



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES

JOSÉ ROBERTO SALES DE AGUIAR
ORIENTADOR: CARLOS FELIPE GRANGEIRO LOUREIRO

**ANÁLISE ESPACIAL DA EVOLUÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS
MUNICÍPIOS SOBRE A DEMANDA DO SISTEMA DE TRANSPORTE
PÚBLICO DE PASSAGEIROS DO CEARÁ**

FORTALEZA
2015

JOSÉ ROBERTO SALES DE AGUIAR

ANÁLISE ESPACIAL DA EVOLUÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS
SOBRE A DEMANDA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE
PASSAGEIROS DO CEARÁ

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Engenharia de Transportes.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós-Graduação em Engenharia - BPGE

-
- A229a Aguiar, José Roberto Sales de.
Análise espacial da evolução socioeconômica dos municípios sobre a demanda do sistema de transporte público de passageiros do Ceará / José Roberto Sales de Aguiar. – 2015.
122 f. : il. enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Transportes, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Mobilidade e Acessibilidade de Pessoas.
Orientação: Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro.
1. Transportes. 2. Viagens - Distribuição. 3. Transporte intermunicipal. I. Título.

JOSÉ ROBERTO SALES DE AGUIAR

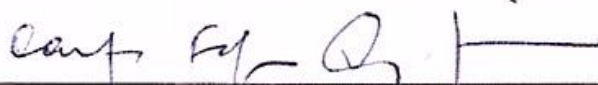
ANÁLISE ESPACIAL DA EVOLUÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS
SOBRE A DEMANDA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE
PASSAGEIROS DO CEARÁ

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Engenharia de Transportes.

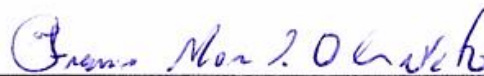
Orientador: Prof. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro, Ph.D.

Aprovada em: 24/04/2015 por:

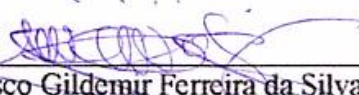
BANCA EXAMINADORA



Prof. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro, Ph. D.
(Orientador)



Prof. Francisco Moraes de Oliveira Neto, Ph. D.
(Examinador Interno)



Prof. Francisco Gildemir Ferreira da Silva, D.Sc.
(Examinador Externo)

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditam no conhecimento e na educação como formas de evolução dos indivíduos e da humanidade.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus por ter me dado dom da vida.

Aos meus pais (José Roberto e Maria Evanir), que nunca mediram esforços para me fornecer a educação mais adequada, além do carinho e amor necessários para a formação de meu caráter.

Não poderia deixar de destacar a figura de minha avó (Margarida), que nos deixou no decorrer desta caminhada.

Aos meus irmãos (Raquel e Bernardo) por me servirem de exemplo e estímulo em todos os momentos de minha vida, além de terem me dado os esclarecimentos de que precisava para me tornar um melhor indivíduo. Ao meu cunhado (Ignacio) pelas reflexões e incentivos. Ao meu sobrinho (Juan) por sempre me lembrar que a vida é leve e deve ser aproveitada.

À minha amada esposa (Ana Raquel), que deu a estabilidade de que precisava no lar, além de ser minha conselheira, sempre com sua tranquilidade, carinho e bom-senso.

Ao Prof. Felipe Loureiro, pela dedicação, confiança, excelente orientação e exemplo de educador e cidadão.

Aos todos os professores do PETRAN, bem como àqueles participantes das Bancas examinadoras de qualificação e de defesa (Flávio Cunto, Francisco Moraes e Francisco Gildemir) pela valiosa atenção concedida, colaboração e interesse demonstrados.

Aos meus amigos (Vitor, Marcelo, Danilo, Daniele, Júnior, Alessandra, Lennon, Andressa, Gabriel, Rodrigo, Leandro e Jatahy), porque aturar uma pessoa sempre imersa em pensamentos por dois anos e ainda incentivar e comemorar junto não é para qualquer um.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, motivações e amizades obtidas (especialmente Anderson, Ezequiel, George, Umberto).

Aos colegas da ARCE (Filipão, Hélio, Nauri, Fátima, Rinaldo, Marcos e Felipe Mota), pelas trocas de ideias e pelas palavras e ações de incentivo. O apoio dado diariamente ficará para sempre guardado em minha memória.

À ARCE que me concedeu tempo para realização desta empreitada.

“Temos de nos tornar a mudança que
queremos ver.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

A socioeconomia cearense sofreu intensas modificações ao longo da década passada, havendo uma redução da desigualdade social graças a mudanças no perfil de intervenção do Estado. Como o Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará (STIP-CE) foi planejado para a realidade do início dos anos 2000, presume-se que a oferta atual não atenda às necessidades dos usuários no que diz respeito a sua mobilidade e acessibilidade. Além disso, sendo um fenômeno eminentemente geográfico, é necessário o uso de ferramentas de estatística espacial para analisá-lo. Porém, há problemas na aplicação dessas ferramentas na seara de transporte, derivados da inexistência de método adequado sobre o tema. Logo, o objetivo geral desta pesquisa de dissertação de mestrado é analisar as alterações no padrão espacial da geração das viagens intermunicipais de passageiros a partir das mudanças socioeconômicas ocorridas nos municípios do Ceará na década de 2000, aplicando-se o ferramental de análise espacial exploratória para verificação das hipóteses de que (i) o aumento da renda dos indivíduos impacta no aumento de viagens por transporte particular e, por conseguinte, na redução da demanda por viagens por transporte público; e (ii) a redução nas diferenças de atividade econômicas dos municípios, que expressa a redução do poder polarizador, impacta na redução de viagens por transporte público. Para isso foi proposto um método para utilização dessas ferramentas, bem como para estruturação de uma base de dados georreferenciada. Os resultados de sua aplicação trazem mais evidências de que a hipótese de que não há relação entre evolução socioeconômica e demanda por transportes pode ser rejeitada, na medida em que se observaram correlações entre esses fenômenos, sobretudo no entorno da Região Metropolitana de Fortaleza tanto para viagens regionais como para as radiais. Há algumas localidades, porém, que devem ser analisadas de acordo com suas particularidades socioeconômicas e nível de serviço ofertado (Sobral/Ibiapaba e oeste do Litoral Oeste para viagens regionais e Cariri, para as radiais). Como recomendações, observa-se (i) que o método proposto pode ser complementado, (ii) que deve haver maior acurácia no levantamento de dados de demanda do STIP-CE por parte do Poder Público cearense e (iii) que se deve dar continuidade do método a fim de quantificar as relações entre fenômenos e testar hipóteses de sua existência, mediante modelo de análise confirmatório local.

Palavras-Chave: Geração de viagens. Distribuição de viagens. Análise espacial. Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará (STIP-CE)

ABSTRACT

The Socioeconomics of Ceará suffered enormous changes over the past decade, with a reduction of social inequality due to changes in state intervention policies. As the Intermunicipal System of Transport of Passengers of Ceará (STIP-CE) was planned according to the reality of the early 2000s, it is assumed that the current offer does not meet the requisites of mobility and accessibility for passengers. Also, as Transport is a eminently geographical phenomenon, it is necessary to use the spatial statistics tools to analyze it. However, problems in the implementation of these tools were found in the compilation of data, derived from the lack of consolidated method on the subject. Thus, the general objective of this master thesis research is to analyze the changes in the spatial pattern of the passengers demand for intercity public transportation from socioeconomic changes in the municipalities of Ceará in the 2000s, applying the exploratory spatial analysis tools to verify the hypotheses that (i) the increase in the income of individuals influences the increase of trip by private transportation and therefore reduces the demand for trip by public transport; and (ii) reducing the differences in economic activity of municipalities, which expresses the reduction in polarizing power, impacts on reducing trip by public transportation. To this end a method to use these tools has been proposed, as well as a georeferenced database was compiled. The results of its application shows further evidence that the hypothesis that there is no relationship between socioeconomic development and demand for transport can be rejected, as observed by correlation between these phenomena, especially around the metropolitan area of Fortaleza for both regional and radial trips. There are some places, however, that should be analyzed according to their socioeconomic characteristics and level of service offered (like Sobral/Ibiapaba and west of the Litoral Oeste for regional trip and Cariri, for radial). As recommendations, it is noted (i) that the proposed method can be supplemented, (ii) there should be greater accuracy in the collection of STIP-CE demand data from the Ceará Government and (iii) the method hereby proposed should be given continuity in order to quantify the relationships between phenomena and test hypotheses of its existence by local confirmatory models.

Keywords: Trip Generation. Trip distribution . Spatial analysis . Intermunicipal Transport System of Ceará Passengers (STIP -CE)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre cidades com atividade residencial e econômica.....	25
Figura 2 - Resumo dos tipos de serviço do Sistema Intermunicipal.....	46
Figura 3 – Matriz de Proximidade.....	56
Figura 4 – Gráficos de dispersão entre Viagens Radiais e algumas de suas possíveis causas levantadas por Loureiro et al. (2007).....	66
Figura 5 – Método de análise exploratória proposto.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da renda real dos habitantes e do consumo de energia industrial, comercial e do Poder Público entre 2004 e 2012.....	18
Tabela 2 – Impactos na demanda por transportes advindos de alterações no sistema de atividade econômica.....	26
Tabela 3 – Investimentos Públicos por Projeto e por Área entre 2007 e 2010.....	42
Tabela 4 – Número de passageiros semanais que realizaram viagens interurbanas entre 1997 e 2004.....	44
Tabela 5 - Área de atuação versus empresa responsável.....	47
Tabela 6 - Informações gerais dos serviços interurbano complementar.....	49
Tabela 7 - Número de passageiros semanais que realizaram viagens interurbanas 2004 e 2012.....	50
Tabela 08 – Matriz de Correlação entre viagens radiais e algumas possíveis variáveis explicativas.....	66
Tabela 09 – Síntese das variáveis utilizadas.....	83
Tabela 10 – Síntese das características socioeconômicas das macrorregiões de planejamento.....	92
Tabela 11– Medidas tabulares da evolução do rendimento real médio dos habitantes dos municípios entre 2004 e 2012.....	93
Tabela 12 – Medidas tabulares da elasticidade renda-consumo de veículos dos municípios cearenses entre 2004 e 2012.....	96
Tabela 13– Medidas tabulares da evolução da capacidade econômica dos municípios cearenses em relação à RMF entre 2004 e 2012.....	98
Tabela 14 – Medidas tabulares da evolução da capacidade econômica dos municípios cearenses em relação aos polos regionais entre 2004 e 2012.....	100
Tabela 15 – Síntese da evolução socioeconômica por região do Estado do Ceará.....	104
Tabela 16 – Medidas tabulares da evolução de viagens radiais dos municípios cearenses entre 2004 e 2012.....	104
Tabela 17 – Síntese da análise exploratória em relação às hipóteses formuladas sobre evolução de viagens radiais por transporte público.....	107
Tabela 18 – Correlação tabular e espacial global entre evolução de viagens radiais e as variáveis explicativas.....	108

Tabela 19 – Resultados da análise exploratória das variáveis individuais, da correlação espacial local e em relação às hipóteses formuladas.....	109
Tabela 20 – Medidas tabulares e histograma da evolução de viagens regionais dos municípios cearenses entre 2004 e 2012.....	110
Tabela 21 – Síntese da análise exploratória em relação às hipóteses formuladas sobre evolução de viagens regionais por transporte público.....	113
Tabela 22 – Correlação tabular e espacial global entre evolução de viagens regionais e as variáveis explicativas.....	113
Tabela 23 – Resultados da análise exploratória das variáveis individuais, da correlação espacial local e em relação às hipóteses formuladas.....	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Aumento percentual de tarifas de ônibus urbano, do patamar de inflação, do preço de automóveis, de motocicletas novos e da gasolina entre 2003 e 2009.....	29
Gráfico 2 - Taxa de crescimento da frota de automóveis – Brasil, 2005 – 2009.....	29
Gráfico 3 - Evolução percentual da população residente no Ceará.....	36
Gráfico 4 - Evolução percentual da população urbana no Ceará.....	37
Gráfico 5 - Evolução percentual da população de 18 a 64 anos do Ceará.....	37
Gráfico 6 - Evolução percentual da PIB do Ceará.....	37
Gráfico 7 - Evolução percentual de atributos socioeconômicos no Ceará entre 2004 e 2012.....	40
Gráfico 8 - Evolução percentual de atributos socioeconômicos entre grupos de municípios do Ceará entre 2004 e 2012.....	40
Gráfico 9 - Evolução percentual da frota de carros e motocicletas no Ceará entre 2004 e 2012.....	41
Gráfico 10 - Distribuição de passageiros por lote no sistema interurbano em 2012.....	48
Gráfico 11 - Distribuição de passageiros por tipo de serviço regular interurbano complementar.....	50
Gráfico 12 – Exemplo de diagrama de dispersão de Moran.....	58
Gráfico 13 – Exemplo de diagrama de dispersão de Moran Bivariado.....	64
Gráfico 14 – Relação entre viagens radiais e população de 18 a 64 anos.....	67
Gráfico 15 – Diagrama de dispersão entre número de viagens radiais e distância.....	72
Gráfico 16 – Histograma da evolução do rendimento real médio dos habitantes dos municípios entre 2004 e 2012.....	93
Gráfico 17 – Histograma da elasticidade renda-consumo de veículos dos municípios cearenses entre 2004 e 2012.....	96
Gráfico 18 – Histograma da evolução da capacidade econômica dos municípios cearenses em relação à RMF entre 2004 e 2012.....	98
Gráfico 19 – Histograma da evolução da capacidade econômica dos municípios cearenses em relação aos polos regionais entre 2004 e 2012.....	100
Gráfico 20 – Histograma da evolução de viagens radiais dos municípios cearenses entre 2004 e 2012.....	104

Gráfico 21 – Histograma da evolução de viagens regionais dos municípios cearenses entre 2004 e 2012.....	110
---	-----

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Áreas de operação e empresas.....	47
Mapa 2 - Mapa temático de número de viagens por habitante de 18 a 64 anos.....	65
Mapa 3 - Coeficientes e interceptos de regressão geograficamente ponderada.....	71
Mapa 4 – Macrorregiões de Planejamento.....	92
Mapa 5 – Evolução do rendimento médio dos habitantes dos municípios entre 2004 e 2012 – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA.....	94
Mapa 6 – Elasticidade renda-consumo de veículos entre 2004 e 2012 – mapa temático.....	97
Mapa 7 – Evolução nível de atividade econômica per capita em relação à RMF – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA.....	99
Mapa 8 – Evolução nível de atividade econômica per capita regional – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA.....	101
Mapa 9 – Evolução das viagens radiais – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA.....	105
Mapa 10 – Lisa Map bivariado entre a evolução das viagens radiais e (i) evolução da renda e (ii) poder polarizador da RMF.....	108
Mapa 11 – Evolução das viagens regionais – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA.....	111
Mapa 12 – Lisa Map bivariado entre a evolução das viagens regionais e (i) evolução da renda e (ii) poder polarizador da RMF.....	114

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Contextualização.....	17
1.2 Questões de pesquisa.....	20
1.3 Objetivos.....	21
<i>1.3.1 Objetivo Geral.....</i>	21
<i>1.3.2 Objetivos Específicos.....</i>	21
1.4 Estrutura do trabalho.....	21
2 ANÁLISE DA DEMANDA DE TRANSPORTES, POLARIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS E SOCIOECONOMIA NO ÂMBITO DO ESTADO DO CEARÁ.....	23
2.1 Conceitos de geração e distribuição de viagens, polarização e socioeconomia.....	23
<i>2.1.1 Geração de Viagens.....</i>	23
<i>2.1.2 Relações entre renda e demanda por transporte público.....</i>	27
<i>2.1.3 Polarização de municípios e atividades econômicas.....</i>	30
<i>2.1.4 Síntese das relações conceituais entre atributos de transporte e socioeconômicos...</i>	35
2.2 Evolução socioeconômica do Ceará.....	36
<i>2.2.1 Panorama socioeconômico geral.....</i>	36
<i>2.2.2 Evolução do poder de polarização socioeconômico da RMF e demais cidades polo</i>	38
2.3 Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará (STIP-CE).....	43
2.4 Conclusão.....	52
3 ESTATÍSTICA ESPACIAL.....	54
3.1 Revisão da Literatura.....	55
<i>3.1.1 Análise prévia de autocorrelação espacial.....</i>	55
<i>3.1.2 Análise exploratória das variáveis.....</i>	61
<i>3.1.3 Análise da estacionaridade espacial.....</i>	70
3.2 Método para análise exploratória.....	75
3.3 Conclusão.....	78
4 METODOLOGIA.....	80
4.1 Consolidar uma base de dados georreferenciados.....	80
4.2 Realizar análise exploratória da correlação entre a evolução da demanda do STIP-CE (viagens radiais e regionais) e socioeconomia.....	84
5 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE	

ATIVIDADES E DE TRANSPORTES.....	91
5.1 Análise da evolução socioeconômica.....	93
5.1.1 <i>Análise da evolução do nível de renda real.....</i>	93
5.1.2 <i>Análise da elasticidade renda-consumo de veículos (carros e motos).....</i>	96
5.1.3 <i>Análise do poder polarizador.....</i>	97
5.1.4 <i>Síntese dos resultados acerca da evolução socioeconômica.....</i>	103
5.2 Análise da evolução das viagens regionais e radiais.....	104
5.3 Conclusões.....	115
6 CONCLUSÕES.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A década de 2000 foi marcada por fortes modificações socioeconômicas no Brasil. A população residente aumentou em 12%, e as favoráveis condições econômicas internas e externas permitiram que o Produto Interno Bruto (PIB) se elevasse ainda mais, em torno de 43% (segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE).

Essa majoração, porém, não se deu de forma homogênea entre os estratos sociais. Segundo Giambiagi *et al.* (2011), a economia brasileira cresceu conjuntamente com avanços sociais, implicando a redução da distância econômica entre a parcela mais rica e mais pobre da população. Duas abordagens atestam essa afirmação. O índice de Gini (que mede o grau de desigualdade, variando de zero a um, em que esse último patamar representa o maior grau de desigualdade possível), reduziu em 11% de 2000 a 2010; e a evolução da renda dos 10% mais ricos ocorreu em menor velocidade do que a dos 10% mais pobres no mesmo período (1,5% e 6,8%, respectivamente). Aponta-se como responsável por isso os programas sociais, com destaque para o Bolsa Família, que unificou cinco outros programas pré-existentes e que tinha por foco as famílias de menor renda.

As transformações foram ainda mais intensas no Estado do Ceará. Além de um crescimento demográfico e econômico maiores do que o nacional (14% e 54%, respectivamente), de acordo com IPECE (2012), uma série de investimentos do governo no sentido de aumentar a infraestrutura no interior do Estado foi iniciada, sendo construídas escolas profissionalizantes, policlínicas, hospitais, centros de tratamento odontológico e delegacias em todo o território.

O efeito dessas políticas pôde ser observado pela redução da participação da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) no PIB do Estado, fato que foi explicado por IPECE (2013) como decorrência de um maior crescimento dos municípios do interior. Algo semelhante pôde ser identificado entre os municípios considerados polo¹ e não-polo. A tabela 1 abaixo destaca a evolução da renda real dos habitantes, do consumo de energia comercial, industrial e do Poder Público nesses dois grupos e na RMF.

¹ Lista de municípios polo obtida de SEINF (2009), que concedeu o serviço de transporte regular intermunicipal de passageiros do Ceará. São consideradas cidades polo a título de transporte público intermunicipal de passageiros: Itapipoca, Sobral, Crateús, Tauá, Canindé, Quixadá, Baturité, Aracati, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Russas, Crato, Juazeiro do Norte e Iguatu.

Tabela 1 - Evolução da renda real dos habitantes e do consumo de energia industrial, comercial e do Poder Público entre 2004 e 2012

	Evolução da renda real dos habitantes	Evolução do consumo de energia industrial, comercial e do Poder Público per capita
Não-Polo	32%	88%
Polo	17%	66%
RMF	29%	53%
Ceará	30%	78%

Fonte: Elaboração própria

Como pode ser observado, a evolução dos municípios considerados não-polo no que diz respeito ao nível de renda real dos habitantes e à capacidade econômica (atividade industrial, comercial e do Poder Público) ocorreu em percentual acima do crescimento do Estado, enquanto a RMF e os demais municípios cresceram a taxas menores. Logo, houve uma redução relativa das diferenças econômicas entre as cidades que não são consideradas polos do interior e os demais municípios do Estado. Dinâmica semelhante também foi verificada entre regiões brasileiras, segundo Giambiagi *et al.* (2011).

Sobre a forma como esses atributos evoluíram, cabe destacar alguns aspectos conceituais:

- De acordo com Cascetta (2009), Ortúzar e Willumsen (2011) e ITE (2009), alterações no perfil socioeconômico dos domicílios e nas diferenças entre nível de atividades econômicas (comercial, industrial, Poder Público) dos municípios impactam na demanda por transporte; especificamente, aumentos na renda elevam a quantidade de viagens, e aumentos relativos na capacidade econômica reduzem a necessidade de deslocamentos dos habitantes de uma dada localidade;

- Por IPEA (2012), IPEA (2011) e IPECE (2012), automóveis são tidos como bens normais ou superiores, na medida em que a majoração de renda impacta em aumentos em seu consumo; por outro lado, transporte público é tido como um bem inferior, pois o aumento no nível de rendimento da população reduz sua utilização; e

- A concentração de atividade econômica (expressa por maior oferta de serviços e funções, tais como comerciais, industriais e órgãos públicos) denota maior poder de polarização de um município, segundo IBGE (2013).

A partir dessas assertivas, duas hipóteses foram elaboradas:

- 1) O aumento da renda dos indivíduos impacta no aumento de viagens por transporte particular e, por conseguinte, na redução da demanda por viagens por transporte público; e

2) A redução nas diferenças de atividade econômicas dos municípios (redução do poder polarizador) impacta na redução de viagens por transporte público.

Com base nessas hipóteses, é importante destacar que a rede de transportes disponibilizada aos usuários cearenses foi concebida com base na realidade de 2004 (mediante estudos levados a cabo por ASTEF, 2006), quando o perfil socioeconômico dos habitantes cearenses e as relações entre as cidades do Estado eram diferentes das atuais. Logo, pode haver uma oferta de serviço de transporte intermunicipal de passageiros que não seja condizente com as necessidades dos usuários, impactando diretamente na redução de sua mobilidade e acessibilidade.

Pelos dados apresentados na tabela 1, espera-se que tenha havido reduções na demanda por viagens regionais e radiais. De fato, comparando-se o número de deslocamentos de 2012, obtidos junto à Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Ceará (ARCE) e ao Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (DETRAN/CE), com os de 2004, obtidos de ASTEF (2005), pode-se perceber que houve uma redução nas viagens com destino à RMF (em torno de 25%), bem como redução (de cerca de 30%) no número de deslocamentos entre cidades do interior (excluídos os deslocamentos realizados no âmbito da região metropolitana do Cariri por ser uma região com perfil de demanda semelhante ao da RMF e distinto dos demais tipos de viagens ora comentados).

Adicionalmente, é sabido que os investimentos realizados durante a década de 2000 não ocorreram de forma homogênea no Estado. Cita-se como exemplo a construção de novas escolas de ensino médio, que foram instaladas em regiões mais carentes desses equipamentos. Da mesma forma, o Programa Bolsa Família, que teve maior impacto em municípios com maior número de habitantes em situação de pobreza.

Dos parágrafos anteriores, ficam claras duas dimensões do fenômeno de transportes: temporal e espacial. Esta segunda diz respeito às interações relativas entre as unidades geográficas, no sentido de que, enquanto um grupo pôde ter intensificado mais significativamente sua capacidade socioeconômica, outros podem não ter apresentado um crescimento tão acentuado, fenômeno que impacta na demanda do sistema de transportes de forma diferenciada.

Aprofundando esse ponto, segundo Cascetta (2009), quase todos os componentes sociais e econômicos interagem em algum nível, a depender da localização geográfica. Como

as modificações no sistema de atividades produzem impactos no sistema de transportes, tem-se que o fenômeno de transportes varia de perfil a cada variação da região estudada.

Sendo um fenômeno eminentemente geográfico (CARVALHO *et al.*, 2006), ferramentas de análise adequadas deverão ser utilizadas para seu entendimento. Elas ultrapassam a fronteira das ferramentas estatísticas tradicionais, implicando um outro conjunto de instrumentos com características e especificidades próprias, que tiveram sua base teórica discutida e explorada nas décadas de 1960 e 1970. Porém, foi apenas o incremento da qualidade dos bancos de dados e do avanço tecnológico recente que permitiu a elaboração de trabalhos empíricos nas mais diversas áreas do conhecimento (FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009).

Portanto, resta ainda a averiguação sob o prisma espacial das hipóteses anteriormente levantadas, que expressam relações causais entre fenômenos. Especificamente, a aplicação de ferramentas de análise exploratória sobre os aspectos socioeconômicos e de transportes possibilita identificar regiões em que existe correlação entre os fenômenos, permitindo a realização mais adequada de análise confirmatória de correlação entre esse conjunto de variáveis. Todos esses fatores corroboram para uma melhor compreensão do sistema de transportes intermunicipal cearense, majorando a qualidade de seu processo de planejamento.

Porém, analisando-se as mais recentes publicações envolvendo a aplicação desse ferramental na seara dos transportes, pôde-se observar discrepâncias em relação às recomendações existentes na literatura sobre o tema.

Tratam-se de aplicações das ferramentas em contraponto a princípios basilares do conhecimento científico, como a sequência de se levantar hipóteses para seu posterior teste, a fim de refutá-las ou não (MARCONI e LAKATOS, 2009). Em decorrência disso, as premissas para a correta utilização dos instrumentos de estatística espacial foram algumas vezes desrespeitadas, havendo sérias consequências às conclusões dos estudos.

1.2 Questões de pesquisa

Pelo exposto no item anterior, há pelo menos duas lacunas, para as quais se pretende contribuir para seu preenchimento. Metodologicamente, cumpre-se complementar os métodos existentes a fim de que levem em consideração as premissas e especificidades das ferramentas. Fenomenologicamente, o estado de conhecimentos acadêmicos acerca da demanda por transporte intermunicipal de passageiros do Ceará encontra-se na realidade

socioeconômica de 2004, havendo a necessidade de atualização frente às profundas mudanças verificadas no Estado na última década.

Logo, tendo em vista a necessidade de analisar a evolução socioeconômica e do Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará (STIP-CE) com o uso de ferramentas de análise espacial, propõem-se as seguintes questões:

- 1) Como analisar espacialmente a relação entre a evolução socioeconômica e a demanda por viagens intermunicipais dos municípios do Ceará?
- 2) Quais atributos e como consolidar uma base de dados para modelar a geração e a distribuição das viagens intermunicipais dos municípios do Ceará?
- 3) Quais os impactos sobre a demanda do STIP-CE (viagens radiais e regionais) advindos das mudanças socioeconômicas ocorridas na década de 2000 no Ceará?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Sob a perspectiva dos problemas e das questões de pesquisa apresentadas, o objetivo principal desta dissertação é verificar a ocorrência de impactos sobre a demanda do STIP-CE advindos das alterações no perfil socioeconômico dos municípios cearenses na década de 2000.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1) Propor um método para analisar espacialmente a relação entre evolução socioeconômica e a demanda por viagens intermunicipais dos municípios cearenses;
- 2) Consolidar uma base de dados para modelar a geração e a distribuição das viagens intermunicipais dos municípios do Ceará;
- 3) Realizar análise exploratória da correlação entre a evolução da demanda do STIP-CE (viagens radiais e regionais) e socioeconomia.

1.4 Estrutura do trabalho

De acordo com o que foi apresentado nos itens anteriores, esta dissertação tem por objetivo realizar um estudo de caso (verificar a ocorrência de impactos sobre a demanda no STIP-CE advindos das alterações no perfil socioeconômico dos municípios do Ceará na década de 2000) a partir da aplicação de um método a ser proposto para explorá-lo espacialmente.

A fim de atendê-lo, o trabalho contém mais cinco seções além desta introdução. No segundo capítulo, será apresentado o histórico e a evolução socioeconômica e do STIP-CE. Nele também serão abordados pontos relativos à literatura sobre geração de viagens e polarização de municípios. No terceiro, apresenta-se uma revisão da literatura sobre as ferramentas de análise espacial e a proposição de um método para análise espacial exploratória. No quarto, esse método é adaptado ao fenômeno sob análise e aos dados disponíveis a fim de realizar-se uma análise exploratória das hipóteses elaboradas. No quinto capítulo, serão exibidos os resultados da aplicação do método para geração de viagens radiais e regionais. Por fim, o último capítulo trará as conclusões do trabalho e as recomendações para estudos vindouros em sua área de abrangência.

2 ANÁLISE DA DEMANDA DE TRANSPORTES, POLARIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS E SOCIOECONOMIA NO ÂMBITO DO ESTADO DO CEARÁ

Este capítulo objetiva elaborar hipóteses sobre a relação entre polarização socioeconômica de municípios e seus impactos no Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará (STIP-CE) no decorrer da década de 2000.

Para que essa meta seja alcançada, inicialmente será apresentada uma revisão da literatura sobre aspectos que interferem na geração de viagens e polarização dos municípios, bem como um levantamento bibliográfico acerca dos impactos causados pelo aumento de renda das famílias sobre o sistema de transporte. Em seguida, será realizado um entrelaçamento entre esses conceitos.

Após essa etapa, para que se possam encontrar indícios de ocorrência das relações teóricas, é importante que se verifiquem as modificações no período analisado relacionadas à socioeconomia e ao sistema de transportes.

Assim, será analisada a evolução entre 2004 e 2012 dos aspectos socioeconômicos do Estado do Ceará, tendo-se como referência as principais regiões que o compõem e levando-se em consideração os municípios polo e os polarizados.

Por outro lado, será apresentado um histórico do Sistema Intermunicipal de Transporte de Passageiros do Ceará (STIP-CE), partindo de seu momento antes da licitação (ocorrida em 2009), para, em seguida, abordar alguns aspectos de seu planejamento (Plano Diretor e Operacional do Transporte Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará, PDOTIP-CE) e finalizar com seu perfil em 2012.

A partir desses elementos, ao final do capítulo, será realizado um paralelo entre os conceitos observados sobre o tema e a evolução do sistema de atividades e de transporte, de modo a permitir a identificação empírica das hipóteses acerca da inter-relação entre esses fenômenos.

2.1 Conceitos de geração e distribuição de viagens, polarização e socioeconomia

2.1.1 Geração de viagens

Para entender os fenômenos relacionados ao sistema de transporte, seja demanda ou oferta, é importante compreender sua relação conceitual com aspectos socioeconômicos. Afirma-se isso, porque é pacífico na literatura que modificações nos atributos demográficos e econômicos de uma determinada localidade acarretam impactos sobre demanda por transporte.

Nesse sentido, Cascetta (2009) apresenta o sistema de transporte em constante relação com o sistema de atividades. Enquanto no primeiro se situam a oferta e a demanda por transporte, o segundo contém uma série de fatores sociais e econômicos, cuja interação dará origem à demanda por viagens, sendo dividido em três subsistemas:

- número e localização de domicílios, categorizados por fatores como nível de renda, composição e características;
- atividades econômicas localizadas em cada zona de análise, representadas por indicadores como número de empregos ofertados; e
- uso do solo, representado pela produção industrial ou número de escritórios existentes e seus respectivos preços de mercado.

Esses subsistemas interagem de determinadas formas, de modo que geram impactos na demanda por viagens, na medida em que existe a necessidade de acesso às funções e aos serviços localizados em diferentes lugares. Em outras palavras, as residências estão situadas em regiões diferentes de onde estão as atividades econômicas; havendo a necessidade de acessar estabelecimentos comerciais (seja por emprego ou lazer), educacionais, de saúde, etc., passa a existir um potencial para realização de viagens.

É importante frisar que a utilização de um sistema de transportes não é um fim por si mesmo (MANHEIN, 1979). Ou seja, fatores ligados ao trabalho, estudo, lazer, etc., localizados em áreas distintas das residenciais, são motivos que ensejam a realização de viagens.

O volume de viagens, porém, não depende apenas da localização dos elementos contidos nos sistemas de atividade econômica e residencial. Existe uma relação também com as características de cada um deles.

O procedimento clássico de planejamento de transportes, segundo relatam Ortúzar e Willumsen (2011), foi concebido após anos de experimentação e desenvolvimento, tratando-se na realidade de uma sucessão de etapas de análise, quais sejam: geração de viagens, distribuição, escolha modal e alocação. A primeira delas trata de propor um modelo sobre o número total de viagens produzidas e atraídas em cada zona estudada.

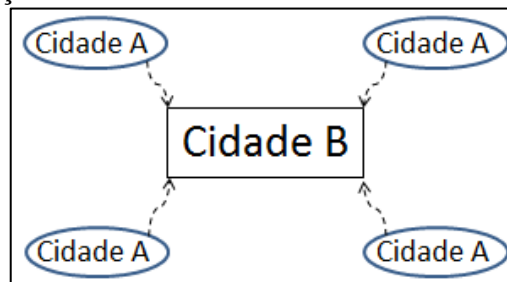
A produção de viagens teria uma ligação estreita com o perfil socioeconômico dos domicílios. Caso uma residência possua maior renda, a tendência é que tenha maiores necessidades de consumo, o que gera maior procura para a realização de viagens com o intuito de suprir tais necessidades. De forma semelhante, quanto maior a quantidade de habitantes nos domicílios, maior a necessidade de deslocamentos. Dessa forma, a produção de viagens tem relação com as seguintes variáveis, dentre outras (ORTÚZAR e WILLUMSEN,

2011): renda, propriedade de automóvel, estrutura do domicílio, tamanho da família, valor do solo, densidade residencial, acessibilidade, etc.

Já com relação à atração, destacam que esse fenômeno sofre influência do nível de atividade industrial, comercial, de serviços diversos, etc., observando que em alguns trabalhos também foram considerados o total de empregos ofertados e acessibilidade de cada zona. Logo, a atratividade de uma zona ou região tem relação direta com a capacidade econômica lá existente, havendo impactos não apenas na quantidade de indivíduos que a visitam como no volume de habitantes daquela área que não necessitam realizar viagens para acessar funções e serviços.

Para melhor compreensão desse ponto, suponha-se, conforme a figura 1 abaixo, que uma dada localidade seja composta por cidades de dois tipos. As do tipo A são intensas em atividade residencial, mas possuem discretos níveis de atividade econômica; as do tipo B possuem perfil inverso às das cidades A (ou seja, intensa atividade econômica com baixa atividade residencial). Nesse contexto, as seguintes possibilidades podem ser vislumbradas:

Figura 1 – Relação entre cidades com atividade residencial e econômica



Fonte: Elaboração própria

- caso haja crescimento na atividade econômica em B, sua atratividade irá aumentar, tendendo a elevar a quantidade de viagens produzidas em A, cujos usuários foram atraídos para a região B;

- caso haja crescimento na atividade econômica em A, sua atratividade irá aumentar, tendendo a reduzir a quantidade de viagens lá produzidas em direção à região B.

Isso significa que a capacidade de atração de uma dada região não pode ser analisada apenas por seu grau de intensidade, havendo a necessidade de que as outras localidades também sejam levadas em consideração. Assim, caso haja aumentos na atividade econômica de B superiores aos de A, a tendência é que esta segunda região produza mais viagens. Por outro lado, se o aumento de B for relativamente inferior ao de A, haverá menor disposição para realização de viagens pelos habitantes de A para além das fronteiras dessa

região, já que suas demandas podem ser satisfeitas mais facilmente na própria localidade onde residem. A tabela 2 abaixo resume essas possibilidades.

Tabela 2 – Impactos na demanda por transportes advindos de alterações no sistema de atividade econômica

Crescimento da atividade econômica nas cidades A	Crescimento da atividade econômica na cidade B	Impactos esperados dos crescimentos de atividade econômica em A e B sobre a produção de viagens em A	Impactos esperados finais
↑	↑	↓↑	↑
↑	↑	↓↑	0
↑	↑	↓↑	↓

Fonte: Elaboração própria

Cabe atentar ainda que todas as variáveis destacadas acima podem ser agrupadas em categorias, havendo aquelas relacionadas à quantidade de pessoas (demográficas), à capacidade econômica da população, ao uso do solo, e as geográficas. Isso vai ao encontro do que afirma o Manual de Planejamento de Transportes (ITE, 2009, p. 92, tradução nossa), para o qual o número de viagens geradas “varia de acordo com fatores sociais, econômicos, geográficos e de uso do solo”.

Nessa perspectiva, Blainey (2010) realizou um estudo cujo objetivo foi melhor entender por que motivos viagens intermunicipais de trens são geradas na Inglaterra e País de Gales com o intuito de prever a demanda em novas estações (o que tem impactos diretos em estudos de viabilidade econômica de suas construções). Para isso, o autor utilizou modelos de regressão múltipla e geograficamente ponderados para os anos de 2005 e 2006, levando em conta as seguintes variáveis: população no entorno das estações, frequência das linhas, distância entre estações de uma mesma categoria, quantidade de usuários que possuem carros e existência de estacionamentos em regiões próximas às estações. Nas tentativas iniciais de calibração de modelos, os erros foram analisados, direcionando-o a incluir variáveis *dummy* relacionadas à proximidade com a cidade de Londres.

Observe-se que essas variáveis buscam captar as condições demográficas, econômicas, de uso do solo e geográficas, o que se adequa às recomendações de Ortúzar e Willumsen (2011) e ITE (2009).

Também de acordo com essa literatura, mas no âmbito do transporte rodoviário de passageiros no Estado do Ceará, o PDOTIP-CE, desenvolvido por ASTEF (2006), elencou uma série de variáveis relacionadas com a produção e atração de viagens.

Em relação à produção de viagens, destacam-se fatores demográficos e econômicos. Concernentes aos primeiros, levam-se em consideração as populações total e urbana, na medida em que possuem “alta correlação com geração de viagens, ou seja, quanto maior a população, principalmente urbana, maior quantidade de pessoas realizando viagens” (ASTEFA, 2005, p. 48). Número de estudantes e pessoas empregadas podem ser analisados juntamente com a renda familiar do chefe de família (fator econômico), pois quanto maiores forem esses atributos, maior a tendência em se realizar viagens, seja pela necessidade de deslocamento frequente, seja pela disponibilidade de renda para realizar viagem. Aponta-se ainda o consumo de energia residencial como importante variável para contribuir com a produção de viagens.

Sobre a atração de viagens, buscou-se elencar variáveis que se relacionassem com motivo de trabalho ou educação ou lazer. Sendo assim, número total de empregos, de matrículas do ensino médio e superior ofertadas e o consumo de energia elétrica de estabelecimentos comerciais de cada município foram considerados. Destaca-se que a variável consumo de energia por estabelecimentos industriais não foi analisada por já estar embutida diretamente na quantidade de empregos ofertados.

Sintetizando-se, o fenômeno de geração de viagens pode ser entendido como tendo sua origem no sistema de atividades, especificamente na localização distinta entre onde os indivíduos residem e onde há oferta de atividade econômica. Não apenas as diferentes localizações geram impactos na demanda por transporte, como também o perfil dessas atividades. Assim, da revisão da literatura sobre geração de viagens, duas hipóteses podem ser levantadas:

- i) O aumento da renda dos indivíduos impacta no aumento na demanda por viagens;
- ii) Redução nas diferenças de atividade econômicas entre localidades impacta na redução da demanda por viagens.

2.1.2 Relações entre renda e demanda por transporte público

De acordo com Giambiagi *et al.* (2011), o nível de renda dos brasileiros cresceu na década de 2000, em decorrência de uma série de políticas governamentais em prol da redução de desigualdades e aumento do salário real.

De maneira geral, incrementos na renda da população tendem a gerar aumentos no consumo de produtos e serviços. Essa relação de causa e efeito, porém, não pode ser generalizada para todo tipo de bem.

De acordo com Vasconcellos e Oliveira (2000), há três tipos de bens: os normais, os superiores e os inferiores. Essa tipologia pode ser derivada dos resultados da aplicação do indicador que relaciona renda e quantidade demandada do bem ou serviço, denominado elasticidade renda da demanda. Sendo sinônimo de sensibilidade ou resposta à flutuação de outra variável, é definido matematicamente de acordo com a equação 1 abaixo:

$$E_R = \frac{\frac{\Delta q_d}{q_d}}{\frac{\Delta R}{R}} \quad (1)$$

Em que,

q_d : quantidade demandada do bem ou serviço; e

R: renda do consumidor

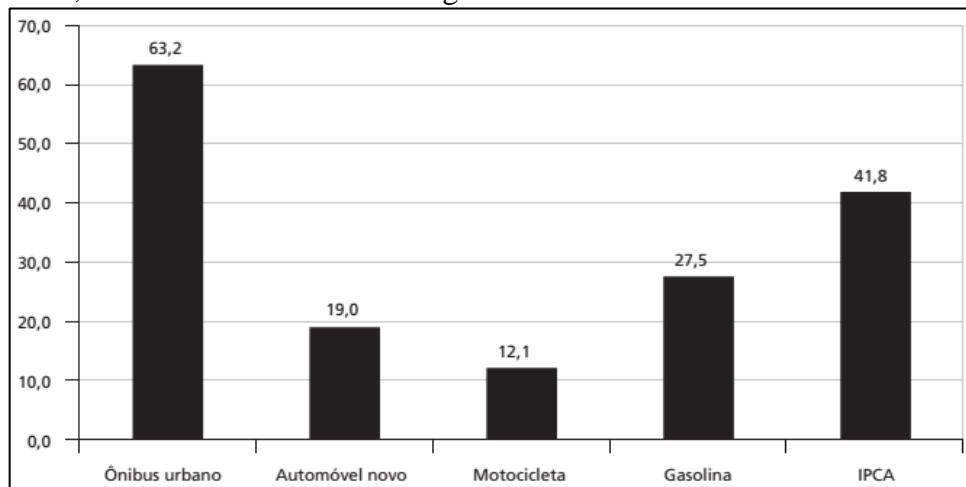
Caso a quantidade demandada do bem aumente mais que proporcionalmente do que a renda, tem-se um bem superior; caso haja acréscimo de demanda proporcionalmente menor do que o aumento da renda, diz-se que o bem é normal; e, por fim, aumentos de renda seguidos de reduções na demanda do bem/serviço denotam um bem inferior (como por exemplo, a carne de segunda).

Isso posto, paralelamente às políticas em prol do aumento da renda, o crescimento da economia na década passada foi lastreado pelo incentivo ao consumo, sobretudo de carros e motos. Nesse sentido, uma das principais ferramentas utilizadas para estimular uma economia em tempos de crise consiste na redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). Porém, outros fatores fazem parte dessa lista, tais como: subsídios que visavam ao controle do preço da gasolina, melhoria das condições de crédito, ampliação da capacidade produtiva da indústria automobilística no país, com a instalação e a expansão de várias plantas automotivas.

Por outro lado, a qualidade do transporte público diminuiu, reduzindo sua quantidade demandada. Especificamente, a falta de conforto e privacidade, a insegurança e a demora na viagem são fatores apontados por IPECE (2012) para que menor parcela da população utilizasse esse meio de transporte, situação agravada pelo fato de que, entre 2003 e 2009, suas tarifas aumentaram em média de 15% acima da inflação no Brasil (IPEA, 2012).

O gráfico 1 abaixo sintetiza o cenário inflacionário, o aumento de tarifas de ônibus urbano e os preços da gasolina, automóveis e motocicletas novos:

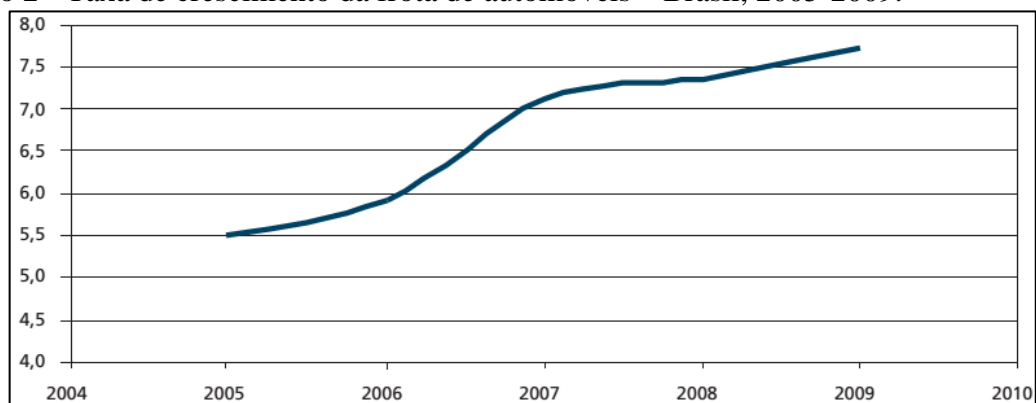
Gráfico 1 - Aumento percentual de tarifas de ônibus urbano, do patamar de inflação, do preço de automóveis, de motocicletas novos e da gasolina entre 2003 e 2009.



Fonte: IPEA(2012)

Aliando esses dois fatores ao fato de que o automóvel confere *status* aos seus proprietários (VASCONCELLOS, 2013), o fato destacado por IPEA (2011) não poderia ser diferente: houve um forte aumento da frota de veículos nas cidades brasileiras nos últimos anos, conforme gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2 - Taxa de crescimento da frota de automóveis – Brasil, 2005-2009.



Fonte: IPEA(2011)

Isso aponta para a conclusão de IPEA (2012), pela qual o transporte público pode ser caracterizado como bem inferior, o que foi explicado por IPECE (2012) como a ocorrência do “efeito substituição” do transporte público pelo transporte individual. Assim, pela formulação apresentada acima, a elasticidade renda da demanda por transporte público apresentaria indicador negativo, enquanto que para a aquisição de veículos seria positivo.

Dessa forma, a literatura acerca da produção de viagens evidencia que aumentos na renda da população tendem a gerar acréscimo na quantidade de viagens. Porém, em termos

de transporte público no Brasil, isso não pôde ser verificado, na medida em que o aumento de renda dos consumidores ocasionou um forte incremento na aquisição de veículos particulares, impactando na redução da demanda por transporte público.

Em decorrência disso, propõe-se a reformulação da hipótese relacionada ao nível de renda da população, constante na literatura e anteriormente apresentada, que deverá ter o seguinte enunciado: o aumento da renda dos indivíduos impacta no aumento de viagens por transporte particular e, por conseguinte, na redução da demanda por viagens por transporte público.

2.1.3 Polarização de municípios e atividades econômicas

Pelo exposto nas seções anteriores deste capítulo, espera-se que haja modificações na quantidade demandada por viagens caso ocorram alterações no sistema de atividade econômica. Pela revisão da literatura sobre esse tipo de atividade, pode-se observar sua forte relação com o conceito de polarização de municípios.

De acordo com Freitas (2012), quando as características de uma cidade se salientam em um local, desenvolve-se a polarização. Uma cidade polo, dessa forma, concentra população, equipamentos públicos e privados (como hospitais, universidades, plantas de produção), órgãos e serviços.

Foi nesse sentido que IPECE (2006) propôs uma nova regionalização do Ceará, tendo como elemento motivador unificar as definições de macrorregiões do Ceará para fins de planejamento das ações estatais nos mais diversos campos, na medida em que os vários órgãos do Poder Executivo utilizam diferentes conceitos de regionalização.

Para cumprir seu objetivo, foram compiladas as principais teorias acerca das relações entre municípios a fim de propor uma nova subdivisão geográfica do Ceará. Concluiu-se, assim, que uma região polarizada caracteriza-se pela existência de um espaço heterogêneo, formado por partes que se complementam através de fluxos comerciais, demográficos, financeiros, culturais, religiosos, etc. Assim, sempre haverá um centro (ou polo) dominante, ao qual as outras unidades geográficas se subordinam.

Em seguida, o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará procedeu à identificação de cidades polo, utilizando como critérios a diferença das “massas” dos municípios e as distâncias que os ligam. A “massa” de um município foi definida com relação à sua população residente total ponderada pelo Índice de Desenvolvimento Municipal, que foi estabelecido pelo Instituto como indicador capaz de mensurar o nível de desenvolvimento das cidades cearenses a partir de quatro grupos de outros indicadores:

- i. indicadores fisiográficos, fundiários e agrícolas;
- ii. indicadores demográficos e econômicos;
- iii. indicadores de infra-estrutura de apoio; e
- iv. indicadores sociais

Com isso, foram definidos treze municípios polarizadores, quais sejam: Fortaleza, Baturité, Aracati, Limoeiro do Norte, Camocim, Itapipoca, Sobral, Tianguá, Tauá, Crateús, Quixadá, Iguatu e Juazeiro do Norte. Com a identificação desses municípios, foram definidas suas zonas de influência, sendo proposta uma nova subdivisão do Ceará composta por treze regiões.

Ainda em âmbito estadual, o PDOTIP-CE também abordou essa temática, propondo outro conjunto de municípios polo, ao partir da definição de que uma região polarizada é aquela em que existe uma hierarquização de núcleos polarizadores que exercem influência sobre áreas satélites, estabelecendo relações de interdependência.

ASTEFL (2005, p. 19) sintetiza esse conceito da seguinte forma:

As inter-relações entre cidades ocorrem através de trocas e fluxos de mercadorias e pessoas que conformam uma rede urbana e uma hierarquia entre municípios com a presença de cidades polarizadoras, identificadas como centros de consumo ou pontos de atração de viagens, e cidades produtoras de viagens. Os fluxos, que materializam as relações de polarização, decorrem de aspectos socioeconômicos que se estabelecem a partir do dinamismo das atividades produtivas primárias, secundárias ou terciárias.

Com isso, ASTEFL (2005) realizou análises de fatores relacionadas à produção e atração de viagens. Para produção, foram considerados aspectos demográficos (população urbana e total, número total de estudantes e número de pessoas empregadas) e socioeconômicos (renda média dos chefes de família). Para atração, foram consideradas possíveis variáveis explicativas para viagens pendulares com motivo de trabalho e educação (estoque de empregos formais e número de matrículas no ensino médio e superior).

Essa análise foi efetuada com a aplicação do seguinte método, baseado em cinco níveis de análise de graus de concentração dos elementos socioeconômicos: 1) polarização entre todos os municípios; 2) nas macrorregiões; 3) nas regiões administrativas; 4) entre as regiões administrativas; e 5) entre macrorregiões. Isso permitiu fazer uma abordagem em diversos níveis espaciais, desde o maior até o menor. Assim, um município pode não ser polo

quando analisado na área de abrangência do Estado como um todo, mas pode ter forte influência regionalmente.

Como resultado, os seguintes municípios foram apontados como sendo polos regionais: Itapipoca, Camocim, Paracuru, Sobral, Crateús, Tauá, Quixadá, Quixeramobim, Canindé, Baturité, Redenção, Cascavel, Aracati, Russas, Limoeiro do Norte, Jaguaribe, Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Essas são cidades que se destacam no Ceará como um todo e/ou em suas respectivas macrorregiões no que diz respeito a atributos socioeconômicos.

Essa proposição de municípios polo foi alterada por motivos político-administrativos pelo Governo do Estado quando foi lançado o edital de licitação do STIP-CE em 2009. Atualmente, portanto, em se tratando de transporte de passageiros entre municípios cearenses, estas são cidades polo oficialmente consideradas: Aracati, Baturité, Canindé, Crateús, Crato, Iguatu, Itapipoca, Juazeiro do Norte, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Quixadá, Russas, Sobral e Tauá.

Já em âmbito nacional, em IBGE (2008), esse conceito também é abordado. Esse trabalho, na realidade, é quarta versão desse tipo de estudo mediante o qual a instituição visa hierarquizar os municípios brasileiros e traçar suas zonas de influência. Isso tem fundamental importância no planejamento privado e estatal quanto à alocação de equipamentos e serviços. Assim, vem-se buscando estabelecer as relações de polaridade dos municípios, verificando-se sua evolução frente aos anos de 1972, 1987 e 2000. Em IBGE (2013), esse estudo foi objeto de nova atualização, já incorporando as influências recentes, sendo dividido em duas partes: hierarquização de municípios e áreas de influência.

Na primeira, busca-se agrupar as cidades de acordo com seu nível de importância, a partir da definição de “centros de gestão de território”: cidades onde se localizam órgãos do Estado e empresas, cujas decisões afetam outros municípios. Foi verificada, assim, a localização (i) de órgãos públicos, pois isso tende a refletir a possibilidade de acesso da população ao serviço; (ii) de filiais das principais indústrias do país, já que centros polarizadores atraem sua instalação; (iii) de equipamentos e serviços; (iv) de comércio e serviços; (v) de instituições financeiras; (vi) de entidades de ensino superior; (vii) de equipamentos de saúde; (viii) de registro de domínios (hosts), que expressa a utilização de internet em dada região; (ix) de redes de televisão aberta.

A partir do mapeamento de todas essas informações, considerou-se o peso relativo de cada uma delas, possibilitando-se a realização da segunda etapa do método, qual seja, definição de zonas de influência. Ela, por sua vez, foi dividida em duas. Para municípios maiores, foi analisada a relação de subordinação administrativa entre matrizes e filiais de

entidades públicas e privadas. Para os menores, foram levantadas as principais ligações de transportes coletivos e quais os principais destinos dos moradores para obter alguns produtos e serviços.

Ao final dos trabalhos, um município tem seu poder polarizador medido pelo seu grau de concentração de determinadas atividades (públicas, industriais, comerciais, dentre outras) e pela sua ligação com demais cidades (seja por relações de subordinação, seja por viagens realizadas entre elas). No âmbito do Estado do Ceará, os principais grupos são os abaixo relacionados.

- i. Metrópole: Fortaleza.
- ii. Capitais Regionais: Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Sobral.
- iii. Centros Subregionais: Crateús, Iguatu, Quixadá e Itapipoca.

A lógica que serviu de base para esses estudos é o modelo de organização regional centro-periferia. Segundo Ferreira (2006), as características constantes nessa formulação estão presentes no mundo inteiro, especialmente nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos.

Esse conceito se baseia no fato de que o espaço produzido pelas sociedades segue a lógica dos atrativos existentes em cada região. Os lugares onde há maior nível de atividades capazes de atrair fluxos são chamados de centro, enquanto aqueles cujos fluxos são dirigidos às regiões centrais são chamados de periferia.

Dessa forma, há uma relação de interdependência entre centro e periferia, que gera reflexos no volume de viagens pendulares entre as duas áreas.

A partir dos estudos acima apresentados, pode-se concluir que os municípios polo possuem as seguintes características: concentram atividades e subordinam demais municípios em suas proximidades.

Observa-se, porém, que existe uma diferença fundamental entre a concepção de polaridade elaborada pelo IBGE (2013) e os demais estudos. Apesar de a característica de concentração de atividades estar presente em todos, em IBGE (2013) as atividades residenciais (ou seja, aquelas ligadas às características das pessoas, tais como renda e qualidade de vida) não estão presentes.

Nesse ponto, cabe analisar as diferenças entre esses dois tipos de definição a fim de verificar qual a mais adequada ao objeto de estudo deste trabalho.

A concentração de atividades residenciais e econômicas são atributos aplicáveis a estudos de fluxos de pessoas entre regiões no médio e longo prazos. Trata-se do fenômeno de migração de pessoas, estudado por vários ramos da ciência, em que se sobressaem a economia e a sociologia. De acordo com Muniz (2011), há dois tipos de correntes principais (modelos neoclássicos e histórico-culturais), pelas quais fatores como “ascensão social”, “melhoria das condições de vida”, “renda esperada” e “nível salarial” são atributos que, em conjunto com outros ligados ao perfil econômico das localidades, explicariam o deslocamento permanente de pessoas.

Por outro lado, observando-se a literatura acerca de atração de viagens, esse fenômeno sofre influência de fatores relacionados às características da região. Assim, nível de atividade industrial e comercial, por exemplo, são atributos capazes de explicar a atratividade, ligados, de acordo com Cascetta (2009), às características do sistema de atividade econômica. Pelo descrito em IBGE (2008) e IBGE (2013), esses tipos de variáveis foram as incluídas para definição das cidades polarizadoras e sua hierarquia.

Pelo exposto, resta claro que a definição apresentada pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística possui características importantes e dignas de nota. Inicialmente, destaca-se que é a mais recente e derivada de um processo de construção temporal e multidisciplinar de conhecimento. Além disso, parece ser a mais adequada ao objeto de estudo ora analisado, na medida em que os fenômenos atrelados à polarização são relacionados a fatores de curto prazo (tais como nível comercial e industrial existente no município), ao contrário dos demais trabalhos, cujos fatores relacionam-se a aspectos de longo prazo (como o nível de renda dos habitantes). Assim, a definição proposta por IBGE (2013) condiz com o fenômeno de transportes, em que o usuário retorna ao ponto de origem após o acesso a funções e serviços nas cidades polo; já os demais parecem ter maior relação com fenômenos relativos a fluxos migratórios, em que o indivíduo desloca-se para uma cidade de maior porte de forma definitiva.

Tomando por base essa definição de polarização, a hipótese que diz respeito a esse tema deve ser alterada para a seguinte forma: a redução nas diferenças de atividade econômicas dos municípios (redução do poder polarizador) impacta na redução de viagens por transporte público. Em outras palavras, a diminuição de polarização reduz o número de viagens, porque decresce a necessidade de acesso a outra cidade para obtenção de funções e serviços diversos.

É importante destacar que essa hipótese se aplica uma realidade de relação de polarização peculiar, em que as cidades envolvidas possuem uma magnitude pequena ou

média em seu sistema de atividades. Nesse sentido, quaisquer alterações nos sistemas de atividades (seja do município polo, seja do polarizado) tendem a gerar impactos relevantes sobre a demanda por transportes. Por exemplo, com a construção de uma policlínica em uma cidade polarizada, haverá menor demanda por transporte relacionada à saúde para realização de procedimentos básicos, bem como para acesso a atividades mais complexas em hospitais regionais de médio ou grande porte no longo prazo.

Dessa forma, a hipótese ora apresentada pode não ser aplicada para outras realidades, tais como entre cidades de grande porte, devendo cada situação específica ser analisada pormenorizadamente a fim de que seja levantada a hipótese que melhor se adeque ao caso.

2.1.4 Síntese das relações conceituais entre atributos de transporte e socioeconômicos

Da revisão da literatura relacionada ao fenômeno de transporte, foi apresentada a possível existência de relações conceituais entre atributos desse fenômeno e os socioeconômicos. Na realidade, a ocorrência de residências localizadas em regiões distintas de onde se situa a oferta de serviços e funções (públicas e/ou privadas) faz com que haja estímulo para o deslocamento de indivíduos entre um ponto e outro.

Nesse contexto, a estrutura dos domicílios, ou seja, suas características econômicas e sociais, também têm impactos na demanda por viagens. De forma semelhante, a intensidade e localização de atividades econômicas igualmente influenciam essa procura, na medida em que as funções relativas a lazer, saúde, educação, etc. podem estimular ou não a realização de viagens.

Adicionalmente, é importante observar que o objeto de estudo deste trabalho é o transporte público de passageiros, serviço que sofreu fortes impactos no Brasil com o aumento de renda generalizado da população, segundo IPEA (2012) e IPECE (2012). Na realidade, o aumento da capacidade de consumo dos indivíduos gerou uma procura por veículos particulares (carros e motocicletas), de modo que muitos artigos enquadram o transporte público como um bem inferior (aquele em que o aumento da renda dos consumidores impacta negativamente na quantidade demandada).

Outro ponto a ser observado diz respeito à concentração de atividades econômicas (comerciais, industriais, Poder Público) em um dado município, que se trata do conceito de polarização de municípios, de acordo com os estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A partir dessas análises, supõe-se que a evolução da demanda por transporte ocorra de acordo, pelo menos, com as seguintes hipóteses:

1) O aumento da renda dos indivíduos impacta no aumento de viagens por transporte particular e, por conseguinte, na redução da demanda por viagens por transporte público; e

2) A redução nas diferenças de atividade econômicas dos municípios (redução do poder polarizador) impacta na redução de viagens por transporte público.

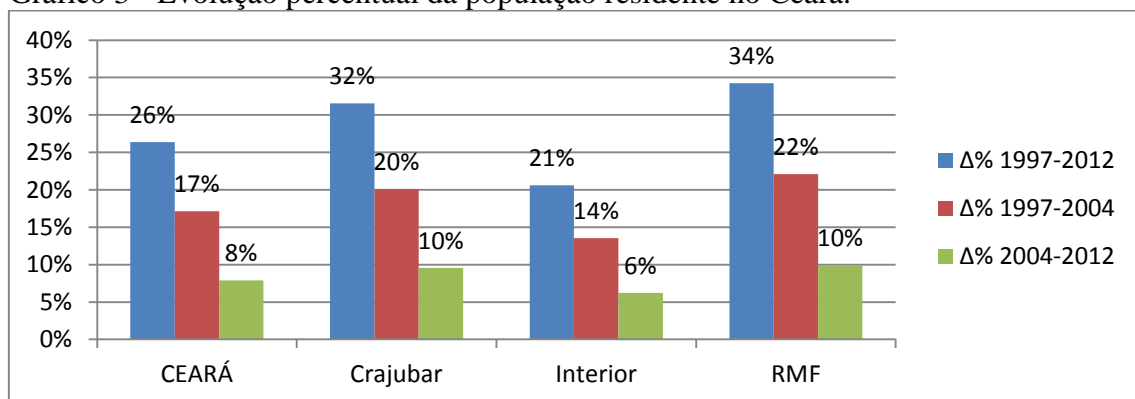
2.2. Evolução socioeconômica do Ceará

2.2.1 Panorama socioeconômico geral

Inicialmente, cabe salientar alguns aspectos relacionados à organização geográfica e política do Estado durante a década de 2000, sobretudo pelo fato de que não houve mudanças na disposição e conformação geográfica de seus municípios, salvo pelo fato de Cascavel e Pindoretama terem sido incluídos na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

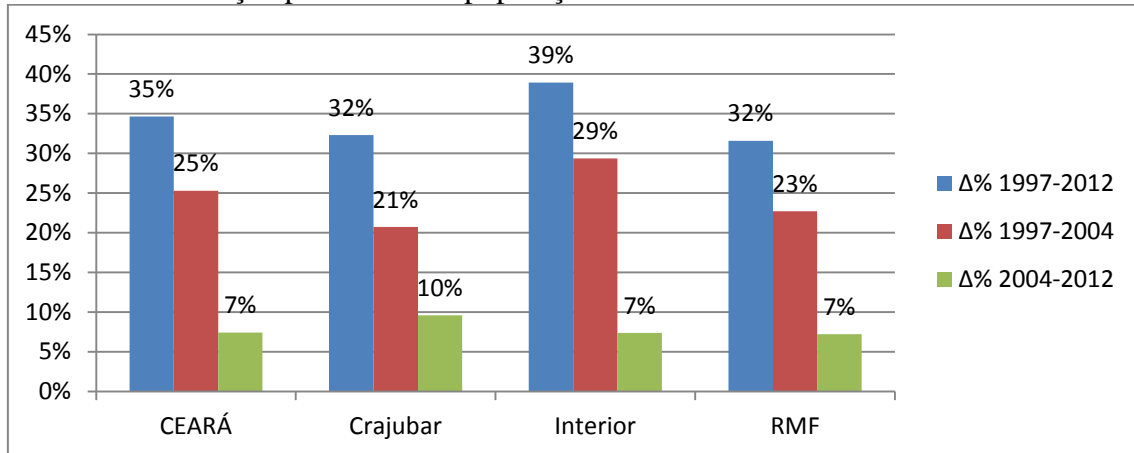
Por outro lado, os atributos socioeconômicos do Estado sofreram modificações fortes entre 1997 e 2012. Abaixo são apresentados gráficos para as variáveis demográficas (população residente e população urbana) e socioeconômicas (número de habitantes com idade entre 18 e 64 anos e Produto Interno Bruto), que evidenciam a situação do Estado do Ceará como um todo, bem como com a divisão dos municípios em três regiões específicas: Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), cidades pertencentes ao interior do Ceará e cidades da região Crajubar (Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha). Ademais, o período de análise foi dividido em dois, sendo o primeiro de 1997 a 2004 e o segundo, de 2004 a 2012 (salvo pelo PIB, cuja última divulgação se deu para o ano de 2011).

Gráfico 3 - Evolução percentual da população residente no Ceará.



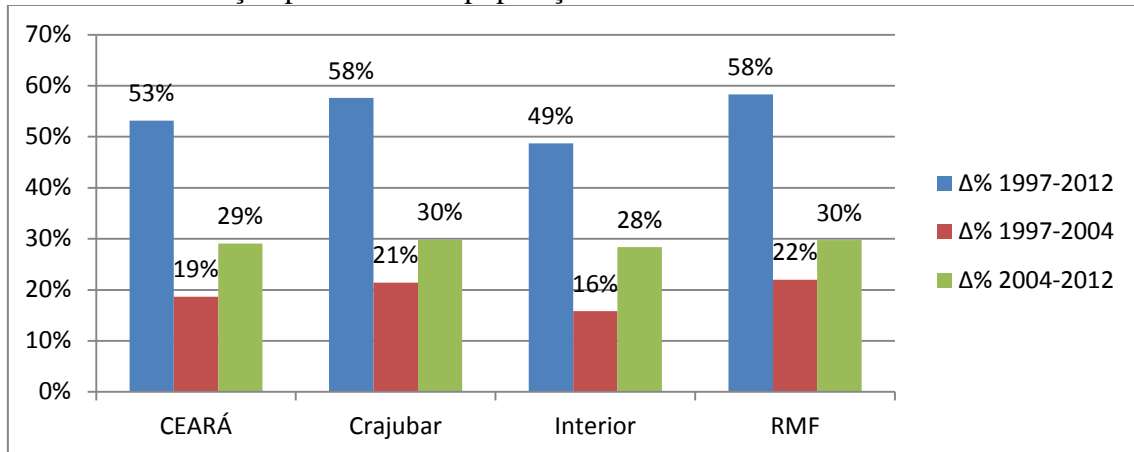
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 4 - Evolução percentual da população urbana no Ceará.



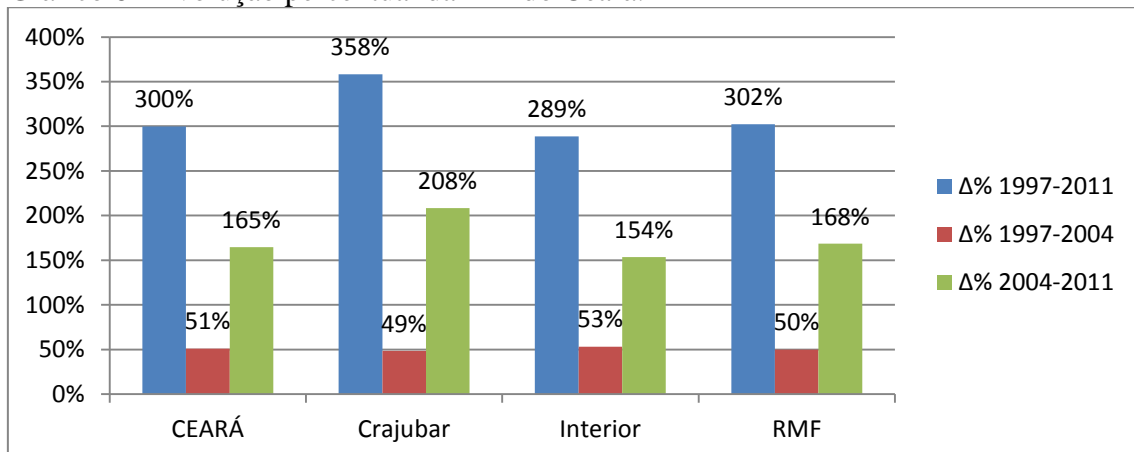
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5 - Evolução percentual da população de 18 a 64 anos do Ceará.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 6 - Evolução percentual da PIB do Ceará.



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que, em quinze anos (entre 1997 e 2012), a população cearense aumentou em 26% (no mesmo período, segundo dados do IBGE, a população brasileira

aumentou em 21%). Assim o Estado do Ceará passou a ser mais adensado, com destaque para o maior crescimento da população urbana. Em termos socioeconômicos, o crescimento percentual revelou-se ainda maior, tendo a população com idade economicamente ativa majorado em 53% e o PIB em 300% (um intenso incremento se comparado com o PIB nacional, que cresceu 106% no mesmo período). Dividindo-se esse período em dois (de 1997 a 2004 e de 2004 a 2012), pode-se perceber que o primeiro foi mais intenso no crescimento demográfico, e o segundo, no econômico.

Assim, o Estado do Ceará passou por fortes transformações nos últimos anos, apresentando um aumento demográfico e econômico maior do que o nacional, além do acréscimo da concentração de habitantes em áreas urbanas.

Comparando-se as três regiões destacadas, observa-se que o crescimento do Crajubar em relação à RMF foi bastante semelhante de 1997 a 2012, salvo pelo PIB, que no Crajubar, aumentou 56% a mais. Isso se deve ao forte crescimento econômico ocorrido na região no segundo período (2004 a 2012), em que também se destaca um maior crescimento da população urbana. No primeiro, no entanto, as taxas de crescimento dessas variáveis são semelhantes.

Com relação aos demais municípios do interior do Estado, seu crescimento foi menor do que o da RMF tanto das variáveis demográficas como socioeconômicas, salvo pela população urbana, que aumentou 39%. Esse resultado se deve ao fato de que, no primeiro período, a população urbana cresceu mais que a média do Estado e, no segundo, o crescimento foi igual. Além disso, no primeiro período, o crescimento econômico do interior foi maior do que o da capital, o que não ocorreu de 2004 a 2012.

Sendo assim, o interior do Estado do Ceará dá sinais de avanço em sua dinamicidade socioeconômica com destaque, no primeiro período, para um maior aumento da população urbana e PIB desses municípios (exceto Crajubar) e, no segundo, para o crescimento econômico da região do Crajubar.

2.2.2 Evolução do poder de polarização socioeconômico da RMF e demais cidades polo

A fim de esmiuçar melhor a evolução socioeconômica do Ceará durante a década de 2000, serão apresentados os gráficos e tabelas, que expõem a evolução da renda real média dos municípios, bem como o consumo de energia industrial, comercial e do Poder Público entre os anos de 2004 e 2012. Não será realizada a mesma análise para os anos de 1997 e 2004 por não haver dados disponíveis que permitam esse estudo.

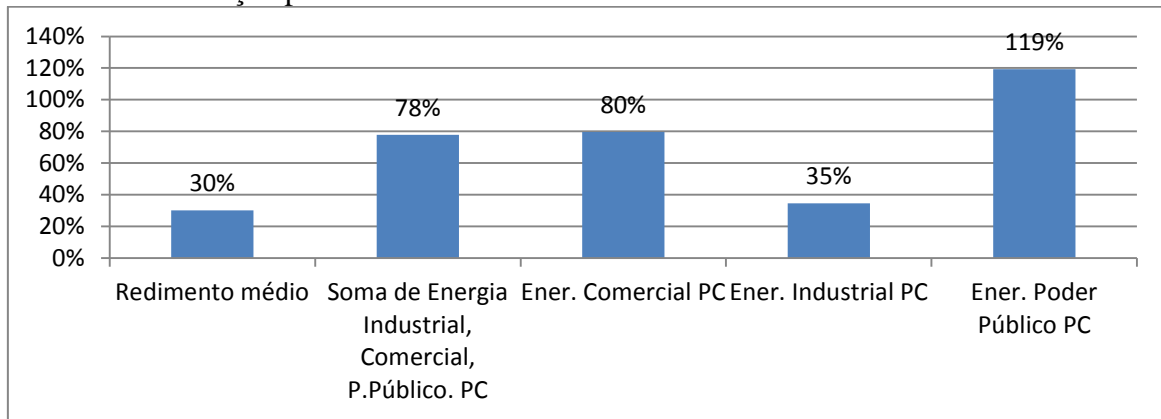
Antes, porém, de traçar maiores detalhes sobre essa temática, algumas peculiaridades são dignas de nota. De acordo com IPECE (2010), a economia cearense é extremamente dependente da intervenção pública, tanto que a maior parte de sua estrutura em 2009 (21%) foi composta pela rubrica Administração Pública. Logo atrás, com 15%, está o comércio, devendo-se observar que a produção realizada em território cearense é direcionada ao próprio mercado interno.

Além disso, tendo em vista as condições naturais do Estado (com grande parte de sua área pertencente ao semiárido nordestino), o setor agrícola apresenta a pequena participação de 6,2%, ao contrário da indústria que conta com 23% (percentual que cresceu nos últimos vinte anos graças a políticas de incentivos realizadas pelo Governo Estadual). Nesse sentido, muitos municípios receberam indústrias que fizeram e fazem diferença nas economias locais, porém isso não provocou mudanças significativas na concentração espacial e perfil do parque industrial do Estado, tendo em vista que houve intensificação de atividades já existentes, como nas categorias calçados, têxtil, vestuário e couro e peles.

Sendo realizada essa contextualização geral da economia cearense por setores de produção, cabe detalhar a evolução ocorrida nos últimos anos. Nos gráficos 7 e 8 abaixo, é exibida a evolução do Estado do Ceará em termos de renda real média dos municípios, consumo de energia comercial, industrial e do Poder Público entre 2004 e 2012. O primeiro abrange o Estado como um todo; já no segundo, os mesmos atributos são analisados com a divisão dos municípios em três grupos: RMF, cidades pertencentes ao interior do Ceará e cidades do interior consideradas polos regionais a título de políticas públicas de transportes pelo Governo Estadual.

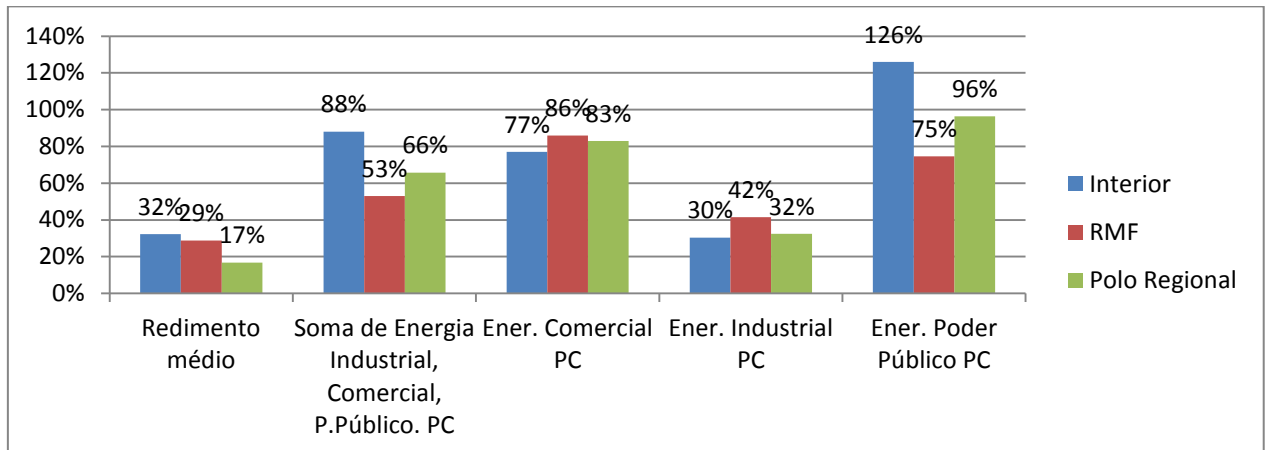
Dado que os municípios cearenses são extremamente heterogêneos no que se refere à população residente, a comparação direta entre eles pode distorcer os resultados, de modo que se optou por apresentar a evolução das rubricas relacionadas ao consumo de energia a partir de variáveis *per capita*.

Gráfico 7 - Evolução percentual de atributos socioeconômicos no Ceará entre 2004 e 2012



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8 - Evolução percentual de atributos socioeconômicos entre grupos de municípios do Ceará entre 2004 e 2012



Fonte: Elaboração própria.

O rendimento médio real dos habitantes cresceu em 30% no Estado entre 2004 e 2012, havendo uma menor evolução desse indicador nas cidades polo do interior (17%) e destacando-se o crescimento de 32% nas cidades não consideradas polos regionais, seguido da RMF (29%).

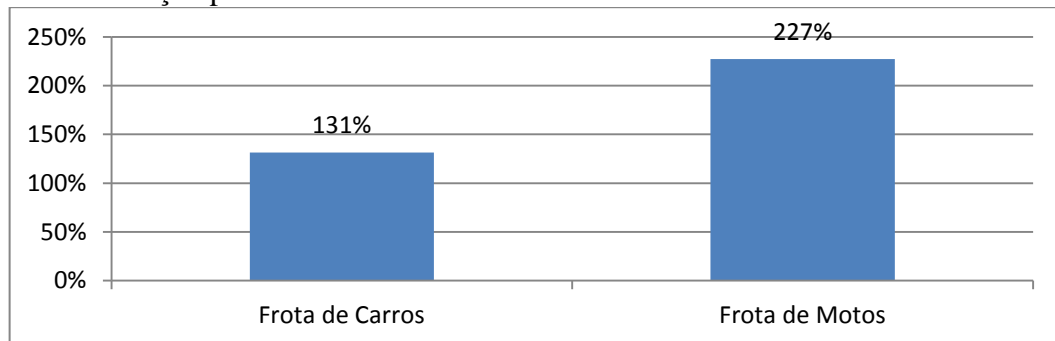
Para melhor entender esse resultado, é importante destacar o contexto em que se encontrava a economia brasileira no decorrer desse período. Tratava-se de um momento em que as taxas de crescimento econômico e de investimento estavam elevadas em decorrência de dois principais motivos: incentivo ao consumo interno e crescimento da economia mundial. Sobre esse primeiro aspecto, destaca-se que, além do aumento real do salário mínimo, houve um forte investimento em programas sociais, dentre eles o Bolsa Família. Iniciado em 2004, esse programa unificou outros cinco programas sociais já existentes e atendia, em 2010, mais de 12 milhões de famílias, sobretudo nas regiões mais pobres do país (Norte e Nordeste), o que contribuiu para a redução de desigualdades regionais.

Esse conjunto de fatores, segundo Giambiagi *et al.* (2011), colaborou para a redução da distância entre os mais ricos e mais pobres, na medida em que a concentração de renda dos 10% mais abastados cresceu entre 2001 e 2009 a um ritmo de 1,5% ao ano, enquanto que os 10% mais pobres, situava-se em 6,8%. Esse resultado também pode ser verificado com outros indicadores como índice de Gini e Índice de Desenvolvimento Humano.

Obviamente que a redução das disparidades em nível nacional também foi refletida em nível regional. Assim, como os municípios mais pobres do Ceará são aqueles não caracterizados como polos, as políticas sociais em prol da equidade social e estímulo ao consumo os atingiram mais fortemente, o que justifica o resultado encontrado no gráfico 8.

Os resultados desse aumento na capacidade de renda da população, conforme apresentado na seção anterior, podem ter gerado impactos na indústria automobilística. Não apenas esse fator, mas outros já comentados (como a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados e redução no preço da gasolina) estimularam o consumo de carros e motos em todo o território nacional, o que levou alguns estudos a caracterizá-lo com um bem normal ou superior. No Estado do Ceará, tem-se a seguinte evolução da frota *per capita* por municípios entre 2004 e 2012:

Gráfico 9 - Evolução percentual da frota de carros e motocicletas no Ceará entre 2004 e 2012



Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser observado, a frota de veículos *per capita* no Ceará, cresceu em patamares acima de 100% para carros e de 200% para motos. Trata-se de um forte incremento, quando comparado com padrão de crescimento cearense do nível de renda das famílias (30%), levando à conclusão de que os veículos automotivos particulares também detêm tendências de bem superior. Portanto, o crescimento na frota de veículos traz mais evidências acerca da hipótese 1 anteriormente desenvolvida.

Partindo para o sistema de atividades econômicas, movimento semelhante ao verificado com o nível de renda ocorreu com o somatório do consumo de energia comercial,

industrial e do Poder Público: os municípios do interior que não constituem cidades polo foram os que mais cresceram, seguidos dos polos e da RMF. Esse resultado expressa a intensa intervenção governamental no primeiro grupo de cidades, o que pode ser observado pelo crescimento de 126% no consumo de energia do Poder Público. Por outro lado, o maior incremento industrial e comercial se deu na RMF, seguido dos municípios polarizadores.

Nesse ponto, é importante traçar alguns comentários sobre o processo recente de industrialização do Ceará. Em 1995, foi estabelecido o Fundo de Desenvolvimento da Indústria (FDI), que tinha como objetivo atrair indústrias para o território cearense. Sua primeira fase teve como resultado a instalação de fábricas nos municípios da RMF, o que estimulou suas versões posteriores a incentivarem a interiorização fabril. De acordo com IPECE (2010), após dez anos de existência desse fundo, observou-se que ele não fora eficiente para a interiorização da atividade industrial, na medida em que o número de estabelecimentos dessa categoria cresceu apenas 1,75% entre 1996 e 2006.

Aliando-se a esse fato, o fim dos estímulos à interiorização da indústria e intenso investimento na região portuária do Pecém (IPECE, 2012), é de se esperar que a atividade industrial *per capita* da capital e adjacências tenha sido superior às demais.

Quanto ao nível de investimento público destacado anteriormente, de acordo com IPECE (2012), a principal área de intervenção estatal foi a de infraestrutura, que somou 77,6% dos investimentos realizados pelo Governo Estadual entre 2007 e 2010. Esse grupo é seguido de educação (10,7%), saúde (9,1%) e segurança pública (2,5%), tendo a seguinte listagem de projetos:

Tabela 3 – Investimentos Públicos por Projeto e por Área entre 2007 e 2010

ÁREAS	PROJETOS	VALOR (R\$ milhões)	ESTADO*
INFRAESTRUTURA	METRÔ DE FORTALEZA	838,8	18,2%
	RODOVIAS	657,0	14,3%
	CIPP - PORTO DO PECÉM	537,6	11,7%
	LUZ PARA TODOS	534,8	11,6%
	PROGRAMA SANEAR II	342,3	7,4%
	EIXÃO DAS ÁGUAS	242,1	5,3%
	CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES	160,6	3,5%
	CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS	135,1	2,9%
EDUCAÇÃO	PROMOURB (Mobilidade Urbana)	119,6	2,6%
	ESCOLAS ESTADUAIS DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	309,9	6,7%
	ESCOLAS ESTADUAIS DE ENSINO MÉDIO	115,6	2,5%
	PROGRAMA ALFABETIZAÇÃO NA IDADE CERTA – PAIC	68,3	1,5%
SAÚDE	HOSPITAIS REGIONAIS	168,9	3,7%
	POLICLÍNICAS DO ESTADO DO CEARÁ	146,7	3,2%
	HOSPITAL GERAL DE FORTALEZA (HGF)	103,8	2,3%
SEGURANÇA PÚBLICA	RONDA DO QUARTEIRÃO	73,7	1,6%
	DELEGACIAS NO INTERIOR DO ESTADO	43,4	0,9%
TOTAL SELECIONADO - PROJETOS		4.598,2	100,0%

Fonte: Seplag-Ce.

Dessa forma, enquanto dois projetos foram destaque na RMF (Metrô e o Complexo Portuário do Pecém), as cidades do interior passaram a ter maior infraestrutura urbana, como saneamento e melhores condições de habitação, e de ligação com demais municípios a partir da duplicação e reforma de rodovias, bem como construção de escolas, hospitais, policlínicas, etc.

Sendo assim, pelos resultados apresentados acima, fica claro que houve uma aproximação da capacidade econômica dos municípios do interior em relação à capital, bem como dos não-polos para com os polarizadores. Em outras palavras, há evidências de que o poder de polarização da RMF e das cidades polo tenha reduzido graças a uma forte intervenção governamental.

Parte desse resultado é apresentado em IPECE (2010, pg. 09), pelo qual:

Apesar das ações governamentais voltadas para a interiorização, a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) ainda concentra a riqueza gerada no Estado, o maior número de empregos e outras atividades. No entanto, os resultados do PIB dos Municípios em 2007 mostram que houve uma leve desconcentração da riqueza de 2002 para 2007, tendo em vista que o PIB da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), que representava 64,7%, em 2002, passou para 64,4%, em 2007.

Observa-se, dessa forma, que o Estado do Ceará atravessou profundas transformações nos últimos anos, que foram capazes de alterar as relações anteriormente existentes entre seus municípios. Trata-se de intervenções estatais, que elevaram a capacidade de consumo dos habitantes mais pobres, bem como a capacidade econômica dos municípios polarizados. Essas mudanças podem ter trazido consequências para o sistema de transportes, o que será averiguado adiante.

2.3 Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará (STIP-CE)

Como este estudo tem por foco o STIP-CE (excetuando-se as regiões metropolitanas existentes no Estado), é importante que seja exibido um resumo de seu histórico e principais características.

Até o fim da década de 2000, de acordo com ASTEF (2005), o sistema enfrentava diversos problemas, tais como a falta de sustentabilidade das empresas e baixa segurança de transportes, que acabaram por gerar graves acidentes.

Sendo assim, em 2004, o Governo do Estado, por meio da Secretaria de Infraestrutura do Estado (SEINFRA-CE) e do Departamento de Edificações, Rodovias e

Transportes (DERT-CE), propôs a elaboração do Plano Diretor e Operacional do Transporte Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará (PDOTIP-CE) a ser desenvolvido pela Associação Técnico-Científica Engenheiro Paulo de Frontin (ASTEF).

Segundo os dados coletados em campo para elaboração desse plano e de acordo com ASTEF (2005), em 2004 eram realizados cerca de 573 mil deslocamentos intermunicipais de passageiros por semana, dos quais quase 20% (117 mil passageiros) utilizavam o sistema regular por ônibus. Desse total, 42 mil (36%) dirigiram-se a Fortaleza (linhas radiais), 24,5 mil (21%) deslocaram-se entre cidades do interior do Estado e 50 mil (43%) realizaram ligações internas dentro da região de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha (Crajobar).

Com relação ao transporte clandestino, observou-se que sua fatia do total cresceu cerca de 64% do total de deslocamentos em 1997 para quase 80% das viagens realizadas em 2004. Esse crescimento foi derivado da baixa qualidade e eficiência do serviço regular, ao permitir que pequenos veículos com o diferencial de transportar passageiros porta-a-porta dominassem o mercado.

Como pode ser observado abaixo, ao contrário do serviço regular, a maior parte dos deslocamentos clandestinos realizava-se no âmbito do transporte regional de passageiros.

Tabela 4 – Número de passageiros semanais que realizaram viagens interurbanas entre 1997 e 2004.

Deslocamentos (mil/semana)	1997			2004		
	Regular	Clandestino	Total	Regular	Clandestino	Total
Radial	39	31	70	43	18	60
Regional (*)	35	175	210	24	415	439
Crajobar (**)	47	7	54	50	24	74
Total	121	214	335	117	456	573

Fonte: PDOTIP-CE e ASTEF (2006)

(*) excetuando-se os deslocamentos internos na Região do Crajobar

(**) somente deslocamentos entre os quatro municípios da Região do Crajobar

Dessa tabela 4 vale ressaltar também que a Região do Crajobar teve cerca de 74 mil passageiros semanais, o que correspondia a 14% do total dos deslocamentos regionais. Na verdade, essas viagens interurbanas normalmente classificadas como regionais constituem deslocamentos tipicamente metropolitanos, com características pendulares e frequências diárias.

Observa-se também que esse tipo de viagem apresentou o segundo maior aumento entre 1997 e 2004, ficando atrás dos demais deslocamentos regionais, que tiveram seu

patamar mais que dobrado nesse intervalo de tempo graças ao forte aumento do transporte clandestino. Já as viagens radiais sofreram uma redução de 14%.

Como diagnóstico da problemática, o PDOTIP-CE destacou que a queda relativa na demanda do transporte regular não resultou em redução da mobilidade intermunicipal. Pelo contrário, o montante de deslocamentos, especialmente os regionais, aumentou em taxas superiores às do crescimento populacional, provavelmente em função da intensificação das atividades socioeconômicas nos polos regionais. No entanto, os usuários vinham buscando utilizar meios de transporte alternativos em detrimento do ônibus regular.

Há várias causas para tal verificação. Para usuários com acesso reduzido à rede de transporte regular, destacou-se a falta de planejamento estratégico, tático e operacional do STIP-CE. Já para aqueles que têm acesso razoável a rede, outras questões foram apontadas, como a questionável qualidade do transporte regular, bem como o fato de que o serviço não atendia a todos os segmentos de mercado. Além disso, os mecanismos de pressão competitiva não eram utilizados, e observava-se uma má prestação do serviço. Dessa forma, dentre alternativas ruins, o usuário acabava por optar por aquela que lhe apresentava algum diferencial, o serviço porta-a-porta e o transporte misto, por exemplo.

O PDOTIP-CE também teve por escopo recomendar um novo modelo de operação de transportes, combatendo os problemas detectados em suas causas principais. Propôs-se um sistema composto por onze áreas operacionais, as quais possuíam pelo menos uma cidade polo. Delas partiriam preferencialmente viagens destinadas a Fortaleza, sendo alimentadas por linhas regionais (as quais poderiam ser prestadas por pessoas físicas em Veículos Utilitários de Passageiros, VUP).

Tendo por base esse estudo, o Governo do Estado do Ceará realizou em 2009 certame licitatório para uma nova rede de transporte intermunicipal de passageiros do Estado na modalidade interurbana (transporte intermunicipal que exclui a RMF). Esse novo conjunto de linhas incorporou as recomendações do PDOTIP-CE acerca da divisão operacional do sistema em áreas, dentro das quais se ofertam trajetos regionais que passaram a alimentar as linhas radiais.

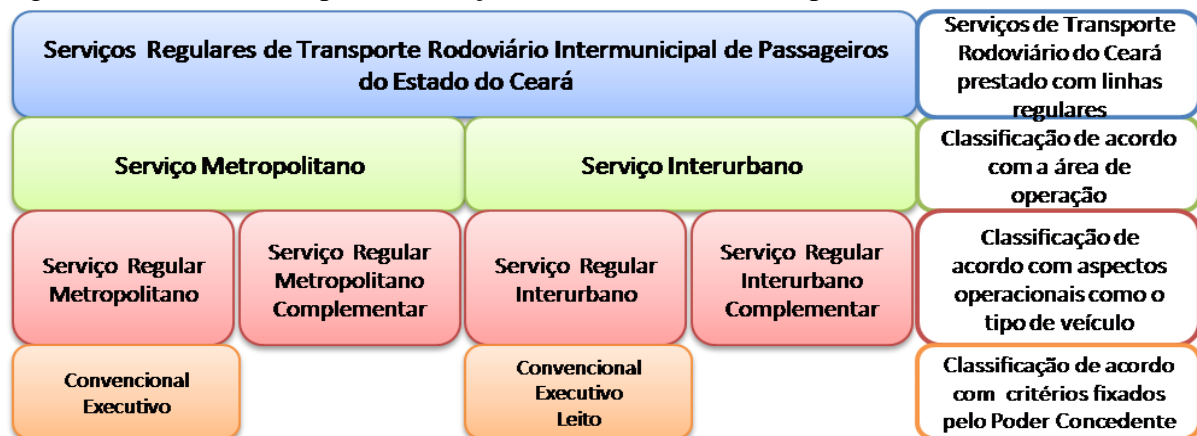
Nesse sentido, segundo informações obtidas junto ao DETRAN/CE, buscou-se não descaracterizar as linhas pré-existentes. Dessa forma, na realidade existente antes da licitação, um trajeto radial tinha como origem uma pequena cidade do interior, que transportava passageiros tanto com destino à capital cearense como para uma cidade de médio/grande porte regional. Com a nova rede, esse trajeto passou a ser realizado em duas

partes: a primeira regional (realizada por Vans) e a segunda radial (operada predominantemente por ônibus), mas sem alteração substancial de sua rota.

Além disso, buscou-se eliminar excessos, como linhas sobrepostas. Assim, trajetos curtos que ligavam dois municípios foram preteridos a favor daqueles mais longos, que atendiam mais regiões. Objetivava-se, com isso, tornar o transporte público intermunicipal mais eficiente e, portanto, sustentável.

Isso posto, a seguir exibe-se um diagrama com maiores detalhes sobre as subdivisões do Sistema Intermunicipal de Passageiros do Ceará atualmente em operação:

Figura 2 - Resumo dos tipos de serviço do Sistema Intermunicipal.



Fonte: ARCE (2014)

O Serviço Metropolitano caracteriza-se por viagens pendulares, aproximando-se mais dos sistemas de transporte público urbano. Além disso, possui uma maior quantidade de paradas para embarque e desembarque, sendo as extensões de suas linhas menores. É permitido operar neste sistema ônibus com carrocerias do tipo urbana e transportando passageiros em pé.

O Serviço Regular Interurbano presta-se ao transporte entre dois ou mais municípios do Estado do Ceará, situando-se, pelo menos um deles, fora da RMF, sendo realizado ou por ônibus (serviço regular) com características fixadas pelo Poder Concedente ou por outros tipos de veículos (serviço regular complementar).

O primeiro deles realiza viagens radiais e regionais mediante ônibus executivos e na região do Crajubar (por ser considerada por lei como uma região metropolitana), através de ônibus tipo urbano. Ele possui três subdivisões (convencional, executivo e leito) que se distinguem por aspectos como número de paradas e características do ônibus.

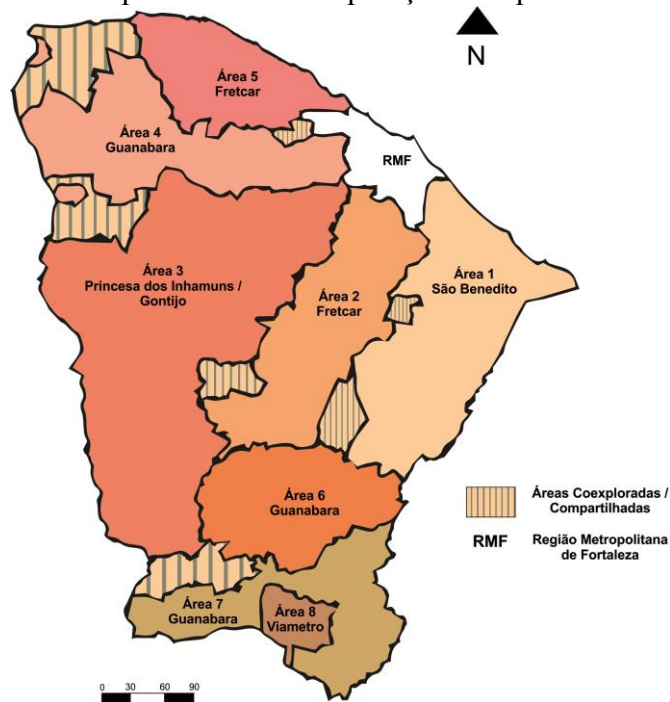
Geograficamente, o serviço regular é organizado em oito áreas de operação (três a menos do que a recomendada no PDOTIP-CE), sendo hoje exploradas por cinco empresas, como a seguir:

Tabela 5 - Área de atuação versus empresa responsável.

Área	Denominação da Área de Operação	Transportadora
1	Aracati/ Russas/ Morada Nova/ Limoeiro do Norte	São Benedito Autovia LTDA.
2	Baturité/ Quixadá	FretCar Transporte, Locação e Turismo Ltda.
3	Canindé/ Crateús/ Tauá	Consórcio Viação Princesa dos Inhamuns e Empresa Gontijo de Transportes Ltda
4	Sobral	Expresso Guanabara S/A.
5	Itapipoca	FretCar Transporte, Locação e Turismo Ltda.
6	Iguatu	Expresso Guanabara S/A.
7	Crato/ Juazeiro do Norte	Expresso Guanabara S/A.
8	Crajuubar	Auto Viação Metropolitana LTDA.

Fonte: DETRAN/CE.

Mapa 1 - Áreas de operação e empresas.



Fonte: ARCE (2013)

A empresa Guanabara é a maior de todas em termos de número de áreas operadas e receita auferida, estando presente ao sul do Estado e na região de Sobral. Ela é seguida pela empresa Fretcar que atua no Litoral Oeste (Área 5) e região de Baturité e Sertão Central do Estado (Área 2). As demais empresas possuem apenas uma área de operação, devendo-se

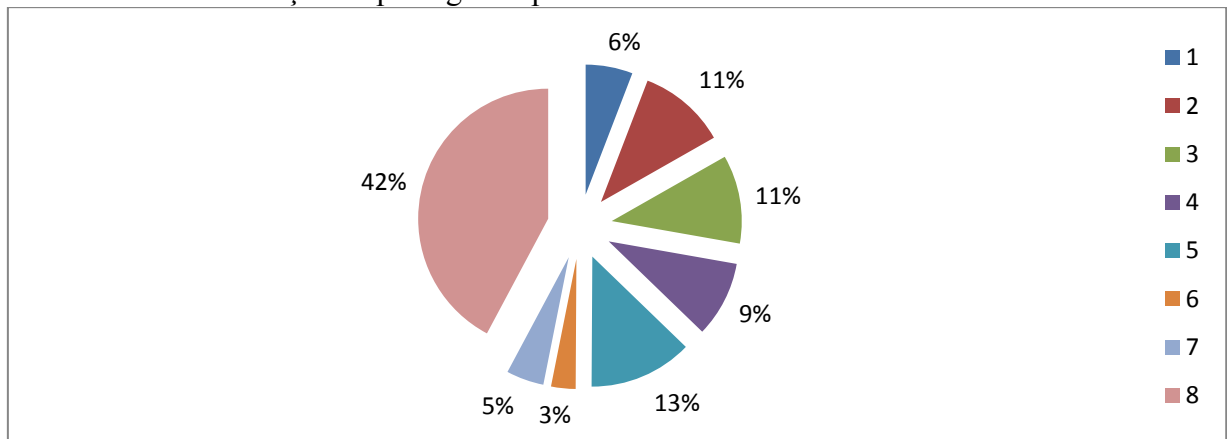
reiterar que a Viação Metropolitana possui características tanto operacionais como de demanda diferentes dos demais por tratar-se de um serviço em região metropolitana.

Deve ser destacado também que as áreas hachuradas no mapa 1 acima correspondem a regiões coexploradas por duas empresas, situando-se entre duas áreas de operação. Sendo assim, a região entre as áreas de operação 4 e 3, por exemplo, é explorada conjuntamente entre a empresa Guanabara e o consórcio Princesa dos Inhamuns/Gontijo.

Observa-se, assim, que se trata de um sistema geograficamente amplo, abrangendo toda a extensão territorial do Ceará, contando, para isso, com 152 linhas com perfis operacionais dos mais variados, desde aquelas realizadas por ônibus com poltronas do tipo leito que cruzam o Estado de norte a sul ininterruptamente, até aquelas de curta distância com características urbanas, transportando passageiros em pé e com grande número de paradas.

Em 2012, fez-se uma média de 1.123.378 Km por semana, a partir de 8.067 partidas semanais. Como resultado, foram transportados quase 230 mil passageiros por semana, distribuídos da seguinte forma entre os lotes:

Gráfico 10 - Distribuição de passageiros por lote no sistema interurbano em 2012.



Fonte: ARCE (2013)

Na região do Crajubar, há uma peculiaridade digna de nota, como pode ser visualizado no gráfico 10 acima. Como as linhas que atendem à localidade possuem operação metropolitana, percorrem menores itinerários, com maior frequência de viagens e passageiros transportados, motivo por que a maior fatia de passageiros pertence a ela.

Já o serviço complementar é definido como aquele prestado mediante permissão a cooperativas para exploração do transporte rodoviário intermunicipal de passageiros, utilizando Miniônibus, Microônibus, Veículo Utilitário de Passageiros-VUP ou Veículo Utilitário Misto-VUM. Ele é agrupado da seguinte forma, conforme ARCE (2014, p. 05):

- i) Serviço Complementar - Radial. Operação caracterizada por ligações radiais de extensão máxima de 165 km a partir do município de Fortaleza, excluindo-se as ligações internas na Região Metropolitana de Fortaleza;
- ii) Serviço Complementar - Crajubar. Operação caracterizada pelas ligações entre o aglomerado formado pelos municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha; e
- iii) Serviço Complementar - Regional. Operação caracterizada pelas ligações entre os municípios do interior do Estado do Ceará, excetuando-se as ligações internas do aglomerado citado no item anterior.

A tabela 6 a seguir apresenta informações resumidas sobre essas três modalidades do sistema complementar.

Tabela 6 - Informações gerais dos serviços interurbano complementar.

ITEM	REGIONAL	RADIAL	CRAJUBAR
Nº Linhas	169	36	9
Nº Cooperativas	17	4	2
Nº Veículos	714	135	70
Extensão média das linhas (km)	52,02	98,55	20,52

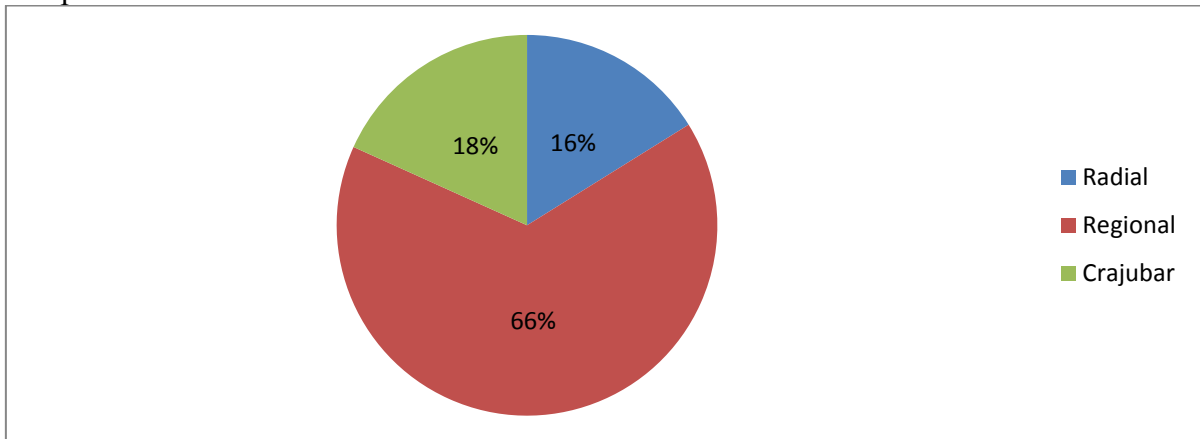
Fonte: DETRAN/CE e ARCE.

O serviço regional abrange a maior parte do Estado, bem como a maior parcela da população, cooperativas, veículos, passageiros e receitas. É importante mencionar que suas áreas de atuação foram definidas a partir da subdivisão das áreas de operação visualizadas no mapa 1. Assim, a área de operação 7, por exemplo, está subdividida em nove áreas de operação regional, incluindo-se nesse contexto duas áreas que atuam exclusivamente na região Crajubar. Essa, por sua vez, detém menor parcela da área do Estado (cerca de 16%), possuindo, porém, uma quantidade de passageiros estimados maior do que o Radial (que possui a segunda maior área de abrangência). Trata-se de uma região bastante intensa em viagens, de modo que suas linhas possuem a menor extensão, apresentando, porém, uma frequência bastante elevada.

Existem 214 linhas, ofertando-se um total de 1.782.115 Km por semana, a partir de 31.436 partidas. Como resultado, são transportados cerca de 350 mil¹ passageiros, distribuídos da seguinte forma entre os lotes:

¹ Valor esperado de acordo com estimativas do Órgão Gestor, constantes nas Ordens de Serviço em 2012.

Gráfico 11 - Distribuição de passageiros por tipo de serviço regular interurbano complementar.



Fonte: ARCE (2014).

É importante destacar que muitos dos operadores clandestinos de 2004 migraram para o serviço regular complementar após a licitação e organizaram-se em cooperativas. Mesmo assim, há evidências de que esse tipo de transporte ainda esteja ocorrendo em algumas regiões do Estado.

Mesmo sem a contabilização desse tipo de deslocamento, a tabela 7 a seguir mostra o fluxo de passageiros entre os dois anos analisados (2004 e 2012), realizando-se um paralelo entre os antigos clandestinos e os atuais permissionários do serviço complementar:

Tabela 7 - Número de passageiros semanais que realizaram viagens interurbanas 2004 e 2012.

Deslocamentos (mil)	2004			2012		
	Regular	Clandestino	Total	Regular	Complementar	Total
Radial	43	18	60	26	18	44
Regional	24	415	439	60	258	318
Crajubar	50	24	74	141	72	213
Total	117	456	573	227	348	575

Fonte: PDOTIP-CE, ASTEF (2006), ARCE e DETRAN/CE.

Como pode ser verificado, o número total de passageiros que utilizaram o serviço de transporte intermunicipal ficou praticamente inalterado ao longo dos oito anos analisados. Porém, houve mudanças tanto no tipo de serviço utilizado como no perfil de viagens realizadas.

Analisando-se pelo tipo de serviço ofertado, ocorreu um aumento mais acentuado (de quase duas vezes) no número de usuários que utilizam ônibus (serviço regular), dominado em 2004 por viagens na região do Crajubar. Essa realidade se intensificou em 2012 a partir do acréscimo de quase três vezes na utilização do serviço regular Crajubar. De modo semelhante,

as viagens regionais também tiveram um aumento expressivo. Por outro lado, o número de usuários em direção à RMF que utilizaram o serviço regular sofreu redução de quase 40%. Conclui-se, assim, que o serviço regular teve um crescimento entre os anos analisados, lastreado por um maior dinamismo do interior do Estado, enquanto em direção à RMF houve reduções.

Já quanto ao serviço clandestino/complementar tem-se o seguinte: apesar de ter mantido o nível da demanda de viagens radiais e aumentado na região do Crajubar, esse tipo de serviço sofreu um forte abalo (em torno de 60%) nos oito anos analisados, sobretudo devido à redução em viagens regionais.

Expandindo essas análises para uma melhor compreensão dos tipos de viagem realizadas, tem-se:

- As viagens radiais totais tiveram uma redução de cerca de 25%, sobretudo pelo encolhimento da ordem de 40% nas viagens radiais regulares, enquanto as radiais clandestino/complementares mantiveram-se no mesmo patamar. É importante frisar que as linhas complementares radiais em vigor em 2012 transportavam passageiros a uma distância máxima de 200 Km além da RMF (até aproximadamente a cidade de Quixadá, localizada na região central do Estado); enquanto isso, as regulares radiais atendiam o Ceará em todo seu território. Esse fato denota que a quantidade demandada absoluta em localidades próximas à RMF não se alterou, enquanto que nas demais localidades do Estado houve redução.

- As viagens regionais sofreram redução da ordem de 30%, derivada principalmente da diminuição de viagens clandestino/complementares. Como esse serviço ocorre dentro das áreas de operação de transporte do Ceará, geralmente em direção às cidades polo respectivas, denota-se que houve uma redução no fluxo direcionado a essas localidades.

- As viagens realizadas na região do Crajubar, aumentaram tanto no serviço regular quanto no clandestino/complementar, o que indica um maior dinamismo da localidade, refletido na necessidade de deslocamentos entre cidades a ela pertencentes.

Conclui-se, assim, que não houve alterações significativas na quantidade de usuários que realizaram deslocamentos intermunicipais por transporte público entre 2004 e 2012, havendo, porém modificações em diversos aspectos, principalmente os seguintes: 1) houve uma redução na quantidade de viagens em direção à RMF, sobretudo em regiões mais distantes da capital; 2) ocorreu uma diminuição na quantidade de viagens regionais, refletindo menores fluxos em direção às cidades polo das respectivas regiões; 3) maior dinamismo na região Crajubar, o que pode ser visualizado pelo aumento de usuários da região.

Por fim, é importante destacar mais um aspecto relacionado ao serviço complementar: apesar dos esforços de fiscalização desempenhados pelos órgãos estatais e da tentativa de regularizar a situação do transporte clandestino em 2009, ainda há resquícios de viagens não autorizadas sendo realizadas no Estado do Ceará, as quais não foram contempladas na base de dados utilizada neste estudo.

2.4 Conclusão

Neste capítulo, a evolução do STIP-CE foi apresentada, assim como uma revisão da literatura sobre a geração de viagens e capacidade de polarização dos municípios, exibindo-se a evolução socioeconômica do Estado entre 2004 e 2012.

No que se refere à revisão da literatura sobre geração de viagens, observa-se que modificações do sistema de transportes podem ter relação com aspectos demográficos, econômicos e de uso do solo nos municípios. Cascetta (2009) organiza esses atributos socioeconômicos em três grupos (localização e característica dos domicílios, das atividades econômicas e do uso do solo), de modo que a utilização do sistema de transportes mostra-se necessária quando da existência de regiões domiciliares diferentes das localidades do sistema de atividades econômicas. Ademais, são importantes para explicar a demanda por viagens, não apenas a localização, mas também o nível em que a atividade residencial e as diferenças de atividades econômicas entre municípios (poder de polarização) ocorrem.

Analisando-se a evolução socioeconômica do Ceará no decorrer da década de 2000, percebe-se que houve aumento do nível de renda real da população menos abastada e da capacidade econômica dos municípios mais pobres. Em outras palavras, os habitantes de localidades mais pobres aumentaram sua renda e tiveram maior acesso a serviços, principalmente públicos. Assim, houve uma aproximação de municípios polarizados em relação aos polarizadores.

Por esses resultados, esperava-se que tivesse havido redução na demanda por transporte público intermunicipal, tendo em vista a ocorrência das seguintes hipóteses: (1) o aumento da renda dos indivíduos impacta no aumento de viagens por transporte particular e, por conseguinte, na redução da demanda por viagens por transporte público; e (2) a redução nas diferenças de atividade econômicas dos municípios (redução do poder polarizador) impacta na redução de viagens por transporte público.

Esses dois movimentos foram observados na demanda por transportes público intermunicipal do Ceará, sobretudo quanto a viagens radiais e regionais, com redução de 25% e 30%, respectivamente. Assim, existem evidências empíricas que apontam para uma

averiguação mais específica das hipóteses levantadas, levando-se em consideração que o processo em que as modificações socioeconômicas ocorreram e a própria essência dos fenômenos relativos a sistemas de transporte induzem a uma verificação espacializada.

Quanto aos programas sociais de distribuição de renda, o critério para sua concessão era o cidadão enquadrar-se em condições precárias de capacidade de consumo familiar. Habitantes com esse perfil não estavam distribuídos homoganeamente no território cearense quando do início desses programas, de acordo com IPECE (2011): encontravam-se predominantemente no Sertão Central e dos Inhamuns. Logo, há indícios de que o processo de distribuição de renda no Ceará se deu de forma não aleatória no espaço.

De forma semelhante, tem-se os investimentos estruturais do Governo do Estado. Como foi detalhado na tabela 3, as principais obras encontravam-se no grupo rodovias, programa “luz para todos”, saneamento básico, escolas profissionalizantes, etc. Tais intervenções foram realizadas mais intensamente em locais carentes desse tipo de estrutura, ou seja, em municípios com maior quantidade de residências sem energia, saneamento básico e escolas. Logo, o processo de interiorização de infraestrutura, educação e saúde públicas ocorreu de forma desigual no território cearense. Observa-se ainda que os investimentos públicos correspondem aos principais impactos nos municípios do interior do estado.

Na prática, isso implica que pode haver regiões em que houve maior crescimento de renda e redução no poder do município polarizador, enquanto que, em outras, podem ter ocorrido as mesmas modificações de modo menos intenso, impactando de forma diferente na demanda por viagens ao longo território cearense.

Essa dinâmica entre socioeconomia, sistema de transporte e espaço geográfico é tratada conceitualmente por Cascetta (2009) da seguinte forma: quase todos os componentes sociais e econômicos interagem em algum nível, a depender da localização geográfica; como as modificações no sistema de atividades produzem impactos no sistema de transportes, tem-se que o fenômeno de transportes varia de perfil a cada variação da região estudada. Sendo assim, há a necessidade, para sua melhor compreensão, de que sejam aplicadas técnicas de análise espacial.

Isso posto, pelos argumentos expostos acima, cabe explorar espacialmente as hipóteses elaboradas, devendo-se para tanto haver um aprofundamento acerca das ferramentas disponíveis e qual o método adequado para sua utilização, o que será realizado no capítulo seguinte.

3 ESTATÍSTICA ESPACIAL

No capítulo anterior foram expostos os fatores que influenciam na geração e distribuição de viagens, bem como a evolução da demanda do Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará (STIP-CE) e dos atributos socioeconômicos do Estado entre 1997 e 2012.

Como o objetivo principal deste estudo é a verificação de impactos sobre a demanda do STIP-CE advindos das alterações no perfil socioeconômico dos municípios cearenses na década de 2000, ferramentas adequadas devem ser utilizadas para alcançar esse fim. Nesse sentido, segundo Cascetta (2009), quase todos os componentes sociais e econômicos interagem em algum nível, a depender da localização geográfica. Como as modificações no sistema de atividades produzem impactos no sistema de transportes, tem-se que o fenômeno de transportes varia de perfil a cada variação da região estudada.

Segundo Carvalho *et al.* (2006), uma vez que os fenômenos de transportes são eminentemente geográficos, há a necessidade, para sua melhor compreensão que sejam aplicadas técnicas de análise espacial. Isso justifica a necessidade de consolidação de uma base de dados georreferenciada, englobando variáveis relacionadas ao sistema de atividades (renda, produção industrial, nível de atividade comercial) e ao sistema de transportes (fluxos de viagens, que são deslocamentos feitos por pessoas, entre locais distintos e por diferentes motivos).

Logo, este capítulo tem como objetivos (i) explicitar os resultados da revisão da literatura concernente à aplicação das ferramentas de análise espacial em áreas no âmbito de análise e planejamento de sistemas de transportes e (ii) propor um método para análise espacial desses fenômenos.

O levantamento citado acima foi confrontado com as recomendações existentes na literatura acerca do uso das ferramentas de análise espacial em áreas, momento em que foram identificadas algumas lacunas nos métodos propostos. Tais lacunas dizem respeito a três aspectos da estatística espacial. Inicialmente, antes de se utilizar das ferramentas de estatística espacial (mais elaboradas do que as tradicionais), o estudioso deve se certificar de que o fenômeno sofre influência da região onde ocorre. De forma semelhante, a análise exploratória de todas as variáveis envolvidas ajuda não apenas a melhor conhecer o tipo de fenômeno envolvido, como definir quais variáveis detêm maior relação com a principal (bem como a maneira como essa relação acontece), o que é de suma importância para definição do que irá compor o modelo confirmatório. Esse, por sua vez, deve ser escolhido a partir de uma averiguação sobre a estacionaridade espacial, pela qual o processo de geração dos atributos é

o mesmo em todo espaço, o que acarreta em médias e variâncias idênticas, independentemente da localidade analisada. Por outro lado, a existência de não-estacionaridade provoca a necessidade de adaptação dos modelos confirmatórios clássicos ou espaciais globais.

A seguir, esses pontos serão esmiuçados, de modo a lastrear o método a ser proposto.

3.1 Revisão da literatura

3.1.1 Análise prévia de autocorrelação espacial

Antes de iniciar as discussões, faz-se necessário expor alguns conceitos básicos, como a definição de estatística espacial. Segundo Wise *et al.* (1998), estatística espacial consiste no emprego de ferramentas analíticas de dados estatísticos relacionados a eventos geográficos para auxiliar o entendimento, o controle, a descrição ou a predição de dados espaciais. O objetivo principal é caracterizar padrões espaciais e possíveis associações espaciais entre os dados. Trata-se de um termo genérico para descrever as técnicas que se utilizam da informação sobre localização de um evento para melhor entender o processo que o gerou (FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009).

Dados e processo espaciais têm, por sua vez, segundo Fotheringham e Rogerson (2009), algumas propriedades que os distinguem dos não espaciais. Os autores destacam que são tipicamente não independentes entre si, tendo a subárea da geoestatística crescido alicerçada sobre tal premissa. Ela significa que valores de atributos em regiões vizinhas são mais parecidos uns com os outros do que valores de atributos em regiões mais distantes. Essa é uma importante propriedade quando se objetiva prever valores desconhecidos em uma determinada região.

Na realidade, trata-se da Primeira Lei da Geografia, enunciada da seguinte forma: “...coisas próximas são mais relacionadas do que coisas distantes”, que também pode ser entendida como autocorrelação espacial. Fotheringham e Rogerson (2009) argumentam que sua ocorrência demonstra a forma como a variação de similaridade ocorre com o aumento da distância entre os pontos, além de indicar que os valores dos atributos não são estatisticamente independentes, o que apresenta implicações fundamentais na condução da análise espacial.

Segundo Sullivan e Unwin (2010), um conjunto de dados espaciais tem a propriedade de que, para certas distâncias, a variável é correlacionada com ela mesma. Caso não haja autocorrelação espacial, os eventos ocorridos advêm de um processo aleatório e, portanto, sem influência do local onde ocorrem.

Assim, ainda segundo esses autores, cabe a seguinte pergunta: o padrão observado ocorreu por uma obra do acaso? Respondem a ela argumentando que os testes de autocorrelação devem ser sempre realizados antes da elaboração de qualquer teoria que tente explicar o padrão.

Existem algumas formas para considerar essa característica, as quais dependem de uma matriz de pesos ou matriz de adjacências ou matriz de proximidades. Segundo Silva (2006), trata-se de uma matriz W , $n \times n$, formada por elementos $(w_{i,j})$ que representam o peso ou grau de conectividade ou de proximidade espacial entre as áreas i e j .

A primeira linha dela representa todas as interações da região 1 com as demais; assim, o elemento da primeira linha e segunda coluna representa a interação entre as localizações 1 e 2. De forma generalizada, tem-se:

Figura 3 – Matriz de Proximidade

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & \cdots & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Fonte: Sullivan e Unwin (2010)

Dubin (In FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009) enuncia outras características dignas de nota:

- Por convenção, a diagonal principal da matriz consiste em zeros, já que se trata da relação entre a área i e ela mesma;
- Na maioria das aplicações, a matriz de proximidade é tida como exógena ao processo, ou seja, o pesquisador sabe como as observações relacionam-se entre si;
- É comum, mas não necessário, que as linhas da matriz de proximidade sejam normalizadas (variando entre 0 e 1, de modo que a soma das linhas seja igual a 1), dando a ela alguns benefícios interessantes ao analista.

De acordo com a segunda característica e aliando-se aos argumentos de Sullivan e Unwin (2010), a matriz W representa uma hipótese sobre o fenômeno: a estrutura espacial, representada na matriz de proximidade, irá corresponder a alguns aspectos do problema estudado, ou seja, ela deverá refletir o processo de formação espacial do atributo. Isso exige um conhecimento prévio do analista sobre o fenômeno, sendo difícil de ser delimitada em situações em que o processo não é bem compreendido. Nesses casos, os estudiosos advertem

que uma matriz baseada em adjacências seja o ponto de partida na fase de análise exploratória.

Uma vez definida a estrutura espacial presente na região estudada, qualquer forma de medir a autocorrelação pode ser estabelecida. A mais comum delas é o índice I de Moran, que é uma transformação do tradicional índice de correlação tabular para o contexto espacial em áreas, no qual há disponibilidade de intervalo de dados e razões numéricas. Sua estrutura é demonstrada na equação 2 abaixo.

$$I = \left[\frac{n}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right] \cdot \left[\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \right] \quad (2)$$

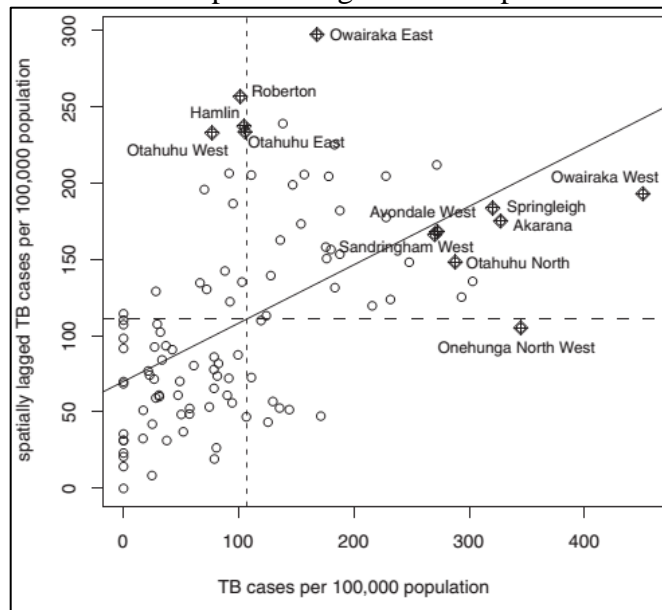
É importante reparar que parte do numerador do segundo termo $(y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})$ representa a covariância entre regiões i e j , sendo y a variável de interesse. O sinal (positivo ou negativo) de correlação entre as áreas será definido nessa estrutura. Supondo-se que y_i e y_j estejam no mesmo lado da média (ambos acima ou abaixo), então o produto será positivo; caso contrário, em que uma está acima e outra abaixo da média (e vice-versa), o produto será negativo indicando a presença de autocorrelação espacial negativa.

Destaca-se também que essa covariância é multiplicada pela matriz de proximidade. Assim os elementos resultantes da multiplicação são ponderados de acordo com a relação de proximidade espacial existente entre eles.

Realizando-se esses cálculos, o valor de I estará entre -1 e 1. Segundo Sullivan e Unwin (2010), esses extremos (ou seja, a existência de autocorrelação perfeita) não são comuns na prática, porém índices com valores maiores do que 0,3 ou menores que -0,3 são indicativos de forte autocorrelação.

O resultado desse indicador para cada área pode ser observado graficamente no que se denomina diagrama de espalhamento de Moran. No eixo das abcissas, encontram-se os valores da variável y de interesse em uma determinada área i ; já no eixo das ordenadas, encontra-se a média móvel local (isto é, a média dos valores das regiões adjacentes a i). Sendo assim, forma-se uma nuvem de pontos a partir dos resultados desses dois parâmetros para cada região i , como mostrada abaixo.

Gráfico 12 – Exemplo de diagrama de dispersão de Moran



Fonte: Sullivan e Unwin (2010)

Sobre essa ferramenta, Sullivan e Unwin (2010, p. 35, tradução nossa) assim destacam:

Esses efeitos significam que há um forte argumento para avaliar o grau de autocorrelação em um conjunto de dados espaciais antes de aplicar qualquer estatística convencional.

Em outras palavras, a existência de autocorrelação espacial gera uma série de consequências na utilização das ferramentas estatísticas tradicionais, podendo o analista chegar a conclusões equivocadas. Como será esmiuçado adiante, a utilização de regressão convencional em uma situação em que pode haver dependência espacial do fenômeno, por exemplo, quebra as premissas fundamentais do modelo e, conseqüentemente, geram-se resultados que não condizem com a realidade.

Por esse motivo, outros autores vão ao encontro das informações de Sullivan e Unwin (2010). Para Haining (in FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009), a presença de autocorrelação, indicando que os valores dos atributos não são estatisticamente independentes, tem implicações fundamentais na condução da análise espacial. Não existindo dependência espacial, o estudioso do assunto deve optar por não utilizar as ferramentas de estatística espacial, pois elas não gerarão qualquer contribuição à análise.

Reiteram a mesma concepção Fortin e Dale (in FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009), para os quais a primeira questão é investigar se objetos vizinhos tendem a ter atributos similares ou são mais agregados do que se espera como resultado de um processo aleatório.

O que se pode observar por essas ideias expostas (as quais condizem com outros autores que versam sobre o tema) é que, de maneira simplificada, existindo dependência espacial no fenômeno, as ferramentas de estatística espacial são mais adequadas à análise do fenômeno. A utilização exclusiva de ferramentas tradicionais tende a gerar resultados que não condizem com a realidade, prejudicando as análises.

Portanto, havendo suspeitas de que a ocorrência do fenômeno pode sofrer influência do espaço, deve-se proceder a uma análise de autocorrelação espacial. Para isso, existem várias ferramentas de análise em áreas, que usualmente é realizada com o indicador de Moran.

Porém, os trabalhos recentemente publicados quanto à análise e planejamento de sistema de transportes não realizam essa averiguação preliminar.

Grubestic e Wei (2013) analisaram os motivos que levam habitantes de cidades pequenas e/ou isoladas a realizarem viagens por meio de um programa de subsídios do Governo Americano (Essencial Air Service - EAS). Em seu processo investigativo, realizaram o seguinte procedimento:

- 1) a partir da contextualização da problemática estudada, propuseram variáveis que explicassem o número de viagens realizadas através do EAS para cada 1000 habitantes;

- 2) realizaram a regressão por mínimos quadrados ordinários múltipla e ao mesmo tempo calcularam o índice I de Moran global para os resíduos;

- 3) como o resultado do teste de autocorrelação foi positivo e estatisticamente significativo, buscaram em quais localidades o modelo sobrestimou e subestimou os valores reais;

- 4) para cada localidade sobrestimada e subestimada, foi adicionada uma variável no modelo original, denominada de “regimes espaciais”. O novo modelo passou por nova tentativa de calibração e o índice I de Moran global foi novamente calculado;

- 5) ainda se encontrando autocorrelação espacial nos resíduos, o modelo autorregressivo foi estimado a fim de sanar os problemas das análises confirmatórias realizadas.

Como pode ser observado, não foi realizada análise de autocorrelação espacial da variável de interesse previamente ao processo de calibração de modelos. Ou seja, houve aplicação de ferramentas estatísticas tradicionais em uma situação que demonstrou ter relação com o espaço.

A utilização de indicadores para identificação preliminar da espacialidade, como realizado por Stampe (2013) e Páez (2013), auxiliaria o analista não apenas a utilizar o

modelo confirmatório mais adequado como a desenvolver hipóteses sobre os motivos que contribuíram para a ocorrência do fenômeno.

Além disso, infere-se que os autores partiram da premissa de que a autocorrelação ocorre apenas de maneira global na região estudada, pois estabeleceram um modelo de análise confirmatória global sem antes averiguar a forma como fenômeno acontece no espaço.

Blainey (2010) também não realizou testes prévios para verificação da influência do espaço sobre o fenômeno, partindo da premissa de que, uma vez havendo autocorrelação espacial, ela se dá de forma heterogênea no espaço (não houve a devida averiguação dessa hipótese).

Trata-se de um estudo cujo objetivo é melhor entender por que motivos viagens intermunicipais de trens são geradas na Inglaterra e País de Gales com o intuito de prever a demanda em novas estações (o que tem impactos diretos em estudos de viabilidade econômica de suas construções). Para isso, o autor utilizou modelos de regressão múltipla e geograficamente ponderados para os anos de 2005 e 2006, levando em conta variáveis demográficas (população no entorno das estações), de oferta (frequência das linhas e distância entre estações de uma mesma categoria) e socioeconômicas (quantidade de usuários que possuem carros e existência de estacionamentos em regiões próximas às estações).

Inicialmente buscou calibrar um modelo de regressão linear múltiplo de forma semelhante a Grubestic e Wei (2013), realizando análise espacial dos erros. Esse estudo ocorreu em apenas um dos dezessete modelos calibrados, ensejando a inclusão de variáveis *dummy* relacionadas à proximidade com a cidade de Londres.

Após esse procedimento, o pesquisador passou a calibrar um modelo de regressão geograficamente ponderado. Sua escolha foi baseada em três motivos: (i) esses modelos não são afetados pelo sistema de zoneamento existente nem pelo efeito de borda (pelo qual uma unidade geográfica pode sofrer influência de regiões localizadas fora da área de análise delimitada); (ii) os parâmetros calibrados podem ser mapeados facilmente; e (iii) disponibilidade do software para seu cálculo. Observe-se que não houve qualquer menção à forma como o fenômeno se comporta no espaço, ou seja, se possui o mesmo grau de respostas às variáveis independentes em qualquer parte da região estudada ou não (assunto que será tratado em seção adiante).

Ao final, comparou os resultados de previsão obtidos pelos dois modelos em relação ao número de viagens ocorrido em 2012 para a linha Ebbw Vale, chegando à conclusão de que o valor previsto pelo modelo de regressão linear é mais próximo do real do que aquele levantado pelo modelo geoponderado. Destaca, porém, que como essa linha tem

pouco tempo de operação, a tendência é de que a demanda de passageiros cresça mais de 50% nos cinco anos seguintes (padrão que foi observado por outro estudo realizado em 1987 pelo Prof. John Preston, acerca da instalação de nova estação de trem em West Yorkshire). Isso convergiria para uma maior acurácia do modelo geponderado.

No entanto, é possível identificar uma série de lacunas metodológicas no estudo realizado pelo autor, desde critérios para escolha dos modelos confirmatórios, passando pela ausência de análise exploratória que permitisse aprofundar hipóteses (assunto também a ser abordado adiante), até a inexistência da verificação de autocorrelação espacial da geração de viagens. Pela afirmação constante nas suas conclusões, qual seja “não parece haver grandes problemas quanto à escolha entre modelos globais e geponderados”, percebe-se que houve tentativa de calibração de modelos que não demonstraram contribuir para uma melhor compreensão fenomenológica e, portanto, para estudos de prognósticos. Fica claro que a recomendação de Haining (in FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009), segundo a qual a verificação de autocorrelação espacial tem implicações diretas nas demais análises realizadas, não foi considerada.

Nesse ponto, é importante mencionar Silva (2006, p. 59):

Caso não seja constatada a existência de dependência espacial, o esforço de se utilizar um modelo de regressão espacial não valerá a pena, pois além do maior tempo de processamento, apresentará os mesmos resultados de um modelo de regressão convencional.

Portanto, a escolha por realizar uma análise espacial deve ocorrer logo no início dos estudos. Como se trata de um conjunto de ferramentas que requerem esforços adicionais do pesquisador, caso o fenômeno não possua aspectos espaciais, pode haver perda de eficiência e efetividade nas análises tal como observado acima.

Nesse ponto, é importante traçar comentários acerca das características das ferramentas a serem tratadas a seguir. Tanto aquelas relacionadas à análise espacial exploratória quanto as referentes à confirmatória buscam evidenciar as correlações entre os fenômenos estudados de diferentes maneiras, mas não possuem o condão de verificar relações causais. Existem linhas de pesquisa que buscam alcançar essa meta, como os trabalhos desenvolvidos por Claassen (2012) e Shpitser (2008), as quais ainda não alcançaram a seara das análises espaciais, não sendo, portanto, contidas neste estudo.

3.1.2 Análise exploratória das variáveis

A mensuração da autocorrelação espacial destacada acima é apenas uma parcela da chamada análise exploratória, que, segundo Sullivan e Unwin (2010), são técnicas que

ajudam a aprofundar questões e hipóteses sobre o fenômeno. Ou seja, trata-se de uma etapa da análise de dados, que engloba um conjunto de ferramentas e cujo objetivo é delinear hipóteses que nortearão a fase de análise confirmatória (quando as hipóteses deverão ser testadas), de acordo com Csillag e Boots (2005).

Esse entendimento é corroborado por Fotheringham *et al.* (2002, pg. 7, tradução nossa), segundo os quais a análise exploratória tem “ênfase em desenvolver hipóteses, em oposição aos mais tradicionais tipos confirmatórios de análise em que os dados são usados para testar as hipóteses”.

Em suma, é ponto pacífico na literatura que a análise exploratória tem como objetivo melhor conhecer o fenômeno e, com isso, refinar as hipóteses sobre sua ocorrência.

Por outro lado, Anselin (in FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009) destaca que a espacialidade pode estar presente tanto na variável dependente como nas independentes, o que tem impactos na escolha do modelo de análise confirmatória a ser utilizado. Esses impactos referem-se também à escolha de variáveis a serem incluídas nesses modelos, haja vista que da análise exploratória busca-se levantar evidências acerca das causas do fenômeno.

Logo, é importante que essas técnicas sejam empregadas não apenas na variável dependente, mas também nas independentes para que o maior número de evidências possa ser levantado e detalhado em busca da compreensão do fenômeno.

Silva (2006) realizou esse tipo de verificação apenas na variável dependente, quando da análise dos fatores que contribuem para a utilização de caminhões graneleiros no Brasil. O que se pode inferir desse trabalho é que se alcançaria um conhecimento mais acurado acerca das relações espaciais entre fenômenos existentes, se análises exploratórias fossem realizadas para todas as variáveis. Isso contribuiria para o processo investigativo e, por conseguinte, na decisão de incluir ou não variáveis na fase de análise confirmatória.

No caso das viagens intermunicipais do Ceará na modalidade radiais (viagens com destino a Capital) em 1997, a realização de análise exploratória das variáveis independentes traz contribuições para o analista. A partir de uma análise desses dados, pode-se observar que o número de habitantes possui padrão e processo espacial semelhante ao das viagens radiais, o que gera indícios de que o fenômeno demográfico exerce influência espacial na produção de viagens radiais. Além disso, os municípios demograficamente intensos também possuem maior quantidade de viagens, direcionando o estudioso para uma verificação mais profunda da relação entre dois fenômenos.

Esse esforço inicial de compreensão do objeto de estudo pode ser complementado por ferramentas de correlação. Silva (2006) e Loureiro *et al.* (2007) assim procederam,

calculando o coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis. Os resultados da análise desse indicador proporcionaram evidências aos estudiosos acerca das relações entre as variáveis e nortearam o desenvolvimento de hipóteses e seus testes.

Porém, é importante frisar que essa ferramenta não considera a relação espacial existente em cada variável. Ou seja, o coeficiente de correlação de Pearson possui uma formulação que desconsidera a existência de dependência espacial nas variáveis analisadas. O problema, segundo Haining (in FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009), é que, quando a autocorrelação está presente, a variância da distribuição amostral do coeficiente de correlação (que é uma função do número de pares de observações existentes) é subestimada, pois sua formulação trata cada par de observações como independentes. Como a variância está subestimada, o analista é levado a rejeitar erroneamente a hipótese nula (pela qual não existe correlação entre as variáveis). Para corrigir esse erro, o autor propõe que o número de pares de observações seja ajustado de acordo com as matrizes de correlação espacial das duas variáveis.

Portanto, não apenas para refinar hipóteses e definir quais variáveis compõem os modelos da fase confirmatória é necessário mensurar a autocorrelação espacial. Na aplicação do coeficiente de correlação, ela também tem importância. Nesse sentido, nos cálculos realizados por Silva (2006) e Loureiro *et al.* (2007), deve ser considerada a espacialidade na realização de inferência (caso as correlações sejam altas e os valores-p próximos ao nível de significância) ou serem aplicadas outras ferramentas que incorporem a dependência espacial (se identificada).

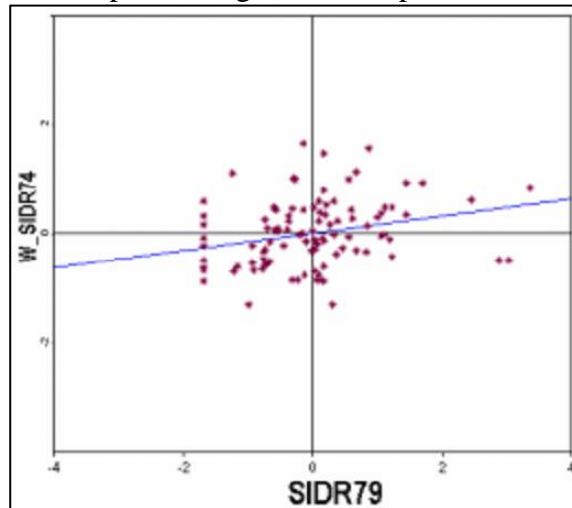
Observe-se que o coeficiente de correlação linear compara o comportamento de duas variáveis no mesmo espaço, mas sem considerar a existência de dependência espacial. Já a autocorrelação compara o comportamento da variável com relação a ela mesma em espaços diferentes. Resta, assim, comparar duas variáveis em locais diferentes, o que é obtido pelo índice I de Moran bivariado.

Segundo Anselin (2003), uma mensuração bivariada de correlação espacial objetiva relacionar o valor de uma variável em uma dada localização com o valor de outra na vizinhança, tratando-se de uma particularização do conceito de autocorrelação global. No diagrama de dispersão de Moran, isso significa que o eixo vertical indica os valores médios da vizinhança do ponto de uma variável diferente da que se encontra no eixo horizontal na localização sob enfoque.

O autor lança como exemplo a relação entre o número de mortes por infartos súbitos ocorridos em 1979 nos EUA (SIDR79 no diagrama abaixo) com essa mesma variável

na vizinhança em 1974 (W_SID74). A ideia é captar se a ocorrência dessas mortes nas áreas vizinhas em um período anterior poderia estar influenciando sua ocorrência cinco anos depois. Assim, tem-se o seguinte diagrama:

Gráfico 13 – Exemplo de diagrama de dispersão de Moran Bivariado

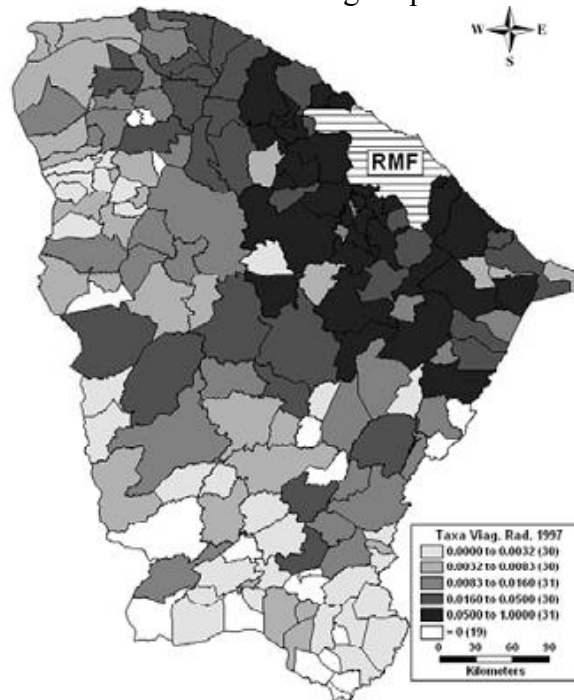


Fonte: Anselin (2003)

Mais um exemplo da aplicação dessa ferramenta (indicador de Moran bivariado) pode ser dado a partir da relação entre taxa de dependência (proporção de crianças e idosos na população) e crescimento econômico, estudada por Stampe (2013). De acordo com a teoria econômica, há uma relação inversa entre PIB e taxa de dependência em áreas vizinhas, ou seja, se o PIB de regiões adjacentes aumentar, a proporção de crianças e idosos no local de interesse deve diminuir. A autora não teve evidências para rejeitar essa ocorrência tanto em nível nacional como estadual (especificamente, Rio Grande do Sul), a partir da utilização desse tipo de diagrama e dos respectivos testes de hipóteses.

Essas análises podem ainda ser complementadas com a utilização de variáveis em taxa. Isso foi realizado por Loureiro *et al.* (2007), que, observando uma relação linear forte entre número de viagens e habitantes entre 18 e 64 anos de idade nos municípios cearenses em 1997, elaboraram um mapa temático do quociente entre as duas (variável em taxa entre viagens radiais e população entre 18 e 64 anos), o qual indicou uma maior intensidade do fenômeno à medida em que o município se situava mais próximo da capital.

Mapa 2 - Mapa temático de número de viagens por habitantes de 18 a 64 anos.



Fonte: Loureiro *et al.* (2007)

Assim, as condições demográficas dos municípios cearenses foram homogeneizadas, permitindo que os analistas se debruçassem sobre a forma da espacialidade existente no fenômeno.

Segundo Queiroz (2003), índices relativos são elaborados porque os índices absolutos não relacionam o fenômeno de interesse a alguns de seus fatores causadores. Logo, são definidas novas variáveis entre um índice absoluto e outro parâmetro referente ao mesmo local e intervalo de tempo. A nova variável, assim, torna homogênea a área de estudo quanto aos aspectos que dão causa ao fenômeno principal, reduzindo a influência de regiões mais adensadas ou territorialmente maiores, por exemplo (problema da variabilidade da unidade de área). Isso faz com que a análise realizada seja mais direcionada aos aspectos espaciais existentes.

Antes, porém, de analisar como se dá o processo espacial, Loureiro *et al.* (2007) construíram diagramas de dispersão e calcularam as correlações das variáveis envolvidas, a fim de averiguar em que grau e a forma como as variáveis se relacionam. A partir dessa análise, obtiveram condições de definir qual a variável em taxa seria formada para análise da espacialidade.

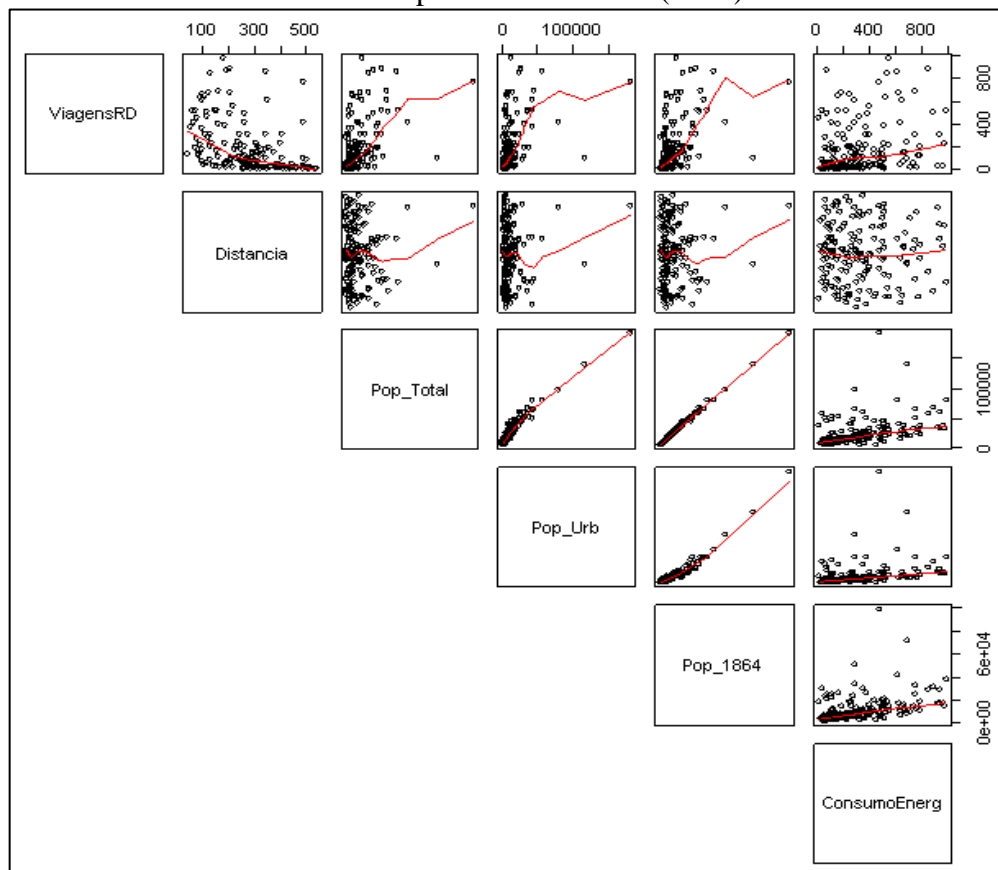
Para exemplificar esse procedimento, abaixo são apresentados a matriz de correlação analisada (elaborada pelos autores) e alguns gráficos de dispersão.

Tabela 08 – Matriz de Correlação entre viagens radiais e algumas possíveis variáveis explicativas

		Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
		<i>Viagens Radiais</i>	Pop. Total	Pop. Urbana	Pop. Rural	Pop. 18 a 64 anos	Cons. Energ. Públ.	PIB	Dist. Fortaleza
Y	<i>Viagens Radiais</i>	1,000	-	-	-	-	-	-	-
X ₁	Pop. Total	0,371	1,000	-	-	-	-	-	-
X ₂	Pop. Urbana	0,345	0,952	1,000	-	-	-	-	-
X ₃	Pop. Rural	0,260	0,645	0,379	1,000	-	-	-	-
X ₄	Pop. 18 a 64 anos	0,371	0,998	0,961	0,615	1,000	-	-	-
X ₅	Cons. Energ. Públ.	0,398	0,817	0,754	0,584	0,821	1,000	-	-
X ₆	PIB	0,350	0,833	0,844	0,411	0,839	0,703	1,000	-
X ₇	Dist. Fortaleza	0,468	0,057	0,074	0,013	0,060	0,045	0,003	1,000

Fonte: Loureiro *et al.* (2007)

Figura 4 – Gráficos de dispersão entre Viagens Radiais e algumas de suas possíveis causas levantadas por Loureiro *et al.* (2007)



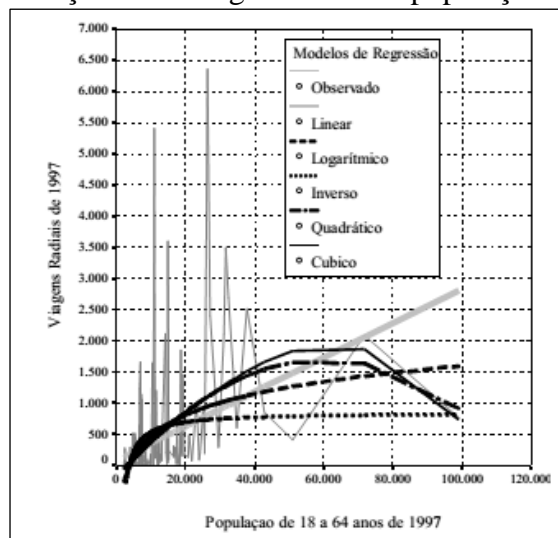
Fonte: Elaboração Própria

É interessante destacar que as variáveis que apresentam maior correlação são distância a Fortaleza, consumo de energia, população total e população com idade entre 18 e 64 anos. Observe que população total e população entre 18 e 64 anos têm o mesmo nível de correlação com viagens radiais, mas apresentam relação linear ligeiramente diferente mesmo

com índice de correlação maior. Ou seja, há necessidade de análise conjunta dos coeficientes de correlação e seus respectivos diagramas de dispersão, pois a mensuração da relação linear não agrega todas as informações relativas às variáveis analisadas.

A análise da dispersão das variáveis não se faz importante apenas para melhor definição de variáveis em taxa, mas também para a escolha da forma funcional do modelo confirmatório a ser utilizado. Ainda, de acordo com Loureiro *et al.* (2007), foram construídos diagramas de dispersão para todas as potenciais variáveis dependentes, buscando-se ajustar curvas globais não-espaciais de regressão de diferentes naturezas. A seguir, tem-se o exemplo para a variável população entre 18 e 64 anos.

Gráfico 14 – Relação entre viagens radiais e população de 18 a 64 anos



Fonte: Loureiro *et al.* (2007)

Segundo os autores, as observações não se ajustam nem a um padrão linear nem a não-lineares. Como se adequam melhor ao primeiro deles, a forma linear foi escolhida.

Em resumo, é importante explorar todas as variáveis envolvidas, aplicando-se medidas de autocorrelação, correlação linear e espacial, a partir da análise de diagramas de dispersão. Porém, os trabalhos recentemente publicados que versam sobre análise e planejamento de sistemas de transportes e que se utilizaram de ferramentas de análise espacial não realizaram tais averiguações, como pode ser observado abaixo.

Tong *et al.* (2013) analisaram os efeitos de investimentos em infraestrutura de transportes sobre a economia. Destacam que há uma vasta literatura sobre o tema, porém nenhum desses estudos havia considerado o efeito espacial. Logo, dedicaram-se a analisar as relações de causa-efeito a partir do modelo espacial de Durbin com a utilização do índice de produção agrícola como variável independente e as seguintes variáveis dependentes: capital

investido, fatores de uso do solo (área de fazendas em cada estado), insumos intermediários (energia e pesticidas, por exemplo), trabalho (medido em horas de trabalho necessárias nos investimentos) e investimentos em transporte (ferroviário ou rodoviário).

Realizaram o teste da razão de verossimilhança (que tem por função indicar se os efeitos espaciais e temporais são estatisticamente significantes nas variáveis em conjunto); teste do multiplicador de Lagrange (usado para identificar significância estatística das relações espaciais); e teste de Wald (com o qual se testa a significância dos parâmetros do modelo de Durbin, sobretudo os relacionados ao efeito espacial).

Logo, não houve análise exploratória de qualquer das variáveis presentes no modelo antes de sua aplicação. Da mesma forma, não houve análise de correlação dos dados a fim de direcionar quais fatores deveriam ser testados na análise confirmatória.

Observa-se também que a escolha da ferramenta de análise confirmatória, assim como em Blainey (2010) e Loureiro *et al.* (2007), foi realizada antes da averiguação mais aprofundada sobre a característica espacial dos dados. Assim todos os esforços foram direcionados para a aplicação da ferramenta, independentemente das características dos dados. Há, portanto, lacunas na análise sobre a adequabilidade do modelo às observações, além de não se ter propriamente utilizado as ferramentas de análise exploratória para a tarefa de aprofundar hipóteses.

Já Li *et al.* (2012) realizaram apenas parcialmente a análise exploratória dos dados, definindo hipóteses sobre as relações entre fenômenos sem uma mensuração prévia do nível de dependência espacial. Seu objetivo foi analisar mudanças no perfil espacial de viagens pendulares em um horizonte de dez anos (entre 1996 e 2006) para a região sudeste da província de Queensland, Austrália. Os pesquisadores também procuraram analisar qual o impacto dessas mudanças no tamanho do percurso casa-trabalho. Ao fim, apontaram duas vantagens no trabalho desenvolvido: 1) foi realizado em uma região ampla, na medida em que outros estudos semelhantes analisam o fenômeno sob a perspectiva urbana ou metropolitana; 2) utilizaram dados desagregados, o que possibilitou visualizar maiores detalhes sobre sua ocorrência, muitas vezes "escondidos" em dados agregados.

A análise dessas variáveis passou inicialmente por uma homogeneização do espaço, o qual fora dividido em subáreas. Após esse procedimento, foram analisadas as características descritivas do fenômeno de 1996 *versus* 2006 (as médias dos dois anos foram comparadas, bem como coeficientes de correlação). Procedeu-se então a uma análise espacial propriamente dita, com a utilização de mapas temáticos. Foram gerados um para 1996 e outro para 2006, o que permitiu a comparação básica no espaço. Depois foi construído um terceiro,

pelo qual foram destacadas áreas com mais/menos de um desvio padrão e áreas com mais/menos 1,5 desvios. Isso permitiu aos autores desenvolverem hipóteses sobre o porquê de tais alterações em determinadas áreas, enquanto que outras não apresentaram modificações tão significantes.

Como resultados, verificaram que os padrões de deslocamentos pendulares não se alteraram nos dez anos de análise e que as distâncias percorridas têm fortes relações com o índice de emprego por número de habitantes em cada área.

Como lacunas do trabalho de Li *et al.* (2012) aponta-se, além da ausência de mensurações sobre a dependência espacial de todas as variáveis (inclusive suas correlações espaciais), o que colaboraria para a formulação de hipóteses mais detalhadas sobre o fenômeno, a não utilização de modelos confirmatórios para testar a hipótese de relação entre distância percorrida e relação trabalhadores-habitantes nas regiões estudadas.

De forma oposta e também sem realizar análise confirmatória, Páez (2013) partiu do fato de que as atitudes dos indivíduos são guiadas por fatores relacionados a suas preferências pessoais e externos (como o uso do solo). Com base em atributos georreferenciados dos indivíduos, o autor almeja melhor entender o comportamento de usuários de sistemas de transportes. Os dados utilizados tiveram por fonte entrevistas realizadas na cidade de Hamilton (Canadá), pela qual os indivíduos puderam ser catalogados de acordo com o local onde residem e suas respectivas preferências (tais como “sentir-se seguro ao caminhar no bairro onde mora”). Como se trata de dados de pontos e qualitativos, as tradicionais ferramentas de análise exploratória não foram adequadas ao caso, o que dirigiu o autor a utilizar a função Q(m).

Sendo assim, foi realizada análise exploratória em todas as variáveis coletadas, objetivando-se “detectar características interessantes, anômalas ou estranhas no conjunto de dados” (Páez, 2013, p. 118, tradução nossa). O autor destaca ainda que essa ferramenta é útil para o refinamento de hipóteses que darão suporte a análises mais profundas, mesmo que não sejam capazes de identificar o processo espacial que gerou o padrão observado.

Como resultado, salienta que as preferências quanto a morar em local mais “agitado” (definido como aquele onde existe muita atividade social) e segurança ao caminhar no bairro possuem dependência espacial, enquanto que a habilidade de realizar tarefas ao caminhar e a percepção da qualidade do sistema de transportes não possuem tal dependência.

A análise desenvolvida pelo autor colaborou para um melhor entendimento do comportamento dos fenômenos que se relacionam diretamente com a forma de utilização do sistema de transportes, na medida em que pôde discernir quais aqueles que sofrem influência

do espaço. O prosseguimento natural da análise seria verificar pormenorizadamente de que maneira o espaço influencia as variáveis dependentes e se isso gera consequências na principal, permitindo desenvolver hipóteses sobre a influência de uma sobre a outra.

Isso possibilitaria testar as hipóteses levantadas com o auxílio de modelos de análise confirmatória, havendo colaboração aprofundada das relações entre os fenômenos envolvendo o espaço geográfico onde ocorre.

3.1.3 Análise da estacionariedade espacial

Além dessas lacunas, há ainda outra relacionada à realização de análise confirmatória, brevemente comentada nas seções anteriores. Trata-se da existência de não-estacionariedade ou heterogeneidade do processo espacial, um ponto constantemente abordado na teoria, mas com poucas aplicações práticas em trabalhos recentes relacionados a análise ou planejamento de sistemas de transporte.

De acordo com Fotheringham (in FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009, p. 243, tradução nossa), com a presença da heterogeneidade espacial “o processo de geração dos atributos observados varia no espaço em vez de permanecer constante, como assumido na maioria das tradicionais ferramentas de análises estatísticas”.

Um bom exemplo disso se dá na regressão estatística tradicional ou espacial global, nas quais se assume um processo estacionário. Em outras palavras, parte-se da premissa de que as relações existentes na área de estudo são as mesmas, independentemente da sub-região analisada, e, portanto, que o mesmo estímulo provoca as mesmas respostas em toda região.

Em um modelo representado pela equação $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$, onde o coeficiente β_1 resume as respostas ocorridas na variável Y a partir de um determinado valor de X, caso a área estudada seja heterogênea, ele representa apenas uma média de todos os processos que geraram os valores observados da variável explicada.

Para ilustrar essa situação, Sullivan e Unwin (2010) citam Brunson *et al.* (2001) que procuraram estabelecer uma relação entre média pluviométrica e altitude no Reino Unido. Ao utilizarem um modelo geponderado, elaboraram os mapas 3 (i e ii) abaixo:

Mapa 3 - Coeficientes e interceptos de regressão geograficamente ponderada.



Fonte: Brunsdon *et al.* (2001)

O primeiro deles representa a variação do coeficiente angular do modelo no espaço. Assim, no lado sudeste do país, o aumento em uma unidade de altitude não altera o nível pluviométrico. Porém, na medida em que o foco de análise desloca-se para o lado oeste, o patamar de chuvas torna-se mais sensível à altitude, chegando a 4,5 mm para cada unidade de altitude adicionada.

O segundo trata da variação do intercepto do modelo. Ou seja, caso a zona esteja no nível do mar, ainda haverá algum nível de chuva registrada. Da mesma forma que ocorre com o coeficiente angular, quanto mais a oeste, maior será o nível pluviométrico que independe da altitude da região.

É por esse motivo que Csillag e Boots (2005), ao construírem uma árvore de decisões para dirigir o pesquisador de um fenômeno à escolha de ferramentas estatísticas apropriadas, estabelecem em seu segundo nível a verificação sobre a forma como o processo espacial ocorre, se de forma heterogênea ou homogênea no espaço. Essa delimitação consiste na aplicação de ferramentas capazes de tornar mais claro o padrão observado, como a fragmentação da área, por exemplo.

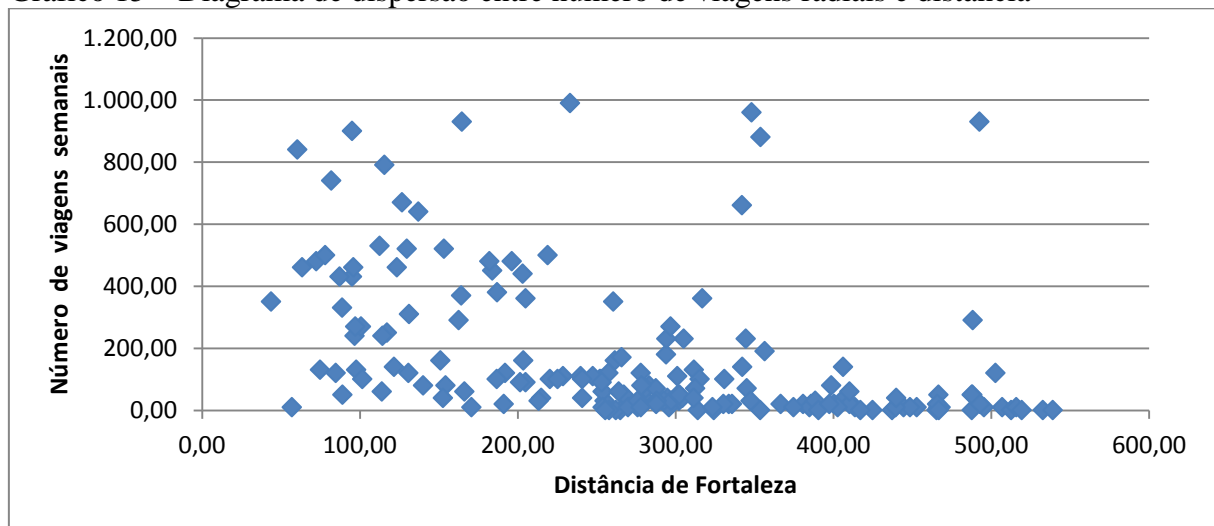
Destacam ainda que, se for encontrado um padrão derivado de um único processo, as técnicas “globais” são mais adequadas. Por outro lado, se for observado que vários fatores operam na região estudada, requerem-se métodos “locais”, possivelmente associados com “globais”.

Não a esmo que Anselin (in FOTHERINGHAM e ROGERSON, 2009) lança uma breve explicação acerca das diferenças entre um processo homogêneo e heterogêneo ao descrever modelos confirmatórios globais, afirmando que a regressão geponderada se refere à existência de não-estacionariedade nas observações.

Csillag e Boots (2005) citam a divisão da área de estudo para se averiguar a existência de comportamentos diferenciados. De acordo com Devore (2006), caso se constate que as médias ou variâncias ou forma de distribuição são significativamente diferentes, pode-se concluir que as diferentes regiões possuem fenômenos advindos de populações distintas. Logo, o fenômeno estudado possui comportamento espacialmente não-estacionário.

A título de exemplo, exhibe-se a seguir um gráfico de dispersão entre viagens radiais de 1997 e distância a Fortaleza.

Gráfico 15 – Diagrama de dispersão entre número de viagens radiais e distância



Fonte: Elaboração Própria

Há de ser observado que regiões mais próximas à capital possuem em média um número maior de viagens do que as demais, o que pode caracterizar que a demanda de municípios mais distantes advém de uma população com média menor do que os mais próximos. De forma semelhante, a dispersão dos pontos até uma distância de 250 Km da capital parece ser maior do que em cidades com distâncias maiores. Existem, assim, indícios de que as populações sejam distintas, dado que valores médios e dispersão parecem ser diferentes para os municípios pertencentes a esses dois grupos.

Realizando-se testes de hipóteses para as médias do número de viagens dessas duas parcelas de municípios é possível verificar que a hipótese nula de que elas são iguais pode ser rejeitada (esse mesmo resultado ocorre também para o teste de hipóteses das

variâncias das duas sub-regiões). Analisando-se os histogramas, constata-se que para municípios mais próximos existe uma forte assimetria à direita, o que não acontece com o mesmo gráfico do segundo grupo.

Em resumo, em 1997, a produção de viagens radiais no Ceará exibia um padrão espacial não-estacionário, devendo ser escolhidas técnicas de análise confirmatória que englobassem essa realidade.

Nesse diapasão, Ibeas *et al.* (2012) objetivaram traçar relações entre o preços dos imóveis na cidade de Santander (Espanha) e as condições de acessibilidade da região onde se situam. Realizaram inicialmente uma revisão bibliográfica do fenômeno de interesse, pela qual puderam estabelecer algumas relações de causa-efeito. Propuseram, assim, as seguintes variáveis explicativas relacionadas ao sistema de transporte: tempo de deslocamento em congestionamento, proximidade com estação de trem, proximidade com parada de ônibus, número de linhas de transporte público e acessibilidade de empregados.

Os autores realizaram, inicialmente, a calibração do modelo de regressão linear sem considerar os efeitos espaciais possivelmente existentes. Procederam, assim, à retirada de variáveis que apresentavam colinearidade ou eram atípicas (*outliers*), transformaram as variáveis em logaritmo e analisaram os resíduos. Nessa etapa, verificou-se a existência de dependência espacial. Passaram, então, a utilizar modelos espaciais globais: modelo espacial autorregressivo, modelo espacial autorregressivo nos erros e modelo espacial de Durbin.

Tendo como critério o modelo que gerasse resultados mais condizentes com as hipóteses teóricas inicialmente levantadas, escolheram o modelo autorregressivo nos erros para melhor representar a realidade do objeto estudado. Os resultados apontam que, para cada linha de transporte público criada nas redondezas de um imóvel, seu valor aumenta em 1,8% e, para cada minuto adicional de deslocamento até o centro de negócios da cidade, sofre redução de 1,1%.

Cabe observar que não houve análise exploratória dos fenômenos envolvidos, muito menos uma análise prévia de autocorrelação da variável dependente. As relações entre as variáveis foram levantadas pela literatura aplicável ao fenômeno, sem uma análise da realidade existente na cidade de interesse.

Além disso, a utilização de modelos globais partiu do pressuposto de que o comportamento espacial do fenômeno era homogêneo, não havendo qualquer aplicação de ferramentas que levassem os autores à utilização de modelos mais condizentes com o perfil amostral.

Por fim, houve uma tentativa de calibrar modelos para que se encaixassem melhor com o previsto na literatura. Assim, um deles foi escolhido em detrimento dos demais, não porque o perfil das observações melhor se enquadrava em suas características, mas pelo fato de que os resultados iam ao encontro da teoria. Houve mais um esforço de adaptação dos modelos às hipóteses existentes na literatura sobre o tema do que a busca por testá-las no âmbito da cidade de Santander.

Acerca da homogeneidade ou não da amostra, Selby e Kockelman (2013), assim como Blainey (2010) e Loureiro *et al.* (2007), partiram de uma premissa oposta à de Ibeas *et al.* (2012), qual seja, a distribuição espacial do fenômeno ocorre de forma não-estacionária.

Tinham como objetivo comparar modelos confirmatórios que gerassem previsões confiáveis, mas com amostras de tamanho menor. Escolheram as ferramentas de krigagem e regressão geograficamente ponderada para contagem volumétrica, tendo variáveis sócio-demográficas como dependentes.

Não houve menção de testes de autocorrelação espacial, nem de análise exploratória das variáveis envolvidas, nem de análise sobre a não estacionariedade das observações. Como resultado, apontam que a capacidade preditiva da krigagem excede a da estimação geograficamente ponderada.

O esforço de melhor compreender o fenômeno de volume de veículos em trânsito em determinadas áreas pelos autores denota uma séria de lacunas metodológicas, desde os critérios para escolha dos modelos confirmatórios, passando pela falta de análise exploratória que permitissem desenvolver hipóteses (incluindo análise de correlação entre as variáveis), até a inexistência da verificação de autocorrelação espacial da geração de viagens.

Como essa última averiguação não foi realizada, o fenômeno estudado pode sofrer pouca ou nenhuma influência do espaço onde ocorre. Ademais, havendo influência espacial, existe um amplo número de opções de modelos a serem utilizados a depender do comportamento espacial da amostra, passando de modelos globais a locais.

Logo, a conclusão de que a técnica de krigagem possui uma melhor capacidade preditiva não é condição necessária nem suficiente para garantir que seja o modelo que melhor explique as relações entre as variáveis escolhidas pelos autores e o volume de veículos. Na realidade, não há elementos suficientes que permitam abandonar a hipótese de que modelos espaciais globais sejam os mais adequados ao caso. Em última análise, nem mesmo modelos de regressão não espaciais podem ser descartados.

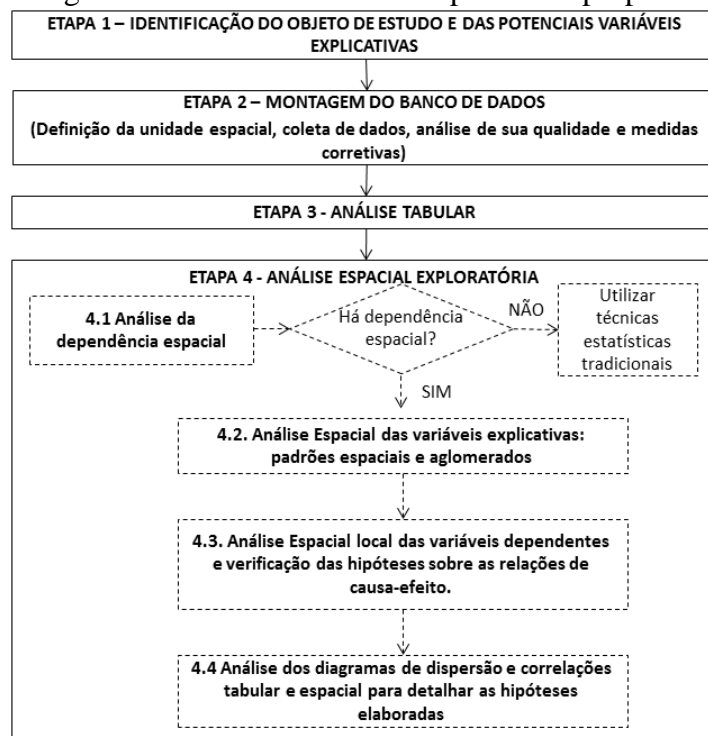
Ou seja, há a possibilidade de que o mesmo nível de contribuição para entendimento do fenômeno pode ser gerado com menos esforço do analista, o que leva à

conclusão de que a ausência de método adequado que auxilie o estudioso na escolha das ferramentas a serem utilizadas pode levar a esforços inócuos.

3.2 Método para análise exploratória

A partir da revisão da literatura exposta no item anterior, as lacunas observadas foram levadas em consideração para que a seguinte proposta de método de análise espacial fosse elaborada.

Figura 5 – Método de análise exploratória proposto



Fonte: Elaboração Própria

Para a realização de qualquer esforço de análise, sobretudo aqueles que terão como resultado um modelo estatístico, é fundamental a delimitação do objeto de estudo (etapa 1). Segundo Silva (2006), a escolha do pesquisador deve se basear em problemas existentes, de modo que o foco do estudioso seja mais direcionado para sua resolução. Isso pode ser obtido não apenas a partir de uma revisão da literatura técnica e acadêmica, como também pela realização de entrevistas e questionários com os agentes que fazem parte do escopo analisado (como foi realizado em ASTEF, 2006, b). Esses mesmos procedimentos deverão igualmente auxiliar o analista a estabelecer hipóteses preliminares acerca do objeto estudado, havendo identificação de atributos causadores e aqueles sobre os quais haverá efeitos.

Definidos o objeto de estudo e os principais fenômenos que podem lhe dar causa, um banco de dados com as informações necessárias deve ser montado (etapa 2). Nesse ponto,

é importante definir qual unidade espacial será utilizada para que sejam coletadas as informações concernentes a cada espaço existente.

Nesse sentido, o estudioso deve atentar para o Problema das Unidades de Área Modificável (em inglês, MAUP), originado do fato de que valores mais próximos das fronteiras costumam ser semelhantes entre si. De acordo com Sullivan e Unwin (2010), se a unidade de área escolhida for demasiadamente grande, tende-se a concluir que não há relação entre localidades vizinhas; por outro lado, quando as unidades são pequenas demais, pode-se ter informações espaciais não representativas. Portanto, em situações em que as unidades geográficas não foram previamente definidas, deve-se atentar para a divisão da região em zonas, de modo que sejam mais homogêneas quanto possível, levando em conta os problemas derivados de seu excessivo ou diminuto tamanho.

Com essa definição, as informações já podem ser catalogadas para que seja estruturado o banco de dados. É importante que haja precaução quanto à qualidade dos dados, devendo ser observado se possuem *outliers* (em caso afirmativo, deve-se tomar a decisão por mantê-los ou não na base) ou se estão coerentes com relatórios e/ou tendências técnicas e acadêmicas.

A terceira etapa busca captar as modificações nas medidas de tendência central, dispersão e formas de distribuição. Essa avaliação proporciona informações sobre modificações no volume dos fenômenos sob análise, que podem ser influenciados pelas condições espaciais em que ocorrem. Daí surge a necessidade de realizar-se uma análise espacial exploratória (etapa 4).

Antes, porém, de partir para a fase seguinte, com base nas informações geradas nesta etapa, o estudioso deve escolher o tipo de variável que melhor expressa as possíveis relações espaciais existentes. Em regiões em que as unidades geográficas variam muito seu tamanho, as medidas de dispersão podem ser altas, indicando a inadequação de se comparar diretamente duas ou mais unidades geográficas, haja vista que podem gerar conclusões não correspondentes com a real ocorrência do fenômeno. Assim, de acordo com Queiroz (2003), em alguns casos, é desejável, para uma melhor compreensão espacial, que sejam elaboradas variáveis relativas em vez de absolutas. Observa-se também que conhecimentos prévios sobre a ocorrência do fenômeno no espaço escolhido podem ser úteis para tal escolha.

A quarta etapa, que tem como objetivo aumentar os conhecimentos acerca dos fenômenos envolvidos e aprofundar hipóteses acerca de sua ocorrência, tem início com uma avaliação espacial global da dependência espacial: em primeiro lugar, devem ser elaborados mapas temáticos para todas as variáveis, a partir dos quais devem ser levantadas hipóteses

sobre o processo espacial; em seguida, elas serão testadas com a aplicação de indicadores de espacialidade. Esse procedimento é fundamental nesse estágio inicial das análises, de acordo Sullivan e Unwin (2010), pois define a continuação ou não da análise espacial (etapa 4.1). Também é importante verificar a existência de processo espacial local (Moran Map), na medida em que sua existência pode não ser detectada pelo índice espacial global.

Caso não seja verificada a existência de autocorrelação (nem global nem local), deve-se partir para uma análise dos dados a partir de ferramentas estatísticas tradicionais. Algumas delas já foram propostas na etapa 3 com o objetivo de que o analista possuísse uma maior noção da base de dados levantada e procedesse às intervenções julgadas necessárias. Logo, não havia o objetivo de levantar informações acerca de como as variáveis se comportam, sobretudo na relação de umas com as outras. Esse objetivo deve ser delineado a partir da não verificação de dependência espacial nos dados.

Isso posto, havendo dependência espacial e definido o tipo de variável utilizada, parte-se para a verificação do padrão espacial e da análise dos locais onde houve formação de aglomerados, relativos a potenciais variáveis explicativas (etapa 4.2). A partir de ferramentas que evidenciem, mediante mapas, a tendência espacial e agregação de regiões com alta e baixa intensidade, pode ser traçado um perfil dos atributos que podem dar causa ao fenômeno principal, devendo haver um refinamento de hipóteses acerca do panorama ora identificado.

No estágio 4.3 serão elaborados mapas do padrão espacial e dos aglomerados existentes da variável que representa o objeto de estudo. Sabendo-se quais os padrões presentes e quais os locais mais e menos intensos de cada variável, podem ser verificadas as regiões onde as hipóteses anteriormente elaboradas podem ocorrer, havendo, assim, um maior aprofundamento e acurácia do que foi inicialmente delineado. Dessa forma, os indícios coletados a priori podem ser ou não ratificados, gerando informações adicionais dos locais onde podem ser observadas e suas características.

Nesse estágio, também poderá ser realizada uma espécie de filtragem das variáveis que não apresentam relação com a principal, devendo ser decidido se deverão continuar ou não a serem analisadas. Essa prudência na exclusão de atributos se justifica porque, mesmo encontrando perfis espaciais distintos, a realização de estudos anteriores e/ou sua identificação na literatura sobre o tema podem indicar que uma maior exploração traga contribuições para o entendimento do fenômeno principal.

Até a etapa 4.3, foi adotada uma abordagem visual para a detecção de correlações entre as variáveis, que traz bons resultados em regiões cujas intensidades dos fenômenos sejam homogêneas em todas as unidades geográficas. Porém, em localidades em que haja

unidades mais e menos intensas com a predominância de apenas uma delas, pode haver dificuldades na identificação das relações entre os fenômenos sob análise, exigindo a aplicação de ferramentas que agreguem maior acurácia ao processo analítico.

Nesse sentido, essas análises devem ser complementadas com ferramentas de correlação e análise dos gráficos de dispersão (etapa 4.4). O indicador de correlação de Pearson traz informações acerca das relações entre as variáveis, desconsiderando a existência da influência espacial. Já o Índice de Moran Bivariado (Anselin, 2003) encerra informações da influência de regiões distintas na relação das variáveis, ou seja, será analisado se as condições socioeconômicas de regiões vizinhas influem na variável dependente.

Por fim, é importante fazer uma observação acerca das características das ferramentas de análise espacial exploratória. Segundo Fotheringham (2002), objetivo da aplicação desse ferramental é “desenvolver” as hipóteses, buscando identificar áreas em que as correlações delas derivadas podem ser observadas (bem como regiões de exceção).

Portanto, as ferramentas contidas no método partem da premissa de que, caso haja relação de causa-efeito entre dois atributos, correlações significativas poderão ser identificadas empiricamente (DEVORE, 2006). Não se buscará, dessa forma, incluir ferramentas que buscam comprovar relações de causalidade, como aquelas elaboradas por Claassen (2012) e Shpitser (2008), pelas quais se objetiva identificar relações de probabilidades que apontem para que um fenômeno dê causa a outro.

3.3 Conclusão

Nas seções anteriores, foram expostos os resultados de uma revisão bibliográfica com dois eixos fundamentais. O primeiro deles diz respeito às ferramentas de análise espacial, desde seus objetivos até as recomendações para sua utilização. O segundo refere-se aos métodos atualmente empregados no âmbito de análise ou planejamento de sistemas de transportes.

Essas duas linhas analíticas cruzaram-se, o que permitiu detectar inconsistências na aplicação dessas ferramentas. Observa-se que muitas pesquisas partem de premissas acerca do comportamento do fenômeno no espaço, alguns estabelecendo processos globais e outros locais.

Percebe-se também que não há utilização das ferramentas de análise exploratória na busca por desenvolver hipóteses sobre a ocorrência do fenômeno. Na realidade, os autores têm partido de hipóteses estabelecidas previamente ao início dos estudos, adaptando as

ferramentas de análise espacial para sua não rejeição. Portanto, adequam-se as ferramentas às hipóteses, direcionando as análises para um dado resultado.

A partir dessas considerações, foi proposto um método de análise espacial, que busca incorporar a correta utilização das ferramentas de estatística espacial a fim de gerar uma melhor compreensão de fenômenos. Ele constitui-se de quatro etapas, partindo-se da definição do objeto de estudo e da revisão da literatura sobre o tema, prosseguindo-se pela análise tabular dos dados e finalizando com exploração dos fenômenos (que inclui a escolha de variáveis mais apropriadas para o desenvolvimento de hipóteses).

É importante frisar que o método proposto acaba por consolidar várias metodologias aplicáveis à análise exploratória de fenômenos relacionados à análise e planejamento de Sistemas de Transporte, contribuindo também para sua adequação às recomendações existentes na literatura sobre as ferramentas, quando identificada alguma lacuna acerca desse aspecto. Sendo assim, além de reunir vários fragmentos metodológicos em uma só proposta, retifica os seus aspectos que apresentavam divergência com a literatura acerca das técnicas de análise espacial exploratória.

Espera-se, dessa forma, que os fenômenos relacionados a sistemas de transportes sejam melhor compreendidos pela comunidade científica, de sorte a melhor direcionar esforços em seu planejamento e análises.

4 METODOLOGIA

Inicialmente cabe reiterar que este trabalho consiste em aplicar a metodologia proposta no capítulo anterior ao estudo de caso da evolução das viagens intermunicipais de passageiros do Ceará, com o intuito de identificar regiões em que as hipóteses originalmente elaboradas podem ser verificadas.

Nesse sentido, a etapa 1 do método já fora contemplada no capítulo 2. Logo, o primeiro item deste capítulo apresentará as especificidades concernentes à formação do banco de dados georreferenciado (que corresponde à etapa 2 do método proposto): suas variáveis, fontes e pormenores que podem apresentar impactos na geração dos resultados.

No item seguinte, as demais etapas do método serão explicitadas para o específico caso desta dissertação. Serão expostas as variáveis utilizadas para representar os fenômenos abordados nas hipóteses levantadas no capítulo 2 e a forma como elas serão analisadas no capítulo seguinte, de modo que a análise exploratória seja devidamente realizada (etapa 4).

4.1 Consolidar uma base de dados georreferenciados

No capítulo 2 deste estudo, foi realizado um histórico e uma revisão da literatura sobre a geração de viagens no Ceará. Nele também foram levantadas hipóteses para ocorrência de determinadas transformações no sistema de transportes, que tiveram origem em fenômenos socioeconômicos. A partir disso (que diz respeito à etapa 1 do método proposto), deve-se prosseguir para a elaboração de uma base de dados georreferenciada (etapa 2).

É importante deixar claro que a opção por um conjunto de dados geográficos tem por base Cascetta (2009), segundo o qual quase todos os componentes sociais e econômicos interagem em algum nível, a depender da localização geográfica. Como as modificações no sistema de atividades produzem impactos no sistema de transportes, tem-se que esse último fenômeno varia de perfil a cada variação da região estudada.

Além disso, observou-se que as intervenções quanto ao nível de rendimento dos habitantes, bem como quanto ao sistema de atividades dos municípios, não foram realizadas de forma aleatória no espaço; pelo contrário, buscou-se atender áreas específicas em que havia maiores déficits de renda e estruturais.

Assim, sendo o fenômeno de transporte um evento eminentemente geográfico, há a necessidade, para sua melhor compreensão, que sejam aplicadas técnicas de análise espacial, o que justifica a necessidade de consolidação de uma base de dados georreferenciados, englobando variáveis demográficas, econômicas e de uso do solo (renda, produção industrial,

nível de atividade comercial, etc.), além das variáveis de demanda do sistema de transportes (fluxos de viagens, que são deslocamentos realizados por pessoas, entre locais distintos e por diferentes motivos).

Portanto, para a análise de viagens intermunicipais no Ceará, uma base de dados georreferenciada foi montada, utilizando-se como variáveis independentes o rendimento médio dos habitantes e o consumo anual de energia elétrica para cada município cearense em 2004 e 2012 (considerados os anos-base deste estudo). Essas últimas são segregadas nos grupos abaixo, de acordo com a Resolução Aneel 414/2010.

- Classe comercial: caracteriza-se pelo fornecimento de energia à unidade consumidora em que seja exercida atividade comercial ou de prestação de serviços, à exceção dos serviços públicos ou de outra atividade já prevista nas demais classes. Trata-se de uma aproximação com o uso do solo de um determinado município quanto a sua intensidade comercial. Observa-se que se presume uma relação direta entre quantidade de energia comercial consumida e oferta de empregos no setor.

- Classe industrial: caracteriza-se pelo fornecimento de energia à unidade consumidora em que seja desenvolvida atividade industrial, assim como o transporte de matéria-prima, insumo ou produto resultante do seu processamento, designado como atividade de suporte e sem fim econômico próprio, desde que realizado de forma integrada fisicamente à unidade consumidora industrial. Sendo o setor industrial intenso na utilização de energia elétrica em seus processos, a capacidade de produção industrial de um município é proporcional à sua energia consumida. Isso gera reflexo na oferta de empregos da região.

- Classe Poder Público: caracteriza-se pelo fornecimento de energia elétrica à unidade consumidora pessoa jurídica de direito público, incluindo os poderes públicos federal, estadual e municipal, bem como iluminação em rodovias e semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito. Inclui-se, assim, o consumo de órgãos e entidades públicas diversas como delegacias de polícia, escolas, universidades, hospitais.

Como pode ser observado, essas variáveis, obtidas junto à Companhia de Energia Elétrica do Ceará (COELCE), são *proxy* de fenômenos socioeconômicos, escolhidos com base na literatura sobre geração de viagens (que abrange aspectos socioeconômicos e de uso do solo) e relativos ao sistema de atividades (IBGE, 2013), pelo qual se infere que os fatores que corroboram para um incremento na demanda de sistemas de transportes são muito semelhantes aos que fazem um município se tornar um polo. Alguns desses fatores, inclusive, foram utilizados no Plano Diretor e Operacional do Transporte Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará (PDOTIP-CE).

A variável principal de análise é a quantidade de viagens realizadas por município. Para o ano de 2004, foi utilizada a base levantada por ASTEF (2006), a partir de pesquisas de campo realizadas para a elaboração do PDTOTIP-CE.

Já para 2012, foram obtidas informações coletadas pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Ceará (ARCE) e pelo órgão gestor do sistema de transporte intermunicipal (DETRAN/CE). As transportadoras cearenses, por força da Resolução ARCE nº 145/2010, têm obrigação de apresentar dados operacionais mensais ao Poder Público. Esses dados vão desde o número de passageiros de cada seccionamento operado pela empresa, até a quantidade média de motoristas contratados no serviço intermunicipal. Foi com base nessas informações que se procedeu à primeira Revisão Ordinária de Tarifas do serviço regular (prestado por ônibus). Assim, a base de dados foi submetida a um processo de checagem pela ARCE, através de cruzamento de indicadores, além de ter passado pelo crivo de audiência pública, na qual os resultados foram discutidos com operadores, órgão gestor e sociedade civil. Por esses motivos, o ano base de 2012 foi escolhido para retratar a situação do Estado no final da década de 2000.

No que diz respeito aos dados do serviço complementar (prestado por Veículos Utilitários Mistos e de Passageiros) a informação mais próxima da realidade são as ordens de serviço assinadas entre Poder Concedente e as cooperativas. Nelas toda frequência semanal é apresentada, bem como os pontos de parada obrigatórios. Unindo-se essa informação com a média de passageiros fixada no edital de licitação (a qual deve ser a mínima para manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do contrato), houve um esforço de transformar esses itinerários em quantidade de passageiros transportados por municípios, complementando-se assim a base georreferenciada.

Com relação a essa fonte de dados, devem ser tecidas algumas considerações. Primeiramente, ela tem por base o número médio de passageiros por viagem. Como se vêm observando reduções na quantidade de passageiros nos mais diversos sistemas de transporte público do país, o patamar de ocupação constante nos editais pode estar superestimado. Além disso, como destacado no capítulo 2, apesar dos esforços realizados pelo Governo do Estado em organizar o sistema mediante processo licitatório e das fiscalizações realizadas pelo órgão gestor (DETRAN/CE), ainda existem indícios de transporte clandestino, sobretudo no litoral leste. Esse fato corrobora para uma subestimação dos dados de viagens regionais.

Sendo assim, os resultados apresentados na seção seguinte, mesmo sendo os mais consistentes e aderentes à realidade quanto possível, devem ser tratados com a devida prudência.

Além da quantidade total de viagens, tanto para o ano de 2004 como para 2012, as informações estão divididas em outros dois grupos: i) quantidade de viagens com destino à Região Metropolitana de Fortaleza - RMF (viagens radiais), salvo pelas metropolitanas; e ii) quantidade de viagens com destino a outro município fora da RMF (viagens regionais), salvo as realizadas na região do Crajubar.

Também tendo por fonte o DETRAN/CE, dados de frota de veículos particulares (carros e motos) registrada por município também foram catalogados, para que sirvam de base para o estudo do comportamento do consumidor cearense face ao aumento de renda ocorrido na década de 2000.

Por fim, tendo por fonte a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio (PNAD) realizada pelo IBGE nos dois anos de referência, foi obtido o valor do rendimento nominal médio mensal (em Reais) dos habitantes de cada município e, dada a heterogeneidade demográfica existente entre as cidades cearenses, constatada pelo ASTEF (2006), observou-se a necessidade de incorporar também informações relativas ao total de habitantes de cada cidade.

Com o intuito de deixar mais clara as variáveis utilizadas, com suas respectivas fontes, a seguir apresenta-se a tabela 9, que as sintetiza:

Tabela 09 – Síntese das variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Fonte 2004	Fonte 2012
Viagens Radiais	Deslocamentos direcionados à RMF, salvo os metropolitanos	ASTEF, 2006 - Pesquisa de campo e quadros de horário das empresas e clandestinos	ARCE - REO's e DETRAN/CE - OS
Viagens Regionais	Deslocamento entre municípios fora da RMF, salvo por Crajubar	ASTEF, 2006 - Pesquisa de campo e quadros de horário das empresas e clandestinos	ARCE - REO's e DETRAN/CE - OS
Consumo de Energia Industrial	UC que desenvolva atividade industrial ou transporte de matéria-prima, insumo ou produto resultante de seu processamento.	Coelce	Coelce
Consumo de Energia Comercial	UC que desenvolva atividade comercial ou de prestação de serviços.	Coelce	Coelce

Variável	Descrição	Fonte 2004	Fonte 2012
Consumo de Energia Poder Público	UC pessoa jurídica de direito público das três esferas e de todos os poderes. Inclui iluminação de vias, semáforos, radares, etc.	Coelce	Coelce
Frota de carros	Registro de veículos efetuado pelo DETRAN/CE por município	DETRAN/CE	DETRAN/CE
Frota de motos	Registro de veículos efetuado pelo DETRAN/CE por município	DETRAN/CE	DETRAN/CE
População Residente	Estimativa do número de habitantes residentes por município do Ceará.	PNAD - Pesquisa Nacional por Amostragem de Municípios	PNAD - Pesquisa Nacional por Amostragem de Municípios
Renda média mensal	Valor do rendimento nominal médio mensal (em Reais)	PNAD - Pesquisa Nacional por Amostragem de Municípios	PNAD - Pesquisa Nacional por Amostragem de Municípios

Fonte: Elaboração Própria

4.2 Realizar análise exploratória da correlação entre a evolução da demanda do STIP-CE (viagens radiais e regionais) e socioeconomia

Inicialmente, é importante observar que as considerações aplicáveis ao objetivo de modelar a geração de viagens radiais são iguais àquelas relativas à modelagem das regionais. Portanto, essas duas espécies de viagens serão tratadas indistintamente nos parágrafos seguintes.

Dando continuidade ao detalhamento do método apresentado no capítulo anterior para os objetivos deste estudo, sabe-se que há duas variáveis dependentes (geração de viagens radiais ou regionais) e sete independentes (rendimento médio dos habitantes dos municípios, consumo de energia industrial, comercial, do Poder Público, frota de carros, frota de motos e população residente), que deverão ser analisadas em dois anos (2004 e 2012).

Nesse ponto, deve ser esclarecido que se optou por realizar análises em separado do fenômeno de viagens regionais e radiais. Ou seja, em vez de reuni-las em um único

fenômeno de geração de viagens, optou-se em dividir as averiguações devido ao fato de que o perfil da demanda nesses dois grupos é bastante distinto. As viagens realizadas em nível local têm características pendulares, cujos usuários perfazem menores trajetos e com menor desembolso, possuindo menor escolaridade e nível de renda. Já nas viagens radiais ocorre o oposto, motivo por que se optou por não realizar análises em conjunto.

Aproveitando-se essa temática, esclarece-se que as viagens realizadas no âmbito do Sistema Metropolitano da Fortaleza e do Cariri também não constituem o escopo deste estudo, já que seus usuários possuem características também distintas dos usuários dos trajetos regionais e radiais. Trata-se de passageiros que realizam deslocamentos bem menores e necessariamente em direção a regiões com intensa atividade econômica e conurbadas. Como possuem perfis diferentes que pudessem redundar problemas nas análises, foram excluídos do escopo.

Além disso, há o conhecimento de que o fenômeno de transportes sofre forte influência de questões demográficas, possuindo o Estado do Ceará municípios com um grande número de habitantes, enquanto outros são pouco adensados. Análises tabulares dos aspectos demográficos do Estado constata essa hipótese, de modo que a variável população residente foi inserida nas análises por meio da elaboração de variáveis *per capita* (salvo para renda média).

Por outro lado, levantamento conceitual realizado no capítulo 2 deste estudo dividiu o sistema de atividades em dois grandes grupos: aqueles relativos à evolução das características socioeconômicas dos indivíduos e aquele concernente à evolução da capacidade de polarização dos municípios.

No que tange ao primeiro, procedeu-se a uma atualização monetária para o ano de 2012 do montante de renda média dos habitantes dos municípios em 2004, mediante o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (indicador oficial de inflação do Governo Federal). Assim, a comparação entre a renda média de 2012 e a atualizada de 2004 expressa a evolução da renda real dos habitantes, nos seguintes moldes:

$$Ev_Renda = \frac{R_{i,12} - R_{i,04}}{R_{i,04}} \quad (3)$$

Em que,

Ev_Renda: Evolução da renda real média dos habitantes

R: rendimento médio dos habitantes;

i: município pertencente ao Estado do Ceará;
 04: ano de 2004; e
 12: ano de 2012.

A evolução da renda da população não se restringirá a esse aspecto, já que a hipótese elaborada prevê que seja averiguada a relação desse atributo com o aumento do volume de viagens por transporte particular. Como não existem dados acerca desse fenômeno em viagens intermunicipais do Ceará, optou-se por utilizar uma variável *proxy*, relacionada à frota de veículos, pois espera-se que alterações no volume de carros e motos tendam a gerar reflexos diretos nas viagens por modo particular.

Isso posto, a fim de mensurar relação entre renda e transporte particular será utilizada variável semelhante à expressa na equação 1, da seguinte forma:

$$E_R = \frac{\frac{\Delta QV_i}{QV_{i,04}}}{\frac{\Delta R_i}{R_{i,04}}} \quad (4)$$

Em que,

E_R : elasticidade renda-consumo de veículos entre 2004 e 2012

QV_i : quantidade de veículos registrados (carros ou motos);

R : rendimento médio dos habitantes;

i: município pertencente ao Estado do Ceará; e

04: ano de 2004.

Com relação ao aspecto de polarização, não foram encontradas evidências que direcionassem as análises para uma segregação entre os efeitos dos setores público, industrial e comercial. Em outras palavras, caso o crescimento do sistema de atividades de um município polo seja lastreado pela atividade industrial, ao passo que crescimento em igual proporção dos polarizados seja baseado na atividade comercial e/ou Poder Público, parte-se da premissa de que seus impactos são semelhantes sobre sistema de transportes: haveria aumento de viagens por um lado e redução por outro com intensidade semelhante. Por esse motivo, elas foram reunidas em uma só variável, qual seja: consumo de energia de atividade econômica *per capita*.

Porém, para espelhar as relações de polarização entre municípios polo e polarizados, uma outra variável será utilizada. Tratou-se de calcular a relação percentual desse

atributo entre polarizado e polo para o ano de 2004 e 2012. Caso o poder polarizador tenha reduzido, essa relação em 2012 tende a ser maior do que a 2004, seja por que o município polarizado está mais desenvolvido, seja pela ocorrência de crescimento mais lento do polo. Matematicamente, sua formulação é a seguinte:

$$\text{Evolução da capacidade econômica (poder polarizador)} = \frac{x_{ij,12}}{x_{kj,12}} - \frac{x_{ij,04}}{x_{kj,04}} \quad (5)$$

Em que,

x : consumo de energia de atividade econômica *per capita*;

i : município pertencente ao Estado do Ceará;

j : macrorregião a que pertence i ;

k : cidade polo da macrorregião j ;

04: ano de 2004; e

12: ano de 2012

Essa variável possui duas perspectivas: uma em relação às viagens regionais e outra em relação aos deslocamentos direcionados à RMF. Na primeira, deve-se levar em conta o poder polarizador do município polo regional, de modo que, caso tenha havido uma redução em sua capacidade de polarização, menores serão os incentivos para que o usuário se desloque até ele (já que as demandas de bens e serviços dos indivíduos poderão ser satisfeitas nas proximidades de sua residência). Na segunda, considera-se o poder polarizador da RMF em relação aos demais municípios do Estado, na medida em que reduções em sua polarização indicam queda nas necessidades de se deslocar.

Assim, o sistema de atividades do Ceará será analisado sob a perspectiva de quatro atributos:

- i) Evolução da renda média real dos habitantes dos municípios entre 2004 e 2012;
- ii) Evolução percentual do poder polarizador regional entre 2004 e 2012, calculado pela diferença das relações entre polarizado e polo regional nos dois anos abordados e congregando o consumo de energia industrial, comercial e do Poder Público *per capita*;
- iii) Evolução percentual do poder polarizador da RMF entre 2004 e 2012, calculado pela diferença das relações entre os municípios cearenses e a

RMF nos dois anos abordados e congregando o consumo de energia industrial, comercial e do Poder Público *per capita*; e

- iv) Elasticidade renda-consumo de veículos entre 2004 e 2012.

Sendo assim, será realizada uma análise da evolução do sistema de atividades a partir dessas quatro perspectivas, aplicando-se para isso as etapas 3, 4.1 e 4.2 para cada variável individualmente.

Preliminarmente, serão calculadas medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação) e formas de distribuição (histogramas), a fim de detectar as modificações ocorridas em cada variável no período analisado. Isso permitirá obter uma visão geral da dinâmica das variáveis no decorrer dos anos e entre si.

Prossegue-se, então, para a quarta etapa, que se inicia com uma averiguação da dependência espacial das variáveis: serão elaborados mapas temáticos, a partir dos quais serão levantadas hipóteses sobre o padrão espacial; elas serão testadas com a aplicação do índice I global de Moran e a averiguação de seu pseudo valor-p. Observe-se que o mapa temático elaborado terá como base os resultados observados na aplicação da etapa 3, de forma que facilite a interpretação espacial do fenômeno. Além desse tipo de mapa, serão elaborados mapas LISA, os quais exibem regiões onde existe a formação de aglomerados espaciais estatisticamente significantes. Eles permitirão identificar a ocorrência de autocorrelação em nível local, complementando as ferramentas para identificação de dependência espacial.

Não havendo elementos suficientes para rejeitar a hipótese nula de distribuição espacial aleatória das variáveis, recomenda-se a utilização de técnicas estatísticas tradicionais. Caso contrário, passa-se para a etapa 4.2, na qual se pretende observar as regiões onde ocorreram as mais e menos intensas evoluções. Para tanto, serão analisados (i) mapas temáticos de seu padrão espacial, mapas das médias móveis (que exibem a média do fenômeno nas vizinhas da unidade analisada, possibilitando uma visualização acurada do padrão espacial existente) e mapas LISA. Com o objetivo de caracterizar a evolução dos fenômenos socioeconômicos, adicionalmente buscando-se na literatura possíveis motivos para a situação encontrada.

Tem-se início, assim, a etapa 4.3, em que as mesmas ferramentas elaboradas anteriormente serão levantadas para o fenômeno de viagens regionais e radiais. Para tanto será utilizada a seguinte variável:

$$\text{Evolução da demanda por viagens} = \frac{VG_{wi,12} - VG_{wi,04}}{VG_{wi,04}} \quad (6)$$

Em que,

VG : quantidade *per capita* de viagens realizadas;

w : tipo de viagem realizada (regional ou radial);

i : município pertencente ao Estado do Ceará;

04: ano de 2004; e

12: ano de 2012

Após o seu cálculo para cada município cearense, serão levantadas e analisadas as estatísticas descritiva, que servirão de base para a elaboração de mapas temáticos do fenômeno analisado. Possuindo dependência espacial (que será verificada com a utilização do indicador global de Moran), serão apresentados mapas de média móvel e LISA a fim de detectar o padrão espacial e a formação de aglomerados com alta e baixa intensidades.

Após essas etapas, será realizada uma análise visual de correlação entre os aspectos socioeconômicos e de demanda de transportes, nos seguintes moldes: nas etapas anteriores, foram observados e catalogados os padrões espaciais e a localização de aglomerados, tanto de variáveis socioeconômicas como de transportes; com isso, serão verificadas as regiões onde as hipóteses elaboradas podem ser visualizadas. Trata-se de um procedimento preliminar à aplicação dos indicadores de correlação, permitindo ao analista explorar mais adequadamente o objeto de estudo.

Em seguida, serão calculados indicadores de correlação tabulares e espaciais (globais e locais), o que possibilitará a verificação com maior acurácia e aprofundamento das observações realizadas na etapa anterior.

Antes, porém, de iniciar o procedimento acima descrito, é importante evidenciar algumas premissas relativas à variável relacionada à demanda por transporte (representada na equação 6), quais sejam:

- As viagens que se originavam em distritos, ou a eles se destinavam, foram agregadas nos seus municípios correspondentes;
- Foram desconsideradas as viagens intramunicipais, com origem e destino dentro do mesmo município;

- Assumiu-se que as capacidades de produção e atração de viagens em um determinado município são iguais, assim como se pressupõe que os deslocamentos têm característica pendular.

Após suas caracterizações tabulares e espaciais, passa-se a observar onde as hipóteses traçadas no capítulo 2 podem ser verificadas. Caso não sejam visualizadas em nenhuma localidade do Ceará, deve ser realizada uma análise concernente à exclusão de variáveis explicativas das análises, tendo como base as indicações de estudos anteriores ou da literatura sobre o tema.

Nesse sentido, cabe destacar mais uma premissa deste estudo. Conforme apresentado no capítulo 2, o STIP-CE passou por uma reestruturação, de modo que se eliminou a operação baseada por delegações de linhas individuais e transferíveis para outra baseada em subdivisão geográfica do Estado em áreas operacionais. Nelas são ofertadas linhas regionais operadas por Veículos Utilitários de Passageiros (VUP) e Mistos (VUM), que, além de atenderem à demanda de viagens com menores trajetos, funcionam como alimentadoras de linhas radiais (operadas majoritariamente por ônibus). Nessa perspectiva, os trajetos anteriormente existentes foram mantidos, sendo uma parcela operada por Veículos Utilitários de Passageiros e Mistos (VUP e VUM) e outra por ônibus. Aliando-se esse fato à exclusão de linhas sobrepostas, parte-se da premissa de que não houve alterações significativas nas rotas existentes.

Adicionalmente, é importante comentar que as análises serão realizadas em nível de macrorregiões de planejamento. O Estado do Ceará foi dividido pelo Governo Estadual em oito macrorregiões, que possuem características sociais, econômicas e geográficas semelhantes. Como a análise de cada município em particular pode tornar-se confusa pelo excesso de informações e peculiaridades locais embutidas, optou-se por esse nível geográfico de análise. Eventualmente, caso se perceba a necessidade de subdividir as averiguações de uma dada macrorregião, isso será realizado no decorrer das análises.

Isso posto, na seção seguinte, será apresentado um pequeno panorama das macrorregiões cearenses a fim de facilitar a leitura das seções de análise do sistema de atividades e de transportes, que virão logo a seguir.

5 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE ATIVIDADES E DE TRANSPORTES

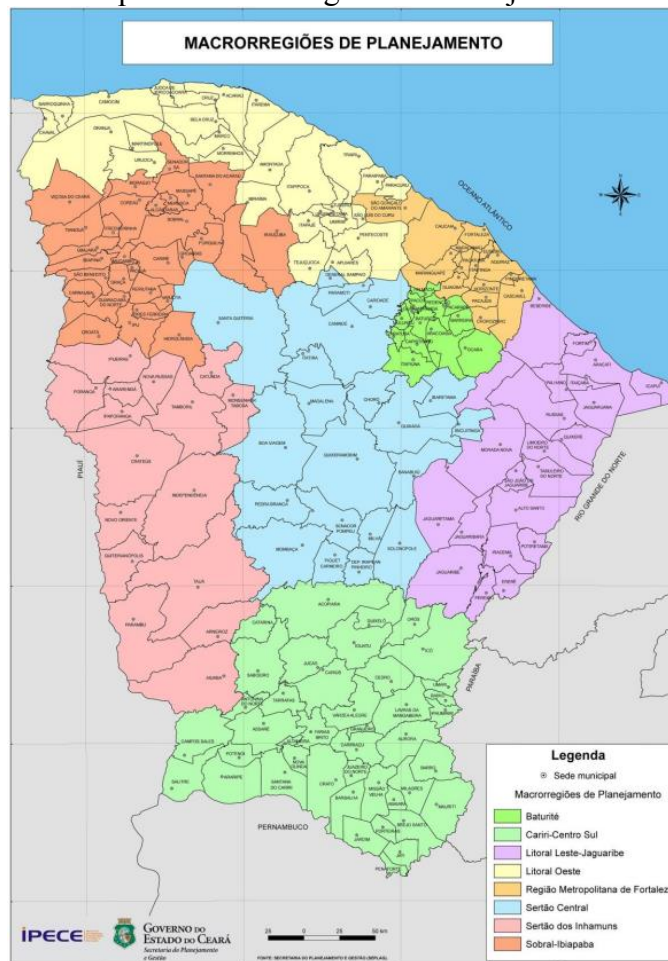
Este capítulo tem por objetivo apresentar os resultados da análise exploratória realizada sobre as variáveis socioeconômicas e de transportes, a fim de verificar correlações entre os dois fenômenos sob a luz das hipóteses formuladas no capítulo 2.

Além de tal verificação, nas regiões onde não for observada a ocorrência de qualquer das hipóteses, buscar-se-á traçar conjecturas que possam explicar as relações encontradas.

Essas observações têm como pano de fundo as ferramentas de análise exploratória, contidas na fase em que se busca maior aprofundamento das hipóteses formuladas, levando a uma maior compreensão dos fenômenos envolvidos e, posteriormente, à realização de análise confirmatória de forma mais adequada.

Por fim, é importante observar que as análises serão realizadas em nível de macrorregiões de planejamento. Por esse motivo, com a finalidade de oferecer uma contextualização espacial, demográfica, social e econômica, a seguir apresenta-se o mapa 4 que evidencia a localização das macrorregiões, seguido da tabela 10, em que se buscou sintetizar os principais destaques observados no relatório elaborado por IPECE (2011) acerca das características dessas localidades.

Mapa 4 – Macrorregiões de Planejamento



Fonte: IPECE (2011)

Tabela 10 – Síntese das características socioeconômicas das macrorregiões de planejamento

Ordem	Macrorregião	Polos	Características
1	Região Metropolitana de Fortaleza (RMF)	-	Possui maior concentração demográfica e econômica, sendo a macrorregião com melhores indicadores de qualidade de vida do Estado.
2	Litoral Oeste	Itapipoca	Destaca-se pelo baixo rendimento de sua população (o menor do Estado) e por baixa oferta de emprego; possui graves problemas sociais, como altas taxas de mortalidade infantil.
3	Sobral-Ibiapaba	Sobral	Possui, de forma semelhante ao Cariri, os melhores indicadores sociais e as maiores concentrações populacionais e econômicas do Estado depois da RMF.
4	Sertão dos Inhamuns	Crateús e Tauá	Possui a menor população sobre a maior área, detendo, assim, a menor densidade demográfica; destaca-se também pelo baixo dinamismo econômico e as maiores taxas de analfabetismo do Estado.
5	Sertão Central	Canindé e Quixadá	Possuía população rural maior que urbana em 2000, perfil que foi invertido em 2010; apresenta uma das maiores proporções de habitantes com rendimento domiciliar com até ¼ de salário mínimo; passou por melhoras nos seus aspectos sociais, mas ainda detém as maiores taxas de analfabetismo e de mortalidade infantil do Estado.
6	Baturité	Baturité	Possui proporção de população rural maior que urbana, mesmo com alta densidade populacional; possui a menor quantidade de empregos do Estado.

Ordem	Macrorregião	Polos	Características
7	Litoral Leste-Jaguaribe	Aracati, Limoeiro do Norte, Morada Nova e Russas	É uma região que ocupa uma posição mediana em termos demográficos, sociais e econômicos, não tendo destaques positivos ou negativos desses indicadores.
8	Cariri-Centro Sul	Crato, Iguatu e Juazeiro do Norte	Possui, de forma semelhante a Sobral, os melhores indicadores sociais e as maiores concentrações populacionais e econômicas do Estado depois da RMF.

Fonte: Elaboração Própria

A partir dessa contextualização, a seção a seguir apresenta os resultados da evolução socioeconômica, enquanto a próxima busca evidenciar as mesmas características em relação à demanda por transporte público intermunicipal.

5.1 Análise da evolução socioeconômica

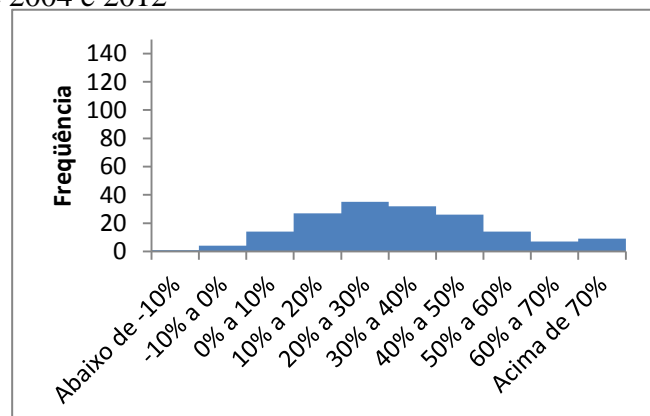
Nesta seção, serão avaliadas as evoluções de três variáveis socioeconômicas. Primeiramente serão verificadas as modificações do nível de renda real dos habitantes dos municípios, seguidas da sensibilidade entre renda e consumo de veículos (carros e motos). Por fim a evolução do poder de polarização dos municípios será contemplada em dois níveis de abrangência: em relação aos polos regionais e em relação à RMF.

5.1.1 Análise da evolução do nível de renda real

Em obediência ao método descrito no capítulo anterior, seguem abaixo os indicadores que servirão de base para a análise descritiva da variável evolução do nível de renda real dos habitantes dos municípios. Assim, apresenta-se a tabela 11 contendo a evolução percentual quanto a suas medidas de tendência central e dispersão, bem como o histograma da variável.

Tabela 11 e Gráfico 16 – Medidas tabulares e histograma da evolução do rendimento real médio dos habitantes dos municípios entre 2004 e 2012

Medida	Evolução da renda real média dos habitantes dos municípios (%)
Média	33%
Mediana	32%
Desvio Padrão	20%
Máximo	95,89%
Mínimo	-16%
Coef. Variação	59%



Fonte: Elaboração Própria

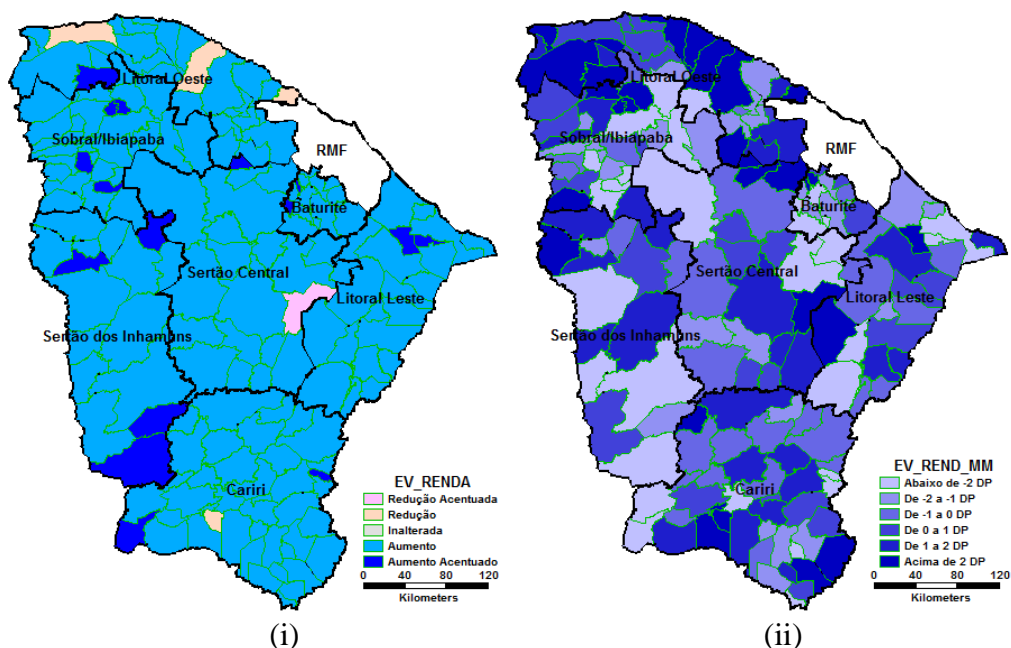
Observa-se que houve um crescimento do nível de renda dos habitantes dos municípios cearenses de 33% em média durante o período analisado. Estando a mediana em patamar semelhante, espera-se que a forma de distribuição tenda à simetria, o que pode ser verificado no histograma.

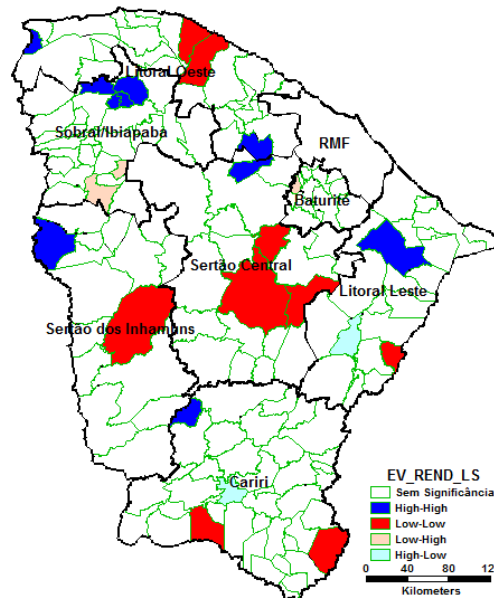
Dos 169 municípios analisados, cinco tiveram redução no rendimento médio de seus habitantes, enquanto nos demais houve aumento (em alguns deles superior a 70%). Dada essa amplitude, o coeficiente de variação situa-se em patamar alto, o que implica o fato de que a evolução da renda nos municípios cearenses se deu de forma heterogênea.

Com isso, pode ter havido regiões em que o crescimento se deu de forma mais intensa enquanto que, em outras, pode ter ocorrido mais vagarosamente, o que implicaria uma distribuição espacial não aleatória. Essa hipótese pôde ser testada com a elaboração do índice global de Moran, pelo qual foi observada dependência espacial estatisticamente significativa.

Seguem os mapas temáticos, de média móvel e LISA da variável.

Mapa 5 – Evolução do rendimento médio dos habitantes dos municípios entre 2004 e 2012 – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA





(iii)

Fonte: Elaboração Própria

Pelo mapa temático 5 (i), pode ser observado claramente que houve aumento de renda dos habitantes dos municípios em quase todo o Estado, com exceção de cinco onde ocorreu redução (aparentemente distribuídos de forma aleatória no espaço). Pelo mapa de média móvel 5 (ii), há tendências de crescimento mais acentuado nos municípios localizados no extremo leste e sul do estado, bem como no entorno da RMF. Esses resultados e outros podem ser visualizados pelo mapa LISA 5 (iii).

Nesse ponto, é importante comentar que todos os mapas do tipo LISA presentes nesse capítulo foram elaborados ao nível de 5% de significância. Ademais, foram realizados testes para 10% e 1% de significância em todos eles, pelos quais não se verificaram alterações na localização dos aglomerados, apenas em sua extensão.

Isso posto, com relação ao mapa LISA 5 (iii) referente à evolução da renda real dos habitantes cearenses, outro ponto merece ser observado: o fato de existirem regiões em vermelho, que apontam para agregação de municípios com baixa intensidade, não significa que houve redução na renda; na realidade, sinaliza que nessas localidades a evolução do rendimento se deu de forma menos acelerada do que as demais. Sendo assim, o Litoral Oeste, sul do Litoral Leste, Cariri, Sertão dos Inhamuns e Central, demonstraram evolução na renda real de seus habitantes em ritmo menos acelerado e significativo do que as demais.

Por outro lado, na região em torno da RMF, no oeste do Sertão dos Inhamuns, no Litoral Oeste (longe da RMF), ao norte do Litoral Leste e ao norte da região do Cariri, houve aumento acentuado desse atributo.

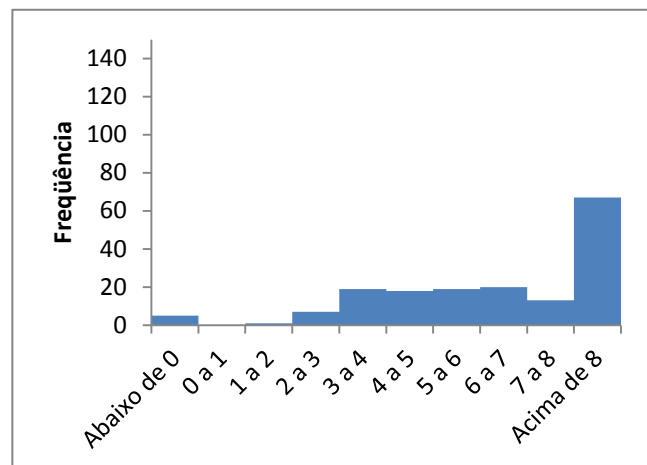
Como já fora explicitado no capítulo 2, há algumas razões para esse crescimento generalizado da renda. Primeiramente, o próprio crescimento econômico da nação é capaz de explicar parcialmente essa evolução, já que, nesse contexto, houve um crescimento acentuado do salário real (correções acima da evolução inflacionária). Em segundo lugar, houve a influência de programas sociais, os quais foram fundamentais para a redução das desigualdades e crescimento da renda.

5.1.2 Análise da elasticidade renda- consumo de veículos (carros e motos)

Pelos dados da tabela 12 abaixo, os consumidores dos municípios cearenses apresentaram-se sensíveis à aquisição de veículos, na medida em que a elasticidade tem valor médio de 3,80. Em média, portanto, carros e motos foram considerados bens superiores nas cidades do Ceará, estando ainda em um patamar abaixo da mediana (6,83). Essa diferença implica uma forma de distribuição assimétrica à esquerda, que pode ser verificada pelo gráfico 17 abaixo.

Tabela 12 e Gráfico 17 – Medidas tabulares e histograma da elasticidade renda-consumo de veículos dos municípios cearenses entre 2004 e 2012

Medida	Elasticidade renda-veículos
Média	3,80
Mediana	6,83
Desvio Padrão	64,61
Máximo	83,15
Mínimo	-819,45
Coef. Variação	1700%



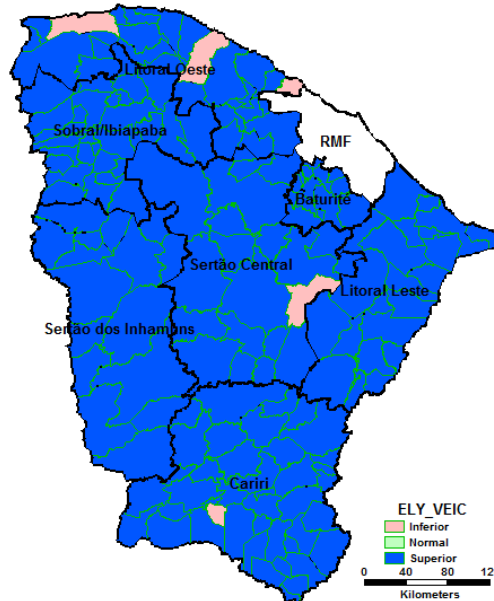
Fonte: Elaboração Própria

Cabe destacar que, assim como na evolução do nível de renda, apenas cinco municípios se comportam diferentemente dos demais, ou seja, apenas em alguns locais os veículos são considerados bens inferiores. Além disso, o alto coeficiente de variação expressa uma alta variabilidade deste atributo (havendo municípios onde veículos são considerados inferiores, enquanto em outras localidades são caracterizados como bem superior).

Pode ter ocorrido que os municípios com menores elasticidades estejam espacialmente agregados, implicando que o processo espacial não ocorreu de forma aleatória. Sendo assim, a partir das ferramentas de análise espacial, busca-se realizar tal verificação.

Isso posto, segue a análise espacial da elasticidade renda-consumo de veículos.

Mapa 6 – Elasticidade renda-consumo de veículos entre 2004 e 2012 – mapa temático



Fonte: Elaboração Própria

O mapa 6 mostra que, em quase todos os municípios do Estado, o automóvel (carros e motos) é considerado um bem superior. Não se observou, porém, a existência de dependência espacial (global ou local) dessa variável. Ou seja, não há evidências para rejeitar a hipótese de que as elasticidades estão distribuídas aleatoriamente pelo território cearense.

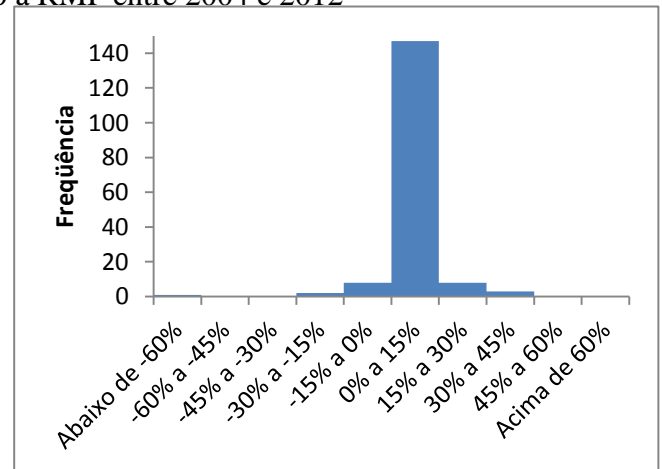
Apesar disso, esses resultados vão ao encontro das hipóteses inicialmente traçadas ao longo do capítulo 2, no sentido de que o aumento de renda (ocorrido de forma intensa e generalizada em todo o Estado) gerou reflexos no consumo de veículos, que são considerados bens superiores em praticamente todas as cidades. Espera-se, a partir disso, que tenha havido uma redução na procura por viagens intermunicipais via transporte público, na medida em que outros modos de transporte podem estar sendo usados para a realização dos deslocamentos.

5.1.3 Análise do poder polarizador

Neste tópico, haverá análise de duas variáveis, uma relacionada ao poder polarizador da RMF e outra que diz respeito ao poder de polarização dos polos regionais. Em se tratando da primeira, a seguir apresentam-se os indicadores para realização da análise descritiva.

Tabela 13 e Gráfico 18 – Medidas tabulares e histograma da evolução da capacidade econômica dos municípios cearenses em relação à RMF entre 2004 e 2012

Medida	Evolução da capacidade econômica em relação à RMF
Média	4%
Mediana	3%
Desvio Padrão	9%
Máximo	35,77%
Mínimo	-65%
Coef. Variação	215%



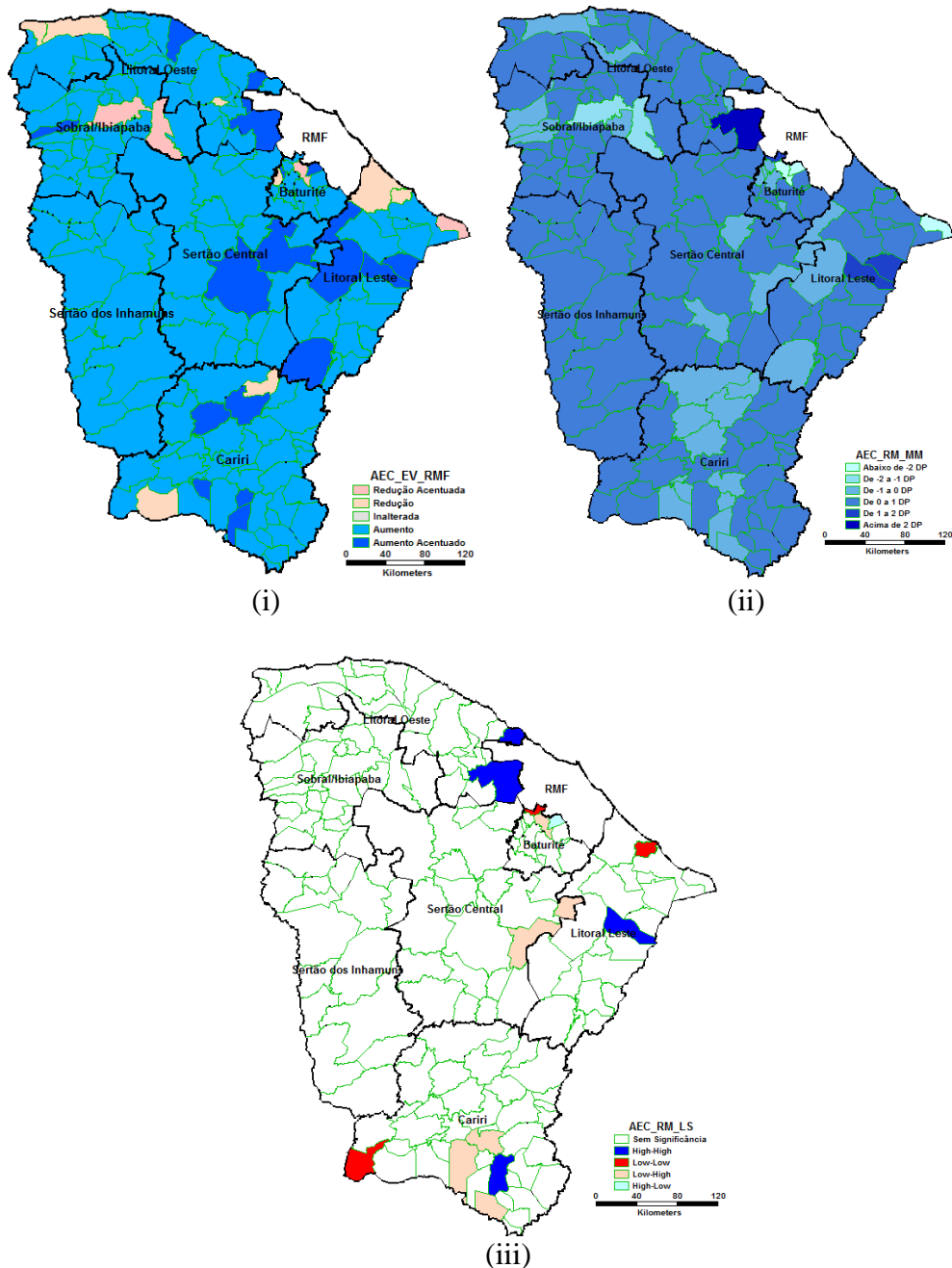
Fonte: Elaboração Própria

Pela tabela 13 acima, observa-se que houve crescimento da capacidade econômica dos municípios cearenses em relação à RMF em torno de 4% em média, patamar um pouco acima da mediana. Com base nessa última informação, espera-se que a forma da distribuição da variável seja simétrica, o que pode ser verificado pelo histograma acima.

Analisando os resultados por municípios, apenas onze deles (7% do total) sofreram redução em seus sistemas de atividades em relação à RMF. Essa redução, porém, se deu de forma mais intensa do que o aumento ocorrido na grande maioria, de modo que o desvio padrão foi afetado, situando-se em nível superior ao da media, o que indica grande variabilidade desse crescimento entre municípios.

Nesse ponto, é importante fazer uma observação. Em 2004, havia cidades com baixa e outras com alta capacidade econômica. As pertencentes ao primeiro grupo (menos estruturadas) revelaram aumentos em sua capacidade econômica em relação à RMF em quase sua totalidade; as do segundo grupo, por outro lado, apresentaram redução. Logo, houve homogeneização no nível de atividade econômica dos municípios: os mais desenvolvidos perderam força, enquanto os menos estruturados passaram a ter maior vigor em seu sistema econômico.

Mapa 7 – Evolução nível de atividade econômica per capita em relação à RMF – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA



Fonte: Elaboração Própria

Pelo mapa temático 7 (i), fica evidente o processo de interiorização que o Estado sofreu nos últimos anos, na medida em que quase todos os municípios passaram a deter maior capacidade econômica em relação à RMF. Destaca-se uma maior intensidade nos municípios em torno da RMF, bem como alguns pertencentes ao Sertão Central, Litoral Leste e Cariri. De acordo com o mapa de média móvel 7 (ii), porém, há uma tendência de que quanto mais próximo da RMF maior a evolução da capacidade econômica dos municípios, ainda existindo uma tendência mais fraca no Litoral Leste.

Pelo mapa LISA 7 (iii), verificam-se as tendências de maior intensidade na região em torno da RMF. Apesar de haver um grupo de municípios na região de Baturité em que houve redução da capacidade econômica, os municípios próximos à RMF são predominantemente mais intensos, como pode ser verificado pelo mapa temático e de média móvel. Além dessa região, detectou-se significância na intensidade dos aumentos ocorridos no Cariri, exceto por municípios próximos a Araripe onde ocorreu redução.

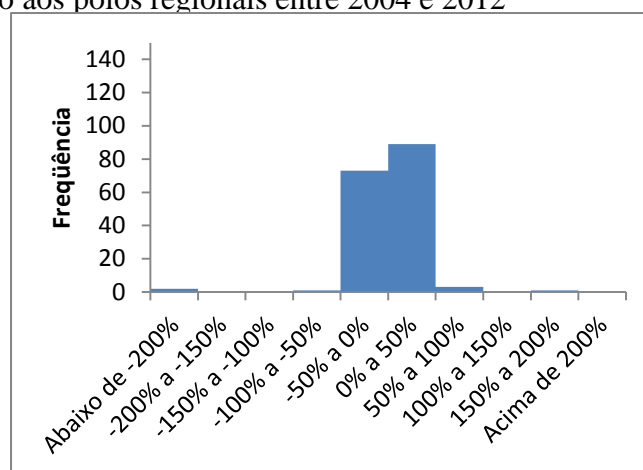
Por fim, cabe ainda destacar o caso do Litoral Leste, no qual também se observam dois comportamentos distintos. Ao norte, houve redução da capacidade econômica, enquanto ao sul houve aumento. Essa movimentação em sentidos opostos evidencia as diferenças existentes entre esses dois grupos de municípios: enquanto, ao sul, encontram-se localidades com sistemas de atividades econômicas menos desenvolvidos; ao norte, ocorre o oposto. Dessa forma, de acordo com a tendência de homogeneização comentada anteriormente, é de se esperar que haja uma convergência entre aqueles com maior e menor patamar.

Em resumo, constatou-se que houve aumentos significantes no entorno da RMF, no Cariri e no sul do Litoral Leste, enquanto houve reduções no norte do Litoral Leste.

Isso posto prossegue-se com as análises da capacidade econômica dos municípios em relação aos polos regionais.

Tabela 14 e Gráfico 19 – Medidas tabulares e histograma da evolução da capacidade econômica dos municípios cearenses em relação aos polos regionais entre 2004 e 2012

Medida	Evolução da capacidade econômica em relação ao polo regional
Média	-1%
Mediana	1%
Desvio Padrão	33%
Máximo	193,67%
Mínimo	-247%
Coef. Variação	-2897%



Fonte: Elaboração Própria

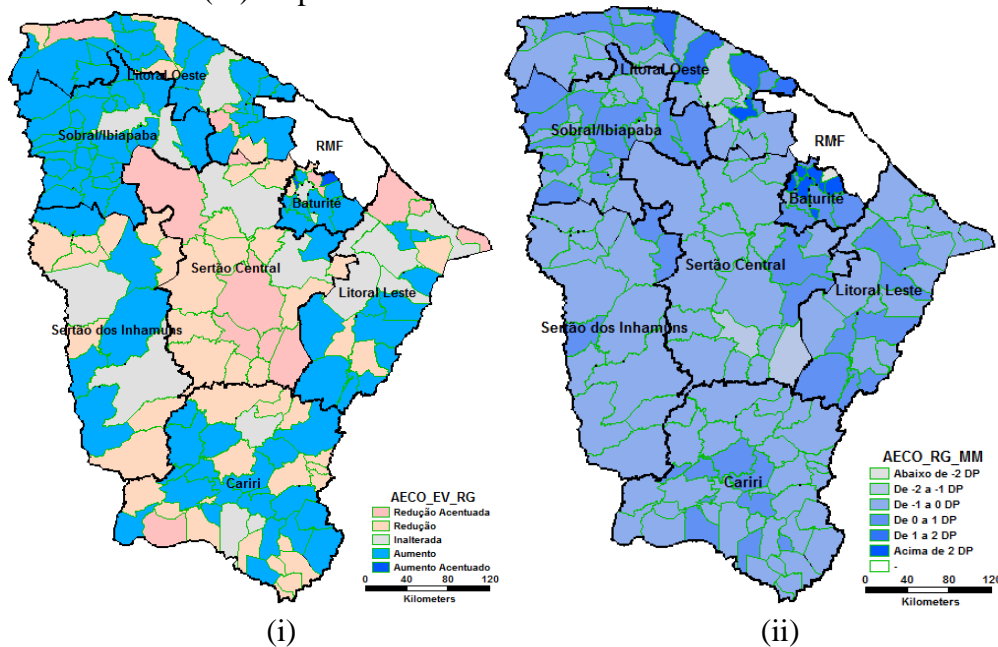
Pela tabela 14 acima, verifica-se que houve redução na média da evolução da capacidade econômica dos municípios de -1%. Por outro lado, a mediana apresenta um valor positivo de 1%. Esses movimentos opostos nas medidas de tendência central podem ser explicados pelo fato de que, excluindo-se os municípios considerados polos regionais, a maioria do Estado (60% das cidades) apresentou aumento de sua capacidade econômica em

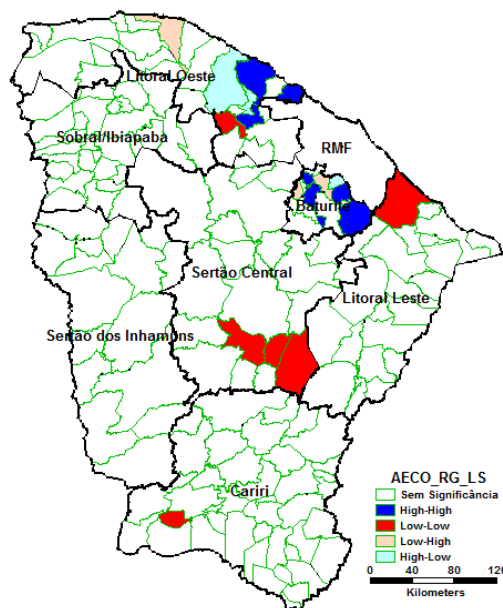
relação ao polo regional, sendo que essa majoração foi menos intensa do que a redução nos demais: a média daqueles que aumentaram sua capacidade econômica foi de 10%, enquanto que, no restante, observou-se redução de -18%.

Com relação à dispersão, o alto valor do coeficiente de variação aponta para o fato de que as alterações da capacidade econômica ocorreram de forma heterogênea entre os municípios: alguns deles sofreram modificações de forma mais intensa do que os demais. Esse fato, aliado a patamares semelhantes das medidas de tendência central, apontam para uma forma de distribuição simétrica, mas com grande dispersão.

Isso posto, passa-se à análise espacial dessa variável.

Mapa 8 – Evolução nível de atividade econômica per capita regional – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA





(iii)

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com o mapa temático 8 (i) acima, vê-se que algumas regiões chamam atenção pelo aumento da capacidade econômica de seus municípios (como Sobral/Ibiapaba), enquanto, em outras, são perceptíveis reduções em quase todas as cidades (como é o caso do Sertão Central). Nas demais regiões, não se verificam padrões bem definidos, sendo importante comentar que a tendência observada na região do Litoral Leste na variável anteriormente analisada (capacidade econômica em relação à RMF) também pode ser verificada para esta mensuração: cidades ao norte da região diminuíram capacidade, ao passo que as do sul aumentaram.

Já no mapa de média móvel 8 (ii), pode ser observada uma maior intensidade no crescimento da capacidade econômica em torno da RMF. Nele também fica evidente uma tendência de baixa intensidade na região do Sertão Central. Essas tendências possuem significância estatística quando da análise do mapa LISA 8 (iii), de modo que, enquanto os municípios situados em torno da RMF aumentaram sua capacidade econômica, aqueles situados ao norte do Litoral Leste, Sertão Central e Cariri tiveram reduções.

Há algumas razões que podem ajudar a explicar esses resultados. As regiões ao sul e a oeste da RMF têm grande proporção de investimentos públicos e privados. É o caso dos municípios de Pecém e Maracanaú. Logo, pode haver influência dessas regiões no aumento das capacidades econômicas de seus vizinhos localizados fora da RMF. Corroborar essa assertiva o fato de que, no Litoral Oeste, há forte peso do consumo de energia industrial e, em Baturité, comercial (atividade que decorre da atividade industrial).

Já cidades polo do Cariri (Iguatu, Crato e Juazeiro do Norte) tiveram intenso crescimento industrial e comercial no período, indicando um aumento de seu poder polarizador na região. Por outro lado, no Sertão Central, aponta-se para o crescimento acima da média do polo devido a volumosos investimentos governamentais.

5.1.4 Síntese dos resultados acerca da evolução socioeconômica

Pelo descrito nos itens acima, percebe-se que o Estado do Ceará passou por um período de intensa transformação, tanto no que diz respeito ao nível de renda de seus habitantes como na capacidade de oferta de serviços e funções relacionados ao comércio, indústria e Poder Público dos municípios.

Com relação ao primeiro atributo, em todos os municípios foi observado aumento de renda real, que evoluiu de forma mais intensa na região em torno da RMF, no oeste do Sertão dos Inhamuns, no Litoral Oeste (longe da RMF), ao norte do Litoral Leste e ao norte da região do Cariri. Apesar disso, no Litoral Oeste, sul do Leste, Cariri, Sertão dos Inhamuns e Central, também podem ser observados aumentos, que ocorreram de forma mais lenta.

O referido aumento generalizado do nível de renda foi canalizado em parte para aquisição de automóveis (carros e motos), fato que possui forte relação com o aumento de viagens por meio de transporte particular em detrimento do público. Esse fator contribui para a rejeição da hipótese nula de que não há relação entre renda e viagens por transporte particular, havendo evidências para o que foi enunciado na primeira hipótese elaborada no capítulo 2.

Já com relação à análise da capacidade econômica dos municípios em relação à RMF, a grande maioria apresentou aumentos, o que denota redução da capacidade de polarização da capital. De modo significativo, houve redução do poder polarizador no entorno da RMF, no Cariri e no sul do Litoral Leste; ao passo que ocorreu acréscimo no norte do Litoral Leste.

No que diz respeito à capacidade econômica dos polos regionais, houve discrepâncias na evolução dos municípios: enquanto 60% deles passaram por aumentos, os demais sofreram reduções. Com resultados estatisticamente significantes, aponta-se para redução do poder polarizador em torno da RMF, enquanto que, no norte do Litoral Leste, Sertão Central e Cariri ocorreram aumentos.

Essas informações foram sintetizadas na tabela 15 a seguir:

Tabela 15 – Síntese da evolução socioeconômica por região do Estado do Ceará

Região	Evolução do Nível de renda	P. Polarizador regional	P. Polarizador RMF
Entorno da RMF	↑	↓	↓
L. Oeste longe RMF	↑	S.S.	S.S.
Sobral	↑	S.S.	S.S.
Sertão dos Inhamuns	↑	S.S.	S.S.
Sertão Central	↑	↑	S.S.
L. Leste - Norte	↑	↑	↑
L. Leste - Sul	↑	S.S.	↓
Cariri	↑	↑	↓

S.S.: Sem Significância

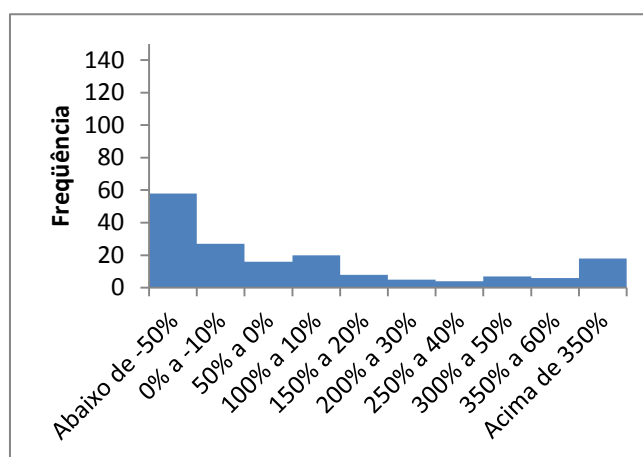
Fonte: Elaboração Própria

5.2 Análise da evolução das viagens regionais e radiais

A partir da análise da evolução da socioeconomia, parte-se para a averiguação da demanda do sistema de transportes, iniciando-se com a apresentação das medidas para realização da análise tabular de viagens radiais.

Tabela 16 e Gráfico 20 – Medidas tabulares e histograma da evolução de viagens radiais dos municípios cearenses entre 2004 e 2012

Medida	Evolução das viagens radiais per capita
Média	111%
Mediana	0%
Desvio Padrão	442%
Máximo	5039,09%
Mínimo	-100%
Coef. Variação	399%



Fonte: Elaboração Própria

A média da variável expressa um aumento na quantidade de viagens radiais, enquanto a mediana apresenta inalterado o volume de passageiros desse serviço. Como cerca de metade dos municípios apresentou aumentos enquanto a outra metade, reduções, o observado na mediana já era esperado. No entanto, o que explica o alto valor da média é o intenso crescimento do grupo em que houve incrementos.

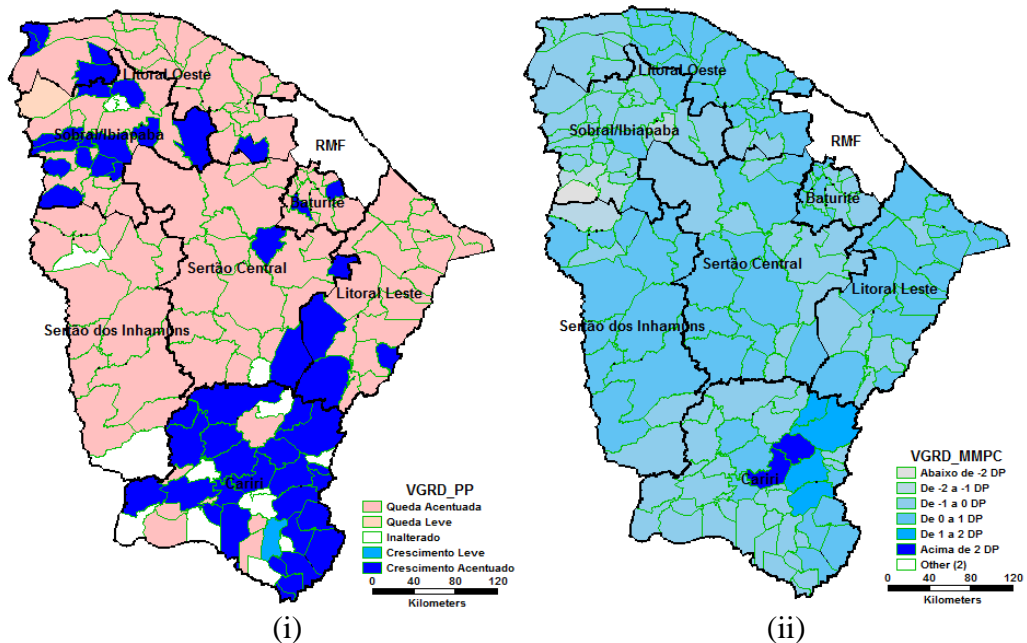
Nesse sentido, é importante destacar que se trata de um conjunto de dados com altos desvios em torno da média, fato que, aliado com as discrepâncias entre as medidas de

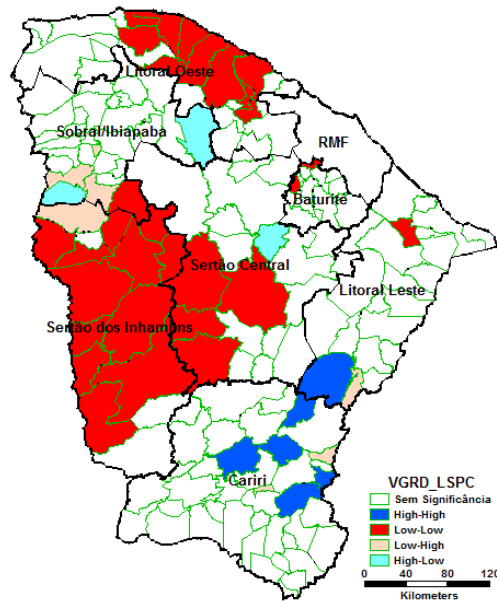
tendência central, corroboram para o histograma acima, em que se verifica uma grande dispersão e assimetria à direita.

É importante levar em conta, porém, os locais onde houve crescimento e redução, pois esse perfil pode indicar que há influência do espaço no processo de formação dos dados. Nesse sentido, foi realizado teste de hipóteses quanto ao índice global de Moran, pelo qual há evidências para rejeitar a hipótese nula de que o processo ocorreu aleatoriamente no espaço.

Pelo mapa temático 9 (i) abaixo, essa característica fica clara: enquanto se percebem aumentos na região do Cariri e sul do Litoral Leste, houve reduções na região dos Inhamuns, Sertão Central e no entorno da RMF.

Mapa 9 – Evolução das viagens radiais – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA





(iii)

Fonte: Elaboração Própria

Segundo o mapa de média móvel 9 (ii), registra-se uma tendência de maior intensidade de aumentos em viagens radiais na região do Cariri, fato que tem significância estatística, de acordo com o mapa LISA 9 (iii). Em contraponto a essa alta intensidade, também foram detectados aglomerados com menor intensidade e estatisticamente significantes no Litoral Oeste, em torno da RMF, norte do Litoral Leste, Sertão dos Inhamuns e Central.

O ocorrido no entorno da RMF pode ser explicado pelas hipóteses elaboradas anteriormente, pois nelas houve (1) aumento da do nível de renda da população, que gerou um incremento na aquisição de veículos, o que teria reduzido a quantidade de viagens realizadas por transporte público e (2) aumento da capacidade econômica dos municípios em relação à RMF, o que denota redução no poder polarizador da capital, impactando na redução de viagens.

No Sertão dos Inhamuns e Central, há apenas aplicabilidade da hipótese relacionada ao aumento do rendimento médio dos habitantes, enquanto que, no norte do Litoral Leste, presume-se que o efeito da substituição do transporte público pelo particular tenha sido maior do que o incremento na atratividade exercida pela RMF. É importante frisar que esta é uma das regiões com maior atividade comercial, industrial e do Poder Público *per capita* do Estado, ou seja, trata-se de local em que o sistema de atividades é mais desenvolvido, o que poderia explicar o baixo impacto do poder polarizador nos deslocamentos dos habitantes desse grupo de municípios.

Por fim, na macrorregião do Cariri e sul do Litoral Leste houve aumento nas viagens radiais, não obstante o acréscimo do rendimento médio dos habitantes e a redução no poder de polarização. Nesse sentido, é importante trazer à baila duas peculiaridades importantes para a análise. A primeira delas refere-se à distância em que essas regiões se encontram da RMF, o que redundava em viagens entre as mais longas realizadas no Estado, fato que por si só desestimularia a utilização de veículos particulares. Soma-se a isso o nível de serviço realizado pela empresa que atualmente opera na região, ofertando ônibus do tipo executivo e leito, ao contrário do que ocorre nas demais regiões do Ceará.

Por esses motivos, conjectura-se que o incremento na qualidade do serviço ofertado à população e a longa distância em relação à Fortaleza impactam em maiores incentivos à utilização do transporte público, ao contrário do que acontece com cidades pertencentes ao Sertão dos Inhamuns, por exemplo, que são tão longínquas quanto, mas que não possuem nível de serviço ofertado tão alto.

Sendo assim, a seguir apresenta-se a tabela 17, que resume as análises acima e correspondentes conclusões:

Tabela 17 – Síntese da análise exploratória em relação às hipóteses formuladas sobre evolução de viagens radiais por transporte público

Região	Evolução do Nível de renda	P. Polarizador RMF	Evolução das Viagens Radiais	Conclusão: há indícios de ocorrência das duas hipóteses elaboradas?
Entorno da RMF	↑	↓	↓	Sim.
Sertão dos Inhamuns	↑	S.S.	↓	Não. Apenas se observa a ocorrência de uma das hipóteses elaboradas.
Sertão Central	↑	S.S.	↓	Não. Apenas se observa a ocorrência de uma das hipóteses elaboradas.
L. Leste - Norte	↑	↑	↓	Não. Conjectura-se que o efeito de uma das hipóteses seja maior do que da outra.
L. Leste - Sul	↑	↓	↑	Não. Conjectura-se que o nível de serviço ofertado na região possa ter influenciado o aumento no volume de viagens radiais.
Cariri	↑	↓	↑	

S.S.: Sem Significância

Fonte: Elaboração Própria

Isso posto e de acordo com o método apresentado no capítulo anterior, cabe levantar os indicadores de correlação entre viagens radiais e as duas variáveis explicativas (evolução do nível de renda e evolução do poder polarizador da RMF entre 2004 e 2012).

A tabela 18 abaixo expõe os resultados das correlações tabular e espacial global entre esses atributos:

Tabela 18 – Correlação tabular e espacial global entre evolução de viagens radiais e as variáveis explicativas

		Evolução do Nível de renda	P. Polarizador RMF
Correlação tabular	VGRD	0,028	0,001
	P-Valor	0,718	0,987
Correlação Espacial	VGRD	0,026	-0,004
	P-Valor	0,230	0,425

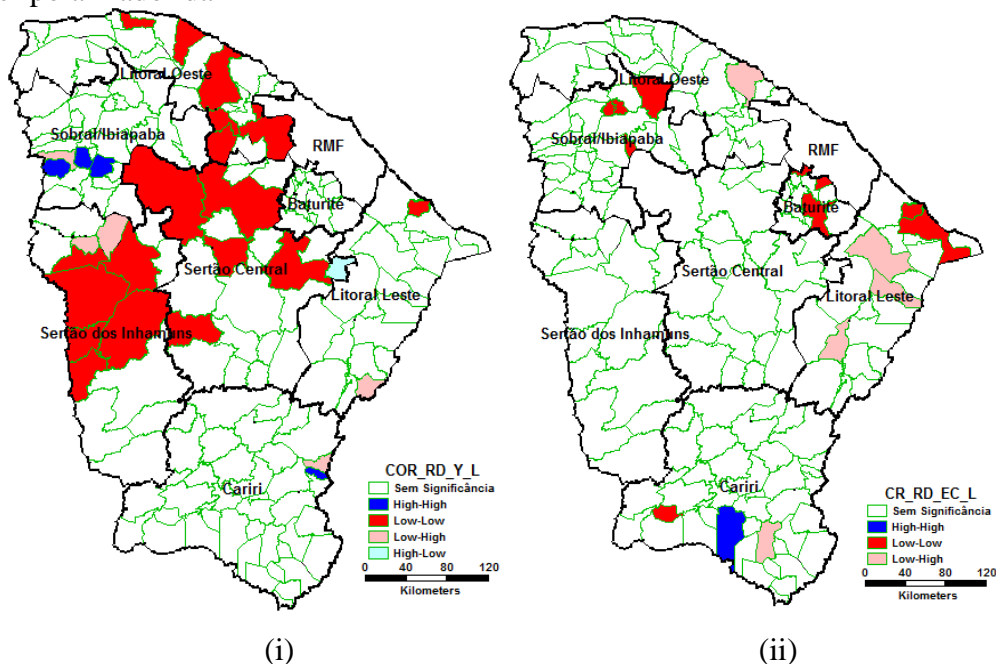
Fonte: Elaboração Própria

Observe-se que o valor dos indicadores é baixo e sem significância estatística ao nível de 5%. Isso significa que a hipótese de não existir correlação entre as variáveis não pode ser descartada.

Porém, esses resultados já eram esperados, haja vista que a análise local da evolução da demanda por transportes evidenciou a existência de comportamento com intensidades diferentes a depender da região analisada: enquanto ao sul do Estado, houve aumento da quantidade de viagens, na região central e no Litoral oeste, observou-se o oposto. Dessa forma, não se supunha que um único indicador fosse capaz de expressar a complexidade das relações espaciais entre os fenômenos sob estudo.

Havendo a necessidade de aprofundar a análise para o nível local, abaixo são apresentados os mapas Lisa 10 (i e ii), elaborados a partir do levantamento dos índices de Moran bivariados:

Mapa 10 – Lisa Map bivariado entre a evolução das viagens radiais e (i) evolução da renda e (ii) poder polarizador da RMF



Fonte: Elaboração Própria

As áreas em vermelho no mapa 10 (i) indicam que nessas regiões houve redução do número de viagens, ocorrendo quedas na renda real da população dos municípios vizinhos. Ou seja, tem-se unidades geográficas em que houve redução na quantidade de viagens, rodeadas por outras em que ocorreu queda na renda real dos habitantes. Essas regiões formaram aglomerados que, ao nível de 5%, são estatisticamente significantes, indicando que a hipótese de que a localização geográfica não interfere no processo pode ser rejeitada.

De modo análogo ao que ocorreu no Litoral Oeste, Leste, Sertão Central e dos Inhamuns (localidades onde houve queda na quantidade de viagens, havendo reduções na renda real dos habitantes dos municípios vizinhos), as regiões em azul representam aquelas em que houve aumento de viagens, tendo seus vizinhos aumentado a renda real de seus habitantes, o que pode ser observado na região de Sobral.

Essas mesmas análises podem ser estendidas para as o mapa 10 (ii), pelo qual se observa que na região de Sobral, Baturité e Litoral Leste houve redução de viagens, enquanto nas cidades vizinhas ocorreu queda na capacidade econômica em relação à RMF. Por outro lado, no Cariri houve aumento da quantidade de viagens com aumento na capacidade econômica das cidades vizinhas.

Isso posto, na tabela 19 a seguir apresenta-se uma síntese das observações realizadas das análises locais individuais das variáveis, do indicador de Moran bivariado e das conclusões em relação às hipóteses formuladas:

Tabela 19 – Resultados da análise exploratória das variáveis individuais, da correlação espacial local e em relação às hipóteses formuladas

Região	Análise das variáveis individuais			Análise da correlação espacial local		Análise em relação às hipóteses
	Ev. renda	Ev. P. Polarizador RMF	Ev. das Viagens Radiais	Correlação local – Ev. Renda	Correlação local – P. Polarizador RMF	As duas hipóteses foram verificadas?
Entorno da RMF	↑	↓	↓	- (Negativa)	- (Negativa)	Sim.
Sertão dos Inhamuns	↑	S.S.	↓	- (Negativa)	S.S.	Não. Apenas se observa a ocorrência de uma das hipóteses elaboradas.
Sertão Central	↑	S.S.	↓	- (Negativa)	S.S.	
L. Leste - Norte	↑	↑	↓	- (Negativa)	- (Negativa)	Sim.
L. Leste - Sul	↑	↓	↑	S.S.	S.S.	Não. Conjectura-se que o nível de serviço ofertado na região possa ter influenciado o aumento no volume de viagens radiais.
Cariri	↑	↓	↑	S.S.	+ (Positiva)	

S.S.: Sem Significância

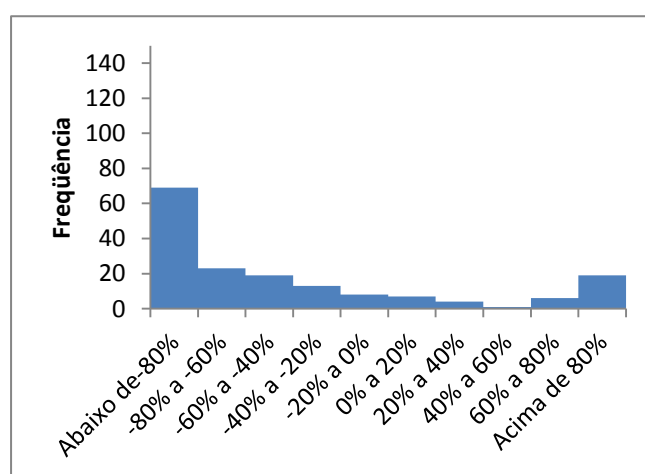
Fonte: Elaboração Própria

Isso posto, verifica-se que as hipóteses elaboradas ocorreram no entorno da RMF e no norte do Litoral Leste, enquanto que em duas localidades (Sertão dos Inhamuns e Central) apenas uma delas foi observada. Já no sul do Litoral Leste e Cariri nenhuma delas está presente, haja vista que nessas regiões houve mudanças na qualidade de prestação do serviço que podem ter se sobreposto aos aspectos socioeconômicos.

Realizada a análise de viagens radiais, resta aplicar o método proposto às viagens regionais, iniciando-se por sua análise tabular.

Tabela 20 e Gráfico 21 – Medidas tabulares e histograma da evolução de viagens regionais dos municípios cearenses entre 2004 e 2012

Medida	Evolução das viagens regionais per capita
Média	-5%
Mediana	-70%
Desvio Padrão	241%
Máximo	1898,25%
Mínimo	-100%
Coef. Variação	-5158%



Fonte: Elaboração Própria

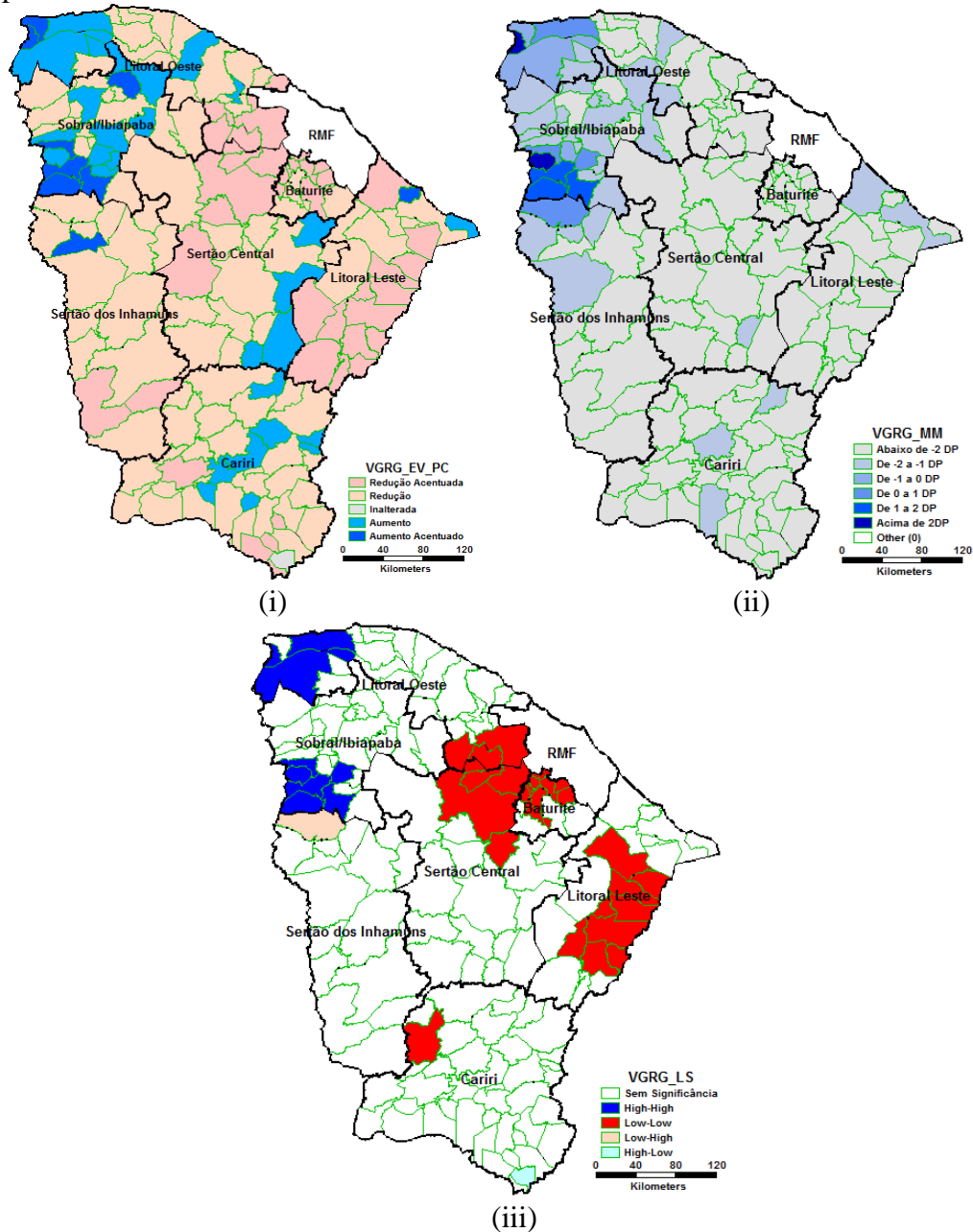
A média da evolução percentual das viagens regionais teve uma contração de -5%, enquanto sua mediana apresentou maior aprofundamento, -70%. Essa diferença indica a existência de uma assimetria a direita no histograma acima. Sendo assim, houve uma retração na quantidade de viagens realizadas nos municípios cearenses entre 2004 e 2012, apesar de em alguns deles (cerca de 20%) ter havido um aumento.

Pôde-se observar que esse último grupo é constituído por aqueles que possuíam o menor nível *per capita* em 2004. O crescimento ocorrido nessas localidades foi bastante superior à queda daquelas que possuíam maiores patamares.

Além disso, a evolução destacada acima se deu de modo heterogêneo, na medida em que o coeficiente de variação é alto. Isso indica que a tendência foi uma redução de viagens regionais *per capita* nas cidades cearenses, que ocorreu com diferentes intensidades.

Sendo assim, passe-se à análise espacial dessa variável.

Mapa 11 – Evolução das viagens regionais – (i) mapa temático, (ii) mapa médias móveis e (iii) mapa LISA



Fonte: Elaboração Própria

Como já fora comentado, pelo mapa 11 (i) temático pode ser observado que a grande maioria dos municípios sofreu redução na quantidade de viagens regionais realizadas, sobretudo no entorno da RMF, ao sul do Litoral Leste e na região dos Inhamuns. Em direção oposta, deve ser destacada a região Sobral/Ibiapaba e o Litoral Oeste (distante da RMF). A tendência de maior intensidade direcionada a essas duas localidades pode ser constatada pelo mapa de média móvel 11 (ii), enquanto nas demais localidades do território cearense há baixo nível de evolução de viagens.

Pelo mapa LISA 11 (iii), é possível verificar que houve crescimento significativo do número de viagens regionais na região de Sobral/Ibiapaba e Litoral Oeste distante da RMF. Já no entorno da RMF, Cariri e ao sul do Litoral Leste, houve redução significativa na quantidade de deslocamentos regionais.

Esses resultados podem ser explicados pelas hipóteses anteriormente levantadas. No entorno da RMF houve aumento do nível de renda da população e redução do poder polarizador regional. Com base nessas ocorrências, esperava-se que sua população adquirisse mais veículos particulares e tivesse maiores incentivos para satisfazer suas demandas em seu próprio território residencial, o que tende a reduzir as viagens regionais por transporte público.

No sul do Litoral Leste a hipótese de aumento de renda da população pode explicar a redução nas viagens regionais, na medida em que não se verificou uma tendência clara quanto ao poder de polarização regional.

Já na região do Cariri e Sertão Central, presume-se que o efeito da substituição do transporte público pelo particular tenha sido maior do que o incremento na atratividade exercida pelos respectivos polos regionais.

Com relação às áreas em que houve aumento de viagens regionais (Sobral/Ibiapaba e Litoral Oeste distante da RMF), devem ser destacadas algumas de suas características socioeconômicas observadas em 2004. Essas cidades formavam um conjunto com um dos menores patamares de renda do Estado, correspondente a cerca de 10% a menos que média cearense. Ademais, apresentava um alto patamar de desigualdade de renda, com índice de Gini em torno de 0,60, além de elevada proporção de habitantes considerados em extrema pobreza: cerca de 15% maior que o total do Estado.

Já em 2012, para essa mesma região onde se registrou majoração de viagens regionais, verificou-se uma melhora na distribuição de renda e um crescimento no nível de rendimento de seus habitantes acima da média observada no Estado.

A esses dados deve ser acrescentada a baixa capacidade econômica desse grupo em relação ao polo regional em 2012: enquanto os demais municípios cearenses possuíam um coeficiente médio em relação ao polo de cerca de 60%, nesse conjunto essa razão girava em torno de 17%.

Está-se diante, portanto, de um conjunto de municípios com peculiaridades socioeconômicas que os tornam dignos de que as análises dos seus resultados sejam realizadas de modo segregado. Afirma-se isso porque, como se trata de uma região pobre e desigual, conjectura-se que seus habitantes, que não tinham acesso ao sistema de transportes em 2004,

passaram a tê-lo com a melhora das condições de renda ocorrida até 2012. Aliando esse fator ao ainda expressivo poder polarizador regional existente, há incentivos para realização de viagens regionais.

Sendo assim, a seguir tabela 21 a seguir apresenta um resumo acerca das análises acima e correspondentes conclusões:

Tabela 21 – Síntese da análise exploratória em relação às hipóteses formuladas sobre evolução de viagens regionais por transporte público

Região	Evolução do Nível de renda	P. Polarizador regional	Evolução de viagens regionais	Conclusão: há indícios de ocorrência das duas hipóteses elaboradas?
Entorno da RMF	↑	↓	↓	Sim.
L. Oeste longe RMF	↑	S.S.	↑	Não. Conjectura-se que as condições socioeconômicas peculiares da região (baixo nível de renda e alta desigualdade) demandem análises segregadas das demais regiões.
Sobral	↑	S.S.	↑	
L. Leste - Sul	↑	S.S.	↓	Não. Apenas se observa a ocorrência de uma das hipóteses elaboradas.
Sertão Central	↑	↑	↓	Não. Conjectura-se que o efeito de uma das hipóteses seja maior do que da outra.
Cariri	↑	↑	↓	

S.S.: Sem Significância

Fonte: Elaboração Própria

Isso posto e de acordo com o método apresentado no capítulo anterior, cabe levantar os indicadores de correlação entre viagens regionais e as duas variáveis explicativas (evolução do nível de renda e evolução do poder polarizador dos polos regionais entre 2004 e 2012).

A tabela 22 abaixo expõe os resultados das correlações tabular e espacial global entre esses atributos:

Tabela 22 – Correlação tabular e espacial global entre evolução de viagens regionais e as variáveis explicativas

		Evolução do Nível de renda	P. Polarizador Polos Regionais
Correlação tabular	VGRG	0,102	-0,049
	<i>P-Valor</i>	<i>0,186</i>	<i>0,527</i>
Correlação Espacial	VGRG	0,051	-0,005
	<i>P-Valor</i>	<i>0,023</i>	<i>0,37</i>

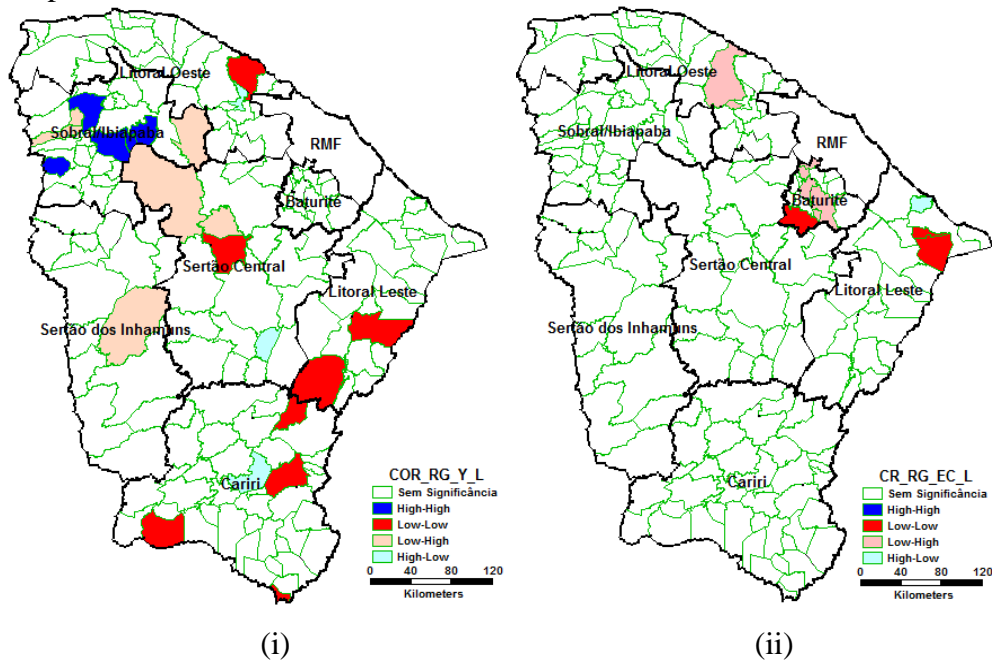
Fonte: Elaboração Própria

Observe-se que o valor dos indicadores é baixo e sem significância estatística ao nível de 5%. Isso significa que a hipótese de não existir correlação entre as variáveis não pode ser descartada.

Porém, esses resultados já eram esperados, haja vista que a análise local da evolução da demanda por transportes evidenciou a existência de comportamento com intensidades diferentes a depender da região analisada: enquanto a oeste do Estado houve aumento da quantidade de viagens, no entorno da RMF, ao sul do Litoral Leste e no Cariri observou-se o oposto. Dessa forma, não se supunha que um único indicador fosse capaz de expressar a complexidade das relações espaciais entre os fenômenos sob estudo.

Havendo a necessidade de aprofundar a análise para o nível local, abaixo são apresentados os mapas Lisa 12 (i e ii), elaborados a partir do levantamento dos índices de Moran bivariados:

Mapa 12 – Lisa Map bivariado entre a evolução das viagens regionais e (i) evolução da renda e (ii) poder polarizador da RMF



Fonte: Elaboração Própria

As áreas em vermelho no mapa 12 (i) indicam que nessas regiões houve redução do número de viagens, ocorrendo quedas na renda real da população dos municípios vizinhos. Ou seja, tem-se unidades geográficas em que houve redução na quantidade de viagens, rodeadas por outras em que ocorreu queda na renda real dos habitantes. Essas regiões formaram aglomerados que, ao nível de 5%, são estatisticamente significantes, indicando que a hipótese de que a localização geográfica não interfere no processo pode ser rejeitada.

De modo análogo ao que ocorreu no Sertão Central, sul do Litoral Leste e Cariri (localidades onde houve queda na quantidade de viagens, havendo reduções na renda real dos habitantes dos municípios vizinhos), as regiões em azul representam aquelas em que houve

aumento de viagens, tendo seus vizinhos aumentado a renda real de seus habitantes, o que pode ser observado na região de Sobral.

Essas mesmas análises podem ser estendidas para as o mapa 12 (ii), pelo qual se observa que na região de Baturité e Litoral Leste houve redução de viagens, enquanto nas cidades vizinhas ocorreu queda na capacidade econômica em relação à RMF.

Isso posto, na tabela 23 a seguir apresenta-se uma síntese das observações realizadas das análises locais individuais das variáveis, do indicador de Moran bivariado e das conclusões em relação às hipóteses formuladas:

Tabela 23 – Resultados da análise exploratória das variáveis individuais, da correlação espacial local e em relação às hipóteses formuladas

Região	Análise das variáveis individuais			Análise da correlação espacial local		Análise em relação às hipóteses
	Ev. renda	Ev. P. Polarizador Polos Regionais	Ev. das Viagens Regionais	Correlação local – Ev. Renda	Correlação local – P. Polarizador Polos Regionais	As duas hipóteses foram verificadas?
Entorno da RMF	↑	↓	↓	- (Negativa)	- (Negativa)	Sim
L. Oeste longe RMF	↑	S.S.	↑	S.S.	S.S.	-
Sobral	↑	S.S.	↑	+ (Positiva)	S.S.	Não. Nenhuma
L. Leste - Sul	↑	S.S.	↓	- (Negativa)	- (Negativa)	Não. Apenas uma
Sertão Central	↑	↑	↓	- (Negativa)	S.S.	Não. Apenas uma
Cariri	↑	↑	↓	- (Negativa)	S.S.	Não. Apenas uma

S.S.: Sem Significância

Fonte: Elaboração Própria

Isso posto, verifica-se que as hipóteses elaboradas ocorreram no entorno da RMF, enquanto que em três localidades (sul do Litoral Leste, Sertão Central e Cariri) apenas uma delas foi observada. Já em Sobral nenhuma delas está presente, haja vista que nessa região houve mudanças socioeconômicas profundas, havendo uma melhora na distribuição de renda e um crescimento no nível de rendimento de seus habitantes acima da média observada no Estado.

5.3 Conclusões

Este capítulo teve como objetivo apresentar os resultados concernentes à aplicação de ferramentas de análise exploratória, a fim de verificar a ocorrência de correlações entre os fenômenos socioeconômicos e de demanda de transportes, que têm por fundamento as hipóteses elaboradas quando da revisão da literatura sobre o fenômeno.

Foi verificado que o Estado do Ceará atravessou um período de intenso crescimento, que impactou positivamente no nível de renda de seus habitantes e na capacidade comercial, industrial e do Poder Público de seus municípios.

Pelo cálculo dos indicadores de elasticidade, fica claro que parcela da renda foi alocada na aquisição de veículos por parte da população, o que se supõe ter reflexos negativos na quantidade de viagens realizadas no transporte público.

Por outro lado, restou evidente que houve predominância de aumento da capacidade econômica dos municípios em relação à RMF (o que torna o seu poder polarizador reduzido), havendo desestímulos à realização de viagens radiais. Já com relação à capacidade econômica em relação aos polos regionais, observa-se que em algumas regiões houve aumento, enquanto em outras, redução.

Comparando-se esses resultados com os verificados no sistema de transportes, há mais indícios empíricos que direcionam à rejeição da hipótese de que não há relação entre evolução socioeconômica e demanda por viagens no transporte público, sobretudo em torno da RMF, Sertão Central e Litoral Leste.

Da mesma forma em que se lançou luz sobre a dinâmica entre o sistema de atividades e de transportes tendo como plano de fundo as hipóteses elaboradas conceitualmente, pôde-se observar que algumas regiões têm perfil socioeconômico peculiar, daí originando-se a necessidade de que o analista as trate de modo diferenciado das demais. Além disso, em algumas localidades, caso se objetive compreender a dinâmica da demanda de transportes de forma abrangente, é importante que sejam levadas em consideração as diferenças no nível de serviço ofertado.

Isso posto, a meta deste capítulo foi cumprida, na medida em que uma análise exploratória das relações entre socioeconomia e demanda por transportes foi realizada, melhorando a compreensão dos fenômenos envolvidos e permitindo um maior aprofundamento acerca das hipóteses formuladas.

6 CONCLUSÕES

Esta dissertação possuía três objetivos, quais sejam:

- 1) Propor um método para analisar espacialmente a relação entre evolução socioeconômica e a demanda por viagens intermunicipais dos municípios cearenses;
- 2) Consolidar uma base de dados para modelar a geração e a distribuição das viagens intermunicipais dos municípios do Ceará;
- 3) Realizar análise exploratória da correlação entre a evolução da demanda do STIP-CE (viagens radiais e regionais) e socioeconomia.

Para que fossem cumpridos, foi necessário realizar uma revisão da literatura acerca das ferramentas de análise espacial, sendo detectadas três lacunas, que dizem respeito à análise prévia da dependência espacial, à realização de análise exploratória de todas as variáveis envolvidas e à averiguação da estacionariedade espacial do fenômeno para a escolha dos modelos de análise confirmatória. A partir disso, foi proposto um método geral para análise exploratória de dados, o qual foi devidamente especificado para o caso da averiguação das transformações na demanda por transporte público intermunicipal advindas de alterações no perfil socioeconômico do Ceará.

Para um maior aprofundamento desse fenômeno, uma revisão da literatura foi realizada a fim de identificar os elementos concernentes a um sistema de transportes e como eles interagem entre si. Dois pontos foram derivados desse esforço: 1) montagem de uma base de dados georreferenciada; 2) duas hipóteses foram propostas, cujo plano de fundo era a existência de uma relação entre aspectos socioeconômicos e demanda por transporte público.

Nesse contexto, foi necessário realizar um histórico do Sistema de Transporte Intermunicipal do Ceará (STIP-CE), apresentando suas principais modificações na década de 2000, destacando-se o fato de que o número de viagens radiais e regionais sofreram reduções. Enquanto isso, os aspectos socioeconômicos do Estado evoluíram, de modo que houve aumento de renda dos habitantes e redução nas diferenças de capacidade econômica entre os municípios polarizados e polos.

Em seguida o método proposto foi aplicado ao estudo de caso. Os resultados da aplicação das ferramentas de análise exploratória apontam para a ocorrência, em algumas regiões do Estado, de aumento da renda real dos habitantes (parcialmente aplicada na aquisição de veículos particulares) e de redução do poder polarizador da RMF e dos municípios polo regionais. Por outro lado, em certas localidades houve significativa redução na demanda por viagens, o que trouxe mais evidências para a rejeição da hipótese de que não

há relação entre aspectos socioeconômicos e demanda de transportes. Além disso, nas regiões onde não se observou a dinâmica indicada pela literatura, conjecturaram-se possíveis explicações para o fato, de modo que houve contribuição para uma melhor compreensão dos fenômenos.

Sendo assim, cumpriram-se todos os objetivos inicialmente planejados, destacando-se para o preenchimento de lacunas, de acordo com o apresentado abaixo.

- (i) Metodologicamente, a sequência de ferramentas e análises proposta tem como objetivo evitar que suas futuras aplicações ocorram sem a devida observação às suas premissas e peculiaridades.
- (ii) O banco de dados georreferenciado complementa o existente até então, adicionando variáveis socioeconômicas e atualizando-o temporalmente (aspecto fundamental no planejamento de sistemas de transportes).
- (iii) Acerca do fenômeno, na realização de análise exploratória, de acordo com Fotheringham *et al.* (2002, pg. 7, tradução nossa), o estudioso deve dar “ênfase em **desenvolver hipóteses**, em oposição aos mais tradicionais tipos confirmatórios de análise em que os dados são usados para testar as hipóteses” (grifo nosso). Ou seja, trata-se de análises em que se busca aprofundar as hipóteses elaboradas e “identificar exceções”. Os resultados das análises realizadas acerca do STIP-CE neste estudo vão ao encontro dessa meta, na medida em que estas duas tarefas foram realizadas (vide as regiões onde há correlação entre socioeconomia e volume de viagens, bem como Sobra/Ibiapaba, Litoral Oeste e Cariri, que devem ser analisadas levando-se em conta suas peculiaridades). Ademais, como o estado de conhecimentos acadêmicos acerca do fenômeno da demanda por viagens intermunicipais se encontrava ainda no ano de 2004, o foco nas profundas alterações sociais e econômicas do Ceará ocorridas na década de 2000 foi fundamental para uma melhor compreensão do comportamento dos indivíduos e seus reflexos sobre a procura por viagens.

Resta clara, dessa forma, a contribuição deste trabalho nos diversos ramos do conhecimento ligados ao estudo de sistemas de transportes. Apesar disso, algumas observações devem ser feitas a título de recomendações para o seu futuro aprofundamento.

Inicialmente, o esforço na proposição do método focou na análise espacial em áreas, havendo peculiaridades em outros tipos de dados que devem ser incorporadas no método. Além disso, podem ser embutidos aspectos que digam respeito ao Problema da Área Modificável, complementando a proposta inicial nos casos em que não há limitações geográficas pré-determinadas das unidades de área.

Acerca da proximidade dessas unidades, a concepção utilizada neste estudo é a de influência espacial por proximidade geográfica das localidades. Sabe-se, porém, que a relação entre duas regiões pode ocorrer em nível mais elaborado, tendo sido destacado por Sullivan e Unwin (2010) casos em que as matrizes de proximidades foram complementadas com outros dados (como o volume de ligações telefônicas entre as localidades estudadas).

Com relação à qualidade dos dados utilizados nesta pesquisa devem ser feitas algumas considerações. Primeiramente, os dados mais confiáveis que dizem respeito à demanda do serviço complementar são oriundos dos quadros de horários e volumes médios de passageiros indicados pelo órgão gestor (DETRAN/CE). Fonte semelhante fora utilizada em 2004 por ASTEF (2005), o que indica pouco avanço do Poder Público no decorrer da década de 2000 na busca por maior acurácia dessas informações, que são fundamentais para a adequada manutenção e contínuo planejamento do sistema. Além disso, apesar dos esforços realizados pelo Governo do Estado em organizar o sistema mediante processo licitatório e das fiscalizações realizadas pelo órgão gestor, ainda existem indícios de operação de transporte clandestino, sobretudo na macrorregião Litoral Leste. Sendo assim, é importante que haja maior eficácia na coleta e tratamento de dados do STIP-CE, sobretudo no que diz respeito ao serviço complementar.

Quanto ao método proposto, é importante destacar que teve como foco as ferramentas de análise exploratória, restando ainda um aprofundamento quanto às aquelas relacionadas à análise confirmatória. Isso deverá ter impactos também na complementação das análises dos fenômenos estudados (evolução da demanda por viagens radiais e regionais). Nesse sentido, é importante comentar que os resultados obtidos dos LISA maps evidenciam a existência de autocorrelação espacial local. Logo, os esforços para futuras calibrações de modelos confirmatórios deverão ser direcionados a modelos locais em áreas, tais como a Regressão Geograficamente Ponderada (Fotheringham, 2009).

Nesse sentido, para um mais completo entendimento do fenômeno, outros aspectos devem ser incorporados nas análises, como é o caso da peculiaridade socioeconômica de regiões mais pobres e desiguais do Estado e dos fatores de oferta relacionados à qualidade do serviço prestado ao usuário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSELIN, L. **An Introduction to Spatial Autocorrelation Analysis with GeoDa**. 2003. Disponível em: http://www.utdallas.edu/~briggs/poec6382/geoda_spauto.pdf. Acesso em: 16 abril de 2014.
- ANSELIN, L. Spatial Regression. In: FOTHERINGHAM, S., ROGERSON, P. (Ed.). **The SAGE Handbook of Spatial Analysis**. 1.ed. Londres: SAGE Publications, 2009. p. 255–276
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº 414/2010**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>. Acesso em: 07 jan.2013.
- ARCE – Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Ceará. **Nota Técnica CTR 001/2014** - Revisão Tarifária Ordinária do Serviço Regular Interurbano Complementar de Passageiros do Estado do Ceará. Fortaleza, Ce, 2014.
- _____. **Nota Técnica CTR 001/2013** - Revisão Tarifária do Sistema de Transporte Rodoviário Interurbano de Passageiros do Ceará. Fortaleza, Ce, 2013.
- ASTEFA - Associação Técnico-Científica Engenheiro Paulo de Frontin. **Plano Diretor Operacional do Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará – 2º Relatório Técnico**. Fortaleza, Ce, 2005.
- _____. (a) **Plano Diretor Operacional do Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará – 3º Relatório Técnico**. Fortaleza, Ce, 2006.
- _____. (b) **Plano Diretor Operacional do Transporte Intermunicipal de Passageiros do Ceará – 4º Relatório Técnico**. Fortaleza, Ce, 2006.
- BLAINEY, S. Trip end models of local rail demand in England and Wales. **Journal of Transport Geography**, v. 18, p. 153-165, 2010. Disponível em: <http://www.journals.elsevier.com/journal-of-transport-geography/>. Acesso em: 9 de abr. 2014.
- CASCETTA, E. **Transportation Systems Analysis: Models and Applications**. 2. ed. Nova Iorque: Editora Springer, 2009.
- CAMPOS, V. B. **Planejamento de Transportes - Conceitos e Modelos**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2013.
- CARVALHO, L. E. X.; SILVA, H. N.; LOUREIRO, C. F. G.; MENESES, H. B.. Regressão Linear Geograficamente Ponderada em Ambiente SIG. **Transportes**, Rio de Janeiro, v. XIV, p. 26-37, 2006.
- CLAASSEN, T. **Causal Discovery and Logic**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) - Radboud University Nijmegen. Holanda, 2012.
- CSILLAG, F.; BOOTS, B. A framework for statistical inferential decisions in spatial pattern analysis. **The Canadian Geographer**, v. 49, nº 2, p. 172-179, 2005.
- DEVORE, Jay L. **Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências**. 6. Ed. São Paulo, SP: Thomson, 2006.
- DUBIN, R. Spatial Weights. In: FOTHERINGHAM, S., ROGERSON, P. (ED.). **The SAGE Handbook of Spatial Analysis**. 1.ed. Londres: SAGE Publications, 2009. pp. 125–158
- FERREIRA, E.O. **Desenvolvimento de Sistema de Indicadores de Avaliação da Infra-Estrutura Rodoviária no Contexto do Desenvolvimento Regional**. 2006. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- FORTIN, M. J.; DALE, M. R. T. Spatial autocorrelation. In: FOTHERINGHAM, S., ROGERSON, P. (Ed.). **The SAGE Handbook of Spatial Analysis**. 1.ed. Londres: SAGE Publications, 2009. pp. 89-105
- FOTHERINGHAM, S.; Brunson, C.; Charlton, M. **Geographically Weighted Regression: The Analysis of**

Spatially Varying Relationships. 1. Ed. Londres, Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd, 2002.

FOTHERINGHAM, S.; ROGERSON, P. Introduction. In: FOTHERINGHAM, S., ROGERSON, P. (Ed.). **The SAGE Handbook of Spatial Analysis**. 1.ed. Londres: SAGE Publications, 2009. pp. 1–5

FOTHERINGHAM, S. Geographically Weighted Regression. In: FOTHERINGHAM, S., ROGERSON, P. (Ed.). **The SAGE Handbook of Spatial Analysis**. 1.ed. Londres: SAGE Publications, 2009. pp. 243–254.

FREITAS, R (2012). Rede de Cidades. Possibilidades de uma distribuição menos desigual da população e das atividades econômicas. In: 1ª CONFERÊNCIA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE PERNAMBUCO. **Palestras...** Disponível em: http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=51489fd5-7418-4808-b0ff-d3d6d1cd03d3&groupId=63635. Acesso em: 17 de set. 2014.

GIAMBIAGI, F; VILLELA, A; CASTRO, L.B; HERMANN, J. **Economia Brasileira Contemporânea: 1945-2010**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Campus, 2011.

GRUBESIC, T.H., MATISZIW, T.C. A spatial analysis of air transport access and the essential air service program in the United States. **Journal of Transport Geography**, v. 19, p. 93–105, 2011.

HAINING, R. The special nature of spatial data. In: FOTHERINGHAM, S., ROGERSON, P. (Ed.) **The SAGE Handbook of Spatial Analysis**. 1.ed. Londres: SAGE Publications, 2009. pp. 5-25

IBEAS, A; CORDERA, R; DELL'OLIO, L; COPPOLA, P; DOMINGUEZ, A. Modelling transport and real-estate values interactions in urban systems. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 370-382, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Geografia. **Regiões de Influência das Cidades 2007**. Rio de Janeiro, Rj, 2008.

_____ Coordenação de Geografia. **Divisão Urbano Regional 2013**. Rio de Janeiro, Rj, 2013.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Gastos das Famílias Brasileiras com Transporte Urbano Público e Privado no Brasil: Uma Análise da POF 2003 e 2009**. Texto para Discussão nº 1803. Rio de Janeiro, Rj, 2012.

_____ **Os Benefícios do Transporte Coletivo**. Boletim Regional, Urbano e Ambiental nº 5. Rio de Janeiro, Rj, 2011.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Industrialização e Emprego Formal no Ceará: uma análise a partir dos dados da RAIS/MTE – 1996/2006**. Fortaleza, Ce, 2010.

_____ **Informe nº 15: Análise da Evolução dos Indicadores Socioeconômicos das Macrorregiões de Planejamento do estado do Ceará: 2000 - 2010**. Fortaleza, CE, 2011.

_____ **Informe nº 29: Impactos Econômicos dos Principais Investimentos Públicos na Primeira Gestão do Governo Cid Gomes**. Fortaleza, CE, 2012.

_____ **Informe nº 50: Perspectivas da Economia Cearense para 2013**. Fortaleza, Ce, 2013.

_____ **Texto para Discussão nº 25. A Regionalização do Estado do Ceará: uma Proposta de Reformulação**. Fortaleza, Ce, 2006.

ITE - Institute of Transportation Engineers. **Transportation Planning Handbook**. 3. Ed. Washington, DC: ITE, 2009.

Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

- LI, T; Corcoran, J; Burke, M. Disaggregate GIS modelling to track spatial change: exploring a decade of commuting in South East Queensland, Australia. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 306-314, 2012.
- LOUREIRO, C. F. G; SILVA, H. N.; CARVALHO, L. E. X. Metodologia de Análise de Regressão Geograficamente Ponderada Aplicada ao Fenômeno das Viagens Intermunicipais. In: Confederação Nacional do Transporte; Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. (Org.). **Transporte em Transformação XI**. 1ed. Brasília, D.F.: LGE Editora Ltda., v. 1, p. 133-151, 2007.
- MANHEIM, M.L. Principles of Transport System Analysis. Highway Research Record, N° 180, 1979.
- MUNIZ, J. O. Um ensaio sobre as causas e características da migração. Belo Horizonte, p. 1-10, 2002. Disponível em: <www.ssc.wisc.edu/~jmuniz/ensaio_migracao.pdf>. Acesso em: 25.fev.2015.
- ORTUZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 4. ed. Nova Deli: Editora John Wiley & Sons Ltd, 2011.
- O'SULLIVAN, D.; UNWIN, D. J. **Geographic Information Analysis**. 2. Ed. Nova Jersey: John Wiley and Sons, 2010.
- PÁEZ, A. Mapping travelers' attitudes: does space matter? **Journal of Transport Geography**, v. 26, p. 117-125, 2013.
- QUEIROZ, M. P. **Análise Espacial dos Acidentes de Trânsito do Município de Fortaleza**. 2003. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.
- SEINF - Secretaria de Infra-Estrutura do Estado do Ceará. **Editais de Concorrência Pública nº 002/2009/DETRAN/CCC. Processo Administrativo nº 09113524-9**. Fortaleza, Ceará. 2009
- SELBY, B; KOCKELMAN, K. M. Spatial prediction of traffic levels in unmeasured locations: applications of universal kriging and geographically weighted regression. **Journal of Transport Geography**, v. 29, p. 24-32, 2013.
- SHPITSER, I. **Complete Identification Methods for Causal Inference**. 2008. Relatório Técnico (Doutorado em Ciências da Computação) – Department of Computer Science, University of California. Los Angeles, CA, 2008.
- SILVA, A. R. **Avaliação de Modelos de Regressão Espacial para Análise de Cenários do Transporte Rodoviário de Carga**. 2006. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- STAMPE, M. Z. **Três Ensaio Sobre Mudança Demográfica e seus Impactos nas Economias Brasileiras e Gaúcha**. 2013. Dissertação (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- TONG, T; YU, T-H.E; CHO, S-H.; JENSEN, K; UGARTE, D. Evaluating the spatial spillover effects of transportation infrastructure on agricultural output across the United States. **Journal of Transport Geography**, v. 30, p. 47-55, 2013.
- VASCONCELLOS, M. A. S. de; OLIVEIRA, R.G. **Manual de microeconomia**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- WISE, S.; R. HAINING e C. SIGNORETTA (1998). The Role of Visualization in the Exploratory Spatial Data Analysis of Area-based Data . **Anais...** In: 3ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE GEOCOMPUTAÇÃO – Universidade de Bristol, Reino Unido. Disponível em: <<http://www.geocomputation.org/1998/>> Acesso em: 01de ago. 2014.