*	0,572*	0,567*	0,553*	0,524*	0,496*
2015	0,627*	0,628*	0,579*	0,576*	0,567*	0,538*	0,505*

Nota: * Significante ao nível de 1%

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 19 – Painel SDM Efeitos Fixos - *I de Moran* dos resíduos das microrregiões clube sul de 2004 a 2015.

Ano	Matriz Espaciais						
	Q1	R1	K3	K5	K7	K10	K20
2004	0,219*	0,078	-0,005	0,050	0,045	0,042	0,043
2005	0,202*	0,076	-0,002	0,066	0,030	0,016	0,025
2006	0,210*	0,271*	-0,003	0,239*	0,208*	0,191*	0,167*
2007	0,135*	-0,048	-0,000	-0,052	-0,015	-0,022	-0,009
2008	0,096	0,014	-0,008	0,040	0,056	0,053	0,036
2009	0,037	0,042	-0,002	0,033	0,028	0,031	0,033
2010	0,251*	0,066	-0,001	0,092*	0,073	0,070	0,033
2011	0,237*	0,091	-0,000	0,060	0,051	0,057	0,052
2012	0,480*	0,036*	-0,001	0,348*	0,333*	0,312*	0,236*
2013	0,200*	0,145*	-0,000	0,171*	0,144*	0,151*	0,125
2014	-0,033	0,080	-0,000	-0,090*	-0,069	-0,066	-0,024
2015	-0,038	0,009	0,000	-0,078	-0,051	-0,058	-0,013

Nota: * Significante ao nível de 1%

Fonte: Resultado da pesquisa.