



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA**

LORENA DE OLIVEIRA FONSECA

URBANIZAÇÃO E VARIAÇÃO CLIMÁTICA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

SALVADOR

2016

LORENA DE OLIVEIRA FONSECA

**URBANIZAÇÃO E VARIAÇÃO CLIMÁTICA NA REGIÃO NORDESTE DO
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Regional e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos.

SALVADOR

2016

Ficha catalográfica elaborada por Valdinea Veloso CRB 5/1092

F676 Fonseca, Lorena de Oliveira
Urbanização e variação climática na Região Nordeste do Brasil. /
Lorena de Oliveira Fonseca. – Salvador: 2016

101f.. il. tab.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação
em Economia, Faculdade de Economia, Universidade Federal da
Bahia, 2016

Orientador: Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos

1.Clima - Brasil 2. Urbanização 3.Região Nordeste. 4. Clima -
variação. I. Santos, Gervásio Ferreira dos III. Universidade Federal
da Bahia

CDD 333.70981



TERMO DE APROVAÇÃO

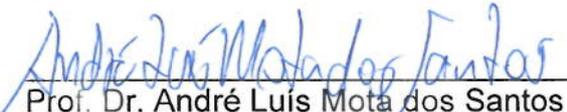
LORENA DE OLIVEIRA FONSECA

“URBANIZAÇÃO E VARIAÇÃO CLIMÁTICA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL”

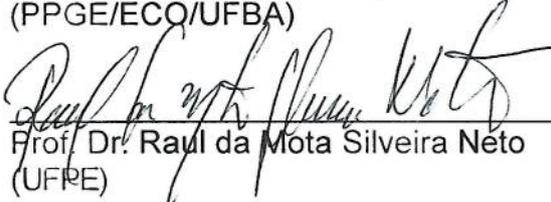
Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Economia no Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos
(Orientador - PPGE/ECO/UFBA)



Prof. Dr. André Luís Mota dos Santos
(PPGE/ECO/UFBA)



Prof. Dr. Raul da Mota Silveira Neto
(UFPE)

Aprovada em 05 de dezembro de 2016.

Para os meus Pais, para Vinícius.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de estudo que garantiu o apoio financeiro necessário para a minha formação e o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao professor Gervásio, por sua confiança em mim, na minha pesquisa e por sempre acreditar no melhor das pessoas.

Aos meus pais, pela paciência e por terem me ensinado o valor do conhecimento e do estudo desde o início. Ao meu irmão, pelas boas palavras quando eu desanimava. Aos meus sogros, Eugênio e Rita, pelo cuidado e incentivo. Enfim, à toda minha família, que sempre ofereceu o que tinha de melhor.

Ao Vinícius, meu amigo, namorado, noivo e marido nesses anos. Você é meu grande incentivador e minha admiração por você é imensurável.

Ao Vinícius Mendes, amigo desde sempre e que contribuiu diretamente para a pesquisa.

Ao José Ricardo Negrão, pela disponibilidade em tornar o trabalho possível operacionalmente.

Aos colegas do Grupo de Economia Aplicada pelos momentos compartilhados e pelos aprendizados. Especialmente a Diego, amigo de todas as horas.

Também agradeço aos amigos que vivenciaram, mesmo de longe mas presente todos os dias, essa etapa. Mel, Rê, Mari, Nina e Aninha obrigada pela amizade, palavras boas de sempre, pela lealdade e por tudo mais.

Aos professores Dr. André Mota e Dr. Raul da Mota Silveira Neto, membros da banca examinadora, por terem aceitado o convite. Agradecimento especial ao professor André, sempre atencioso com os alunos.

A todos os professores do PPGE, especialmente Cláudia Malbouisson pelos incentivos, e aos funcionários da Faculdade de Economia.

Agradeço a Deus, pela serenidade concedida para finalizar a pesquisa.

*”Conseguimos chegar às deduções e inferências”,
disse Lestrade, dando uma piscada para mim.
”Acho que é muito difícil lidar com fatos, Holmes,
sem nos perdermos atrás de teorias e fantasias.”*

Inspetor Lestrade para Sherlock Holmes

O Mistério do Vale Boscombe

*“Mais do que nunca, sinto que a raça humana é somente uma. Há diferenças de cores,
línguas, culturas e oportunidades, mas os sentimentos e reações das pessoas são semelhantes”*

Sebastião Salgado

RESUMO

O objetivo da dissertação é estimar o efeito de variações climáticas sobre urbanização na região Nordeste, no período entre 2000 e 2010. O processo de urbanização no Brasil vem crescendo de forma acelerada desde o início da segunda metade do século XX, de maneira que em 2010 o país já possuía 84,36% da população vivendo em áreas urbanas. Nesse contexto, o processo de urbanização na região Nordeste precisa ser melhor analisado, a partir das respectivas heterogeneidades regionais. A região Nordeste é marcada pelo imaginário popular de que a vulnerabilidade climática é a responsável por seu desenvolvimento precário, atribuindo-se assim ao semiárido o principal locus do atraso social da região. A literatura empírica internacional evidencia que variáveis climáticas e eventos climáticos extremos exercem influências importantes sobre uma variedade de resultados econômicos, com consequências distintas e condicionadas às condições socioeconômicas, políticas e institucionais existentes em cada local. Desse modo, um estudo empírico foi realizado para testar econometricamente se a variável climática de precipitação tem efeitos sobre urbanização na região Nordeste e na região semiárida, em particular. Além disso, o trabalho também verificou se a presença expressiva de atividade industrial pode atenuar os efeitos de condições climáticas, através da migração intra-municipal. Os resultados indicaram que em municípios que possuem uma presença industrial expressiva, uma redução da precipitação aumenta a urbanização quando comparado aos outros municípios. Para a região semiárida, não foram encontrados resultados estatisticamente significantes nas estimações que evidenciam que um município pertencer ao semiárido tem efeitos sobre urbanização.

Palavras-chave: Variação climática. Urbanização. Migração intra-municipal. Krigagem. Nordeste. Semiárido.

ABSTRACT

The purpose of the dissertation is to estimate the effect of climatic variations on urbanization in the Northeast region, between 2000 and 2010. The urbanization process in Brazil has been increasing rapidly since the beginning of the second half of the 20th century, so that in 2010 The country already had 84.36 % of the population living in urban areas. In this context, the process of urbanization in the Northeast region needs to be better analyzed, based on the respective regional heterogeneities. The Northeast region is marked by the popular imagination that climate vulnerability is responsible for its precarious development, thus attributing to the semi-arid region the main locus of the region's social backwardness. The international empirical literature shows that climatic variables and extreme climatic events exert important influences on a variety of economic results, with different consequences and conditioned to the socioeconomic, political and institutional conditions existing in each place. Thus, an empirical study was carried out to test econometrically whether the precipitation climatic variable has effects on urbanization in the Northeast region and the semi-arid region, in particular. In addition, the work also verified whether the expressive presence of industrial activity can attenuate the effects of climatic conditions, through intramunicipal migration. The results indicated that in municipalities that have an expressive industrial presence, a reduction of precipitation increases urbanization when compared to other municipalities. For the semi-arid region, no statistically significant results were found in the estimates.

Key-words: Climate change. Urbanization. Intramunicipal migration. Kriging. Northeast. Semi-arid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa do Semiárido	18
Figura 2 – Condições Físico-Geográficas	18
Figura 3 – Percentual de Pobres por Estado	25
Figura 4 – Percentual de Urbanização (%) por regiões, 1960 – 2010	26
Figura 5 – Evolução da Urbanização no Nordeste: 1970 a 2000.	27
Figura 6 – Percentual de População Urbana e Rural na Região Nordeste - 2010	28
Figura 7 – Correlação entre Percentual de Urbanização e IDHM para os municípios na região semiárida do Nordeste	30
Figura 8 – Correlação entre Percentual de Urbanização e Percentual da População em Domicílios com Água Encanada no Semiárido nordestino, 2000 e 2010.	31
Figura 9 – Valor Adicionado Bruto: Agropecuária, Indústria e Serviços segundo Região	33
Figura 10 – Estações Meteorológicas do INMET	60
Figura 11 – Resultados da Interpolação de Dados de Precipitação para a Região Nordeste e Estados Vizinhos	64
Figura 12 – Resultados da Interpolação de Dados de Temperatura Máxima para a Região Nordeste e Estados Vizinhos	65
Figura 13 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por MQO	77
Figura 14 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por Efeito Fixo	77
Figura 15 – Dados em Painel Balanceado - Stata	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de Municípios no Nordeste e Minas Gerais, 2010	19
Tabela 2 – População dos Estados do Nordeste e Minas Gerais, 2010	20
Tabela 3 – PIB per capita e comparações entre regiões selecionadas, 2010	23
Tabela 4 – Percentual de Urbanização em 2010	29
Tabela 5 – Quantidade de Municípios, População e FPM (Fundo de Participação dos Municípios) da Região Nordeste em 2010.	31
Tabela 6 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Indústria em 2000	34
Tabela 7 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Indústria em 2010	35
Tabela 8 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Agricultura em 2000	36
Tabela 9 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Agricultura em 2010	36
Tabela 10 – Percentual de Trabalhadores Empregados no Setor Comercial em 2000	38
Tabela 11 – Percentual de Trabalhadores Empregados no Setor Comercial em 2010	38
Tabela 14 – Estatística Descritiva: Precipitação (mm)	71
Tabela 15 – Estatísticas Descritivas: Variáveis em 2000 e 2010	72
Tabela 16 – Estatística Descritiva de Painel	73
Tabela 17 – Tabulação <i>within</i> e <i>between</i> para dados binários	75
Tabela 18 – Estatística Descritiva - Médias para a Região Semiárida	76
Tabela 19 – Regressão por Dados em Painel (MQO e Efeito Fixo) - Indústria	81
Tabela 20 – Regressão por Dados em Painel(MQO e Efeito Fixo) - Semiárido	84
Tabela 21 – Percentual da população urbana nos Censos Demográficos.	96
Tabela 22 – Correlação	97
Tabela 23 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por MQO	98
Tabela 24 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por Efeito Fixo	99
Tabela 25 – Regressão por Dados em Painel(MQO) - Urbanização	101

LISTA DE QUADROS

4.1	Estações meteorológicas dos estados da região Nordeste	61
4.2	Estações meteorológicas dos estados que fazem divisa com a região Nordeste .	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	URBANIZAÇÃO E CLIMA NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL	16
2.1	SOBRE O PAPEL DO CLIMA NO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE: A CONTROVÉRSIA	16
2.2	AVANÇO DA URBANIZAÇÃO NO NORDESTE	25
2.2.1	Dinâmicas dos Setores Econômicos no Nordeste	32
2.2.2	Clima e Urbanização: uma perspectiva para a Região Nordeste	39
3	O MODELO TEÓRICO DE URBANIZAÇÃO COM VARIABILIDADE CLIMÁTICA	42
3.1	REVISÃO GLOBAL	42
3.1.1	Literatura sobre Variação Climática e Resultados Econômicos	42
3.1.2	Migração Rural-Urbana	43
3.1.3	A Decisão por Migrar para Áreas Urbanas	45
3.2	MODELO DE VARIABILIDADE CLIMÁTICA E URBANIZAÇÃO LOCAL	46
3.2.1	O Modelo Básico	47
3.2.1.1	O Setor Urbano	47
3.2.1.2	O Setor Rural	48
3.2.1.3	Condições de Equilíbrio para o Município	48
3.2.2	Exportação de Manufatura pelo Setor Urbano Local	49
3.2.3	Proposições Relevantes	51
3.3	A LITERATURA EMPÍRICA DE ECONOMIA E CLIMA	51
3.3.1	Literatura Empírica para o Brasil	53
4	METODOLOGIA E BASE DE DADOS	55
4.1	MODELAGEM ECONOMÉTRICA	55
4.2	BASE DE MICRODADOS	57
4.2.1	Urbanização	57
4.2.2	Clima	57
4.2.2.1	Definição de Clima	57
4.2.2.2	Influência de Clima	58
4.2.2.3	Dados Climáticos	59
4.2.2.4	Interpolação por Krigagem para Dados de Clima	62
4.2.3	Emprego Setorial: Agricultura, Indústria e Comércio	65
4.2.4	Variáveis de Controle	67
4.3	METODOLOGIA DE ESTIMAÇÃO	69

5	RESULTADOS EMPÍRICOS DO EFEITO DE CLIMA SOBRE URBA- NIZAÇÃO	71
5.1	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	71
5.2	RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES	76
5.2.1	Efeitos de Clima sobre Urbanização	77
5.2.2	Indústria	78
5.2.3	Semiárido	83
6	CONCLUSÃO	87
	REFERÊNCIAS	91
	ANEXOS	95
	ANEXO A – TABELAS	96
	ANEXO B – FIGURAS	100
	ANEXO C – REGRESSÕES AUXILIARES	101

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) aponta que mais de 54% da população mundial vive em áreas urbanas. Essa proporção tende a aumentar para 66% até 2050. O modo de vida urbano-industrial foi o principal responsável pelo deslocamento de grande parcela da população das áreas rurais para as áreas urbanas. No entanto, o processo de urbanização não ocorreu simultaneamente entre os países. Este processo apresentou duas fases marcantes, com a primeira ocorrendo no século XVIII, em países onde a Revolução Industrial aconteceu, e a segunda ocorreu após a II Guerra Mundial, através do êxodo rural desencadeado pela busca por melhores condições de vida, estudo e trabalho em centros urbanos. O Brasil teve seu crescimento urbano intensificado na segunda metade do século XX e até hoje esse processo encontra-se em expansão. Apesar da redução do ritmo, em 2000 a taxa de urbanização foi de 81,23% e em 2010 de 84,36%.

Os processos de industrialização e urbanização estão interligados de forma intrínseca. A Revolução Industrial foi um condicionante importante do crescimento exponencial das cidades europeias. Em contrapartida, o processo de urbanização que acompanhou a industrialização intensificou o consumo nas cidades na medida em que houve o crescimento na demanda e o aumento do ritmo da atividade industrial. A urbanização e a industrialização através das relações de produção e consumo são movimentos que se reforçaram mutuamente. Com a industrialização, as cidades tornaram-se mais atrativas devido ao aumento da oferta de empregos, tanto no setor industrial como nos setores correlatos das áreas comerciais e de prestação de serviços. Dessa forma, o crescimento da urbanização acompanhou e gerou ganhos para a indústria, em um movimento mútuo de atração por empregos onde as indústrias se localizavam e através da geração de demanda para essas indústrias.

Apesar do processo de urbanização na maioria dos países seguir o processo de industrialização, sua velocidade difere substancialmente entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Nos países desenvolvidos, o processo de urbanização acompanhou o processo de industrialização nas diferentes etapas e foi evoluindo gradativamente. Dessa forma, milhares de pessoas foram migrando para as cidades ao longo do tempo de forma lenta, gradual, concomitante a industrialização, o que favoreceu para a criação de infraestruturas urbanas. Nos países subdesenvolvidos, ou em desenvolvimento, a urbanização também acompanhou o ritmo da industrialização, mas o processo aconteceu de forma acelerada e desordenada, não permitindo que os espaços urbanos se preparassem para receber os fluxos migratórios.

No Brasil, o processo de urbanização se intensificou na segunda metade do século XX e problemas sociais, como falta de moradia e segurança pública, surgiram ou se agravaram nesse período. Até os dias atuais, estes se constituem nos maiores problemas do país, em grande parte devido a urbanização rápida e sem planejamento. O desenvolvimento econômico e social do

século XX pautou-se por uma rápida industrialização e intensa urbanização. Em 1950 a taxa de urbanização era de 36,16% e atingiu o percentual de 84,36% em 2010 e, portanto, em sessenta anos a taxa de urbanização mais do que dobrou. A maior parte da estrutura produtiva pertencente ao processo de industrialização ficou centralizada na região Sudeste do país. Dessa forma, houve atração de pessoas de diversos locais e, conseqüentemente, a urbanização mais intensa aconteceu na região Sudeste, seguido a um rápido processo de concentração de renda nessa região.

Nesse período de intensificação do processo de urbanização no país, a região Nordeste ficou conhecida pelo fluxo migratório de sua população em direção ao Sudeste. No entanto, a região também viu sua urbanização crescer e o movimento de migração se intensificar das áreas rurais para as áreas urbanas da própria região, principalmente para as capitais e regiões metropolitanas. No período entre 1950 e 2010, a urbanização da região praticamente triplicou e saiu de 26,4% em 1950 para 73,13% em 2010. No entanto, enquanto a região Sudeste viu sua urbanização crescer associada ao crescimento da industrialização na região, a acentuação da urbanização na região Nordeste foi impulsionada pela ocorrência de secas e ausência de políticas públicas eficazes para lidar com o problema climático de uma região que tem aproximadamente 58% de seus municípios inseridos na região semiárida. Se, por um lado, a urbanização oportuniza melhores condições de vida na medida em que melhora o acesso a serviços e oportunidades de trabalho e emprego, por outro pode ser um problema para os municípios que não possuem dinâmica econômica própria e não é capaz de atender às demandas sociais. Portanto, é importante valorizar e contextualizar a análise da urbanização com características inerentes à região.

A situação climática adversa da região Nordeste é conhecida e debatida há séculos. A porção central da região é atualmente denominada por região semiárida e teve seu desbravamento inicial vinculado a busca de locais para a pecuária e agricultura. Quanto a parte mais litorânea da região Nordeste, esta era dominada pela agricultura, em particular a produção da cana-de-açúcar. Essa região litorânea, de clima mais ameno e com facilidades logísticas, teve seu desenvolvimento mais acentuado ao concentrar a maioria das atividades produtivas e onde as grandes cidades e capitais se estabeleceram. Desse modo, a urbanização se intensificou ao longo das décadas de forma mais acentuada no litoral do que na região central, acompanhando o desenvolvimento econômico espacial. Portanto, o ponto de partida da presente pesquisa é que a região Nordeste é bastante extensa e as análises realizadas sobre a região devem incorporar suas heterogeneidades climáticas, econômicas e sociais, para compreender melhor o processo de urbanização da região.

A região litorânea nordestina, onde se localizam as capitais e cidades mais populosas, tem situações climáticas, econômicas e sociais diferentes daquelas que predominam quando se avança pelo Nordeste em direção ao centro do país, distanciando-se do litoral. No entanto, o PIB per capita da região semiárida é muito similar em relação ao dos demais municípios com caracte-

rísticas próximas mas que estão fora do semiárido. A análise do problema do desenvolvimento econômico da região Nordeste como um problema ambiental e climático, estigmatizando-a como a “região das secas” é uma arriscada homogeneização das dinâmicas internas dessa região. O tratamento da região dessa forma implica forte reducionismo e minimização de problemas sociais, econômicos, políticos e demográficos que cerceiam uma região tão diversa e extensa. Além disso, corre-se o risco de ignorar uma potencial contextualização da pobreza da região com a pobreza existente no resto do país. Portanto, é necessário estudar a região e suas heterogeneidades ambientais e socioeconômicas e ampliar o leque de soluções para os problemas das regiões, de forma a ir além de uma possível causalidade entre clima e subdesenvolvimento e analisar como o clima interage com questões que são chave para o processo de desenvolvimento da região, como a urbanização e a industrialização, por exemplo.

A revolução industrial evidenciou que há aumentos de urbanização quando um setor econômico ganha espaço nas áreas urbanas e oferece oportunidades de emprego. A migração de áreas rurais para as áreas urbanas ocorrerá de forma equilibrada se as cidades oferecerem oportunidades em um mercado de trabalho sólido, serviços de qualidade e que sejam capazes de atender as demandas dos indivíduos. Desse modo, a existência de setores econômicos desenvolvidos, ou em desenvolvimento, capazes de ofertar trabalho e gerar economias de aglomeração pode funcionar como um catalisador da urbanização. O presente estudo mostra, de forma descritiva, a participação e a importância dos setores industrial, agrícola e comercial na região Nordeste, as diferenças entre eles e possíveis variantes quando se segmenta a região entre semiárido e não semiárido. O presente trabalho considera em sua análise a capacidade do setor industrial em ser atrativo para aqueles indivíduos que podem migrar para as áreas urbanas para escapar das adversidades que impactam as áreas rurais da região Nordeste, em particular, a adversidade climática. Como dito anteriormente, a existência de setores econômicos expressivos é uma atração para aqueles que desejam migrar e reforçam uma dinâmica de urbanização.

Devido à limitação de estudos empíricos que relacionassem clima e urbanização para o Brasil, o arcabouço metodológico e teórico foi fundamentado na literatura internacional. Segundo Angrist e Krueger (2001), o uso de variáveis climáticas permite aos pesquisadores identificar estatisticamente um efeito causal de uma variável sobre um resultado econômico de interesse, na maioria dos casos. Mas para Hsiang, Burke e Miguel (2013) e Waldinger et al. (2015), a mensuração confiável do efeito das condições climáticas sobre algumas variáveis pode ser complicada pela complexidade inerente dos sistemas sociais e que os resultados estão condicionados a realidade do contexto local. Portanto, embora clima possa ser considerado um fator exógeno para análises e testes empíricos, parte da literatura evidencia que o uso de variáveis climáticas é válido para análise de resultados sociais e econômicos, desde que aspectos sociais e econômicos sejam controlados na análise de forma a incorporar heterogeneidades observadas do sistema social.

Diante o contexto apresentado, o problema de pesquisa a ser abordado no presente trabalho é: qual o efeito da variabilidade climática sobre a urbanização no Nordeste brasileiro? A resposta a esse problema de pesquisa remete à uma fundamentação teórica do fenômeno analisado, dentro da área de economia urbana e do uso de variáveis climáticas, de maneira a estruturar as hipóteses sobre a relação analisada para a região Nordeste. Além disso, o problema também remete a desafios metodológicos e, principalmente, de obtenção de dados climáticos. Desse modo, o objetivo central do trabalho é avaliar os efeitos da variação climática sobre a urbanização na região Nordeste, tendo o setor industrial como um dos canais desse efeito.

A hipótese levantada no trabalho, ao estabelecer uma relação entre fatores climáticos e fatores socioeconômicos, avalia se mudanças adversas nas condições climáticas provocam uma saída de pessoas da área rural para áreas urbanas, no contexto de migração intra-municipal, de forma que resulte em aumento da urbanização do município. As áreas urbanas seriam uma forma que as pessoas encontrariam de escapar dos efeitos climáticos adversos. Na medida em que a produtividade da agricultura fosse comprometida, nos municípios que existem unidades industriais, as áreas urbanas seriam capazes de oferecer uma alternativa de emprego. Essa hipótese é coerente ao se considerar que as áreas industriais sempre foram atrativas em termos de oportunidade de emprego e impulsionadoras da urbanização.

A escolha dos municípios da região Nordeste para verificar os efeitos do clima sobre urbanização é atribuída aos elementos específicos da região como a heterogeneidade das condições climáticas e de vegetação da respectiva região. Além disso, o imaginário de que a vulnerabilidade climática da região Nordeste é a responsável por seu desenvolvimento precário precisa ser melhor investigada. A possibilidade de realizar inferências sobre a capacidade dos setores econômicos de absorver mão de obra em uma região marcada pelo baixo índice de industrialização também é relevante, na presença de restrições climáticas. Os resultados da pesquisa podem ajudar na melhor compreensão dos efeitos das adversidades regionais a partir do conhecimento da relação entre fatores climáticos e urbanização.

O presente trabalho é constituído de 5 capítulos além dessa introdução. O capítulo 2 apresenta uma análise descritiva da relação entre a urbanização e o clima para avaliar uma possível influência de efeitos climáticos sobre a urbanização dos municípios da região Nordeste do Brasil. Também, são analisados fatores que possuem relacionamento com a variável de urbanização na região. Desse modo, o capítulo tem como objetivo a estruturação do problema de pesquisa através da abordagem da relação entre a variável de clima e urbanização considerando aspectos econômicos e sociais da região Nordeste.

O capítulo 3 apresenta a fundamentação teórica que sustenta a modelagem do problema de pesquisa da presente dissertação, que é avaliar os efeitos da variabilidade climática sobre urbanização na região Nordeste. Com esse objetivo, será realizada uma revisão geral da literatura

sobre economia e clima. Em seguida, será apresentado, em detalhes, o modelo teórico utilizado na pesquisa para inferir efeitos da variável climática sobre urbanização. Neste capítulo, também serão revisados os trabalhos empíricos sobre o tema, considerando a literatura internacional e nacional, para extrair elementos que permitam a composição metodológica e empírica do trabalho.

O capítulo 4 apresenta a metodologia utilizada, a base de dados e o respectivo processo de seleção e construção de variáveis para o desenvolvimento da pesquisa empírica. Os desafios empíricos a serem superados vão desde a utilização de dados dos Censos Demográficos do IBGE para compor as variáveis sócioeconômicas ao uso dos dados climáticos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Do total de 1794 municípios da região Nordeste, apenas 94 possuem estações meteorológicas. Portanto, houve a necessidade de aplicar o método de interpolação espacial de dados conhecido como krigagem de forma a obter dados para todos os municípios da região. Em relação aos dados dos Censos Demográficos, para composição das variáveis foram utilizadas as unidades de áreas mínimas comparáveis (AMC's) dos Censos de forma a evitar problemas com mudanças nos limites geográficos dos municípios. No entanto, optou-se em manter a nomenclatura “municípios” pelo caráter mais intuitivo. Do ponto de vista metodológico, o problema também exige formalização e aplicações de procedimentos econométricos para obter possíveis efeitos causais, correlações ou mesmo para fazer associações estatísticas entre variáveis através das estimações.

Os resultados empíricos encontrados no trabalho são apresentados no capítulo 5. Primeiramente, serão apresentadas as estatísticas descritivas de forma detalhada das variáveis a serem utilizadas. Em seguida, serão apresentados os resultados das estimativas da equação que especifica o modelo, apresentada no capítulo 4, utilizando o banco de dados em painel e com a respectiva escolha do método mais adequado. As considerações finais são apresentadas no capítulo 6.

2 URBANIZAÇÃO E CLIMA NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

O presente capítulo apresenta uma análise descritiva da relação entre a urbanização e o clima para verificar uma possível existência de efeitos climáticos sobre a urbanização dos municípios da região Nordeste do Brasil. Adicionalmente, será analisado outros fatores que possuem relacionamento com essas variáveis. Desse modo, o capítulo tem como objetivo a estruturação do problema de pesquisa através da abordagem de possíveis inter-relações entre fenômenos econômicos, sociais, urbanos e climáticos, com foco nesses dois últimos fenômenos. A estrutura do problema gera a hipótese de que a urbanização oferece um “escape” para os indivíduos sujeitos aos efeitos da deterioração climática e se esse efeito pode ser mais evidenciado em um contexto de municípios que possuem um setor econômico industrial mais expressivo.

2.1 SOBRE O PAPEL DO CLIMA NO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE: A CONTROVÉRSIA

A discussão acadêmica sobre a capacidade de fatores geográficos e climáticos influenciar o desenvolvimento de uma região é consideravelmente ampla. Entre as diversas abordagens, existem autores que concordam que o clima exerce influência sobre variáveis socioeconômicas de um local (BENJAMIN et al., 2014; SACHS; WARNER, 1997). Por outro lado, alguns defendem que o clima exerceria apenas efeitos indiretos (ACEMOGLU; ROBINSON, 2010; RODRIK; SUBRAMANIAN; TREBBI, 2004). Portanto, é uma discussão pertinente verificar como o clima pode atuar direta ou indiretamente sobre uma determinada região, através de fenômenos locais e de efeitos de interação entre esses fenômenos.

Segundo Benjamin et al. (2014), a exploração da variação exógena de dados climáticos permite a identificação de causalidade de variação de temperatura e precipitação sobre variáveis como produção agrícola, demanda energética, produtividade do trabalho, mortalidade, produtividade industrial, exportação, conflitos, crescimento econômico, dentre outras. Para Sachs e Warner (1997), fatores geográficos tais como a ausência de acesso ao mar e/ou o clima tropical contribuem para o baixo crescimento de uma região. Os resultados encontrados por esses autores sugerem que parte da explicação para o baixo crescimento da África encontra-se em fatores naturais.

Por outro lado, Acemoglu e Robinson (2010) atribuem às instituições o relativo atraso de determinadas regiões, como por exemplo, a África. Segundo eles, a principal razão pela qual as nações africanas são pobres é que os cidadãos não possuem incentivos políticos e econômicos adequados. Similarmente, Rodrik, Subramanian e Trebbi (2004) encontram que, controlando para instituições, variáveis geográficas têm efeito direto fraco sobre renda mas um forte efeito indireto através de variáveis institucionais.

Alterações climáticas referem-se a uma mudança no estado do clima que pode ser identificada por mudanças na média e/ou na variação das suas propriedades e que persistem durante um longo período de tempo. No capítulo 4 desta dissertação são descritos os dados de clima utilizados e são explicadas as hipóteses sobre a validade do uso de dados de condições meteorológicas de curto prazo para análises de clima de longo prazo. Segundo IPCC (2014), as alterações climáticas podem ocorrer por meio de processos internos naturais e/ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e as mudanças derivadas das atividades humanas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra. Dessa forma, as alterações climáticas podem resultar de atividades humanas que alteram a composição atmosférica e/ou variabilidade do clima atribuída as causas naturais.

O conceito de vulnerabilidade às alterações climáticas se fundamenta na propensão ou predisposição que determinada atividade ou região tem de ser adversamente afetadas por essas alterações. A vulnerabilidade pode ser definida como a suscetibilidade a danos e falta de capacidade para lidar e se adaptar às mudanças. Quanto aos possíveis impactos, estes se referem aos efeitos sobre sistemas naturais e humanos (IPCC, 2014). Assim, quando ocorre a interação entre eventos/alterações climáticas e a vulnerabilidade de determinada região, os resultados são impactos sobre a vida, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestrutura.

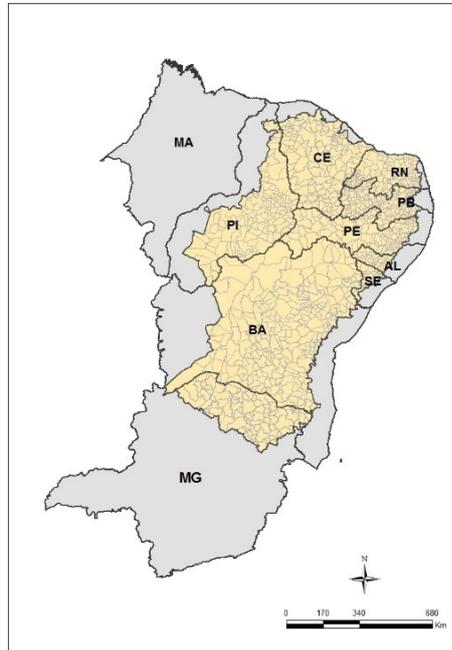
A geografia de um determinado lugar se baseia na integração dos processos que atuam no quadro físico desse lugar e a dinâmica da sociedade a qual pertence. O semiárido nordestino, conforme a figura 1, é um exemplo da integração desses processos. A característica árida dessa região é conhecida há séculos, mas vem se agravando e acelerando em consequência da superexploração de um meio já fragilizado pela escassez e variabilidade de precipitação, além de altos índices de evapotranspiração.¹ O agravamento no quadro climático e a vulnerabilidade da região impacta sobre aspectos diversos e tem consequências sobre a dinâmica social e econômica da região.

A região Nordeste possui sub-regiões de clima seco e árido na sua região central, o chamado semiárido, e possui regiões de clima tropical úmido com alta pluviosidade no litoral. No entanto, a maior parte da vegetação da região Nordeste é formada por uma paisagem árida e com espécies típicas de regiões de baixa umidade, em alguns casos com efeitos expressivos de desertificação. Ainda que a caatinga seja o bioma predominante do Nordeste, conforme a figura 2a, a região possui dinâmicas diversas, como o litoral caracterizado por Mata Atlântica. Nesse sentido, a região possui uma diversidade climática e de vegetação bem acentuada e que forma um rico objeto de estudo sobre um espaço complexo no qual se dá as relações de desenvolvimento e subdesenvolvimento.

Segundo a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), a região Nordeste

¹ Perda de água de uma comunidade ou ecossistema para a atmosfera, causada pela evaporação a partir do solo e pela transpiração das plantas.

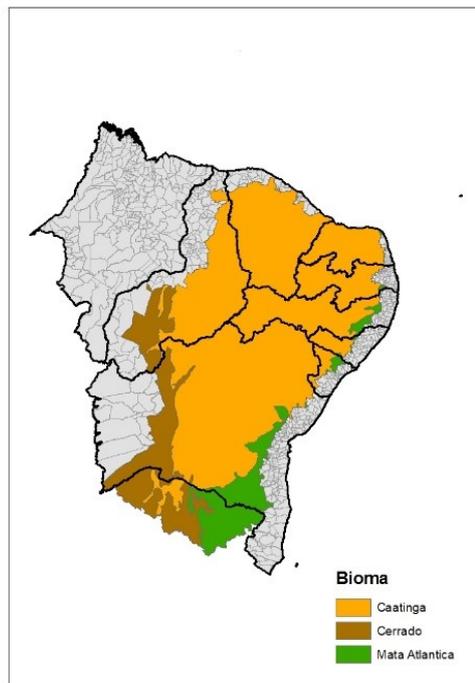
Figura 1 – Mapa do Semiárido



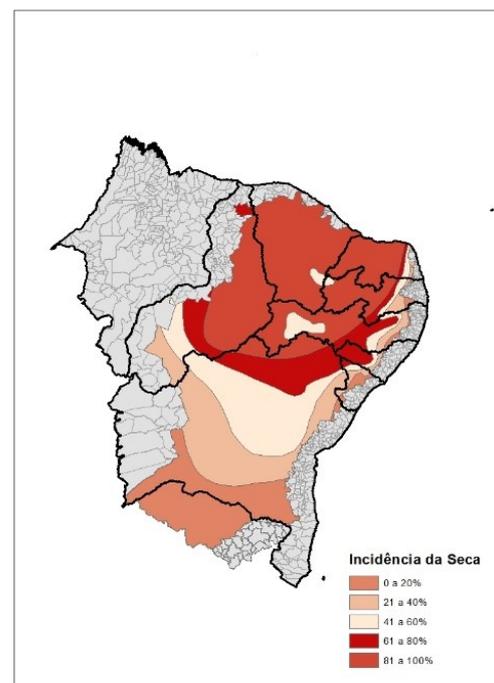
Fonte: Elaboração própria com base em dados do INSA

Figura 2 – Condições Físico-Geográficas

(a) Bioma



(b) Incidência da Seca



Fonte: Elaboração própria com base em dados do INSA

ocupa 1.561.177,8 km^2 , o que equivale a 18,3% do território brasileiro, e é formada por nove estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) e 1794 municípios. Dos 1794 municípios, 1048 se localizam na chamada região semiárida. Dos nove estados pertencentes a região Nordeste, seis possuem mais de 50% de seus municípios pertencentes a região semiárida, conforme tabela 1. No entanto, a maioria das capitais estaduais da região encontra-se na região litorânea, mais úmida e com um desenvolvimento econômico e demográfico muito distintos do semiárido.

No que se trata do aspecto populacional, na região residem 53.081.950 habitantes, o que corresponde a cerca de 27,83% da população brasileira, segundo dados do Censo 2010. Dos 54 milhões de habitantes da região, aproximadamente 22 milhões vivem no semiárido, como apresentado na tabela 2. A região Nordeste constitui parcela considerável do território do Brasil, é a segunda região brasileira em termos populacionais e possui heterogeneidades sociais e ambientais bem acentuadas.

Tabela 1 – Quantidade de Municípios no Nordeste e Minas Gerais, 2010

Estado	Municípios	Semiárido	%	Não Semiárido	%
Maranhão	217	0	0,00%	217	100,00%
Piauí	223	127	56,95%	96	43,05%
Ceará	184	150	81,52%	34	18,48%
Rio G. Norte	167	147	88,02%	20	11,98%
Paraíba	223	170	76,23%	53	23,77%
Pernambuco	185	122	65,95%	63	34,05%
Alagoas	102	38	37,25%	64	62,75%
Sergipe	75	29	38,67%	46	61,33%
Bahia	417	265	63,55%	152	36,45%
Minas Gerais ^a	853	85	50,60%	768	49,40%
TOTAL	2646	1133	42,82%	1513	57,18%

^a O estado de Minas Gerais não pertence a região Nordeste. No entanto, para efeitos descritivos da região semiárida optou-se por inclui-lo na tabela.

Tabela 2 – População dos Estados do Nordeste e Minas Gerais, 2010

Estado	População	Semiárido	%	Não Semiárido	%
Maranhão	6.574.789	0	0,00%	6.574.789	100,00%
Piauí	3.118.360	1.045.547	33,53%	2.072.813	66,47%
Ceará	8.452.381	4.724.705	55,90%	3.727.676	44,10%
Rio G. Norte	3.168.027	1.764.735	55,70%	1.403.292	44,30%
Paraíba	3.766.528	2.092.400	55,55%	1.674.128	44,45%
Pernambuco	8.796.448	3.655.822	41,56%	5.140.626	58,44%
Alagoas	3.120.494	900.549	28,86%	2.219.945	71,14%
Sergipe	2.068.017	441.474	21,35%	1.626.543	78,65%
Bahia	14.016.906	6.740.697	48,09%	7.276.209	51,91%
Minas Gerais ^a	19.597.330	1.232.389	6,29%	18.364.941	93,71%
TOTAL	72.679.280	22.598.318	31,1%	50.080.962	68,9%

^a O estado de Minas Gerais não pertence a região Nordeste. No entanto, para efeitos descritivos da região semiárida optou-se por inclui-lo na tabela.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da Sudene

Existem critérios bem definidos para que um município faça parte da região semiárida. A última atualização desses critérios foi realizada por um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI),² coordenado pelo Ministério da Integração Nacional. Este grupo produziu uma nova delimitação para o semiárido, que foi divulgado publicamente pelo Ministério da Integração, e tomou por base três critérios técnicos para constitui-la:

- Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
- Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Em março de 2005 foi assinada a portaria que instituiu a nova delimitação do semiárido brasileiro, resultante do trabalho do GTI e foram definidos os novos municípios que passaram a

² O Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) contou com participação de técnicos dos Ministérios do Meio Ambiente, da Ciência e Tecnologia e da Integração Nacional; da Agência de Desenvolvimento do Nordeste (Adene), da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paraíba (Codevasf), do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs), da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e, a convite, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Instituto Nacional do Semi-Árido (Iesa), o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa) e o Banco do Nordeste (BNB)

fazer parte dessa região. Além dos 1.031 municípios já incorporados, passaram a fazer parte do semiárido outros 102 novos municípios enquadrados em pelo menos um dos três critérios utilizados apresentados acima. O semiárido brasileiro passou a representar as condições de um agregado de 1.133 municípios brasileiros. Dos 102 municípios, 57 ficavam na região Nordeste.

Os municípios que compõem a região semiárida beneficiam-se de tratamento diferenciado de políticas de crédito e benefícios fiscais devido a vulnerabilidade que possuem. Também, destaca-se instituições voltadas para políticas para o semiárido como a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que possui uma unidade específica para o Semiárido localizada no município de Petrolina em Pernambuco, o Instituto Nacional do Semiárido (INSA) e o Departamento Nacional de Obras contra as Secas (Dnocs).

Os municípios integrantes do semiárido se beneficiam, também, de bônus de adimplência de 25% dos recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), enquanto no restante da Região Nordeste esse percentual é de 15%. Ainda em relação ao FNE, a Constituição determina que pelo menos 50% dos recursos deste Fundo sejam aplicados no financiamento de atividades produtivas em municípios do semiárido. Essas medidas representam uma tentativa de estímulo à atração de capitais e à geração de emprego e renda na região. No que se refere a políticas de convivência com o semiárido, Campelo (2013) destaca algumas políticas voltadas para a agricultura familiar e que beneficiam a região. Dentre essas políticas estão a Política de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária (Pnater) e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura (Pronaf). Vale ressaltar que, o PRONAF possui uma linha de crédito exclusiva para o semiárido.

Além das transferências constitucionais comuns a todos os municípios, com o propósito de amenizar a vulnerabilidade sócioeconômica da região semiárida do Nordeste diversas políticas públicas direcionadas foram implementadas nessa região. Essas políticas se dividiram em dois tipos: i) de combate à seca, e; ii) de convivência com o semiárido. A primeira possui apenas uma ótica econômica, enquanto a segunda procura estar alinhada a um foco de sustentabilidade ambiental e incentivo a atividades econômicas apropriadas. A política de construção de barragens e açudes exemplifica uma política de combate à seca. Porém, de forma que as políticas sejam adaptadas as condições de vida do semiárido, devido às altas taxas de evaporação da região, a construção de cisternas é uma das políticas que focam na convivência com o semiárido.

Quando se trata de alterações climáticas a região Nordeste, principalmente o semiárido, possui vulnerabilidade acentuada e, com base nisso, justifica-se as políticas diferenciadas para a região. Segundo o Relatório Final da Comissão Mista sobre Mudanças Climáticas,³ elaborado pelo

³ A Comissão Mista Permanente sobre Mudanças Climáticas (CMMC) foi criada pela Resolução nº 4, de 2008. Segundo a resolução, seu propósito é acompanhar, monitorar e fiscalizar, de modo contínuo, as ações referentes às mudanças climáticas no Brasil. À CMMC compete acompanhar, monitorar e fiscalizar, de modo contínuo, as

Congresso Nacional brasileiro em 2008, as mudanças climáticas causarão várias mudanças no Brasil ainda na primeira metade do século. De acordo com o relatório, o maior desafio decorre da conjugação do aumento das temperaturas e da mudança no regime de chuvas. Em relação a região Nordeste, espera-se que haja redução no nível dos açudes, com impactos adversos na agricultura de subsistência e na saúde, além da perda de biodiversidade da caatinga. Ou seja, a previsão é que o clima no Nordeste fique ainda mais árido e que os impactos dessa adversidade climática sejam agravados pela situação de vulnerabilidade do local.

Do ponto de vista meteorológico, a condição de seca é caracterizada por acentuada redução dos totais pluviométricos anuais da região; uma “grande” seca ocorre quando os totais anuais de chuvas não atingem 50% dos totais anuais de chuva esperados para uma fração significativa (a metade) da área semiárida do Nordeste. No entanto, mesmo em anos nos quais os totais pluviométricos anuais são próximos a média histórica, a distribuição temporal das chuvas durante a estação chuvosa pode afetar substancialmente tanto os recursos hídricos quanto a agricultura. Isso ocorre quando períodos de estiagem prolongados intercalam-se com episódios de precipitações mais intensa, também denominada de “seca verde” (NOBRE; MELO, 2001). Ou seja, as secas podem ocorrer sob a forma de drástica diminuição ou de concentração espacial e/ou temporal da precipitação pluviométrica anual. Quando ocorre uma grande seca as lavouras perdem produtividade, a pecuária fica debilitada ou dizimada e as reservas de água de superfície se esgotam. Dessa forma, as camadas mais pobres da população rural tornam-se inteiramente vulneráveis ao fenômeno climático, seja por causa da falta de água, da perda das lavouras ou da escassez de trabalho. Como resultado, essa população fica sob a dependência de políticas oficiais de socorro ou da emigração para outras áreas.

Estatisticamente, acontecem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos e, ocasionalmente, o semiárido nordestino também é vulnerável a enchentes, como registrado em janeiro de 2004. Os relatos de secas podem ser encontrados desde o século XVII, quando os portugueses chegaram a região e há registros de projetos e construção de reservatórios hídricos no semiárido nordestino que datam do final do século XIX, durante o período imperial, a exemplo do açude de Quixadá-CE (MARENGO et al., 2011). O centro da região Nordeste, caracterizado pelo semiárido, começou a ser povoado nos séculos XVI e XVII induzido pela pecuária e a produção de alimentos que foram expulsas da região costeira por conta da produção da cana-de-açúcar (RANDS, 2011). A adversidade climática sempre foi sinônimo de severidade para as populações rurais do interior da região e tem sido objeto de preocupação da sociedade e órgãos do governo ao longo dos anos.

ações referentes às mudanças climáticas no Brasil, em especial sobre: a política e plano nacional de mudanças climáticas; mitigação das mudanças do clima; adaptação aos efeitos das mudanças climáticas; sustentabilidade da matriz elétrica, geração de eletricidade por fontes renováveis e co-geração; consumo de combustíveis fósseis e renováveis; análise de serviços ambientais; ocupação ordenada do solo; gerenciamento adequado de resíduos sólidos; emissões de gases de efeito estufa por atividades industriais, agropecuárias e do setor de serviços; políticas nacionais e regionais de desenvolvimento sustentável; outros assuntos correlatos. É composta por onze senadores e onze deputados, e igual número de suplentes.

Em 2010,⁴ a região Nordeste produzia cerca de 13% do PIB brasileiro. O PIB per capita da região correspondia a 48% do PIB *per capita* do Brasil e era o menor PIB *per capita* entre todas as regiões. A afirmação comum de que o contexto econômico em relativo atraso ao resto do país é unicamente resultado de suas condições climáticas adversas, já mencionadas, é uma afirmação superficial e arriscada. A ocorrência periódica de secas é um problema que a população já enfrenta há séculos e o qual a sociedade e os governos têm que aprender a lidar e conviver. Portanto, a falta prolongada de chuvas tem seus efeitos agravados e assume a dimensão de calamidade pública principalmente devido à situação de pobreza em que vivem as pessoas nessa região e a vulnerabilidade econômica e interações físicas e sociais desse fenômeno devem ser analisadas.

As fragilidades climáticas são evidentes na região Nordeste e o risco de tratá-las como causalidade da vulnerabilidade da região sempre surge nos trabalhos acadêmicos. Como já mencionado, a vulnerabilidade é a falta de capacidade de lidar com a adversidade e adaptar-se. A região é marcada por vulnerabilidades sociais e econômicas, tais como: condições desiguais de uso e posse da terra, instabilidade do trabalho assalariado temporário predominante na região e relações de trabalho que remetem a períodos pré-capitalistas, como a meação. Quanto aos pequenos proprietários, a área média para o cultivo é absolutamente inadequada e o cultivo de pequenas áreas em solos pobres resulta em baixos rendimentos físicos (DUARTE, 2001). Nesse sentido as fragilidades climáticas se constituem em um importante elemento de interação dentro do processo do desenvolvimento do Nordeste brasileiro, mas certamente não é o único.

Tabela 3 – PIB per capita^a e comparações entre regiões selecionadas, 2010

PIB per capita do Nordeste	9.560,72
PIB per capita do Sudeste	25.984,41
PIB per capita do semiárido nordestino	6.548,58
PIB per capita das regiões metropolitanas do Nordeste	15.619,88
PIB per capita dos municípios nordestinos fora das regiões metropolitanas e do semiárido	6.947,83
PIB per capita dos municípios nordestinos fora das regiões metropolitanas	6.679,47
Proporção do PIB per capita do semiárido para o do Nordeste (%)	68%
Proporção do PIB per capita do semiárido para os demais municípios do Nordeste fora das regiões metropolitanas (%)	94%
Proporção do PIB per capita do Nordeste para o do Sudeste (%)	37%

^a Valores com base de referência em 2002.

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010)

⁴ Referência 2002. Fonte: Datasus.

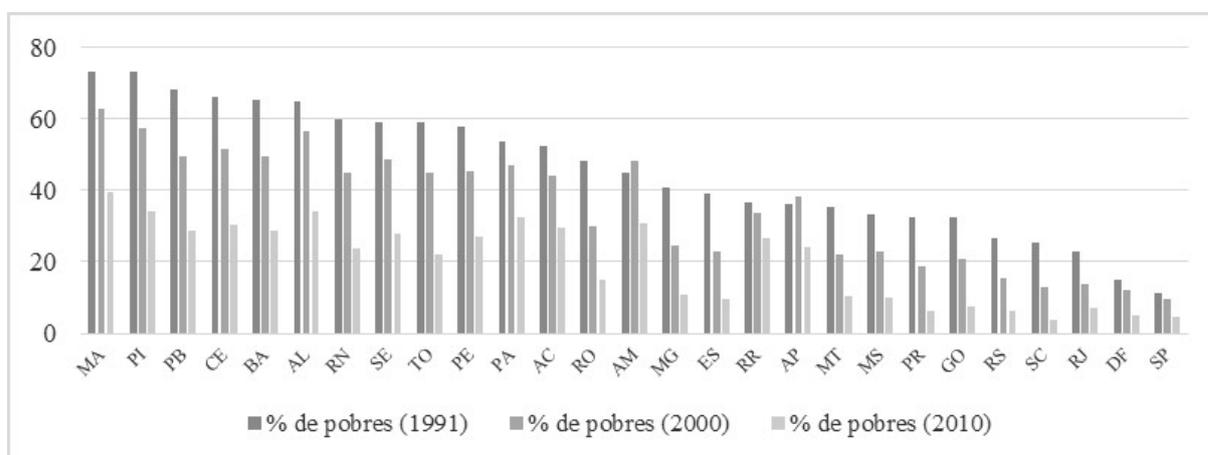
A tabela 3 apresenta estatísticas econômicas da região Nordeste, para o ano de 2010 e que permitem algumas comparações. Quando se considera uma região tão extensa como a região Nordeste, é preciso incorporar peculiaridades e heterogeneidades. A região litorânea nordestina, onde se localiza as capitais e cidades mais populosas, tem situações climáticas, econômicas e sociais diferentes daquelas que predominam quando se avança pelo Nordeste em direção ao centro do país, distanciando-se do litoral.

O PIB per capita da região Nordeste é de R\$ 9.560,72, cerca de 37% do PIB per capita da região Sudeste. A região Nordeste apresenta heterogeneidades econômicas internas consideráveis, de forma que o PIB per capita dos municípios da região semiárida do Nordeste é de R\$6.548,58 e das regiões metropolitanas do Nordeste é de R\$15.619,88. Quando se calcula a proporção do PIB per capita do semiárido em relação ao PIB do Nordeste, o valor é de 68%. No entanto, quando se considera a proporção do PIB per capita do semiárido em relação aos demais municípios do Nordeste fora das regiões metropolitanas, a proporção é de 94%. Isso possivelmente decorre do fato de que os municípios que se localizam em regiões metropolitanas serem mais ricos e se comportarem como outliers econômicos. Dessa forma, as comparações seriam comprometidas. Portanto, o PIB per capita da região semiárida é muito próximo dos demais municípios com características próximas.

Ao analisar o percentual de pobres ⁵ por unidade da federação, nos períodos de 1991 a 2010, é possível observar a situação de pobreza encontrada na região Nordeste. Conforme a figura 3, o percentual de pobres diminuiu nos estados da região Nordeste mas estes ainda lideram em percentual de pobreza quando comparados aos estados de outras regiões. Segundo Duarte (2001), apesar de estar em situação desconfortável em relação aos outros estados do país, cabe ressaltar que a pobreza apresentada pelos estados do Nordeste não é sua exclusividade. Esta pobreza é a reprodução de um estado de subdesenvolvimento nacional.

⁵ O percentual de pobres refere-se à proporção de indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais, em reais de agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.

Figura 3 – Percentual de Pobres por Estado



Fonte: Elaboração própria com base em dados do atlas do Desenvolvimento Humano

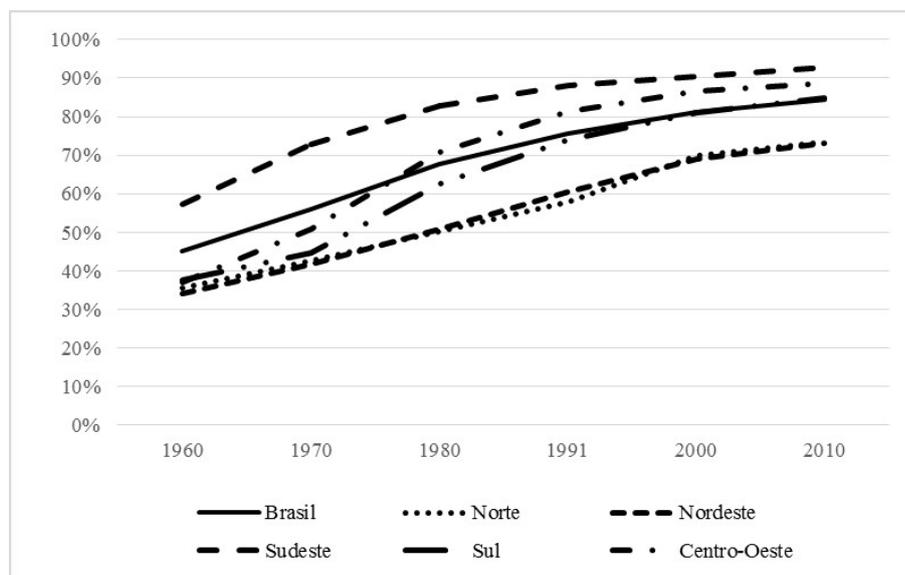
A análise do problema do desenvolvimento econômico da região Nordeste como um problema ambiental e climático, estigmatizando-a como a “região das secas” é uma arriscada homogeneização das dinâmicas internas dessa região (OJIMA, 2012). O tratamento da região dessa forma implica forte reducionismo e minimização de problemas sociais, econômicos, políticos e demográficos que cerceiam uma região tão diversa e extensa. Ao mesmo tempo ignora-se também uma potencial contextualização com a pobreza existente no resto do país. Portanto, é necessário estudar a região e suas heterogeneidades ambientais e socioeconômicas e ampliar o leque de soluções para os problemas. É preciso ir além de uma possível causalidade entre clima e subdesenvolvimento e analisar como o clima interage com questões que são chave para o processo de desenvolvimento, como a urbanização.

2.2 AVANÇO DA URBANIZAÇÃO NO NORDESTE

As estimativas recentes apontam que, desde 2008 mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas (MARTINE; MARSHALL et al., 2007). Nesse contexto, o processo de industrialização e urbanização iniciado no Brasil, a partir da Segunda Guerra Mundial, fez com que tomassem ímpeto os movimentos migratórios de áreas rurais com destino às áreas urbanas do País (IBGE, 2010). Acompanhando a urbanização que acontecia no País, o Nordeste brasileiro se urbanizou rapidamente na segunda metade do século XX. O percentual de sua população residente em área urbana mais que dobrou em 2010 quando comparado a 1960. Segundo dados do IBGE (2010), em 2010 a população urbana da região Nordeste chegou a 38.821.246 milhões. Ainda assim, era a região que possuía menor percentual de sua população em área urbana, com 73.1%.

Como apresentado na tabela 21, em anexo, no período entre 1960 e 2010, a região Nordeste manteve-se na maior parte do período como a região com menor percentual de pessoas morando

Figura 4 – Percentual de Urbanização (%) por regiões, 1960 – 2010



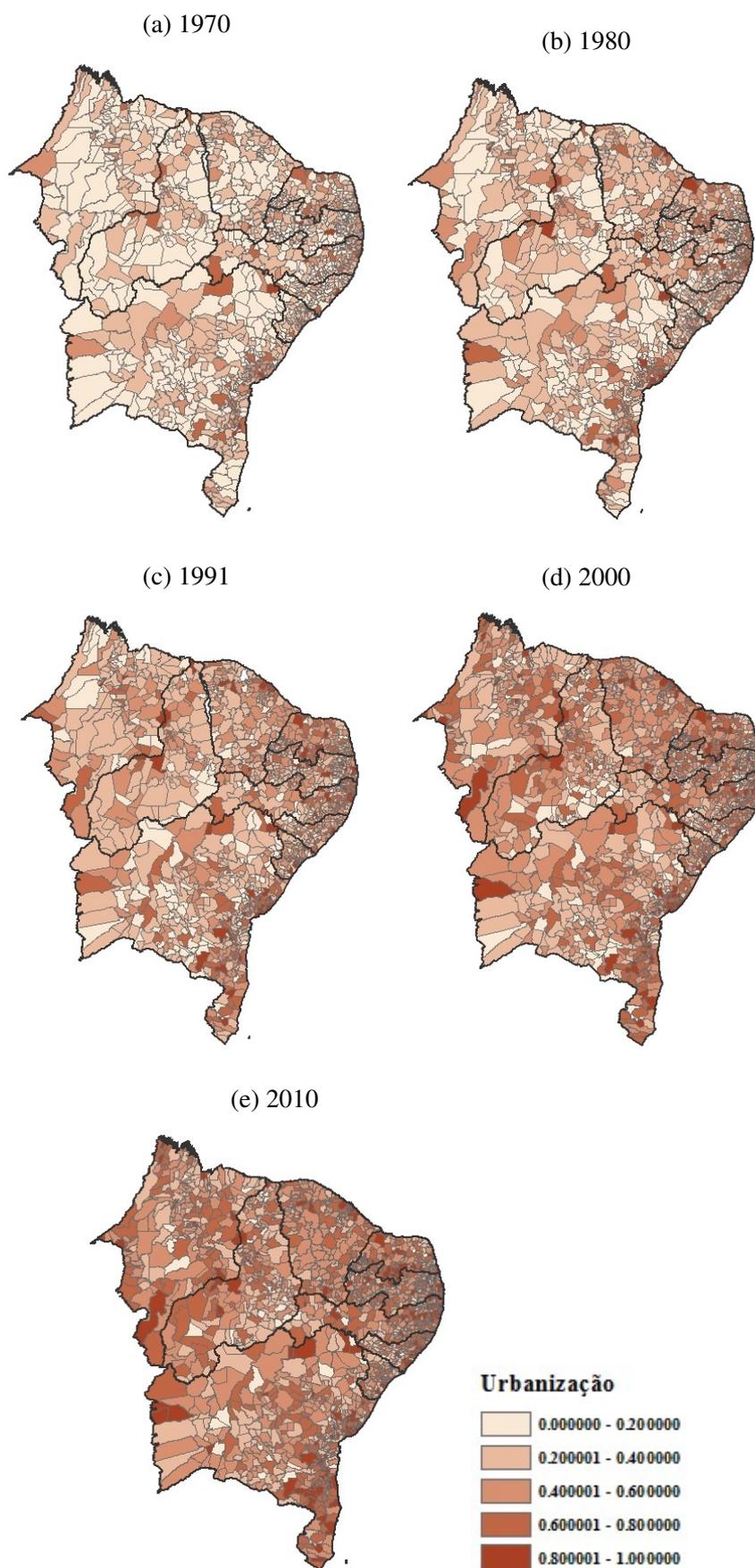
Fonte: : Elaboração própria com base em dados do IBGE

em áreas urbana. A exceção no período ocorreu em 1980 e 1991, quando a região Norte ocupou essa posição. No entanto, a diferença entre as duas regiões foi consideravelmente pequena. Acompanhando essa análise, a figura 4 apresenta a trajetória de crescimento da urbanização entre 1960 e 2010. É possível observar que apesar de ser a região menos urbanizada do País, a região Nordeste acompanhou a tendência de crescimento nacional que o Brasil apresentou no período. Essa tendência de urbanização na região Nordeste pode ser melhor compreendida ao se analisar a dinâmica espacial da mesma. A figura 5 mostra o avanço da urbanização do Nordeste por municípios entre 1970 e 2010. O processo que se inicia na região litorânea, onde fica a maioria das capitais dos estados, avançou para a região central do Nordeste com o passar das décadas. Entretanto, é importante ressaltar que o crescimento populacional nas regiões litorâneas também continuou em forte expansão.

De forma a entender a composição da urbanização da região Nordeste, foram separados em cada estado os municípios pertencentes e não pertencentes à região semiárida, conforme as figuras 6a e 6b. Os resultados mostram que, em 2010, quando se considera por unidade da federação somente os municípios não pertencentes ao semiárido, estes têm maior percentual da população morando em regiões urbanas. Por outro lado, os resultados para o semiárido apresentam um cenário distinto, apresentado na figura 6b. No semiárido as diferenças percentuais entre a população residente em área urbana e em área rural por unidade da federação não é tão acentuada. No estado do Piauí, por exemplo, o percentual chega a se equiparar entre a população rural e urbana.

Para a elaboração dos resultados da tabela 4 foi calculado o percentual de pessoas em cada município que reside em área urbana em relação a população total do mesmo município. Após

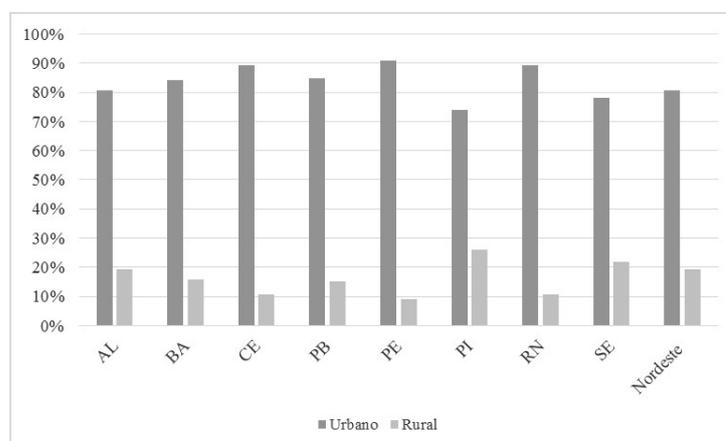
Figura 5 – Evolução da Urbanização no Nordeste: 1970 a 2000.



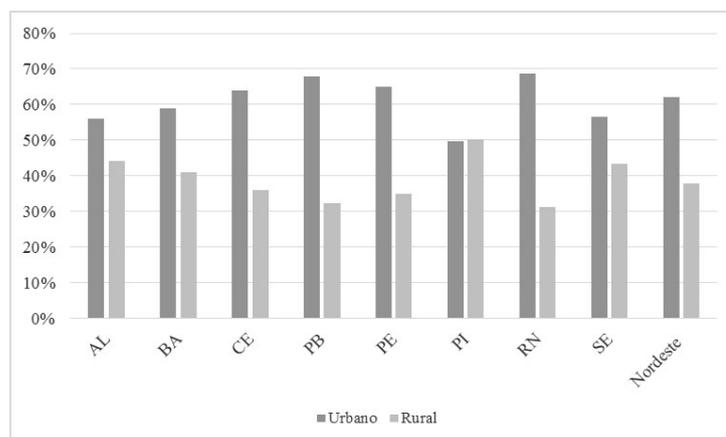
Fonte: Elaboração própria com dados dos Censos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Figura 6 – Percentual de População Urbana e Rural na Região Nordeste - 2010

(a) Não Semiárido



(b) Semiárido



Fonte: Elaboração própria com base em dados do INSA

esse procedimento, foram criadas faixas de percentual de urbanização e os municípios foram enquadrados nessas faixas de acordo com o percentual de urbanização que possuíam. Com o objetivo de verificar diferenças, os resultados também foram apresentados considerando as regiões semiárida e a não semiárida.

Tabela 4 – Percentual de Urbanização em 2010

População Urbana do Município	Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.
0 - 20%	2.90%	2.9%	3.24%	3.24%	2.41%	2.41%
21% - 40%	20.79%	23.69%	22.33%	25.57%	18.63%	21.05%
41% - 60%	35.84%	59.53%	40.08%	65.65%	29.89%	50.94%
61% - 80%	27.93%	87.46%	26.34%	91.98%	30.16%	81.1%
81% - 100%	12.54%	100%	8.02%	100%	18.9%	100%

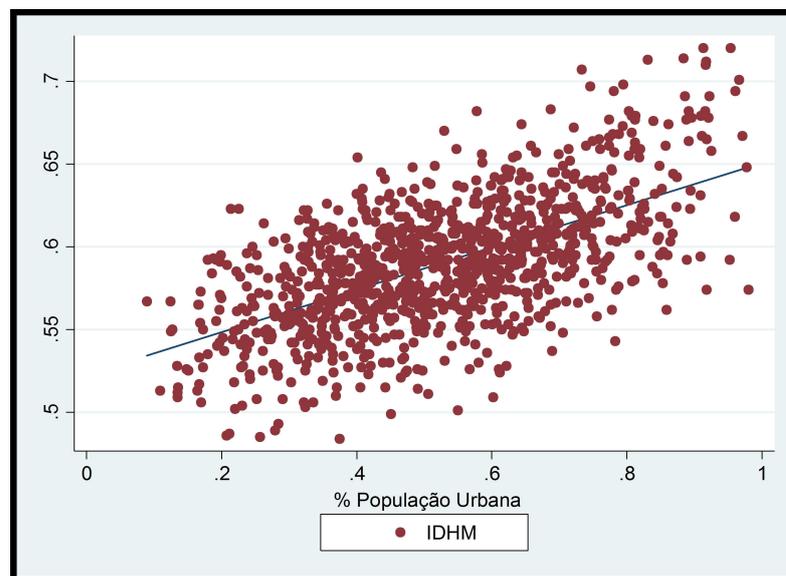
Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2010).

Os resultados mostram que a região Nordeste tem a maior parte de seus municípios, 35.84%, com percentual de urbanização entre 41% e 60%. No primeiro quintil, ao se analisar semiárido e não semiárido de forma separada, é possível observar que esses dois grupos praticamente se equiparam em termos percentuais e possuem poucos dos seus respectivos municípios com até 20% da população residindo em áreas urbanas. A região semiárida tem a maior parte de seus municípios com percentual de urbanização entre 41% e 60%, semelhante a região Nordeste quando analisada em seu total. A região não semiárida tem a maior parte de seus municípios com percentual de urbanização entre 61% e 80%, ou seja, pertencente ao quarto quintil. No entanto, o valor do quarto e quinto quintil são muito próximos. Dessa forma, pode-se dizer que os municípios da região Nordeste, semiárida e não semiárida, são consideravelmente urbanizados.

Devido à capacidade que possui de concentrar importantes atividades, as áreas urbanas podem ser capazes de facilitar o enfrentamento das adversidades de maneira que o fenômeno urbano possa ter influência positiva nas regiões. Não obstante, há vários argumentos para rotular as cidades como ponto de tensão na busca pela sustentabilidade urbana, principalmente nas grandes cidades ao surgir os efeitos de congestionamento. No entanto, a acentuada urbanização em municípios menores pode favorecer a disponibilidade de serviços como saneamento básico, planejamento urbano e infraestrutura de serviços e, em municípios do semiárido por exemplo, pode proporcionar avanços significativos na qualidade de vida e no enfrentamento dos desafios da estiagem. A figura 7 evidencia esse ganho de qualidade de vida em áreas urbanas no semiárido ao mostrar uma correlação positiva entre o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)⁶ e a urbanização nos municípios do semiárido.

⁶ O IDHM é composto pela média geométrica dos índices das dimensões renda, educação e longevidade, com pesos iguais. Os dados foram disponibilizados pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Figura 7 – Correlação entre Percentual de Urbanização e IDHM para os municípios na região semiárida do Nordeste

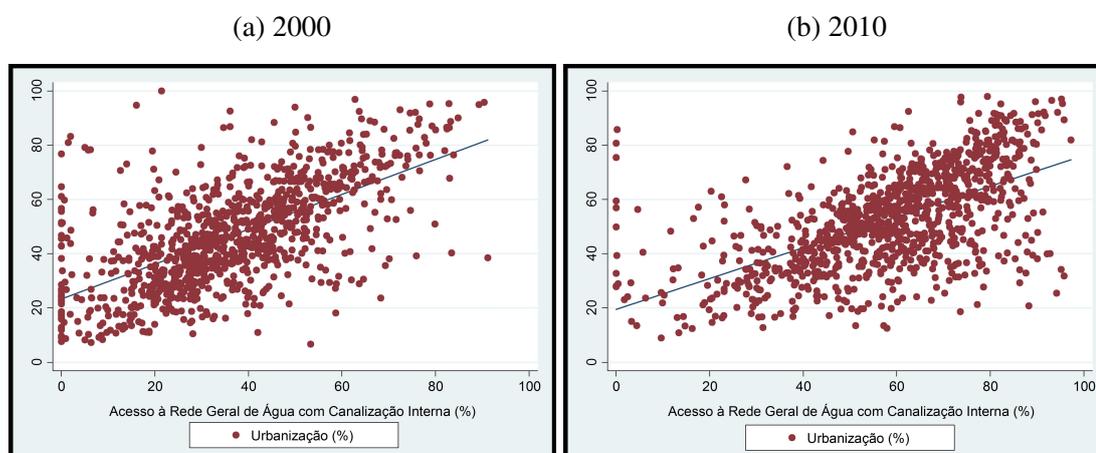


Fonte: Elaboração própria com base em dados do PNUD (2010)

A urbanização equilibrada permite a diversificação de possibilidades para os indivíduos que residem nos centros urbanos. Áreas urbanizadas oferecem uma maior disponibilidade de serviços como educação, saúde e saneamento básico para a população, sobretudo devido aos ganhos de economia de escala (MARTINE; MARSHALL et al., 2007). As figuras 8a e 8b apresentam as correlações entre o percentual de urbanização dos municípios do semiárido do Nordeste e o percentual da população de domicílios que possuem acesso à rede geral de água com canalização interna,⁷ para os anos selecionados. É possível observar que em 2000 e 2010 houve uma associação positiva crescente na relação entre as duas variáveis. Essa associação positiva se eleva devido aos ganhos ocorridos no período em relação ao acesso à água encanada.

⁷ Para a elaboração da variável Acesso à Rede Geral de Água com Canalização Interna foi calculado o percentual da população em domicílios com água encanada para os censos de 2000 e 2010: Para o Censo 2000 foram utilizadas as variáveis v0207-Forma de Abastecimento de Água (1-Rede geral) e v0208-Tipo de Canalização (1-Canalizada em pelo menos um cômodo). Para o Censo 2010 foram utilizadas as variáveis v0208-Abastecimento de Água (1-Rede geral de distribuição) e v0209-Abastecimento de água, canalização (1-Sim, em pelo menos um cômodo).

Figura 8 – Correlação entre Percentual de Urbanização e Percentual da População em Domicílios com Água Encanada no Semiárido nordestino, 2000 e 2010.



Fonte: Elaboração própria com base em dados do Censo (2000 e 2010)

As figuras 7 e 8 evidenciam que a concentração de pessoas em áreas urbanas de pequenos municípios atingidos pela seca poderia reduzir a vulnerabilidade diante dos fatores ambientais extremos e trazer ganhos de qualidade de vida ao otimizar a oferta de serviços públicos, potencializar ações emergenciais para o enfrentamento das secas e atrair investimentos de médio e longo prazo. Em regiões como as do semiárido do Nordeste, em que adversidades climáticas podem provocar a saída das pessoas do campo, a urbanização poderia ser um "escape" e amenizar as dificuldades cotidianas das pessoas da região.

Tabela 5 – Quantidade de Municípios, População e FPM (Fundo de Participação dos Municípios) da Região Nordeste em 2010.

Variáveis	Semiárido	Não Semiárido
Quantidade de Municípios	1048	746
População	21.349.298	31.732.652
FPM ^a – Fundo de Participação dos Municípios	7.296.701.921,45	8.009.679.059,75
FPM per capita	341,78	252,41

^a Valores em reais.

Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2010) e Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

No entanto, o aumento da urbanização em municípios que não possuem dinâmica econômica própria pode trazer novos problemas ou potencializar problemas já existentes nesses municí-

pios. Em termos de disponibilidade de recursos, grande parte dos municípios da região Nordeste depende de repasses e transferências para manter sua economia com um mínimo de dinamismo. A concentração urbana em municípios de pequeno porte populacional traz desafios em termos da capacidade orçamentária e de infraestrutura pois esses municípios apresentam, em sua maioria, acentuada dependência econômica de transferências de recursos federais e estaduais. A tabela 5 evidencia essa dependência através do repasse de recursos do Fundo de Participação dos Municípios⁸ (FPM) de forma que a região semiárida do Nordeste possui um maior valor de FPM percapita do que municípios do Nordeste não pertencentes a região semiárida.

A análise contida nessa subseção analisa o avanço da urbanização na região Nordeste e a necessidade de chamar a atenção dos *police makers* para a construção de pilares sólidos nas economias dos municípios para sustentar o processo de desenvolvimento da região. As regiões urbanas, que frequentemente são vistas pelos indivíduos como opção de escape para adversidades climáticas, serão realmente mais atrativas se forem capazes de atender a demanda através da oferta de serviços e empregos que garantam uma melhor qualidade de vida. De outra forma, serão apenas um *locus* de desorganização social em que problemas de moradia, saúde e segurança irão se potencializar.

O conteúdo aqui apresentado não se destina a convencer que as áreas urbanas dos municípios devem funcionar como uma possível forma de “escape” para adversidades climáticas. Elas podem assumir tal papel mas para que isso aconteça sem gerar desequilíbrios sócioeconômicos e redução do bem-estar da sociedade, se faz necessário primeiro ter cidades com uma economia dinâmica seja em áreas rurais ou urbanas. O presente trabalho busca verificar a escolha do indivíduo por fugir de hostilidades resultantes do clima, que prejudicam a área rural, e optar por áreas urbanas como forma de buscar uma vida com mais oportunidades e qualidade. Para tanto, segue na próxima seção da dinâmica setorial do desenvolvimento do Nordeste, para que posteriormente se verifique como essa dinâmica interage com clima.

2.2.1 Dinâmicas dos Setores Econômicos no Nordeste

A migração de áreas rurais para as áreas urbanas ocorre de forma equilibrada se as cidades oferecerem oportunidades em um mercado de trabalho sólido, serviços de qualidade e que sejam capazes de atender as demandas dos indivíduos. A existência de setores econômicos desenvol-

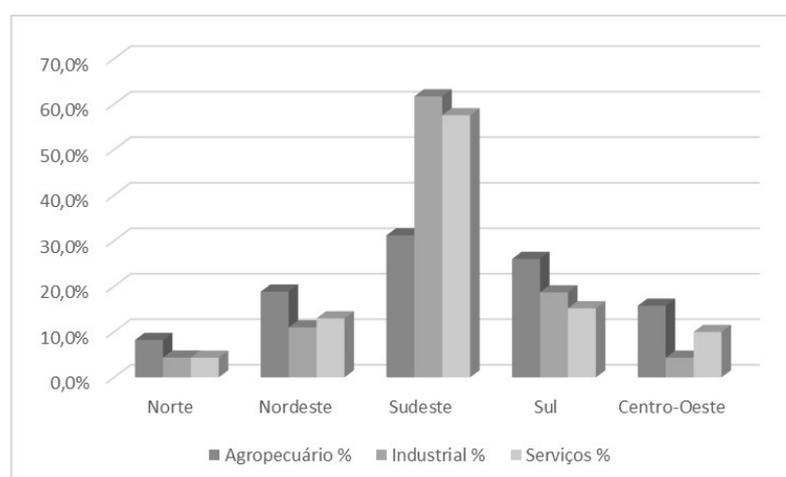
⁸ O Fundo de Participação dos Municípios é uma transferência constitucional (CF, Art. 159, I, b), da União para os Estados e o Distrito Federal, composto de 22,5% da arrecadação do Imposto de Renda (IR) e do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). A distribuição dos recursos aos Municípios é feita de acordo com o número de habitantes, onde são fixadas faixas populacionais, cabendo a cada uma delas um coeficiente individual. Os critérios atualmente utilizados para o cálculo dos coeficientes de participação dos Municípios estão baseados na Lei n.º 5.172/66 (Código Tributário Nacional) e no Decreto-Lei N.º 1.881/81. Anualmente o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, divulga estatística populacional dos Municípios e o Tribunal de Contas da União, com base nessa estatística, publica no Diário Oficial da União os coeficientes dos Municípios. A Lei Complementar 62/89 determina que os recursos do FPM serão transferidos nos dias 10, 20 e 30 de cada mês sempre sobre a arrecadação do IR e IPI do decêndio anterior ao repasse.

vidos, ou em desenvolvimento, capazes de ofertar trabalho e gerar economias de aglomeração é essencial para que isso ocorra. Desse modo, esta seção apresenta a capacidade de a região Nordeste de atender a demanda por trabalho dos indivíduos que migram para as áreas urbanas para escapar das adversidades que impactam as áreas rurais da região Nordeste, em particular, a adversidade climática.

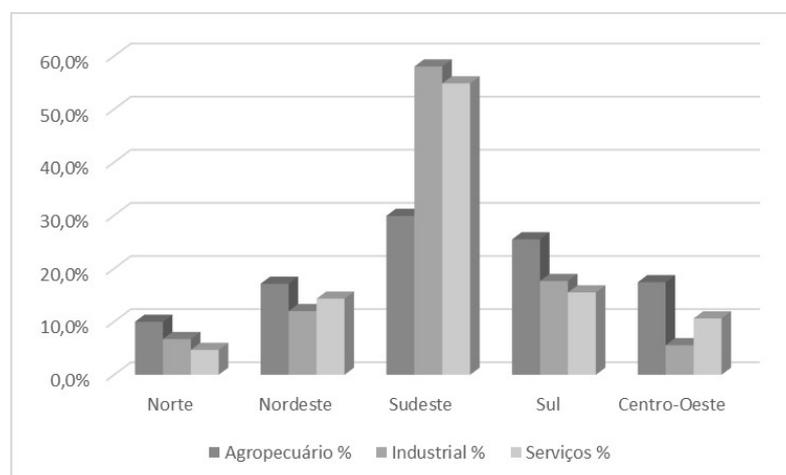
As figuras 9a e 9b mostram o Valor Adicionado Bruto dos setores agropecuário, industrial e serviços por região do Brasil em 2000 e 2010. É possível observar que entre os anos de 2000 e 2010 não houve grandes alterações nos setores agropecuário, industrial e serviços. A região Nordeste permaneceu tendo o setor agropecuário com maior participação no Valor Adicionado Bruto e sem grandes dinâmicas de mudanças entre os setores.

Figura 9 – Valor Adicionado Bruto: Agropecuária, Indústria e Serviços segundo Região

(a) 2000



(b) 2010



Fonte: Elaboração Própria com base em dados do IBGE e Datasus

Nas tabelas 6, 8 e 10 são apresentados os percentuais de trabalhadores empregados no setor industrial, agrícola e comercial em relação ao total da população ocupada no ano 2000. As tabelas 7, 9, e 11 apresentam os respectivos valores para 2010. As tabelas foram elaboradas através dos códigos de Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) apresentados na variável v4462 (Código Novo da Atividade) e na variável v6471 (Atividade), respectivamente nos Censos 2000 e 2010. A partir dessas variáveis criou-se uma variável de percentuais de trabalhadores empregados nos respectivos setores industrial, agrícola e comercial em relação a população ocupada. Essa variável também foi utilizada para fins de estimação e é descrita na subseção 4.2.3.

Tabela 6 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Indústria em 2000

Participação Percentual de Empregados no Setor Industrial	Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.
0-5%	34.92%	34.92%	34.91%	34.91%	34.92%	34.92%
5.001%-10%	41.19%	76.11%	40.77 %	75.68%	41.71%	76.63%
10.001%-15%	13.93%	90.04%	13.32%	89.00%	14.70%	91.33%
15.001%-20%	4.81%	94.85%	5.15 %	94.15%	4.40%	95.73%
20.001%-25%	2.85%	97.71%	2.83 %	96.97%	2.89%	98.62%
25.001%-30%	1.01%	98.71%	1.11 %	98.08%	0.88%	99.50%
30.001%-35%	0.62%	99.33%	0.91 %	98.99%	0.25%	99.75%
35.001%-40%	0.17%	99.50%	0.30 %	99.29%	-	-
40.001%-45%	0.06%	99.55%	0.10 %	99.39%	-	-
45.001%-50%	0.22%	99.78%	0.20 %	99.60%	0.25%	100.00%
50.001%-55%	0.11%	99.89%	0.20 %	99.80%	-	-
55.001%-60%	0.06%	99.94%	0.10 %	99.90%	-	-
60.001%-65%	0.06 %	100.00%	0.10 %	100.00%	-	-

Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2000).

Tabela 7 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Indústria em 2010

Participação Percentual de Empregados no Setor Industrial	Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.
0-5%	48.63%	48.63%	52.63%	52.63%	42.97%	42.97%
5.001%-10%	30.05%	78.68%	27.79%	80.42%	33.24%	76.22%
10.001%-15%	10.74%	89.42%	9.36%	89.78%	12.70%	88.92%
15.001%-20%	5.15%	94.57%	4.11%	93.89%	6.62%	95.54%
20.001%-25%	2.57%	97.15%	2.20%	96.08%	3.11%	98.65%
25.001%-30%	1.23%	98.38%	1.43%	97.52%	0.95%	99.59%
30.001%-35%	1.12%	99.50%	1.62%	99.14%	0.41%	100.00%
35.001%-40%	0.22%	99.72%	0.38%	99.52%	-	-
40.001%-45%	0.06%	99.78%	0.10%	99.62%	-	-
45.001%-50%	0.17%	99.94%	0.29%	99.90%	-	-
60.001%-65%	0.06%	100.00%	0.10%	100.00%	-	-

Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2010).

As tabelas 6 e 7 apresentam um panorama descritivo, para a região Nordeste, dos trabalhadores empregados na indústria extrativa e de transformação em 2000 e 2010, respectivamente. No ano 2000, apresentado na tabela 6, a região Nordeste possuía aproximadamente 35% de seus municípios com até 5% de sua população ocupada empregada no setor industrial de extração e transformação. Em 2010, apresentado na tabela 7, esse percentual era de 48,6%. Quando se compara a frequência acumulada, a região Nordeste em 2000 possuía cerca de 76,1% de seus municípios com até 10% de sua população ocupada empregada no setor industrial de extração e transformação. Esse percentual em 2010 é de cerca de 78,7%. Portanto, a quantidade de pessoas empregadas na indústria extrativa e de transformação permaneceu paraticamente estagnada na região Nordeste entre os dois períodos.

Quando a região Nordeste é analisada desagregando-a entre a região semiárida e não semiárida, o panorama não diverge muito da análise da região feita de forma global no parágrafo anterior. Em 2000, a região semiárida possuía 75,7% dos municípios com até 10% de sua população ocupada na indústria extrativa e de transformação. Em 2010, esse valor é de 80,4%. Para a região não semiárida, em 2000 o percentual era de 76,6% e em 2010 era 76,2%.

A partir dessa constatação de um setor industrial extrativo e de transformação estagnado na região, foi criada uma variável de presença industrial para os anos de 2000 e 2010 de forma a verificar a hipótese do presente trabalho, que será apresentada na seção 3.2. A forma a qual foi

feita a elaboração da respectiva variável de indústria é descrita na seção 4.2.3.

Tabela 8 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Agricultura em 2000

Participação Percentual de Empregados no Setor Agrícola	Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.
0-5%	3.02%	3.02%	1.41%	1.41%	5.03%	5.03%
5.001%-10%	3.75%	6.77%	3.33%	4.74%	4.27%	9.30%
10.001%-15%	6.32%	13.09%	6.66%	11.40%	5.90%	15.20%
15.001%-20%	9.35%	22.44%	10.60%	22.00%	7.79%	22.99%
20.001%-25%	10.30%	32.74%	11.71%	33.70%	8.54%	31.53%
25.001%-30%	9.85%	42.59%	10.29%	44.00%	9.30%	40.83%
30.001%-35%	10.13%	52.71%	10.19%	54.19%	10.05%	50.88%
35.001%-40%	10.63%	63.35%	9.79%	63.98%	11.68%	62.56%
40.001%-45%	9.74%	73.08%	9.89%	73.86%	9.55%	72.11%
45.001%-50%	9.01%	82.09%	8.17%	82.04%	10.05%	82.16%
50.001%-55%	7.61%	89.70%	7.77%	89.81%	7.41%	89.57%
55.001%-60%	4.87%	94.57%	5.15%	94.95%	4.52%	94.10%
60.001%-65%	2.80%	97.37%	2.72%	97.68%	2.89%	96.98%
65.001%-70%	1.62%	98.99%	1.11%	98.79%	2.26%	99.25%
70.001%-75%	0.62%	99.61%	0.71%	99.50%	0.50%	99.75%
75.001%-80%	0.39%	100.00%	0.50%	100.00%	0.25%	100.00%

Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2000).

Tabela 9 – Percentual de Trabalhadores Empregados na Agricultura em 2010

Participação Percentual de Empregados no Setor Agrícola	Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.
0-5%	4.36%	4.36%	1.81%	1.81%	7.97%	7.97%
5.001%-10%	4.59%	8.95%	3.34%	5.16%	6.35%	14.32%
10.001%-15%	8.34%	17.29%	7.93%	13.09%	8.92%	23.24%
15.001%-20%	12.03%	29.32%	13.09%	26.17%	10.54%	33.78%
20.001%-25%	14.21%	43.54%	14.90%	41.07%	13.24%	47.03%

25.001%-30%	14.49%	58.03%	13.66%	54.73%	15.68%	62.70%
30.001%-35%	12.42%	70.45%	13.66%	68.39%	10.68%	73.38%
35.001%-40%	9.57%	80.02%	10.22%	78.61%	8.65%	82.03%
40.001%-45%	8.95%	88.98%	9.07%	87.68%	8.78%	90.81%
45.001%-50%	4.92%	93.90%	4.97%	92.65%	4.86%	95.68%
50.001%-55%	2.74%	96.64%	3.53%	96.18%	1.62%	97.30%
55.001%-60%	2.13%	98.77%	2.20%	98.38%	2.03%	99.32%
60.001%-65%	0.56%	99.33%	0.76%	99.14%	0.27%	99.59%
65.001%-70%	0.39%	99.72%	0.38%	99.52%	0.41%	100.00%
70.001%-75%	0.28%	100.00%	0.48%	100.00%	-	-

Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2010).

As tabelas 8 e 9 apresentam na primeira coluna as participações percentuais dos empregados no setor agrícola em relação a população ocupada e nas colunas seguintes o percentual de municípios alocados nas respectivas faixas para a região Nordeste, a região semiárida do Nordeste e a região não semiárida do Nordeste. É possível observar que há uma distribuição bem equilibrada de participação dos municípios em cada intervalo. A frequência acumulada mostra que, em 2000, 82.1% dos municípios tinham até 50% de sua população ocupada trabalhando no setor agrícola e assume, respectivamente, o valor de 82% e 82.1% quando analisa-se de forma desagregada o semiárido e não semiárido. Em 2010, a região Nordeste tinha 93,9% dos municípios com sua até 50% de sua população ocupada na agricultura e assume valores de 92.7% e 95.7% para as regiões semiárida e não semiárida do Nordeste.

Tabela 10 – Percentual de Trabalhadores Empregados no Setor Comercial em 2000

Participação Percentual de Empregados no Setor Comercial	Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.
0-5%	9.57%	9.57%	9.18%	9.18%	10.05%	10.05%
5.001%-10%	38.00%	47.57%	38.14%	47.33%	37.81%	47.86%
10.001%-15%	31.95%	79.52%	33.80%	81.13%	29.65%	77.51%
15.001%-20%	13.99%	93.51%	13.22%	94.35%	14.95%	92.46%
20.001%-25%	5.04%	98.55%	4.04%	98.39%	6.28%	98.74%
25.001%-30%	1.23%	99.78%	1.21%	99.60%	1.26%	100.00%
30.001%-35%	0.17%	99.94%	0.30%	99.90%	-	-
35.001%-40%	-	-	-	-	-	-
40.001%-45%	0.06%	100.00%	0.10%	100.00%	-	-

Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2000).

Tabela 11 – Percentual de Trabalhadores Empregados no Setor Comercial em 2010

Participação Percentual de Empregados no Setor Comercial	Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.	Percentual	Freq. Acum.
0-5%	2.01%	2.01%	1.91%	1.91%	2.16%	2.16%
5.001%-10%	22.72%	24.73%	22.83%	24.74%	22.57%	24.73%
10.001%-15%	43.20%	67.94%	43.55%	68.29%	42.70%	67.43%
15.001%-20%	21.94%	89.87%	21.68%	89.97%	22.30%	89.73%
20.001%-25%	7.95%	97.82%	7.83%	97.80%	8.11%	97.84%
25.001%-30%	1.96%	99.78%	1.91%	99.71%	2.03%	99.86%
30.001%-35%	0.17%	99.94%	0.19%	99.90%	0.14%	100.00%
50.001%-55%	0.06%	100.00%	0.10%	100.00%	-	-

Fonte: Elaboração própria com base em Dados do CENSO (2010).

As tabelas 10 e 11 apresentam as faixas percentuais dos empregados no setor comercial em relação a população ocupada. A tabela 10, para 2000, mostra que quase metade dos municípios da região Nordeste possuía no máximo 10% de população ocupada empregada no setor comercial.

Quando é analisado de forma desagregada para a região semiárida e não semiárida os valores são similares. Em 2000, cerca de 98.6% dos municípios tinham até 25% de sua população ocupada empregada no setor comercial. Esse valor era de 97.8% em 2010.

As tabelas apresentadas nessa seção têm por objetivo mostrar a participação e a importância dos setores industrial, agrícola e comercial na região Nordeste, as diferenças entre eles e possíveis diferenças quando desagrega-se a região entre semiárido e não semiárido. Como dito anteriormente, setores econômicos dinâmicos são atrativos para àqueles que desejam migrar e reforçam uma dinâmica de urbanização.

2.2.2 Clima e Urbanização: uma perspectiva para a Região Nordeste

A questão climática vai além do contexto ambiental. A relação do clima com o desenvolvimento regional da região Nordeste deve ser analisada de forma a incorporar elementos que representem distintas características da região. O bem-estar futuro da população pode estar intimamente ligado às políticas públicas que consigam incorporar medidas de adaptação aos dilemas climáticos e socioeconômicos. Logo, é preciso compreender como o fator climático interage com outros determinantes do desenvolvimento e da urbanização, em particular.

A relação da urbanização com os elementos climáticos tem se tornado importante para o desenvolvimento regional, principalmente quando se trata da elaboração de políticas públicas, da necessidade de redução das vulnerabilidades sociais e da adaptação em um futuro com a iminência de mudanças climáticas globais. Dessa forma, pensar e analisar as cidades e o processo de urbanização sob a perspectiva da mudança climática torna-se mandatário neste novo contexto.

De forma a estabelecer a relação entre fatores climáticos e fatores socioeconômicos, será avaliado se as mudanças adversas nas condições climáticas provoca uma saída de pessoas da área rural para áreas urbanas, no contexto de migração intra-municipal, e um possível aumento da urbanização. Henderson, Storeygard e Deichmann (2015), ao realizar uma pesquisa para a África, encontraram fortes evidências dessa dinâmica. No entanto, essa dinâmica foi verificada somente em distritos que possuíam uma indústria manufatureira bem desenvolvida para os padrões da região analisada.

A urbanização seria um “escape” para as pessoas submetidas aos efeitos de deterioração climática, na medida em que a produtividade da agricultura é comprometida, em um contexto de municípios que possuem unidades industriais. Uma hipótese que surge é que a transição pode ser mais problemática em regiões menos industrializadas. Essas evidências da literatura abrem uma oportunidade para se refletir sobre o contexto brasileiro, especificamente na região Nordeste e no semiárido.

A escolha da região Nordeste para a análise no contexto brasileiro dos efeitos do clima sobre

urbanização decorre de alguns elementos chaves. Em primeiro lugar, as condições climáticas e de vegetação da região Nordeste brasileira são bem heterogêneas. Essa condição permite realização de comparações e análises de singularidades. Segundo, a convenção que foi criada sobre uma possível causalidade entre a vulnerabilidade climática da região Nordeste e seu desenvolvimento precário, quando comparada ao restante do país, motiva a escolha da região para averiguação do processo de seu respectivo desenvolvimento. Por fim, a possibilidade de realizar inferências sobre a capacidade dos setores econômicos de absorver mão de obra, amenizar adversidades e potencializar o desenvolvimento local em um contexto de aumento da urbanização, precisa ser melhor compreendida na região Nordeste e na região semiárida.

A urbanização é um importante sinalizador sobre o desenvolvimento de uma região. A tendência de evolução da urbanização nas próximas décadas implica em uma prévia determinação da localização de empregos e pessoas, bem como onde bens e serviços públicos devem ser entregues. É preciso considerar a existência de *pull factors* e *push factors*, que serão melhor explicados na subseção 3.1.2, e que são capazes de exercer influências sobre a urbanização. Neste trabalho a análise trata de um *push factor* de variabilidade e mudanças climáticas e como este atua sobre a urbanização. Os fatores climáticos a serem utilizados na análise referem-se a precipitação, como variável explicativa, e a temperatura máxima, como uma variável de controle. Portanto, há uma tentativa de esclarecer se estes fatores exógenos explicam as escolhas do indivíduo em realizar uma migração intra-municipal e, caso sim, em que condições isso acontece.

Os municípios são considerados, por suposto, como pequenas economias abertas que possuem potencial para a atividade agrícola e podem ou não possuir setores industriais, de comércio e/ou de serviços. Quando o setor agrícola compete por trabalho com um setor urbano, engajado na produção de bens industriais, serviços e/ou comércio, a redução na precipitação pode induzir a urbanização através de uma possibilidade de emprego em um centro urbano. No entanto, se os municípios possuírem somente a presença do setor agrícola, a adversidade climática poderá ter pouco ou nenhum efeito sobre a urbanização, uma vez que não haverá setores competindo por mão de obra.

A existência de um setor industrial expressivo ampliaria as oportunidades em áreas urbanas de municípios atingidos por adversidades climáticas e seria capaz de atender a demanda por emprego e melhorias nas condições de vida. Uma dinâmica econômica alternativa ao setor primário, atingido por uma seca iminente, fundamentada nos setores secundários e terciários seria capaz de potencializar o desenvolvimento da região. No presente trabalho, busca-se verificar se a existência de tais setores nos municípios do Nordeste seria determinante na escolha do indivíduo em migrar de forma intra-municipal.

Diante da análise realizada no presente capítulo, o problema de pesquisa a ser formalizado nesta dissertação é: Qual o efeito da variabilidade climática sobre a urbanização no Nordeste

brasileiro? A resposta a esse problema de pesquisa remete à uma fundamentação teórica do fenômeno analisado, dentro da área de economia urbana e do uso de variáveis climáticas, de maneira a consolidar algumas hipóteses sobre a relação analisada para a região Nordeste.

O problema de pesquisa também impõe alguns desafios empíricos e metodológicos. A análise empírica envolvendo variação climática implicará na construção de um banco de dados sobre variação climática para os municípios da região Nordeste, além de um conjunto de variáveis sócioeconômicas desses municípios. A hipótese consistirá em inferir os efeitos da variável climática de precipitação sobre urbanização e se há diferenciais do efeito de precipitação sobre urbanização condicionado a presença de indústria no município. Do ponto de vista metodológico, o problema também requer aplicações de procedimentos econométricos e de identificação de efeitos causais. Segue, dessa forma, no próximo capítulo, a estruturação teórica do problema de pesquisa apresentado.

3 O MODELO TEÓRICO DE URBANIZAÇÃO COM VARIABILIDADE CLIMÁTICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que sustenta a modelagem do problema de pesquisa da presente dissertação, que é avaliar os efeitos da variabilidade climática sobre urbanização na região Nordeste para o período de 2000 a 2010. Inicialmente, será realizada uma revisão geral da literatura sobre economia e clima. Em seguida será apresentado, em detalhes, o modelo teórico sobre essa relação. Ao fim do capítulo, serão apresentados os trabalhos empíricos sobre o tema, considerando a literatura internacional e nacional sobre as preferências dos indivíduos por áreas urbanas.

3.1 REVISÃO GLOBAL

3.1.1 Literatura sobre Variação Climática e Resultados Econômicos

O tratamento de fenômenos climáticos conjuntamente a fenômenos econômicos exige que a ciência econômica considere o conhecimento dos climatologistas em relação aos aspectos do clima que são relevantes para a sociedade. A ciência do clima e a ciência econômica compartilham algumas características básicas. As duas áreas dependem de dados de observação, geralmente usados para testar hipóteses derivadas de modelos matemáticos. Ao mesmo tempo, as duas áreas tem ferramentas de pesquisa e devem superar obstáculos para explicações bem sucedidas que podem variar consideravelmente. Desse modo, quando se trata da interpretação de fenômenos incertos ou da importância de simulações complexas os resultados podem mudar significativamente (AUFFHAMMER et al., 2011).

Na maioria das aplicações, o uso de variáveis climáticas exógenas e aleatórias faz com que as estimações se aproximem de um experimento natural. O uso de variáveis climáticas permite aos pesquisadores identificar estatisticamente efeito causal de uma variável sobre um resultado econômico de interesse, na maioria dos casos (ANGRIST; KRUEGER, 2001). Segundo Hsiang, Burke e Miguel (2013), em seu estudo sobre quantificação da influência de clima sobre conflitos, a mensuração confiável do efeito das condições climáticas sobre algumas variáveis pode ser complicada pela complexidade inerente dos sistemas sociais. Uma preocupação central é se as relações estatísticas podem ser interpretadas de forma causal ou se elas são confundidas com variáveis omitidas.

O desafio básico em decifrar a relação entre variáveis climáticas e atividade econômica é que a variação espacial no clima é em grande parte fixa. O Canadá, por exemplo, é mais frio do que Camarões, em média, e essa condição sempre existiu. Embora possa existir grandes correlações transversais entre o clima de um país e os seus resultados econômicos, é difícil distinguir os efeitos do clima de muitas outras características potencialmente correlacionados com o mesmo. A dificuldade em identificar os efeitos causais em cortes transversais lançou desafios substanciais e duradouros para a compreensão das consequências de variações climáticas sobre variáveis

econômicas históricas, contemporâneas e futuras (BENJAMIN et al., 2014). Desse modo, a obtenção de bancos de dados longitudinais estruturados é um dos grandes desafios dessa área de pesquisa.

A literatura sobre o tema tem crescido nos últimos anos e apresentado diferentes metodologias. Estes novos estudos utilizam metodologias de dados em painel e exploram alta frequência, ano a ano, por exemplo, de mudanças de temperatura, precipitação e outras variáveis climáticas para identificar efeitos econômicos dessas variáveis. Esta nova literatura usa *variação de condições de meteorológicas*¹ para descrever a variação temporal de dados meteorológicos de curto prazo. A denominação *clima* é reservada para a distribuição de resultados. Essa distribuição pode ser resumida por médias ao longo de várias décadas. Enquanto *condição meteorológica* descreve uma realização particular e variabilidade substancial de dados meteorológicos (BENJAMIN et al., 2014).

A principal vantagem da nova literatura é a possibilidade de obter a identificação de efeitos causais. Ao explorar variação exógena nos resultados de temperatura ao longo do tempo, dentro de uma determinada área espacial, esses métodos podem identificar causalidade dos efeitos de temperatura e precipitação em vários resultados, incluindo a produção agrícola, a demanda de energia, a produtividade do trabalho, a mortalidade, a produção industrial, exportações, conflitos, migração e crescimento econômico. Desse modo, esta literatura tem fornecido uma série de novos resultados sobre as maneiras pelas quais temperatura, precipitação, tempestades e outros aspectos do clima afetam a economia (BENJAMIN et al., 2014).

No presente trabalho o objetivo é obter um possível efeito causal da precipitação sobre a urbanização. Segundo Drabo e Mbaye (2011), a história demonstra que a mudança climática está frequentemente associada aos movimentos maciços de população e o ambiente natural é provavelmente o determinante mais antigo de migração e deslocamento da população. Portanto, é explorada a relação entre variação climática e a urbanização e a capacidade da variável de clima exercer influência sobre a decisão das pessoas em migrar. Para tanto, a modelagem teórica desse processo é o ponto de partida para tal análise.

3.1.2 Migração Rural-Urbana

A migração é entendida como a mudança permanente de residência entre duas unidades territoriais estabelecidas. A literatura não apresenta uma única teoria sobre migração que agrupa todos os fragmentos teóricos já escritos sobre o tema, uma vez que o comportamento humano está condicionado a contextos específicos. Os estudos macroeconômicos explicam a ocorrência de migração por fatores estruturais como a diferença na oferta e demanda por emprego entre regiões que geram diferenciais salariais (RANIS; FEI, 1961; LEWIS, 1954). Quanto aos estu-

¹ Optou-se por traduzir os termos em inglês de forma que “*weather variation*” foi traduzido para “variação de condições de meteorológicas” e “*climate*” foi traduzido de forma literal como “clima”.

dos microeconômicos, estes tratam a migração como uma escolha racional de custo-benefício em que o indivíduo busca por empregos, melhores salários e diversificação de riscos em outras regiões (HARRIS J. H.; TODARO, 1980; SJAASTAD, 1970). Já a Teoria do Capital Humano, dentro da abordagem microeconômica mas com uma análise mais detalhada dos mecanismos pelos quais a seletividade migratória opera, situa a migração em um contexto de investimento em que os indivíduos decidem migrar ou não com base nos custos e nos retornos da migração (BECKER, 1994). Os Novos Economistas da Migração do Trabalho (STARK; BLOOM, 1985; STARK; TAYLOR, 1989; STARK; TAYLOR, 1991) apontam que a decisão de migrar não é tomada por indivíduos isolados, mas por um conjunto maior de pessoas que estão de alguma forma ligadas. Desse modo, o foco dessa análise está centrado não mais no indivíduo mas no domicílio ou outra unidade de produção e consumo.

Apesar das diferentes vertentes, a literatura indica que migração é primordialmente motivada por fatores econômicos em que os indivíduos buscam melhores oportunidades. Em países em desenvolvimento, como o Brasil, renda agrícola baixa e desemprego agrícola são considerados fatores motivadores para a saída de áreas rurais em direção a áreas desenvolvidas e com maiores oportunidades de emprego. Os fatores econômicos básicos que motivam a migração podem ser classificados em “*push factors*” e “*pull factors*”. autores como Barrios, Bertinelli e Strobl (2006)² e Henderson, Storeygard e Deichmann (2015), por exemplo, utilizam esses conceitos para explicar o movimento rural-urbano.

Os *push factors* mais comuns são a baixa produtividade, o desemprego, as más condições econômicas, o esgotamento dos recursos naturais, as calamidades naturais e as guerras civis. A introdução de métodos de capital intensivo de produção no setor agrícola e a mecanização de certos processos, que reduzem as necessidades de trabalho nas zonas rurais. Além disso, a não disponibilidade de fontes alternativas de renda na área rural também são fatores importantes para a migração. Um tipo particular de *push factor* que pode ser um importante determinante da urbanização é o clima. O clima tem sido um importante determinante da migração rural-urbana na África, por exemplo. Portanto, o conceito de *push factors* refere-se essencialmente a possibilidade que fatores diretamente afetem o setor rural e favoreça movimentos populacionais para áreas urbanas e que não necessariamente resulta de melhorias de produtividade.

Os *pull factors* são fatores que atraem os migrantes para uma área. Oportunidades de melhores empregos, salários, instalações, condições de trabalho e as comodidades atraentes são fatores de atração para uma determinada área. O conceito de *pull factors* geralmente assume que setores modernos da produção atrai mais migrantes. Estes setores geralmente localizam-se em áreas urbanas, têm maiores taxas de produtividade e maiores retornos monetários do que o setor rural-agrícola tradicional. Os exemplos de *pull factors* incluem a transformação estrutural conduzida

² Os autores usam nomenclatura diferente, de forma que *push factor* é chamado de *supply push* e *pull factor* é chamado de *demand pull*.

por acumulação de capital humano e choques de comércio.

A literatura tem dado particular atenção para as mudanças na urbanização na África e seus fatores explicativos (BARRIOS; BERTINELLI; STROBL, 2006; HENDERSON; STOREYGARD; DEICHMANN, 2015; BRÜCKNER, 2012). Nessa linha de pesquisa surgiram vários trabalhos que atribuem o aumento da urbanização no continente às variações climáticas adversas, conforme apresentado nas seções 3.2 e 3.3 a seguir. Dado que a economia do continente é fortemente dependente do setor agrícola, as variações climáticas adversas que impactam a produtividade do setor funcionam como um incentivo *push factor* para migração para áreas urbanas. Esse contexto sugere que um possível aumento da urbanização não está vinculado ao aumento de produtividade e o desenvolvimento econômico de um determinado local, caracterizando um *pull factor*, mas a um escape de condições climáticas, sociais e econômicas adversas.

3.1.3 A Decisão por Migrar para Áreas Urbanas

O presente trabalho tem como problema implícito a decisão do indivíduo de migrar quando ele é submetido às adversidade do clima. Em uma situação de adversidade climática associada a ausência de condições de vida adequadas, a existência de fatores atrativos nas respectivas áreas urbanas de destino é crucial na tomada decisão do indivíduo. Por exemplo, a expectativa de emprego nos setores industriais ou de serviços pode ser um importante fator de atração.

A migração é uma importante estratégia de adaptação para enfrentar disparidades espaciais de oportunidades econômicas, políticas e as condições ambientais adversas. Os eventos climáticos de curto prazo e longo prazo podem afetar a decisão das pessoas de migrar, uma vez que estes podem ter um efeito direto sobre os padrões de vida e renda presente e futuro da população, principalmente para pessoas que trabalham na agricultura (WALDINGER et al., 2015). As diferenças de renda entre locais exerce um importante papel na decisão de migrar. Logo, se as pessoas esperam que sua renda e padrão de vida melhorem ao se mudar para outro local, então estas terão incentivos adicionais para migrar (BORJAS, 2014).

Bartik e Smith (1987) utilizam o conceito de amenidades urbanas para analisar o processo de migração. Os autores consideram como amenidades urbanas um conjunto de características específicas de uma localidade que contribuem de forma positiva ou negativa para a satisfação dos indivíduos. Segundo Hermann (2003), as amenidades não estão restritas as características naturais, como áreas verdes, praias, clima, etc, mas também são constituídas por bens ou males gerados pelo próprio homem, tais como trânsito, poluição, oferta de entretenimento, segurança, etc.

Segundo O'sullivan (2007), a curva de oferta de trabalho pode ser deslocada pra direita ou esquerda de acordo amenidades existentes em determinado local. Qualquer evento que aumente a atratividade relativa de um local desloca a curva de oferta de trabalho para direita. O aumento

na variedade de bens de consumo como restaurantes, entretenimento, por exemplo, aumenta a oferta de trabalho. Analogamente, se algum evento reduzir a atratividade relativa de um local, a oferta de trabalho é reduzida e a curva de oferta de trabalho desloca-se para esquerda. Com base nessa fundamentação teórica, quando os indivíduos se deslocam devido as condições climáticas adversas, eles passam a ofertar trabalho nas áreas urbanas e buscam amenidades que aumentem seu bem-estar.

Para Glaeser, Kolko e Saiz (2001) existem quatro principais amenidades que atraem indivíduos para áreas urbanas: i) a presença de uma rica variedade de bens e serviços; ii) O conjunto estético e físico da cidade; iii) serviços de bens públicos como boas escolas e menos crime, e; iv) facilidades relacionadas a mobilidade. Pelo lado da firma, os autores argumentam que as firmas são mais produtivas em cidades por encontrarem amenidades de menores custos de transporte e entrega dos bens ou serviços e maior acesso às novas ideias e tecnologias. Os autores utilizam ideias de Alfred Marshall para afirmar que a existência de um grande número de empregadores na área urbana permite que os trabalhadores mudem de emprego mais facilmente. Além disso, os jovens podem escolher suas carreiras de forma mais eficiente e os trabalhadores poderão adquirir mais habilidades devido ao ambiente mais denso e propício as trocas e formação de novas ideias.

No presente trabalho, considera-se que a perda de bem estar causada por adversidade climáticas, considerada um *push factor*, faz com que os indivíduos avaliem o mercado de trabalho e as amenidades das áreas urbanas, ou seja os *pull factors*, antes de migrar para essas áreas. Logo, as áreas urbanas que não possuem oportunidades de trabalho e condições de vida adequadas, como escolas, segurança, etc, não seriam atrativas o suficiente para influenciar a decisão do indivíduo em migrar. As mudanças trazem custos, mesmo para as regiões próximas. Se o custo oportunidade da mudança não for atrativo o indivíduo decide por não migrar.

As migrações também trazem desafios para os locais de destino. As políticas públicas podem ajudar a mitigar dificuldades e a gerenciar o processo de absorção de pessoas, principalmente em áreas urbanas. O mercado de trabalho e a infraestutura frequentemente não tem capacidade de acomodar rapidamente o incremento no número de habitantes. Se os migrantes encontram problemas para entrar no mercado de trabalho ou não têm acesso aos bens públicos, é provável que os problemas sociais e econômicos sejam potencializados nas áreas urbanas (WALDINGER et al., 2015).

3.2 MODELO DE VARIABILIDADE CLIMÁTICA E URBANIZAÇÃO LOCAL

O modelo teórico tomado como base para a realização da estratégia empírica é o modelo utilizado em Henderson, Storeygard e Deichmann (2015). Os autores modelam o movimento de trabalhadores entre o setor urbano e o setor rural de 369 distritos de diferentes países da África. O objetivo do presente trabalho é adaptar o modelo utilizado pelos autores no continente afri-

cano de forma a estudar o efeito de uma mudança na precipitação sobre a divisão rural-urbana da população dentro dos municípios da região Nordeste do Brasil. O modelo trata os municípios como pequenas economias abertas e possui preços fixos.

3.2.1 O Modelo Básico

3.2.1.1 O Setor Urbano

No modelo utilizado por Henderson, Storeygard e Deichmann (2015), o setor urbano pode produzir serviços e manufaturas. Os serviços não são comercializados entre municípios, enquanto que os bens manufaturados podem ou não ser produzidos e são potencialmente comercializáveis entre municípios. Por potencialmente comercializáveis, entende-se que alguma parte da produção pode ser vendida para outros locais ou são substitutos locais para bens importados. No presente trabalho é utilizado esse modelo de forma a identificar a estrutura econômica dos municípios da região Nordeste.

A produção por unidade de trabalhador é b em serviços. Estes são produzidos e vendidos localmente, possuem retornos constantes de escala e não são comercializados para fora do município. A produção da manufatura por trabalhador é cL_m^ε , onde L_m é a quantidade de trabalho empregado na manufatura. As economias de escala na manufatura, representada por $\varepsilon > 1$, podem surgir dos *spillovers* de informação ou da diversidade de insumos intermediários locais em um quadro de competição monopolística. As economias de escala urbana não tem um papel na definição da estática comparativa básica mas tem um papel na discussão posterior, de quando cidades são propensas a ter uma base industrial. A produção final de manufaturas é comercializável nacionalmente e internacionalmente aos preços fixados para a cidade. A taxa salarial, w , por unidade de trabalho na cidade é portanto

$$w = p_s b = cL_m^\varepsilon \quad (3.1)$$

onde p_s é o preço dos serviços.

Com base nos modelos de economia urbana padrão de Duranton e Puga (2004) e Desmet e Henderson (2015), para modelar deseconomias urbanas, assume-se que trabalhadores vivem em uma cidade onde precisam deslocar-se para trabalhar no centro da cidade. Cada trabalhador é dotado com 1 unidade de trabalho e o deslocamento reduz o tempo gasto trabalhando a uma taxa de $4t$ por unidade de distância percorrida. Os trabalhadores que vivem distante do centro da cidade gastam menos em aluguel para compensar os altos custos de deslocamento e perdas de rendimento do trabalho. As rendas de alugueis da cidade são redistribuídas para os trabalhadores urbanos. Logo, a renda líquida por trabalhador, após os gastos com deslocamento e alugueis

pagos, é

$$y = w(1 - tN_U) = p_s b(1 - tN_U) \quad (3.2)$$

onde N_U é a população urbana.

Na medida em que surgem os ganhos de escala, o tempo gasto por trabalhador para produção declina e surgem as deseconomias urbanas. Como resultado, a oferta de trabalho urbana total, L , descontado o tempo de deslocamento é

$$L_S + L_M = L = N_U(1 - tN_U) \quad (3.3)$$

onde L_S é a força de trabalho em termos de serviços.

3.2.1.2 O Setor Rural

O setor rural compõe a outra parte do município e produz bens agrícolas, vendidos a um preço fixo p_A . A renda por trabalhador na agricultura é dada por

$$p_A f(N_A, R), f_1 < 0, f_2 > 0 \quad (3.4)$$

A população rural empregada na agricultura é N_A e a área total é dividida igualmente entre esta população. A produção por trabalhador é declinante no total de trabalhadores da agricultura e crescente em precipitação, denominado no modelo por R .

3.2.1.3 Condições de Equilíbrio para o Município

A arbitragem de migração entre os setores rural e urbano equaliza as respectivas rendas de cada setor. Na alocação da população, considera-se por suposto que existe pleno emprego no município de forma que a população total do município, N , é composta pela população rural e urbana empregada em cada respectivo setor. Portanto, considerando a renda líquida por trabalhador do setor urbano e rural, em equilíbrio

$$p_s b(1 - tN_U) - p_A f(N_A, R) = 0 \quad (3.5)$$

$$N_A = N - N_U \quad (3.6)$$

O modelo é fechado de forma que o mercado de serviços *untraded* deve estar em equilíbrio. A produção total é bL_S , a demanda total é $ND(y, p_A, p_S)$ e a função demanda individual $D(y, p_A, p_S)$. Com essas condições, em equilíbrio, a oferta é igual a demanda por serviços:

$$bL_S = ND(y, p_A, p_S)$$

Da equação 3.2, temos que $y = w(1 - tN_U) = p_S b(1 - tN_U)$.

Portanto, em equilíbrio:

$$bL_S = ND(p_S b(1 - tN_U), p_A, p_S)$$

Tomando a equação 3.5, temos $p_S b(1 - tN_U) = p_A f(N_A, R)$.

Dessa forma:

$$bL_S = ND(p_A f(N_A, R), p_A, p_S) \quad (3.7)$$

Dessa forma, em (3.7), é demonstrado que a oferta de serviços bL_S , em equilíbrio, é igual a demanda por serviços. A demanda por serviços é função da renda do trabalhador na agricultura $p_A f(N_A, R)$ e dos preços praticados no setor agrícola, p_A , e dos preços dos serviços, p_S . Cabe ressaltar que a demanda por serviços é multiplicada pela população total.

3.2.2 Exportação de Manufatura pelo Setor Urbano Local

A análise de estática comparativa quando o setor urbano local produz manufatura tem como objetivo analisar o efeito de variabilidade climática sobre a população urbana quando a cidade possui setor manufatureiro expressivo. Portanto, deseja-se verificar dN_U/dR .

O ponto de partida é a solução para o efeito climático sobre a alocação da população. Tomando as diferenciações de 3.1, 3.7, 3.3 e 3.5, após a utilização de 3.6 para substituir por N_A . Partindo-se da definição usual da elasticidade-renda e da elasticidade-preço da demanda por serviços, $\eta_y > 0$, $\eta_{p_S} < 0$, os resultados são

$$\frac{\partial p_S}{p_S} = \varepsilon \frac{\partial L_M}{L_M}$$

ou

$$\varepsilon = \frac{\partial P_S}{\partial L_M} \frac{L_M}{P_S}$$

$$\frac{\partial L_S}{L_{SS}} = \eta_y \frac{f_1}{f} \partial R + \eta_{p_s} \frac{\partial p_S}{p_S}, \eta_{p_s} < 0$$

$$\partial L_S + \partial L_M = (1 - 2tN_U) \partial N_U$$

$$\frac{\partial p_S}{p_S} - \frac{t}{1 - tN_U} \partial N_U + \frac{f_1}{f} \partial N_U - \frac{f_2}{f} \partial R = 0 \quad (3.8)$$

Usando a primeira e a segunda equação acima para substituir em ∂L_M e ∂L_S na terceira equação e resolvendo para $\partial p_S/p_S$, é possível obter

$$\frac{\partial p_S}{p_S} = \varepsilon \left[1 + \varepsilon \frac{L_S}{L_M} \eta_{p_s} \right]^{-1} \left(\left[\frac{1 - 2tN_U + L_S \eta_y \frac{f_1}{f}}{L_M} \right] \partial N_U - \frac{L_S}{L_M} \eta_y \frac{f_2}{f} \partial R \right) \quad (3.9)$$

Substituindo 3.9 em 3.8, chega-se à:

$$\frac{\partial N_U}{\partial R} = \frac{f_2}{f} \frac{L_M + \varepsilon L_S (\eta_y + \eta_{p_s})}{Z} \quad (3.10)$$

$$Z \equiv \frac{f_1}{f} [L_M + \varepsilon L_S (\eta_y + \eta_{p_s})] - \frac{t}{1 - tN_U} (L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s}) + \varepsilon (1 - 2tN_U)$$

A estabilidade da migração entre o setor rural e urbano requer que o diferencial em 3.5 seja decrescente em N_U e, portanto, que a expressão 3.8 dividida por ∂N_U seja negativa quando $\partial R = 0$. Esse resultado induz

$$Z(L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s})^{-1} < 0 \quad (3.11)$$

Em síntese, na medida em que o setor de manufatura urbano local não seja negligenciável, ou seja, L_M/L_S não é muito pequeno, então $(L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s}) > 0$. Se $\eta_{p_s} = -1$ será exigido que, por exemplo, $L_M/L_S > \varepsilon$. As estimativas de ε na literatura são tipicamente valores de 0.05 ou menos, de forma que a medida em que a cidade tem alguma manufatura, $L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s} > 0$. A estabilidade implica que $Z < 0$. Retornando a 3.10, dado $L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s} > 0$ e portanto $Z < 0$, temos que $\partial N_U / \partial R < 0$. A magnitude da resposta depende da magnitude de f_2/f .

A análise de estática comparativa com nenhuma manufatura ou com um nível mínimo na economia local também precisa ser feita. Se o setor de manufatura de bens comercializáveis local é muito pequeno, então $L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s} < 0$. Dessa forma, por suposto, as riquezas da cidade estão ligadas ao setor agrícola local. Isso fará com que haja pouco efeito de precipitação sobre a alocação da população rural/urbana, uma vez que os efeitos de migração somente vem através de mudanças na demanda por serviços. A estabilidade requer $Z > 0$. Com isso, o sinal de $\partial N_U / \partial R$ será ambíguo. Se $\eta_y + \eta_{p_s} \geq 0$, então $\partial N_U / \partial R > 0$. A ambiguidade surge se $\eta_y + \eta_{p_s} < 0$ e $L_M > 0$. Se $L_M = 0$, o sinal de $\partial N_U / \partial R$ é o mesmo sinal de $\eta_y + \eta_{p_s}$. Se $\eta_y + \eta_{p_s} = 0$, na medida em que $L_M \rightarrow 0$, também ocorrerá $\partial N_U / \partial R \rightarrow 0$. Dessa forma, não existe efeito de precipitação sobre a alocação rural-urbana da população, já que os efeitos de migração somente surgem através da demanda por serviços. Do mesmo modo, o efeito de preço reduzido na demanda por serviços é exatamente compensado pelo efeito da redução da renda por pessoa.

3.2.3 Proposições Relevantes

O presente trabalho toma, portanto, como ponto de partida para a análise empírica, o modelo teórico e as duas proposições produzidas por Henderson, Storeygard e Deichmann (2015):

- Se a cidade tem um setor de manufaturas comercializáveis que não é muito pequeno em relação ao setor de serviços local, de maneira que $L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s} > 0$, uma queda na precipitação conduzirá a um aumento na população urbana.
- Se a cidade tem um setor de manufaturas comercializáveis muito pequeno ou não existente, de maneira que $L_M + \varepsilon L_S \eta_{p_s} < 0$, o efeito de um declínio em precipitação sobre a população da cidade é ambíguo e tende a zero na medida em que $L_M \rightarrow 0$ quando $\eta_y + \eta_{p_s} = 0$

As duas hipóteses acima se referem aos dois perfis de distritos (ou municípios) com os quais o modelo trabalha. No primeiro caso essas economias locais possuem um setor manufatureiro expressivo. No segundo caso, essas economias não possuem um setor manufatureiro substancial. Para o presente trabalho, o setor industrial extrativo e de transformação é considerado como o setor manufatureiro. Essas hipóteses serão adotadas às unidades espaciais de análise utilizadas no desenvolvimento empírico da presente pesquisa, que são os municípios da região Nordeste do Brasil.

3.3 A LITERATURA EMPÍRICA DE ECONOMIA E CLIMA

A revisão de estudos empíricos apresentada por Benjamin et al. (2014) mostra que variáveis climáticas e eventos climáticos extremos exercem influências importantes e estatisticamente significantes sobre uma variedade de resultados econômicos e dá margem a possíveis soluções

e respostas políticas a situações diversas. Os efeitos de variáveis climáticas sobre variáveis sócioeconômicas podem informar sobre para onde os investimentos devem ser alocados e o desenho de políticas relacionadas à saúde pública, infraestrutura energética, tecnologias para agricultura, etc. Desse modo, os estudos dessa natureza podem dar suporte as questões clássicas sobre desenvolvimento econômico e especialmente o papel de características geográficas e suas influências sobre os caminhos do desenvolvimento.

As altas temperaturas e as secas podem deixar os solos mais áridos, o que reduz o crescimento das plantas e impõem custos à economia na medida em que exercem importantes efeitos sobre resultados econômicos, sobre produtividade do trabalho e a saúde. Segundo Burke e Lobell (2010), os setores de agricultura de países em desenvolvimento são consideravelmente dependentes de condições climáticas. Por outro lado, os setores agrícolas de países desenvolvidos apresentam melhores condições para se adaptarem às variações climáticas, devido ao uso de irrigação, fertilizantes e rotação de culturas. No entanto, tanto em países em desenvolvimento como nos países desenvolvidos, a adoção de medidas amenizadoras de secas geram custos na produção.

Para Deschenes e Greenstone (2007), as mudanças no clima têm impactos sobre o bem-estar econômico das pessoas. Os autores afirmam que temperatura e precipitação são insumos diretos de produção na agricultura e, conseqüentemente, os efeitos maiores serão no setor agrícola. Waldinger et al. (2015) também afirmam que os rendimentos das pessoas que trabalham na agricultura são mais afetados quando comparado aos rendimentos das pessoas que trabalham em áreas urbanas ou pessoas com bom acesso ao crédito. Feng, Oppenheimer e Schlenker (2012) analisaram a sensibilidade da migração interna nos Estados Unidos no período 1970-2009 e encontraram que a migração é negativamente associada à produtividade agrícola. Dessa forma, as alterações climáticas adversas são suscetíveis de alterar o bem-estar do moradores de áreas rurais, na medida em que reduz a produtividade agrícola e incentiva estas pessoas a migrarem para áreas urbanas.

Anomalias climáticas locais são capazes de impôr mudanças significativas na economia e é esperado que os efeitos dessas anomalias sejam mais incisivos sobre áreas rurais e sobre os trabalhadores que tenham sua produtividade ligada a agricultura. Dessa forma, estas influenciam os incentivos para migrar para lugares que são menos suscetíveis de serem afetados por essas adversidades. Segundo Marchiori, Maystadt e Schumacher (2012), dado que o setor agrícola é predominantemente rural, enquanto o setor de manufaturas é principalmente urbano, espera-se uma migração das áreas rurais para as áreas urbanas. Deste modo, devido aos custos de mudanças para locais mais distantes, o destino geralmente escolhido para migrar pode ser a região urbana do próprio município.

Marchiori, Maystadt e Schumacher (2012) prevêem que as anomalias climáticas levarão a sa-

lários mais baixos, particularmente se o efeito destas anomalias na produção agrícola for suficientemente forte. Dessa forma, os trabalhadores agrícolas serão induzidos a mudar para áreas urbanas a fim de encontrar trabalho. Os resultados dos trabalhos de Barrios, Bertinelli e Strobl (2006) mostram que a escassez de chuvas exerce efeito positivo sobre as taxas de urbanização na área sub-saarianana do continente africano, mas não há nenhuma evidência desse efeito para o resto do mundo em desenvolvimento. Já Brückner (2012), utilizando precipitação como variável instrumental para PIB na África, encontra que uma redução em precipitação conduz a um aumento em urbanização. Estes trabalhos apresentam fortes evidências de que a condição climática pode ser considerada uma condicionante para a decisão das pessoas de migrarem para áreas urbanas.

O trabalho de Henderson, Storeygard e Deichmann (2015) avança em relação aos trabalhos realizados anteriormente para África. Os autores utilizam dados dos censos dos países africanos, com intervalos de 1, 5 e 10 anos, e exploram a heterogeneidade entre países para uma análise dos efeitos de variações climáticas sobre urbanização. Os autores utilizam dados de 369 distritos de vários países da África, através de uma análise longitudinal, e encontram que condições climáticas mais secas aumentam a urbanização dos distritos estudados. No entanto, esse resultado é restrito aos distritos que possuem uma base industrial mais forte. Dessa forma, a migração para a área urbanizada da cidade ofereceria um escape para a população em relação aos choques de umidade negativos na agricultura. Cabe ressaltar que a maioria dos distritos analisados pelos autores possuía somente o setor agrícola estabelecido. Logo, não havia a possibilidade ou alternativas de emprego no setor industrial.

Considerando que Henderson, Storeygard e Deichmann (2015) encontram efeitos de migração de áreas rurais para áreas urbanas no nível intra-municipal somente em economias locais que possuem uma estrutura industrial, é preciso estar atento que efeitos de alterações climáticas dependem bastante do contexto específico de onde este ocorre. Segundo Waldinger et al. (2015), as variações climáticas podem ter consequências distintas, de acordo com as condições socioeconômicas, políticas e institucionais existentes em cada local. Deste modo, o efeito de clima sobre o padrão de vida e a renda depende da habilidade de um indivíduo ou região em adaptar-se a estas mudanças no clima para mitigar seus respectivos efeitos negativos. Portanto, o presente trabalho busca incorporar as heterogeneidades locais observadas e não observadas de forma ao analisar o efeito da variável climática de precipitação sobre a urbanização dos municípios da região Nordeste.

3.3.1 Literatura Empírica para o Brasil

Existem trabalhos relacionados ao clima e resultados econômicos e sociais para o Brasil em algumas áreas. Rosenberg et al. (2013) estima o impacto de mudanças climáticas sobre morbidade e mortalidade infantil. Pereda, Menezes e Alves (2014) identificam o efeito climático sobre nascimentos no Brasil, os autores tentam prever o impacto potencial da mudança climá-

tica e analisam o papel da política pública para minimizar os efeitos do clima extremo. Hidalgo et al. (2010), ao analisar o efeito de condições econômicas sobre conflito redistributivo, encontram estimativas que mostram que choques econômicos adversos, instrumentados pela chuva, fazem com que a população rural pobre invada os latifúndios.

O estudo de Pereda e Alves (2014) analisa impactos de clima relacionado a agricultura e testa duas hipóteses diferentes sobre os impactos do clima sobre os mercados agrícolas no Brasil. Na primeira, os agricultores só observam as condições climáticas médias da sua região para decidir o tipo e a quantidade de cultura e pecuária. Na segunda, desvios de temperatura em relação às condições climáticas normais desviam os agricultores de seus lucros ideais. Ambas as hipóteses não são rejeitadas pelos dados.

No que se refere aos estudos que relacionam clima e urbanização, existe uma escassez considerável de trabalhos para o Brasil. Delazeri (2015), em trabalho para o Brasil, analisam se fatores climáticos têm contribuído para a migração rural-urbana nos municípios do semiárido brasileiro, como esse fluxos migratórios serão afetados por cenários futuros de mudança climática e fazem previsões a respeito das migrações rural-urbanas motivadas por variações na temperatura e na precipitação sob cenários de mudanças climáticas. Os autores encontram que direcionadores climáticos e fatores econômicos, sociais e demográficos são importantes como determinantes da migração.

O presente trabalho procura contribuir para essa literatura empírica existente. Para tanto, tenta avançar em relação aos trabalhos já realizados para o Brasil, na medida em que utiliza dados climáticos distintos dos utilizados em outros trabalhos e com maior heterogeneidade entre os municípios. Além disso, toma como unidade de análise específica todos os municípios da região Nordeste e busca verificar diferenças de efeitos entre a região semiárida e a não semiárida, de forma a fazer possíveis comparações sobre urbanização entre os municípios dessa região. A modelagem teórica e a revisão de trabalhos empíricos indicou que, embora exista teoria suficiente para gerar importantes hipóteses sobre os efeitos do clima sobre resultados econômicos, é possível que questões econômicas, sociais, institucionais e políticas sejam determinantes para a geração de resultados ambíguos.

4 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Este capítulo apresenta a metodologia, a base de dados, e o respectivo processo de seleção e construção de variáveis para o desenvolvimento da pesquisa empírica apresentada nessa dissertação, e o método de estimação utilizado. Inicialmente, será apresentada a formalização do modelo econométrico. Em seguida, serão apresentados os microdados utilizados para compor as variáveis das estimações empíricas para o nível municipal da região Nordeste. Na apresentação da base de dados também será descrito, em detalhes, a metodologia de obtenção dos dados de clima no nível municipal. Por fim, será apresentada a estratégia empírica utilizados para estimar os resultados.

Do ponto de vista empírico, o objetivo é estimar o efeito de variações de precipitação sobre urbanização a partir de um painel balanceado de municípios da região Nordeste para os anos de 2000 e 2010, vide apresentado na figura 15 em anexo. Para lidar com possíveis problemas de surgimento, desaparecimento e mudanças de limites geográficos de municípios, bem como ter comparações intertemporais consistentes dos dados, optou-se por utilizar as áreas mínimas comparáveis (AMC) dos Censos. A utilização de áreas mínimas comparáveis possibilita a compatibilização das divisões político-administrativas que são apresentadas nos censos. No entanto, nas explicações, como já foi mencionado na introdução, foi utilizada a nomenclatura “município” ao invés de AMC.

4.1 MODELAGEM ECONOMÉTRICA

Para atingir os objetivos da pesquisa, do ponto de vista empírico, será necessário estimar uma equação econométrica que relacione a variação climática a um resultado de interesse, em particular, à taxa de urbanização na região Nordeste. Desse modo, será selecionado um modelo a ser estimado com dados observados para explicar o comportamento da variável de urbanização. Segundo Benjamin et al. (2014), para entender o impacto de clima sobre a economia, é preciso determinar inicialmente a seguinte forma funcional desconhecida:

$$y = f(C, X) \tag{4.1}$$

Na equação (4.1), os vetores de variáveis climáticas (C) e outras variáveis (X) se relacionam à variável a ser explicada, y . O vetor C pode incluir temperatura, precipitação ou eventos de clima extremos como enchentes ou furacões. As variáveis explicadas de interesse podem ser renda, produtividade agrícola, estabilidade política, consumo energético, saúde, migração, entre outras. O vetor X inclui qualquer característica correlacionada com C e que também afeta os resultados de interesse, possivelmente através da variável climática utilizada.

As variáveis climáticas são exogenamente determinadas e, portanto, endogeneidade não é uma

grande preocupação do modelo. No entanto, uma preocupação que surge é a possibilidade de existência de viés de variável omitida. A existência de correlação entre as variáveis de clima utilizadas no modelo e outras variáveis não incluídas mas que exercem influência sobre a variável dependente poderão viesar o modelo.

Por outro lado, adicionar muitas variáveis de controle não necessariamente produzirá um parâmetro estimado, $\hat{\beta}$, o mais próximo possível do verdadeiro parâmetro β . Se as variáveis contidas no vetor X 's forem influenciadas pelo vetor C , a inclusão de todas as variáveis causará um problema de excesso de controles. Ou seja, se o vetor X for função do vetor C , de forma que $X(C)$, então a equação (4.1) seria escrita como $y = f(C, X(C))$. A estimação de uma equação que inclua os vetores X e C não capturaria verdadeiramente o efeito de C sobre y . Ademais, segundo (WOOLDRIDGE, 2015), se uma determinada variável não tem um efeito parcial sobre a variável dependente, incluí-la no modelo pode somente exarcebar um problema de multicolinearidade, o que leva a estimadores menos eficientes. O custo de incluir uma variável irrelevante no modelo é uma variância maior do estimador.

Quanto à estrutura de dados, o presente trabalho estima o efeito de variações de precipitação sobre urbanização para um painel balanceado de municípios para os anos de 2000 e 2010. O modelo adotado para estimar econometricamente a relação entre clima e urbanização na região Nordeste brasileira é baseado na especificação utilizada em Henderson, Storeygard e Deichmann (2015). A partir dessa especificação e da base de microdados apresentada na seção 4.2 é possível definir a especificação do modelo utilizado no presente trabalho:

$$u_{ijt} = \beta_1 x_{ijt} + \beta_2 X'_{ijt} + \alpha_i + \varepsilon_{ijt} \quad (4.2)$$

Nessa equação, as variáveis são definidas para o município i , no estado j , no ano t . Sendo $t = 2000, 2010$. Os β_j são os parâmetros a serem estimados e α_i os efeitos não observados. As variáveis são,

- u_{ijt} : percentual de população urbana de cada município (amc);
- x_{ijt} : precipitação média considerando $t, t-1$ e $t-2$;
- X'_{ijt} : variáveis de controle;
- α_i : heterogeneidade individual não observável;
- ε_{ijt} : termo de erro.

Desse modo, após o controle pelo vetor X' , a variável dependente de urbanização, u_{ijt} , é função de precipitação, x_{ijt} .

A hipótese do trabalho, apresentada na subseção (3.2.3), sugere a existência de efeitos diferenciados de clima sobre urbanização de acordo com o perfil industrial do município. Para identificação de presença industrial será usada uma variável *dummy* de indústria, definida pelo percentual de pessoas empregadas no setor industrial extrativo e de transformação em relação a população ocupada do município, como descrito na subseção (4.2.3). Para semiárido será utilizada uma variável *dummy* que classifica o município como pertencente a região semiárida ou não. Em relação a variável *dummy* de semiárido, ela varia no tempo devido a inclusão de 57 novos municípios na região semiárida em 2005, como descrito na seção 2.1.

As estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nas estimações são apresentadas para todos os municípios na subseção 5.1.

4.2 BASE DE MICRODADOS

4.2.1 Urbanização

Os dados de urbanização foram elaborados a partir das informações dos Censos 2000 e 2010 disponibilizadas pelo IBGE. Nos Censos 2000 e 2010 a variável utilizada foi a v1006-Situação do Domicílio, em que o indivíduo responde se o seu respectivo domicílio de residência localiza-se em área urbana ou rural. A partir dos microdados dos Censos foi calculado o percentual da população residente em áreas urbanas em relação à população total residente no município. Para a região Nordeste como um todo, esse percentual de urbanização foi de 69.04% em 2000 e 73.13% em 2010.

4.2.2 Clima

Nesta subseção serão apresentados os detalhes referentes à construção da variável utilizada para captar a variação climática na região Nordeste. Para tanto, foi necessário definir o conceito de clima utilizado na literatura, para trabalhos empíricos. Além disso, foi necessário revisar a literatura sobre a influência do clima sobre resultados sociais e econômicos.

4.2.2.1 Definição de Clima

Para a obtenção de dados sobre clima é necessário diferenciar inicialmente os conceitos de condições meteorológicas e clima.¹ Segundo Auffhammer et al. (2013), a diferença entre os dois conceitos é basicamente uma questão de intervalo de tempo. A *condição meteorológica* é a condição da atmosfera sobre um curto período de tempo, enquanto *clima* é o comportamento da atmosfera em um período relativamente longo. No presente trabalho será utilizada a definição formal de clima estabelecida por Hsiang (2016), em que o autor compatibiliza os termos condição meteorológica e clima.

¹ Os termos condição meteorológica e clima tiveram uma tradução adaptada do inglês. De forma que, em inglês os termos são tratados como *weather* e *climate*, respectivamente.

Em termos de formalização, tomando uma posição no espaço i , existe um vetor de variáveis aleatórias v_{it} em cada momento no tempo t que caracteriza as condições da atmosfera que são relevantes para as condições econômicas em i . Desse modo, tomando v_{it} como esse vetor no espaço i no tempo t , tem-se que

$$v_{it} = [temperatura_{it}, precipitacao_{it}, umidade_{it}, \dots] \quad (4.3)$$

Para um intervalo de tempo $\tau = [\underline{t}, \bar{t}]$ em i , existe uma distribuição de probabilidade conjunta $\psi(C_{i\tau})$ do qual v_{it} pode ser considerado como

$$v_{it} \sim \psi(C_{i\tau}) \forall t \in \tau \quad (4.4)$$

A variável $C_{i\tau}$ é definida como o *clima* em i durante τ , uma vez que τ caracteriza a distribuição de possíveis realizações de v_{it} .

Para cada período τ , existe uma distribuição empírica $\psi(c_{i\tau})$ que caracteriza a distribuição de estados $v_{i,t \in \tau}$ que são realizados. É importante observar que $c_{i\tau}$ e $C_{i\tau}$ são vetores de mesma extensão com elementos análogos, mas estes elementos não são iguais. $C_{i\tau}$ caracteriza a distribuição esperada de v_{it} enquanto $c_{i\tau}$ caracteriza a distribuição realizada de $v_{i,t \in \tau}$. Portanto, $c_{i\tau}$ seria uma descrição de *condição meteorológica* durante τ . Por simplicidade notacional, $c(C)$ é definido como uma realização de condições meteorológicas c condicional às características de clima C .

Uma importante problema empírico que surge é a extensão de tempo τ que deve ser considerada para a análise. Existe uma distribuição esperada bem definida de estados climáticos que ocorrem mesmo em períodos curtos de tempo. No entanto, eventos climáticos como o El-Niño, por exemplo, podem fazer com que essa distribuição mude entre anos consecutivos. Dessa forma, o uso da definição de *clima* não exige uma escala de tempo definida, de maneira que os econométricos podem estudar períodos com variadas extensões (HSIANG, 2016).

4.2.2.2 Influência de Clima

Segundo Hsiang (2016), o clima afeta resultados sociais de duas formas, que é através do *efeito direto* e do *efeito crença*.² O clima C durante o período τ influencia quais condições meteorológicas c ocorrem durante este intervalo e que afetam a população diretamente. Este é o chamado efeito direto. O efeito crença consiste em que a crença do indivíduo sobre a estrutura de C pode afetar as decisões desses indivíduos independentemente do que acontece com c . Por exemplo, quando decide-se sair de casa com guarda-chuva pois acredita-se que vai chover.

² em tradução livre do inglês *direct effect* e *belief effect*.

Formalmente, é possível denotar todas as ações resultantes de crenças como o vetor b , de forma que $b(C)$ seja o efeito crença e $c(C)$ seja o efeito direto. Portanto, um resultado Y pode ser afetado por clima de forma que:

$$Y(C) = Y(c(C), b(C)) \quad (4.5)$$

O efeito marginal total de clima sobre Y é a soma dos efeitos diretos e efeitos de crença. Este efeito total pode ser expresso como:

$$\frac{\partial Y(C)}{\partial C} = \sum_{k=1}^K \frac{\partial Y(C)}{\partial c_k} \frac{\partial c_k}{\partial C} + \sum_{n=1}^N \frac{\partial Y(C)}{\partial b_n} \frac{\partial b_n}{\partial C} \quad (4.6)$$

As derivadas parciais acima são descritas localmente. Ademais, as crenças sobre o clima também são capazes de alterar $\frac{\partial Y}{\partial c_k}$ se as ações individuais baseadas nessas crenças alteram os efeitos diretos c . Portanto, como demonstrado acima, o clima afeta os resultados econômicos através de efeitos de crença e efeitos diretos, e geralmente se pensa que a maioria dos efeitos de crença são ajustes que os indivíduos fazem para lidar com sua distribuição esperada de efeitos diretos.

Por esta razão, os efeitos da crença são muitas vezes descritos como “adaptações” a um clima, embora isso nem sempre seja verdade (por exemplo, as crenças sobre o clima poderiam servir simplesmente como um mecanismo de coordenação). Neste contexto, as adaptações podem ser definidas como efeitos de crença que interagem com efeitos diretos - por exemplo, os agentes acreditam que o clima do local ficará mais quente, fazendo com que eles não plantem (um efeito de crença) e reduz a chance de ganhos após um período de estiagem (um efeito direto).

4.2.2.3 Dados Climáticos

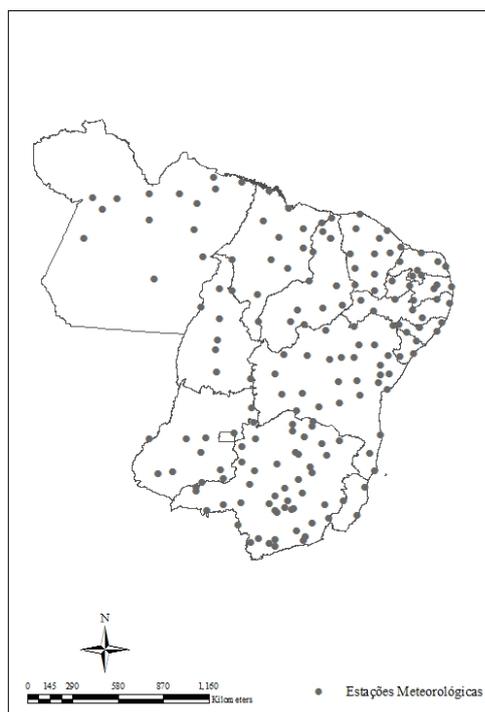
Neste trabalho será seguida a conclusão de Hsiang (2016), a qual contrasta com a sabedoria popular de que “clima não é condição meteorológica”. Segundo o autor, sob condições bastante gerais, as variações nas condições meteorológicas identificam exatamente os efeitos de clima. Portanto, os dados de precipitação serão utilizados para explicar as influências de clima sobre a variável de interesse.

Os dados climáticos de precipitação e temperatura máxima utilizados são disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). O BDMEP contém dados meteorológicos diários e mensais, em formato digital, de séries históricas das várias estações meteorológicas convencionais da rede de estações do INMET e suas informações estão em concordância com as normas técnicas

internacionais da Organização Meteorológica Mundial³ (OMM). No entanto, para a realização de trabalhos empíricos o banco de dados apresenta limitações devido a inexistência de estações meteorológicas em todos os municípios.

Na região Nordeste existem 94 estações meteorológicas operadas pelo INMET, conforme o quadro 4.1. A realização de estimações econométricas somente com os dados dos municípios que possuem estações traria limitações ao trabalho devido ao reduzido tamanho da amostra. Dessa forma, optou-se por utilizar um método de interpolação de dados de forma a obter dados de precipitação e temperatura máxima para todos os municípios da região Nordeste nos anos de 2000 e 2010. Com o objetivo de obter valores o mais próximo possível dos verdadeiros valores, alguns cuidados precisaram ser tomados na realização das interpolações. Desse modo, além das estações meteorológicas da região Nordeste, também foram utilizadas todas as estações meteorológicas de estados que possuem fronteira com a região Nordeste, conforme figura 10 e o quadro 4.2.

Figura 10 – Estações Meteorológicas do INMET



Fonte: Elaboração própria com base em dados do INMET

³ A Organização Meteorológica Mundial (OMM) é uma agência especializada das Nações Unidas que originou-se da Organização Meteorológica Internacional (OMI). A OMI foi fundada em 1873, e tem uma adesão de 189 Estados-Membros e Territórios. Em 1950 a OMI foi estabelecida e em 1951 foi transformada em OMM, a agência especializada das Nações Unidas para Meteorologia (tempo e clima), hidrologia operacional e as ciências geofísicas relacionadas. Trata-se do órgão autorizado do sistema das Nações Unidas para divulgar informações sobre o estado e o comportamento da atmosfera da Terra, sua interação com os oceanos, o clima que ela produz e a distribuição resultante dos recursos hídricos.

Quadro 4.1 – Estações meteorológicas dos estados da região Nordeste

Estado	Estações Meteorológicas
Maranhão	Alto Parnaíba, Bacabal, Balsas, Barra do Corda, Carolina, Caxias, Chapadinha, Colinas, Imperatriz, São Luís, Turiaçu e Zé Doca.
Piauí	Bom Jesus do Piauí, Caldeirão, Caracol, Esperantina, Floriano, Luzilândia, Parnaíba, Paulistana, Picos, Piripiri, São João do Piauí, Teresina, Vale do Gurgueia.
Ceará	Acarau, Barbalha, Campos Sales, Crateus, Fortaleza, Guaramiranga, Iguatu, Jaguaruana, Morada Nova, Quixeramobim, Sobral, Tauá.
Rio Grande do Norte	Apodi, Ceará Mirim, Cruzeta, Florânia, Macau, Natal e Serido.
Paraíba	Areia, Campina Grande, João Pessoa, Monteiro, Patos e São Gonçalo.
Pernambuco	Arcoverde, Cabrobó, Garanhuns, Ouricuri, Petrolina, Recife, Surubim e Triunfo.
Alagoas	Água Branca, Maceió, Palmeira dos Índios, Pão de Açúcar e Porto de Pedras.
Sergipe	Aracaju, Itabaianinha e Própria.
Bahia	Alagoinhas, Barra, Barreiras, Bom Jesus da Lapa, Caetité, Canavieiras, Caravelas, Carinhanha, Cipó, Correntina, Cruz das Almas, Feira de Santana, Guaratinga, Irecê, Itaberaba, Itiruçu, Ituaçu, Jacobina, Lençóis, Monte Santo, Morro do Chapéu, Paulo Afonso, Remanso, Salvador, Senhor do Bonfim, Serrinha, Santa Rita de Cássia e Vitória da Conquista.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do INMET

Quadro 4.2 – Estações meteorológicas dos estados que fazem divisa com a região Nordeste

Estado	Estações Meteorológicas
Pará	Altamira, Belém, Belterra, Breves, Cameta, Conceição do Araguaia, Itaituba, Marabá, Monte Alegre, Obidos, Porto de Moz, São Félix do Xingu, Soure, Tracuateua e Tucuruí.
Tocantins	Araguaina, Palmas, Pedro Afonso, Peixe, Porto Nacional e Taguatinga.
Goiás	Aragarças, Catalão, Formosa, Goiânia, Ipameri, Itumbiara, Jataí, Pirenópolis, Posse e Rio Verde.
Minas Gerais	Aimorés, Aracuai, Araxá, Arinos, Bambuí, Barbacena, Belo Horizonte, Bom Despacho, C. do Mato Dentro, Caldas, Caparaó, Capinópolis, Caratinga, Carbonita, Coronel Pacheco, Curvelo, Diamantina, Divinópolis, Espinosa, Florestal, Formoso, Frutal, Ibirite, Itamarandiba, Ituiutaba, Janaúba, Januária, João Pinheiro, Juiz de Fora, Juramento, Lambari, Lavras, Machado, Mocambinho, Monte Azul, Montes Claros, Paracatu, Patos de Minas, Pedra Azul, Pirapora, Pompeu, Salinas, São Lourenço, São S. do Paraíso, Sete Lagoas, Uberaba, Unai e Viçosa.
Espírito Santo	São Mateus e Vitória.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do INMET

4.2.2.4 Interpolação por Krigagem para Dados de Clima

As ferramentas de interpolação fazem previsões a partir de dados de origem para todos os locais, independentemente de existir dados para o local originalmente. Dessa forma, dada a ausência de dados para todos os municípios, é possível utilizar os locais que possuem valores na amostra, dispersos estrategicamente, para gerar valores previstos que podem ser atribuídos a todos os outros locais que não possuem valores. Os dados de origem podem ser aleatoriamente ou regularmente espaçados ou baseados em amostragem.

Os instrumentos de interpolação são divididos em métodos determinísticos e geoestatísticos. Os métodos determinísticos são baseados diretamente nos valores circundantes ou em fórmulas matemáticas especificadas que determinam uma superfície resultante, por exemplo o método de interpolação *Inverse Distance Weighted* (IDW). Já os métodos geoestatísticos, por exemplo a krigagem, são baseados em modelos estatísticos que incluem a autocorrelação (a relação estatística entre os pontos medidos). Devido a isso, técnicas geoestatísticas não só têm a capacidade de produzir uma superfície de previsão, mas também fornecer alguma medida da certeza ou precisão das previsões.

O método da krigagem pressupõe que a distância ou direção entre os pontos de amostra reflete uma correlação espacial que pode ser usada para explicar a variação espacial. O método ajusta uma função matemática para um número especificado de pontos, ou todos os pontos dentro de um raio especificado, para determinar o valor de cada local. A krigagem é um processo de vários passos que inclui análise estatística exploratória dos dados, modelagem do variograma e criação da superfície. Ele é mais apropriado quando você sabe que há uma distância espacialmente correlacionada ou viés direcional nos dados e é frequentemente usado em ciências do solo e geologia. Segundo Childs (2004), a krigagem é um método utilizado em diversas aplicações nas áreas de ciências da saúde e modelos de poluição.

A krigagem assume que a distância ou a direção entre pontos amostrais reflete uma correlação espacial que pode ser usada para explicar variações na superfície. O método ajusta uma função a um número especificado de pontos ou todos os pontos dentro de um alcance especificado para determinar valores para cada localização.

A fórmula da krigagem é constituída por:

$$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_i) \quad (4.7)$$

onde,

$Z(S_i)$: O valor medido na i -ésima localização.

λ_i : Um peso desconhecido para o valor medido no i -ésimo local.

S_0 : O local de previsão.

N : O número de valores medidos.

Os λ_i pesos são determinados de tal maneira que a variância do erro seja mínima.

No método de krigagem, os pesos são baseados não apenas na distância entre os pontos medidos e no local de previsão, como no IDW, mas também na disposição espacial global dos pontos medidos. Para usar a disposição espacial nos pesos, a autocorrelação espacial deve ser quantificada. Assim, na krigagem ordinária, o peso, λ_i , depende de um modelo ajustado para os pontos medidos, a distância até o local de predição e as relações espaciais entre os valores medidos em torno do local de predição. No presente trabalho foi utilizada a krigagem ordinária com um modelo de função esférica, o qual é um dos mais utilizados. Este modelo mostra uma diminuição progressiva da autocorrelação espacial até certa distância, além da qual a autocorrelação é zero.

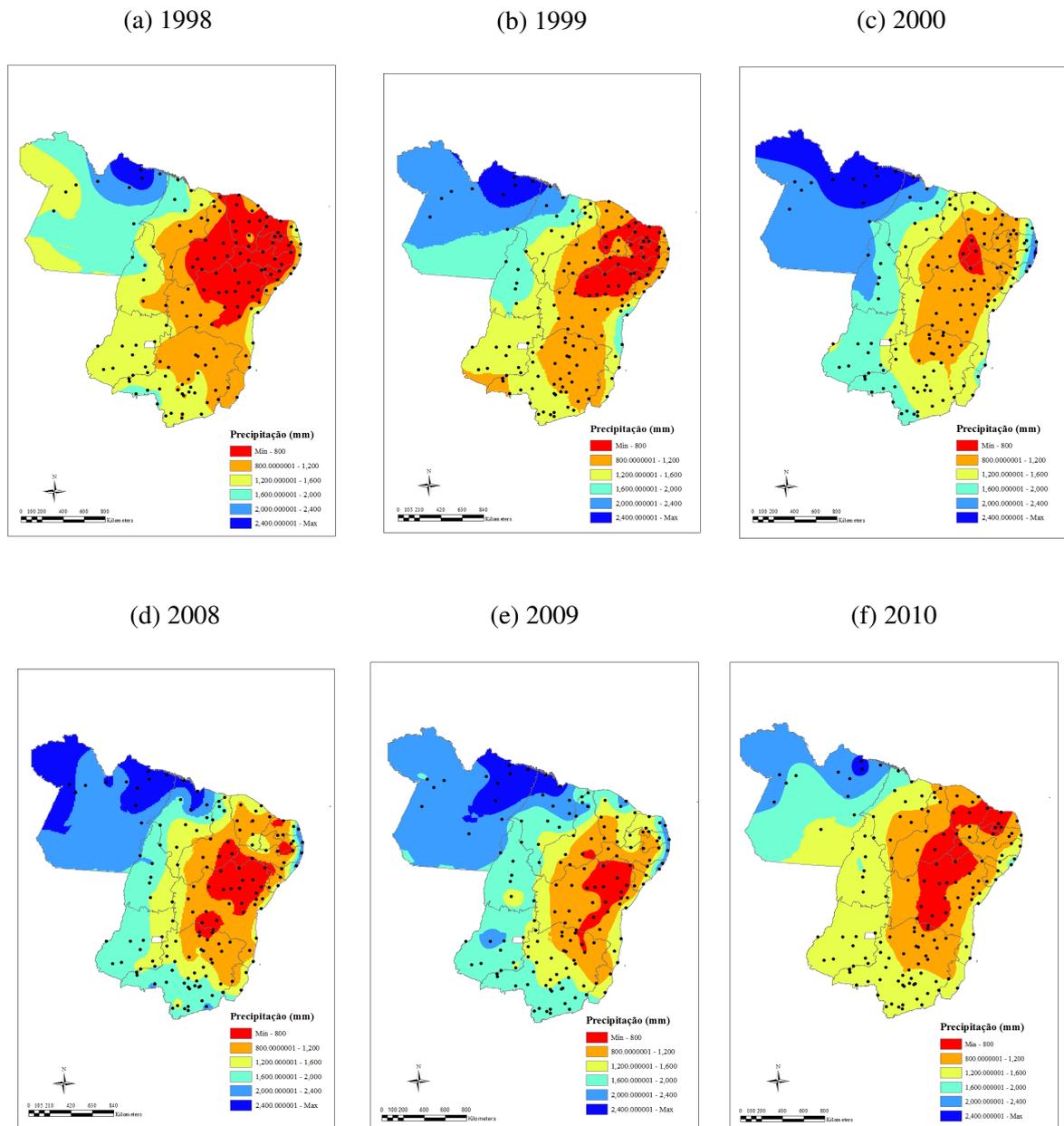
Segundo Childs (2004), a literatura apresenta diversos métodos de interpolação e estes quase sempre produzirão resultados diferentes entre eles. Em pesquisa para o Brasil, Carvalho e Assad (2005) realizaram uma análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo e compararam três métodos de interpolação: inverso do quadrado da distância, curvatura mínima e krigagem ordinária. Os autores encontram que a diferença entre os valores observados e estimados pelo método de krigagem foi muito menor do que pelo dois outros métodos. O método de interpolação espacial mais apropriado para o presente trabalho foi a interpolação por krigagem.

No presente trabalho, a interpolação foi conduzida utilizando as malhas municipais, em formato *shapefile*, dos estados do Nordeste e dos estados que fazem fronteira com a região Nordeste. O processamento foi executado através dos *softwares* geostatísticos Arcgis[®] e Qgis. Os dados climáticos das estações meteorológicas existentes foram imputados na malha municipal e, a partir dessas informações georreferenciadas através da respectiva latitude e longitude, foi realizado o processo de interpolação em que o resultado foi um arquivo de imagem *raster*. O arquivo *raster* foi convertido para o formato de vetor e associou-se os valores encontrados para cada município, nesse vetor, aos centróides dos respectivos municípios. A tabela com os valores para todos os municípios da região Nordeste foi convertido para o formato de arquivo de texto e, em seguida, para uma planilha de valores. O processo foi aplicado para os anos de 1998, 1999, 2000, 2008, 2009 e 2010 para dados de precipitação e temperatura máxima.

É considerado que as decisões permanentes dos indivíduos são, potencialmente, mais propensas de serem baseadas na experiência recente média do que em um determinado ano bom ou ruim. Dessa forma, foi adotada a mesma estratégia utilizada por Henderson, Storeygard e Deichmann (2015), que considerou valores de temperatura máxima e precipitação de três anos seguidos.

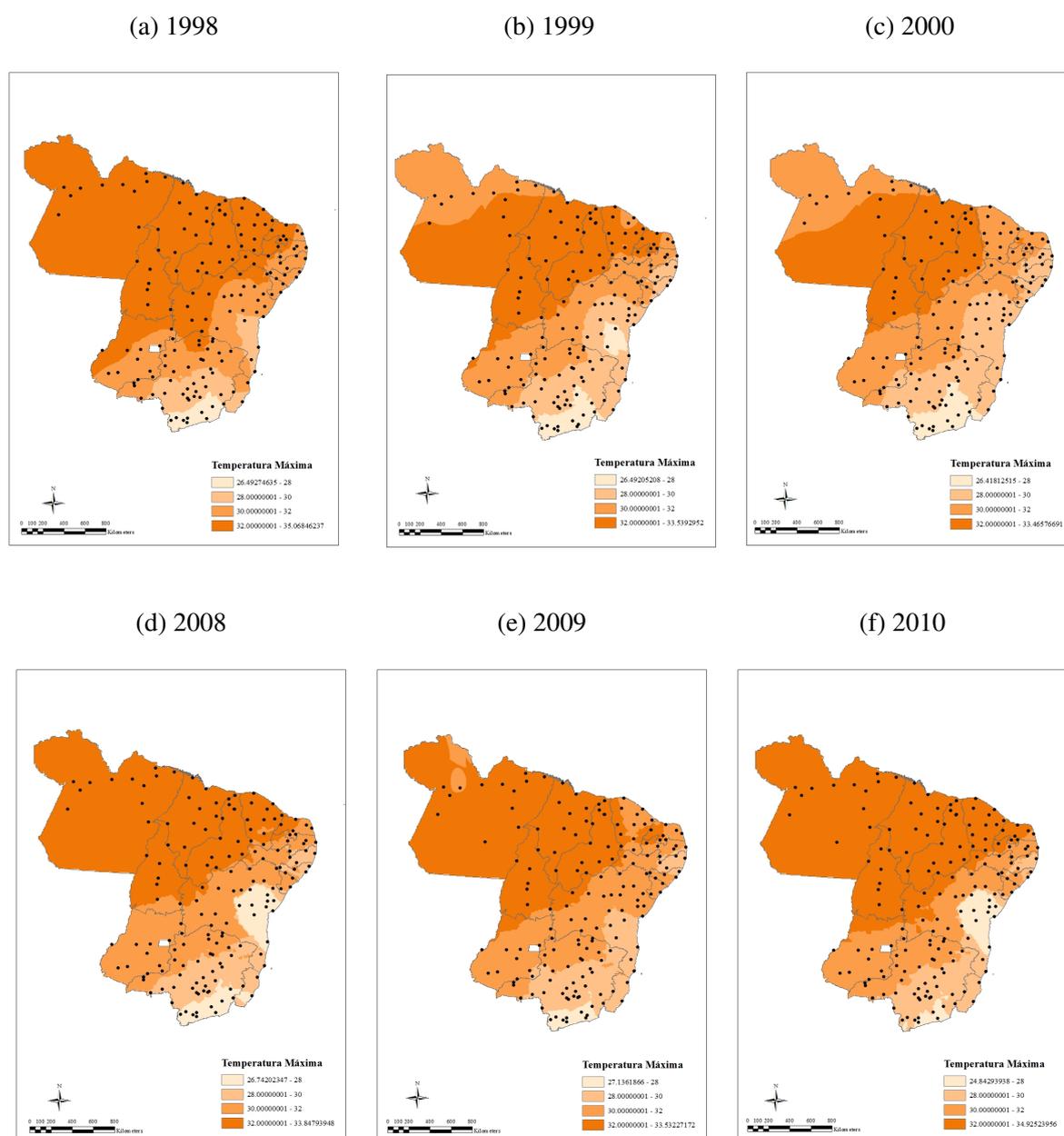
Para cada município foi calculado o total da precipitação anual e, a partir de então foi calculada a média dos totais dos três anos consecutivos. Para a variável temperatura, foi calculada a média anual da temperatura máxima do município e, a partir de então, a média dos três anos consecutivos. Portanto, a variação do percentual de urbanização entre os censos de 2000 e 2010 será estimada como uma função da variação média de temperatura máxima e precipitação, respectivamente, em 1998, 1999 e 2000 e em 2008, 2009 e 2010.

Figura 11 – Resultados da Interpolação de Dados de Precipitação para a Região Nordeste e Estados Vizinhos



Fonte: Elaboração própria com base em dados do INMET.

Figura 12 – Resultados da Interpolação de Dados de Temperatura Máxima para a Região Nordeste e Estados Vizinhos



Fonte: Elaboração própria com base em dados do INMET.

4.2.3 Emprego Setorial: Agricultura, Indústria e Comércio

O modelo teórico adotado no trabalho sugere que os lugares com setor industrial estabelecido responderão de forma diferenciada quando comparado a outros lugares com menor presença industrial. De forma a retratar a situação da estrutura setorial de cada município e compor a variável de presença de indústria foram utilizados os dados sobre as características ocupacionais dos trabalhadores nos municípios nos anos de 2000 e 2010. Esses dados foram obtidos dos

respectivos censos demográficos 2000 e 2010.

O procedimento de construção das variáveis constituiu-se em calcular o percentual de pessoas ocupadas nos respectivos setores econômicos de interesse em relação a população ocupada do município. Foram elaboradas variáveis relacionadas aos indivíduos empregados no setor da indústria extrativa e de transformação, no setor comercial e no setor agrícola. Em relação ao setor industrial, a particularidade da indústria da construção civil fez com que houvesse a opção de não utilizar seus respectivos dados. Essa indústria tem a característica de ser transitória, o que configura, muitas vezes, uma mão de obra empregada de curto prazo.

Para a quantificação da população ocupada nos municípios foram consideradas as seguintes variáveis dos Censos 2000 e 2010:

- Pessoas enquadradas na População em Idade Ativa (PIA): A variável v4752 em 2000 ($\text{idade} \geq 10$) e a variável v6036 ($\text{idade} \geq 10$) em 2010;
- Pessoas que trabalharam com remuneração ou estavam afastadas temporariamente do trabalho em 2000: A variável v0439 (na semana de 23 a 29 de julho de 2000, trabalhou remunerado) e a variável v0440 (na semana, tinha trabalho mas estava afastado), em 2000.
- Pessoas que trabalharam com remuneração ou estavam afastadas temporariamente do trabalho em 2010: A variável v0641 (na semana de 25 a 31 de julho de 2010, durante pelo menos 1 hora, trabalhou ganhando em dinheiro, produtos, mercadorias ou benefícios) e a variável v0642 (na semana de 25 a 31 de julho de 2010, tinha trabalho remunerado do qual estava temporariamente afastado), em 2010.

A definição utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de população ocupada compreende a população ocupada como as pessoas que tinham trabalho na semana anterior à da entrevista, ou seja, os indivíduos que tinham um patrão, os que exploravam seu próprio negócio e os que trabalhavam sem remuneração em ajuda a membros da família. No presente trabalho considerou-se a população ocupada constituída pelos indivíduos inclusos na PIA e que possuíam trabalho remunerado ou estavam afastados temporariamente do trabalho na semana anterior à da entrevista. Portanto, optou-se em considerar somente as pessoas que trabalhavam com remuneração.

Para efeitos de cálculo da população ocupada em cada setor, considerou-se a variável v4462 (Código Novo da Atividade) e a variável v6471 (Atividade), respectivamente nos Censos 2000 e 2010. As duas variáveis dos Censos utilizadas referem-se a descrição das atividades referenciadas pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e foi a partir desses códigos que foram selecionados os indivíduos empregados no setor industrial de extração e

transformação, no setor comercial e no setor agrícola. Por fim, foi calculada a proporção dos trabalhadores empregados em cada setor em relação a população ocupada.

De forma a facilitar a inferência dos resultados nas estimações apresentadas na seção 5.2.2, para o setor industrial, foi criada uma variável *dummy*. A variável *dummy* utilizada no presente trabalho foi denominada por *presença de indústria* e identifica os municípios que possuem acima de 5% de sua população ocupada empregada no setor industrial extrativo e de transformação. Como apresentado nas tabelas 6 e 7, em 2000 cerca de 35% dos municípios tinham apenas até 5% de de sua mão de obra ocupada na indústria extrativa e de transformação e em 2010 eram cerca de 49% dos municípios. O valor de 5% foi sugerido para a variável de forma a identificar os municípios que possuem um setor manufatureiro mais expressivo e permite a verificação da hipótese apresentada no modelo, na subseção 3.2.3.

4.2.4 Variáveis de Controle

As variáveis de controle utilizadas a nível municipal nas estimações são: abastecimento de água, distância dos municípios para o litoral, educação, energia elétrica, população, população nativa, renda per capita e temperatura máxima.

- **Abastecimento de Água:** Refere-se ao percentual de pessoas no município com acesso ao abastecimento de água. Para a composição dessa variável foram utilizadas informações dos Censos 2000 e 2010. Em 2000 e 2010 foi considerado o acesso a rede geral de abastecimento de água com canalização interna. Portanto, em 2000, considerou-se as variáveis do Censo v0207-Forma de Abastecimento de Água (1-Rede geral) e v0208-Tipo de Canalização (1-Canalizada em pelo menos um cômodo). Em 2010 foram consideradas as variáveis v0208-Abastecimento de Água, Forma (1-Rede geral de distribuição) e v0209-Abastecimento de Água, Canalização (1-Sim, em pelo menos um cômodo).
- **Distância dos Municípios para o Litoral:** Essa variável foi calculada através do software de georreferenciamento Arcgis[®]. Neste, foi calculado o respectivo centróide de cada município da região Nordeste e utilizando o comando *near*, que avalia a separação mais curta entre o centróide para outro ponto ou linha, foi encontrada a distância do respectivo centróide de cada município para o litoral em graus.
- **Educação:** Proporção entre a quantidade de pessoas ocupadas que concluíram o ensino médio em relação a população ocupada total. Foi utilizada a variável “% dos ocupados com médio completo - 18 anos ou mais” disponibilizadas pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). A variável é a razão entre o número de pessoas de 18 anos ou mais de idade ocupadas que já concluíram o ensino médio (regular seriado, regular não seriado, Educação de Jovens e Adultos (EJA) ou supletivo) e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária, multiplicada por 100. Foram consideradas como

já tendo concluído o ensino médio aquelas pessoas que frequentavam a 4^a série desse nível de ensino.

- **Energia Elétrica:** É o percentual de pessoas no município com acesso a energia elétrica. Para a composição dessa variável foram utilizadas informações dos Censos 2000 e 2010. No Censo 2000 foi considerada a variável v0213-Iluminação Elétrica (1-Sim) e no Censo 2010 a variável v0211-Energia Elétrica, existência (1-Sim de companhia distribuidora e 2-Sim, de outras fontes).
- **População:** População residente no municípios nos Censos Demográficos de 2000 e 2010.
- **População Nativa:** A principal preocupação na execução do presente trabalho é a mensuração das mudanças na urbanização dos municípios resultantes do movimento rural-urbano. Desse modo, o foco é o movimento de pessoas residentes em áreas rurais e de pessoas residentes em áreas urbanas do mesmo município, ou seja a migração intra-municipal. Para capturar esse processo através dos dados foi necessário controlar para migrações inter-municipais, referente aqueles indivíduos que se deslocaram permanentemente de um determinado município para outro município. A forma encontrada de controlar esse movimento foi através do uso das variáveis v0415 - Sempre Morou Neste Município (resposta "sim") e a v0618 - Nasceu Neste Município (resposta "sim e sempre morou") dos Censos de 2000 e 2010, respectivamente. A partir dessas duas variáveis, para 2000 e 2010, foi criada a variável "Percentual de Pessoas Nativas", constituída pela proporção de pessoas que nasceram e sempre moraram no município em relação a população total.
- **Renda per capita:** Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos disponibilizada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Valores em reais de 01 de agosto de 2010.
- **Temperatura Máxima:** Trata-se dos valores de temperatura máxima média em graus celsius por município. Conforme apresentado anteriormente, os dados utilizados foram disponibilizados pelo INMET através do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Foram coletados dados mensais para os anos de 1998, 1999, 2000, 2008, 2009 e 2010. Calculou-se a média anual dessa temperatura mensal e, a partir disso, a média de três anos consecutivos. Para o ano 2000 foi calculada a média da temperatura máxima 1998, 1999 e 2000 e para o ano 2010 foi calculada a média de 2008, 2009 e 2010. Por fim, realizou-se o procedimento de interpolação de forma a ter dados para todos os municípios da região Nordeste, como descrito na subseção 4.2.2.4.

4.3 METODOLOGIA DE ESTIMAÇÃO

Nesta seção é apresentada a descrição do método econométrico utilizado para estimar o modelo do presente trabalho. Os dados estão dispostos no formato de painel em que estes permitem o uso de mais observações, aumentando o número de graus de liberdade e diminuindo a colinearidade entre as variáveis explicativas. Os dados em painel também permitem controlar características individuais locais. As análises do método econométrico nessa seção são baseadas em (WOOLDRIDGE, 2010).

Os efeitos de tempo e localização no modelo, para dados em painel, são considerados através da adição de termos que representam o efeito temporal e o efeito local. O modelo apresentado em (4.2) apresenta esses termos, onde o termo α_{ijt} é a heterogeneidade municipal não observada, um efeito do município que não varia no tempo e que é tratado como uma variável aleatória. X'_{ijt} é um vetor de covariáveis no nível do município, que varia no tempo e que influencia a urbanização. Por fim, ε_{ijt} é um termo de erro que pode conter variáveis não observadas que variam no tempo.

Na presença de heterogeneidade local não-observada α_i em que esta age como um determinante de urbanização, como mostrado em (4.2), os métodos de estimação para dados em painel com o controle para efeitos fixos ou efeitos aleatórios são indicados para estimar o parâmetro β de forma consistente e eficiente. Esses métodos têm como premissa que o termo de erro do modelo em painel é estritamente exógeno em relação a variável de interesse, ou seja $E(\varepsilon_{ijt}|X_{ijt}, \alpha_i) = 0$ em que $t = 1, \dots, T$. O modelo de efeitos fixos trata α_i como uma variável aleatória não-observada que é correlacionada com os outros regressores. O efeito aleatório considera essa heterogeneidade individual como uma variável distribuída independentemente dos regressores.

É necessário verificar se α_i será tratado como um efeito aleatório ou um efeito fixo. O uso do método de efeito aleatório tem como premissa correlação zero entre as variáveis aleatórias observadas e o efeito não observado α_i de forma que $Cov(X_{ijt}, \alpha_i) = 0$ $t = 1, 2, \dots, T$. O efeito fixo não significa que α_i deve ser tratada como não aleatório mas que é permitida uma correlação entre o efeito não observado α_i e as variáveis explicativas X_{it} .

A escolha entre o método de efeito fixo ou efeito aleatório depende se α_i e X_{ijt} são correlacionados e é importante utilizar um método para testar essa premissa. O Teste de Hausman propõe um teste baseado na diferença entre efeito fixo e efeito aleatório. Uma vez que o estimador de efeito fixo é consistente quando α_i e X_{ijt} são correlacionados, mas o efeito aleatório é inconsistente, uma diferença estatisticamente significativa entre eles é interpretada como uma evidência contra a premissa da estimação por efeito aleatório de que $E(\alpha_i|X_i) = E(\alpha_i) = 0$.

Dado que o efeito aleatório implica em correlação zero entre as variáveis explicativas e o efeito não observado: $Cov(X_{ijt}, \alpha_i) = 0$, $t = 2000, 2010$ e o estimador de efeitos fixos considera uma

correlação arbitrária entre a_i e as variáveis explicativas em qualquer período de tempo, qualquer variável explicativa que seja constante ao longo do tempo para todo i é removida na estimação por efeitos fixos. Portanto, não se poderia incluir variáveis como distância na estimação de efeito fixo, por exemplo. No entanto, como efeitos fixos permitem correlação arbitrária entre as α_i e as x_{itj} enquanto os efeitos aleatórios não permitem, os efeitos fixos são amplamente considerados uma ferramenta mais convincente para se estimar efeitos *ceteris paribus*.

Embora, as variáveis constantes no tempo sejam excluídas no processo de estimação em um modelo de efeitos fixos, estas podem interagir com variáveis que variam ao longo do tempo e, particularmente, com variáveis binárias de tempo. Por exemplo, no caso do uso da variável *distância para o litoral* uma forma de verificar seu efeito sobre urbanização é interagi-la com uma variável binária que varie no tempo. Na próxima seção serão exibidas as estimações dos coeficientes das variáveis apresentadas utilizando o respectivo modelo apresentado.

5 RESULTADOS EMPÍRICOS DO EFEITO DE CLIMA SOBRE URBANIZAÇÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados empíricos encontrados na pesquisa. Primeiramente, serão apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis a serem utilizadas. Em seguida, serão apresentados os resultados das estimativas da equação (4.2) utilizando o banco de dados em painel, com a respectiva escolha do método mais adequado. As aplicações do teste de Hausman para os dados em painel indicaram o método de efeitos fixos como mais apropriado para as estimações do presente trabalho. As estimações da equação foram conduzidas com diferentes especificações a fim de testar diferentes canais de transmissão dos efeitos da variável climática sobre a urbanização na região Nordeste. Os procedimentos estatísticos e econométricos foram desenvolvidos com o *software* estatístico STATA 13.

5.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

As tabelas 14, 15, 16, 17, 18 e 22 apresentam as estatísticas descritivas da amostra. A tabela 14 apresenta as estatísticas descritivas de precipitação de 1998, 1999, 2000, 2008, 2009 e 2010, estes foram os anos utilizados na composição da variável de precipitação média, como descrito na subseção 4.2.2.4. A tabela 15 divide as informações para todas as variáveis por ano, enquanto que a tabela 16 mostra as mesmas estatísticas seguindo o padrão de estimação em painel. A configuração dos dados é um painel balanceado, em dois períodos de tempo e com no máximo 1.794 observações por ano para cada variável, como mostrado no anexo B. Para a maioria das variáveis são utilizadas 1.794 observações que representam as informações não faltantes e qualificadas dos municípios brasileiros.

Tabela 14 – Estatística Descritiva: Precipitação (mm)

Variável	Média	Desvio Padrão	N
1998	798,516	381,893	1794
1999	1.064,112	417,319	1794
2000	1.340,506	414,686	1794
2008	1.228,754	485,868	1794
2009	1.394,045	505,165	1794
2010	1.029,878	276,259	1794
Média trienal (1998, 1999 e 2000)	1.067,711	363,917	1794
Média trienal (2008, 2009 e 2010)	1.217,559	392,794	1794

Fonte: Elaboração própria, 2016. Dados INMET 1998, 1999, 2000, 2008, 2009 e 2010

A tabela 14 mostra que a média da variável de precipitação do triênio de 1998, 1999 e 2000 é de aproximadamente 1.067 mm e menor do que o triênio de 2008, 2009 e 2010, que foi de 1.217 mm. Portanto, o crescimento da precipitação média de 1998, 1999 e 2000 é positivo em relação a média de 2008, 2009 e 2010. Segundo Duarte (2001), isso se deve a seca do ano de 1998 e o fraco inverno que ocorreu em 1999. Nobre e Melo (2001) constataram que, enquanto o ano de 1998 apresentou um período seco em todo o Nordeste, em 1999 e 2000

Tabela 15 – Estatísticas Descritivas: Variáveis em 2000 e 2010

Variável	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.	N
2000					
População	26.738,94	97.711,1	1.308	2.443.107	1787
Pop. Urbana (%)	49,87	20,56	1.559	100	1787
Renda per capita (R\$)	169,91	73,73	63,5	1.104,89	1794
Educação (%)	18,33	9,63	.64	59,72	1792
Emp. Indústria (%)	7,99	6,32	0	62,31	1787
Emp. Agricultura (%)	33,89	16,17	0,284	78,83	1787
Emp. Comércio (%)	11,08	5,23	0,876	43.803	1787
Pop. Nativa (%)	73,55	10,95	28,245	97,7	1787
Abast. Água (%)	35,42	20,02	0	94,26	1787
Energia Elétrica (%)	77,08	18,57	8,6	99,59	1787
Precipitação (mm)	1.067,4	364,3	0	2.341	1787
Temp. Máxima (C°)	31,29	2,01	0	33.667	1787
Distância do Litoral	1,65	1,49	0,001	7,056	1787
2010					
População	29.704,51	110.043,09	1253	2.675.66	1787
Pop. Urbana (%)	55,3	19,59	8.321	100	1787
Renda per capita (R\$)	276,92	97,74	96,25	1.144,26	1794
Educação (%)	18,46	10,11	0,19	61,64	1793
Emp. Indústria (%)	7,29	6,51	0	60,61	1787
Emp. Agricultura (%)	28,07	13,65	0,19	74.437	1787
Emp. Comércio (%)	13,39	4,87	2,25	50.971	1787
Pop. Nativa (%)	71,01	10,41	24,04	93.868	1787
Abast. Água (%)	57,22	19,89	0	97,21	1787
Energia Elétrica(%)	95,46	6,73	44,09	100	1787
Precipitação (mm)	1.217,13	392,79	0	2.616,67	1787
Temp. Máxima (C°)	31,27	2,16	0	34.333	1787
Distância do Litoral	1,65	1,49	0,001	7,056	1787

Fonte: Elaboração própria, 2016.

anomalias positivas e negativas de precipitação alternaram-se sobre a região Nordeste, com as anomalias negativas predominando em 1999 e as positivas em 2000. Os resultados encontrados pelo autores são confirmados neste trabalho através dos mapas 11a, 11b e 11c, resultantes das interpolação dos dados de precipitação para os municípios da região Nordeste em 1998, 1999 e 2000, apresentados na subseção 4.2.2.4 do capítulo 4.

A tabela 15 apresenta as informações gerais das variáveis e mostra que entre 2000 e 2010 a média da variável percentual de urbanização dos municípios na região Nordeste passou de 49.9%, em 2000, para 55,3% em 2010. Também, houve discreto aumento na média da população economicamente ativa (PEA). Ademais, houve redução na média das variáveis de percentual de trabalhadores empregados em atividades agrícolas (Agr), de 33.9% para 28%, e em atividades industriais (Ind), de aproximadamente 8% para 7,3%, e aumento da média percentual de trabalhadores empregados em atividades comerciais (Com) de aproximadamente 11% para 13,4%.

Portanto, as estatísticas municipais da região Nordeste evidenciam um processo de aumento da urbanização e queda das atividades agrícolas e industriais no período enquanto a atividade comercial cresceu no período.

A tabela 16 apresenta as estatísticas descritivas para os dados organizados em um painel. Além das estatísticas na forma padrão *overall*, também são apresentadas a *between*, que é calculada entre os municípios, e a *within*, que é calculada para cada município e ao longo do tempo. Para que o estimador *within* adotado no modelo de efeito fixo seja mais preciso, os dados devem apresentar uma boa variação *within*, caso essa variação seja nula não é possível obter bons estimadores a partir desse método (WOOLDRIDGE, 2010).

No geral, todas as variáveis apresentam um bom erro padrão *within*, ou seja, todas as variáveis possuem um erro-padrão *between* maior do que o *within*. Isso indica que a heterogeneidade entre os municípios é elevada, segundo esse grupo de variáveis. Além disso, também aponta que essa diferenciação entre eles é mais acentuada do que a variação ocorrida ao longo do tempo. Aparentemente, esses resultados indicam que a variação temporal não supera a existente entre as unidades de observação. Isso sugere que as estimações por efeito fixo podem ser precisas.

Tabela 16 – Estatística Descritiva de Painel

Variável		Média	Erro Padrão	Min	Max	Observações
Pop. Urbana (%)	<i>overall</i>	52,58	20,26	1,56	100	N = 3574
	<i>between</i>		19,81	8,08	100	n = 1791
	<i>within</i>		4,29	14,14	91,03	T = 1,99553
Renda per capita (R\$)	<i>overall</i>	223,49	101,76	63,5	1144,26	N = 3588
	<i>between</i>		83,53	93,49	1069,51	n = 1794
	<i>within</i>		58,14	11,059	435,77	T = 2
Educação (%)	<i>overall</i>	18,40	9,87	0,19	61,64	N = 3585
	<i>between</i>		6,88	4,52	55,36	n = 1794
	<i>within</i>		7,08	2,87	33,92	T-bar = 1,99833
Emp. Indústria (%)	<i>overall</i>	7,64	6,43	0	62,31	N = 3574
	<i>between</i>		5,95	0,32	61,46	n = 1791
	<i>within</i>		2,43	-14,58	29,856	T = 1,99553
Emp. Agricultura (%)	<i>overall</i>	30,99	15,248	0,19	78,83311	N = 3574
	<i>between</i>		13,88	0,27	74,855	n = 1791
	<i>within</i>		6,328	0,73	61,24	T = 1,99553

Emp. Comércio (%)	<i>overall</i>	12,24	5,18	0,88	50,97	N = 3574
	<i>between</i>		4,75	1,92	47,39	n = 1791
	<i>within</i>		2,10	4,66	19,82	T = 1,99553
Pop. Nativa (%)	<i>overall</i>	72,28	10,76	24,04	97,70	N = 3574
	<i>between</i>		10,26	27,04	94,77	n = 1791
	<i>within</i>		3,28	55,53	89,02	T = 1,99553
Abast. Água (%)	<i>overall</i>	46,32	22,73392	0	97,21	N = 3574
	<i>between</i>		18,94	0	94,44	n = 1791
	<i>within</i>		12,60	1,17	91,47	T = 1,99553
E. Elétrica (%)	<i>overall</i>	86,27	16,72	8,63	100	N = 3574
	<i>between</i>		11,86	27,78	99,62	n = 1791
	<i>within</i>		11,78	44,61	127,93	T = 1,99553
Precipitação (mm)	<i>overall</i>	1142,64	385,92	0	2616,67	N = 3588
	<i>between</i>		366,98	0	2478,83	n = 1794
	<i>within</i>		119,57	840,97	1444,30	T = 2
Temp. Máx. (C°)	<i>overall</i>	31,28	2,08	0	34,33	N = 3588
	<i>between</i>		2,07	0	34	n = 1794
	<i>within</i>		,27	30,28	32,28	T = 2
Dist. do Litoral	<i>overall</i>	1,66	1,49	0	7,06	N = 3588
	<i>between</i>		1,49	0	7,06	n = 1794
	<i>within</i>		0	1,66	1,66	T = 2

Fonte: Elaboração própria, 2016.

A tabela 22 é apresentada no anexo A e mostra as correlações existentes entre as variáveis explicativas e as variáveis de controle utilizadas. Segundo Wooldridge (2015), a existência de um elevado grau de correlação entre certas variáveis independentes pode ser irrelevante na estimação dos coeficientes dos parâmetros de interesse do modelo. Se β_1 é o parâmetro de interesse, não se deve se preocupar com o valor da correlação entre as variáveis x_2 e x_3 . Portanto, a inclusão de muitas variáveis de controle, a fim de isolar o efeito causal de uma variável particular, não irá resultar em multicolinearidade desde que essas variáveis de controle não sejam altamente correlacionadas com a variável explicativa de interesse. Portanto, priorizou-se verificar uma possível alta correlação entre as variáveis explicativas de interesse e as variáveis de controle.

As variáveis explicativas de interesse precipitação e empregados na indústria¹ não são altamente correlacionadas com nenhuma das variáveis de controle utilizadas. Ademais, conforme orientação de Wooldridge (2015), foram inclusas as variáveis independentes que afetam urbanização, y , e que são não correlacionadas com as variáveis independentes de interesse precipitação e empregados na indústria. Dessa forma, a adição das variáveis de controle não induz a multicolinearidade na amostra e reduz a variância do erro dado que é retirado algo do termo de erro.

Tabela 17 – Tabulação *within* e *between* para dados binários

	<i>Overall</i>		<i>Between</i>		<i>Within</i>
	Freq.	Percent	Freq.	Percent	Percent
Semiárido					
0	1536	42,98	800	44,67	96,44
1	2038	57,02	1048	58,51	97,28
Total	3574	100	1848	103,18	96,92
					(n = 1791)
Presença de Indústria					
0	1493	41,77	994	55,5	75,1
1	2081	58,23	1292	72,14	80,84
Total	3574	100	2286	127,64	78,35
					(n = 1791)

Fonte: Elaboração própria, 2016.

A tabela 17 apresenta a tabulação em painel para as variáveis binárias a serem utilizadas para verificar deslocamentos de parâmetros do efeito de precipitação sobre urbanização. As estatísticas apresentadas na tabela mostram que 57,02% da amostra era de municípios do semiárido, 58,51% já fez parte do semiárido em algum período. Para a variável binária de presença de indústria, 58,23% assumiam o valor 1 para a variável binária de presença de indústria na amostra, 72,14% já teve em algum momento mais do que 5% de sua população empregada na indústria.

O valor do percentual *within* nos diz a fração do tempo na amostra que um município tem o valor especificado da *dummy*, de forma que 97,2% dos municípios sempre estiveram no semiárido e 80,84% dos municípios sempre tiveram mais que 5% de sua população ocupada empregada na indústria. Os valores *within* reflete a estabilidade das variáveis *dummies*, ou seja, municípios tendem a continuar mais no semiárido do que sair e os municípios que assumem o valor da variável presença de indústria igual a 1 tendem a continuar mais nessa situação do que os que não estão.

¹ A partir dos dados de empregados na indústria é criada a *dummy* de presença de indústria.

Tabela 18 – Estatística Descritiva - Médias para a Região Semiárida

Ano	Pop.Urb.	Pop. Mun.	Ind	Agr	Com	Pop. Nativa
Semiárido						
2000	46,66%	18.925,62	8,23%	33,96%	10,98%	75,49%
2010	52,52%	20.323,36	7,21%	29,4% ⁷	13,38%	72,87%
Não Semiárido						
2000	53,88%	36.466,33	7,69%	33,82%	11,20%	71,13%
2010	59,22%	42.977,56	7,4%	26,08%	13,41%	68,37%

Elaboração própria, 2016

A tabela 18 apresenta estatísticas descritivas que permitem comparar a amostra da região semiárida e da região não semiárida para os anos de 2000 e 2010. As médias das variáveis de percentual de população urbana e população por município aumentaram no período para as duas regiões. As médias dos percentuais de população ocupada empregada no setor industrial e no setor agrícola sofreram redução entre as duas décadas, ao contrário do setor comercial que apresentou crescimento médio dos trabalhadores empregados. Por fim, a variável de população nativa apresentou uma redução no seu percentual médio no período, o que sugere que as pessoas estão migrando para outros locais. Essa variável é particularmente relevante pois permite o controle da urbanização pela migração.

5.2 RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES

Testes econométricos foram feitos para se obter o melhor comportamento dos dados e da forma funcional. Primeiro, para testar a presença de multicolinearidade foi realizado o teste de *variance inflation factor* (VIF) e este indicou a rejeição do problema de multicolinearidade. Em seguida, foi realizado o teste de Breusch-Pagan para avaliar se os erros eram homocedásticos e a hipótese nula de erros homocedásticos foi rejeitada, indicando a existência de heterocedasticidade. Dessa forma, foram adotados erros-padrões robustos nas estimações. Também, foram aplicados testes de Hausman para avaliar qual o método de estimação em painel seria o mais adequado. O teste indicou o controle por efeitos fixos, de forma que a heterogeneidade entre os municípios não podem ser interpretadas como variáveis aleatórias com média zero e independente entre os regressores. Nesta seção também são comentadas os resultados das tabelas com os resultados das estimações e os respectivos testes de significância estatística realizados.

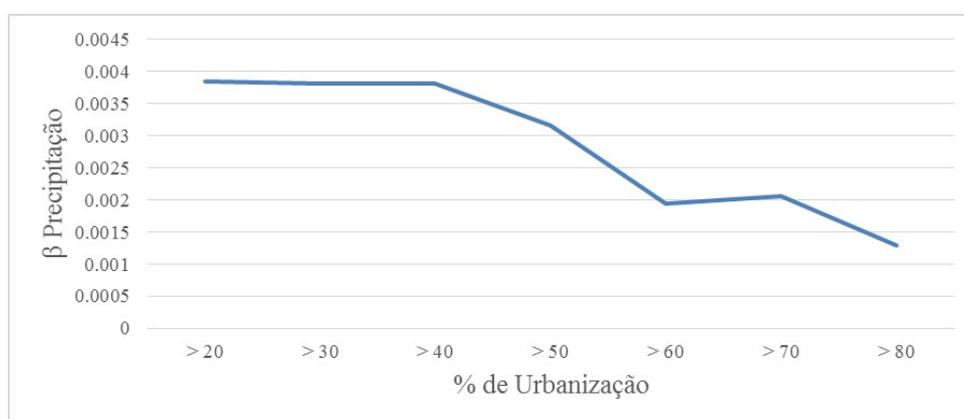
Os resultados das tabelas seguintes reportam diversas especificações do efeito da variável climática de precipitação sobre urbanização. As tabelas de resultados apresentadas consideram heterogeneidades observadas setoriais e climáticas. A tabela 19 evidencia o efeito de precipitação sobre urbanização e incorpora uma variável industrial no modelo. A tabela 20 explora os efeitos sobre urbanização considerando a variável de presença industrial e a situação de aridez

da região (pertence ou não ao semiárido).

5.2.1 Efeitos de Clima sobre Urbanização

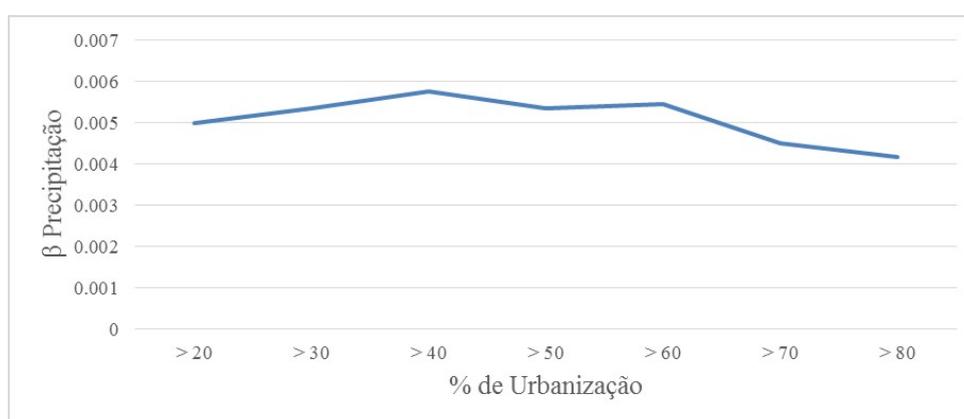
De forma a explorar os efeitos de clima sobre urbanização foram realizadas regressões condicionais, que evidenciam mudanças nos efeitos de precipitação sobre a urbanização local de acordo com o percentual de urbanização dos municípios. As regressões estimadas em painel por MQO e efeito fixo são apresentadas no anexo A, nas tabelas 23 e 24, e mostram o comportamento dos coeficientes estimados de precipitação sobre diferentes níveis de urbanização. Os gráficos abaixo ilustram o comportamento do coeficiente de precipitação encontrado para cada nível de urbanização.

Figura 13 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por MQO



Fonte: Elaboração própria.

Figura 14 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por Efeito Fixo



Fonte: Elaboração própria.

Independente da interpretação do sinal do efeito de precipitação, que será realizada na próxima seção, o gráfico dos coeficientes estimados de precipitação pelo método de MQO apresenta uma

tendência decrescente e mostra que o efeito de precipitação sobre urbanização caiu na medida em que a amostra se restringiu aos municípios mais urbanizados. Dessa forma, municípios com maior percentual de população morando em áreas urbanas eram menos sensíveis às variações climáticas. Por já serem bastante urbanizados, uma redução na precipitação nestes municípios, por exemplo, não se comportou como um condicionante sobre as decisões das pessoas por migrar.

Os valores gradativamente decrescentes do coeficiente de precipitação para diferentes níveis de urbanização tornaram-se mais suaves quando as estimações foram realizadas por efeitos fixos. A estimação dos controles por efeitos fixos, ao considerar a heterogeneidade individual não observada dos municípios foi capaz de deixar a trajetória do efeito de precipitação sobre urbanização mais estável. Isso mostra que as condições locais dos municípios, sejam estas políticas, institucionais, culturais e outras, tiveram implicação particularmente relevante para os efeitos de precipitação sobre urbanização, mesmo considerando que a urbanização seja por si mesmo o efeito mais importante.

5.2.2 Indústria

A tabela 19 apresenta os resultados das estimações de dados em painel que utilizaram os métodos de MQO e efeitos fixos. Nas colunas 1 e 2 é explorado o efeito parcial da variável explicativa de precipitação e nas colunas 3 e 4 é incorporada uma variável binária que identifica a participação industrial dos municípios da região Nordeste e é analisado os respectivos efeitos parciais dessa variável sobre o percentual de urbanização. As colunas 5 e 6 incluem na estimação a variável *dummy* de presença de indústria e uma variável de interação de precipitação com a *dummy* de indústria. O objetivo é verificar como a precipitação afeta a urbanização em municípios da região Nordeste que possuem uma presença industrial considerável, seguindo o padrão da literatura internacional apresentado no capítulo 4.

De forma que é necessário conhecer a influência de precipitação sobre urbanização mantendo a influência de outros fatores constantes, as regressões apresentadas controlaram os efeitos parciais de outras variáveis que determinam o percentual de urbanização dos municípios. Portanto, foram incluídas nas estimações dos modelos de MQO e EF as covariáveis de temperatura máxima, população nativa, energia elétrica, abastecimento de água, renda per capita, população e educação. Em seguida são apresentados os resultados encontrados.

Como foi mencionado na seção 2.1, que aborda a relação entre urbanização e clima, e na seção 3.3 em que são apresentadas evidências da literatura empírica, os efeitos das variações climáticas podem ter consequências distintas, em que estas consequências dependem das condições socioeconômicas, políticas e institucionais existentes em cada local. O efeito de clima sobre o padrão de vida e a renda depende da capacidade do indivíduo ou região em adaptar-se a estas mudanças no clima para mitigar possíveis efeitos adversos. Quando ocorre a interação entre

eventos/alterações climáticas e a vulnerabilidade de determinada região, os resultados apontam para impactos sobre a vida, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestrutura. Dessa forma, foram incluídas variáveis sociais e econômicas que permitissem a identificação de heterogeneidades entre os municípios.

A inclusão da variável de temperatura máxima no modelo teve como propósito evitar a existência de um possível viés de variável omitida caso a variável não fosse incluída no modelo. Apesar de ser uma variável climática, a natureza estatística da variável não permitiu análise dos efeitos dessa variável sobre urbanização. Isso porque a variável teve pouca variação no período e assumiu valores médios de 27,3 graus celsius até 34,3 graus celsius na região Nordeste. Os resultados estatisticamente significantes encontrados para temperatura máxima na estimação por MQO e a respectiva perda da significância nas estimações por efeitos fixos indicam que temperatura máxima pode estar correlacionada com a heterogeneidade individual não observada de cada município.

A variável de população nativa é constituída pela proporção de pessoas que nasceram e sempre moraram no mesmo município em relação a população total. O objetivo de incluir a variável de população nativa nas estimações foi o controle do componente da migração inter-municipal sobre urbanização. A variável de controle apresentou coeficiente negativo e estatisticamente significativa em todas as estimações. Isso indica que de quanto menor o percentual da população que nasceu e sempre morou no mesmo município, maior a migração inter-municipal e maior a urbanização. Dessa forma, o uso dessa variável busca contribuir estatisticamente para obter um parâmetro com o efeito da migração intra-municipal. As variáveis de controle de energia elétrica, abastecimento de água, renda per capita, população, educação tiveram como objetivo controlar nas estimações as mudanças do período relacionadas às transformações econômicas e sociais que podem ter efeitos correlacionados com urbanização. A variável de distância para o litoral foi estimada interagindo com a variável presença de indústria e teve por objetivo controlar as diferenças espaciais relacionadas ao setor industrial.

Quando há razões para acreditar que os modelos para dois grupos são substancialmente diferentes, testar um modelo com uma ou mais variáveis *dummies* é adequado. A utilização de uma variável *dummy* em estimações é uma estratégia conveniente e mais flexível na medida em que se incorpora na estimação uma variável *dummy* que representa um grupo de interesse e existe a possibilidade de interagi-la com outras variáveis independentes de forma a capturar diversos efeitos. Ademais, a teoria pode oferecer boas razões para acreditar que somente os efeitos de algumas variáveis podem diferir entre diferentes grupos e, assim, a estimação de dois modelos distintos é dispensável.

A variável de presença de indústria é uma variável binária que assume valor 0 ou 1, em que os municípios que tem menos que 5% de sua população ocupada empregada na indústria é o

grupo de referência, isto é, o grupo contra o qual as comparações são feitas. De forma que a variável *dummy* não é fixa no tempo e existem municípios que assumem valores distintos entre os períodos, como demonstrado na tabela 17, é possível fazer inferências relacionadas a variável nas estimações pelo método de efeitos fixos. O coeficiente da variável *dummy* diz quão maior ou menor o intercepto é para o grupo 1. Por fim, foi incluída na estimação uma variável de interação composta pela *dummy* de presença de indústria e a variável contínua de precipitação. O objetivo foi verificar se o efeito de precipitação foi diferente entre os dois grupos. Portanto, foi verificado se os dois grupos diferiram no intercepto e/ou no coeficiente de inclinação em uma estimação em que urbanização foi regredida sobre a variável de precipitação, uma *dummy* de presença de indústria, uma variável de interação formada por precipitação e pela *dummy* de presença de indústria e as variáveis de controle.

Foram realizados os testes de *Wald* para variáveis de interesse inclusas nas estimações apresentadas na tabela 19. O teste de *Wald* possui a vantagem de somente exigir a estimativa de um modelo para testar se os parâmetros de interesse são simultaneamente iguais a zero. Com base no p-valor do teste, podemos rejeitar ou não a hipótese nula, em que esta indica que os coeficientes testados são simultaneamente iguais a zero. Caso a hipótese nula de que os parâmetros são iguais a zero não seja rejeitada, isso sugere fortemente que removê-los do modelo não irá reduzir substancialmente o ajuste desse modelo. Por outro lado, rejeitar a hipótese nula significa que a inclusão das variáveis testadas pelo teste de *Wald* cria uma melhoria estatisticamente significativa no ajuste do modelo.

Conforme a tabela 19, a variável explicativa de precipitação apresentou coeficientes positivos e estatisticamente significantes em todas as estimações realizadas. Esse resultado, que aparentemente pode ser contra intuitivo, precisa ser explicado em detalhes. Quanto ao potencial efeito causal é necessário ter cautela sobre uma relação causal positiva de precipitação sobre urbanização. As discussões relacionadas a perspectiva ambiental mostram que as regiões estão ficando mais áridas e, portanto, as médias de precipitação e umidade têm caído ao longo das décadas. A literatura empírica, evidenciada em Henderson, Storeygard e Deichmann (2015), apresenta as médias de precipitação e umidade decrescentes no tempo e o Relatório Final da Comissão Mista sobre Mudanças Climáticas, citado na seção 2.1, documenta que o clima no Nordeste ficará ainda mais árido. No entanto, a evidência dessa trajetória de crescimento da aridez nas regiões geralmente é verificada em análises de longo prazo e, dado que o painel do presente trabalho abrange dez anos, as estatísticas descritivas da tabela 14 não apresentaram médias decrescentes para precipitação entre os períodos. A situação de seca extrema em 1998 e 1999, anos que compõem a média do triênio para a variável de precipitação de 2000 e a ausência de anomalias negativas de clima em 2010 fizeram com que as médias fossem crescentes no painel.

Ainda em relação aos parâmetros de precipitação, os municípios mais urbanizados se localizam no litoral, onde chove mais. Isso é evidenciado na correlação positiva entre precipitação e

Tabela 19 – Regressão por Dados em Painel (MQO e Efeito Fixo) - Indústria

	(1) MQO	(2) EF	(3) MQO	(4) EF	(5) MQO	(6) EF
Precipitação	0.00408*** (0.000704)	0.00481*** (0.000826)	0.00380*** (0.000723)	0.00479*** (0.000824)	0.00508*** (0.000974)	0.00613*** (0.00112)
Temp. Máxima	-0.405*** (0.109)	-0.531 (0.327)	-0.399*** (0.108)	-0.527 (0.328)	-0.408*** (0.108)	-0.583 (0.328)
Pop. Nativa	-0.573*** (0.0292)	-0.0807** (0.0312)	-0.549*** (0.0288)	-0.0803** (0.0311)	-0.551*** (0.0287)	-0.0809** (0.0311)
Energia Elétrica	0.0795*** (0.0160)	0.0984*** (0.00971)	0.0741*** (0.0163)	0.1000*** (0.00993)	0.0717*** (0.0164)	0.0997*** (0.00988)
Abast. Água	0.298*** (0.0179)	0.0481*** (0.0102)	0.289*** (0.0174)	0.0481*** (0.0102)	0.289*** (0.0174)	0.0480*** (0.0102)
Renda per capita	0.0122*** (0.00362)	0.0150*** (0.00257)	0.0127*** (0.00354)	0.0150*** (0.00260)	0.0132*** (0.00356)	0.0152*** (0.00258)
População	0.00922*** (0.00260)	-0.0451*** (0.0130)	0.00728*** (0.00218)	-0.0452*** (0.0130)	0.00736*** (0.00220)	-0.0437*** (0.0127)
Educação	0.389*** (0.0293)	-0.00173 (0.0115)	0.332*** (0.0295)	-0.00152 (0.0116)	0.332*** (0.0294)	-0.00113 (0.0116)
Pres. de Ind.* Dist. Lit.			-0.627** (0.236)	0.122 (0.203)	-0.741** (0.243)	-0.0590 (0.180)
Pres. de Ind.			7.169*** (0.626)	-0.123 (0.612)	10.12*** (1.657)	2.479* (1.042)
Precip*Pres. de Ind.					-0.00245 (0.00131)	-0.00198* (0.000933)
Cons	71.23*** (4.260)	56.78*** (10.26)	67.89*** (4.083)	56.45*** (10.29)	66.92*** (4.099)	56.65*** (10.28)
<i>N</i>	3572	3572	3572	3572	3572	3572
adj. <i>R</i> ²	0.543	0.418	0.565	0.418	0.565	0.420

Erro padrão em parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

urbanização e na correlação negativa entre precipitação e distância para o litoral. Assim, essa correlação pode ter sido capturada na análise do coeficiente. Por fim, em termos intuitivos seria esperado que uma redução da precipitação, que induz a queda de produtividade agrícola, aumentasse a urbanização dado que as pessoas migrariam para centros urbanos em busca de oportunidades de emprego. Esse movimento, reforçado pela migração causada pela mecanização do campo que ocorreu nos últimos anos, seriam determinantes importantes para um efeito negativo de precipitação sobre urbanização. Os argumentos explanados sobre a trajetória da variável de precipitação se corroboram de forma que o coeficiente desta pode estar capturando uma relação entre precipitação e urbanização que precisa ser melhor estudada, de forma que as variáveis de controle utilizadas não foram suficientes para estimar um efeito causal. Portanto, para que a relação entre precipitação e urbanização seja vista como causal, o coeficiente deve ser analisado com mais cautela.

O teste de *Wald* da variável presença de indústria na coluna 3, estimada por MQO, rejeitou a hipótese nula de que o coeficiente é igual a zero. Na estimação da mesma variável por efeito fixo, na coluna 4, não foi possível rejeitar a hipótese nula e a variável não foi estatisticamente significativa assumindo valor F de 0.04. O teste de *Wald* ao testar conjuntamente as variáveis presença de indústria e precipitação*presença de indústria, da estimação por MQO na coluna 5, rejeitou a hipótese nula e os coeficientes das variáveis são conjuntamente significantes. Por fim, estas duas variáveis quando foram estimadas pelo método de efeitos fixos e testadas conjuntamente pelo teste de *Wald*, tiveram a hipótese nula rejeitada a 10% de significância com valor F de 2.84.

Na estimação por efeitos fixos, apresentada na coluna 4, o R^2 se manteve inalterado depois da inclusão da variável de presença de indústria e o teste de *Wald* para a estimação não rejeitou a hipótese nula. Essas estatísticas de teste corroboraram com o resultado encontrado pelo teste t, em que este indicou que a variável presença de indústria não foi estatisticamente significativa no modelo de estimação por efeitos fixos apresentado na coluna 4. A ausência de significância estatística para a variável *dummy* presença de indústria, nesta estimação, sugeriu que a variável não apresentou um efeito parcial diferente de zero sobre urbanização e, portanto, não houve diferença de interceptos entre os dois grupos. Assim, não foi constatado que municípios que tem mais de 5% de sua população ocupada empregada na indústria teve diferenciais de urbanização em relação ao grupo de referência.

As colunas 5 e 6, na tabela 19, apresentaram as estimações por MQO e Efeitos Fixos depois de incluídas a variável *dummy* de presença de indústria e a variável de interação precipitação*presença de indústria. A variável *dummy* de presença de indústria apresentou um efeito parcial positivo sobre urbanização nas estimações por MQO e por Efeito Fixo e é estatisticamente significativa a 1% na estimação por MQO e a 10% na estimação por efeitos fixos. A significância estatística encontrada sugeriu que houve diferenças de interceptos entre os dois

grupos e, portanto, a existência de um setor industrial expressivo teve um efeito positivo e potencializou a urbanização dos municípios quando comparado ao grupo de referência.

As variáveis de interação precipitação*presença de indústria apresentadas nas colunas 5 e 6 teve os coeficientes negativos. Ou seja, em municípios que possuíam um setor industrial expressivo uma redução da precipitação aumentou a urbanização mais do que em municípios em que a variável *dummy* de presença de indústria assumiu o valor 0, sugerindo diferenças na inclinação entre os dois grupos. O coeficiente da variável de interação para MQO não foi estatisticamente significativo e, dessa forma, não foi possível rejeitar a hipótese nula de que não houve diferenças na inclinação entre os dois grupos da variável *dummy*. Na estimação por efeito fixo, o coeficiente da variável de interação foi negativo e estatisticamente significativo e, portanto, a precipitação teve efeitos distintos para os dois grupos.

Portanto, na estimação da coluna 6 apresentada na tabela 25, a variável *dummy* de presença de indústria e a variável de interação precipitação*presença indústria possuíam conjuntamente significância estatística no teste de *Wald* e possuíam um teste *t* individual significativo estatisticamente, de forma que colaboraram com uma melhoria no ajuste do modelo e foram capazes de explicar mudanças na variável dependente urbanização. O modelo sugeriu que considerando todos os municípios, em que as outras variáveis se mantêm *ceteris paribus*, os municípios que possuíam um percentual de sua população ocupada no setor industrial acima de 5% tiveram um ganho de urbanização médio de, aproximadamente, 2,48% em relação ao grupo de referência composto por municípios menos industrializados. O efeito de presença de indústria sobre urbanização foi de aproximadamente 59,13%.

O resultado por MQO não teve o coeficiente estatisticamente significativo para a variável de interação entre precipitação e presença de indústria. No entanto, o coeficiente estimado pelo método de efeito fixo apresentou sinal negativo e estatisticamente significativo, com valor de -0,00198. O sinal negativo do coeficiente sugeriu que, em municípios onde não há presença de indústria, a precipitação teve seu efeito sobre urbanização mitigado. Ou seja, quando houver a redução de precipitação em 100 mm (precipitação = -100), o efeito de precipitação sobre urbanização seria de -0,613 ($0,00613*(-100)+(-0,00198)(-100)*0$), para municípios que não possuíam presença de indústria. Para os municípios que possuíam presença de indústria, o efeito parcial de precipitação sobre urbanização foi -0,415, ($0,00613(-100)+(-0,00198)(-100)*(1)$). Essa análise mostra que o efeito de uma redução na precipitação é mitigado em municípios com forte presença de indústria. Ou seja, mais pessoas permanecem em áreas urbanas.

5.2.3 Semiárido

Nesta seção são apresentadas na tabela 20 estimações, por MQO e efeitos fixos, considerando a heterogeneidade da indústria e de fazer parte da região semiárida. Analogamente ao que foi feito na seção 5.2.2, a variável *dummy* de presença de indústria foi utilizada com a finalidade

de verificar diferenças entre os municípios que possuem mais de 5% de sua população ocupada empregada na indústria e o grupo de referência. A inclusão da variável *dummy* de semiárido possuiu o propósito de verificar possíveis diferenças nos municípios que se localizam na respectiva região. Ademais, foi criada a variável de interação composta pela variável *dummy* de presença de indústria e pela *dummy* de semiárido.

Tabela 20 – Regressão por Dados em Painel(MQO e Efeito Fixo) - Semiárido

	(1) MQO	(2) EF	(3) MQO	(4) EF	(5) MQO	(6) EF
Precipitação	0.00408*** (0.000704)	0.00481*** (0.000826)	0.000395 (0.000966)	0.00481*** (0.000826)	0.000362 (0.000970)	0.00481*** (0.000847)
Temp. Máxima	-0.405*** (0.109)	-0.531 (0.327)	-0.263* (0.110)	-0.527 (0.329)	-0.261* (0.110)	-0.525 (0.328)
Pop. Nativa	-0.573*** (0.0292)	-0.0807** (0.0312)	-0.535*** (0.0290)	-0.0800* (0.0311)	-0.535*** (0.0290)	-0.0800* (0.0311)
Energia Elétrica	0.0795*** (0.0160)	0.0984*** (0.00971)	0.0880*** (0.0165)	0.1000*** (0.00993)	0.0880*** (0.0165)	0.1000*** (0.00997)
Abast. Água	0.298*** (0.0179)	0.0481*** (0.0102)	0.290*** (0.0173)	0.0482*** (0.0102)	0.290*** (0.0173)	0.0483*** (0.0102)
Renda pct	0.0122*** (0.00362)	0.0150*** (0.00257)	0.0138*** (0.00354)	0.0151*** (0.00261)	0.0139*** (0.00354)	0.0151*** (0.00261)
População	0.00922*** (0.00260)	-0.0451*** (0.0130)	0.00687** (0.00219)	-0.0453*** (0.0130)	0.00691** (0.00220)	-0.0453*** (0.0130)
Educação	0.389*** (0.0293)	-0.00173 (0.0115)	0.325*** (0.0295)	-0.00152 (0.0116)	0.325*** (0.0295)	-0.00151 (0.0116)
Pres. de Ind.*Dist. Lit.			-0.583* (0.234)	0.116 (0.203)	-0.602* (0.237)	0.119 (0.191)
Pres. de Ind.			6.915*** (0.623)	-0.110 (0.614)	6.720*** (0.826)	-0.0938 (0.777)
Semiárido			-3.763*** (0.662)	-0.386 (0.736)	-3.994*** (0.875)	-0.362 (0.880)
Pres. de Ind.*Semiárido					0.381 (0.948)	-0.0366 (0.626)
Cons	71.23*** (4.260)	56.78*** (10.26)	67.35*** (4.065)	56.61*** (10.31)	67.48*** (4.079)	56.57*** (10.29)
N	3572	3572	3572	3572	3572	3572
adj. R ²	0.543	0.418	0.569	0.418	0.569	0.418

Erro padrão em parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Os testes de *Wald* foram realizados para as estimações por MQO apresentadas nas colunas 3 e 5. O teste indicou que as variáveis presença de indústria e semiárido foram conjuntamente estatisticamente significantes na estimação. O teste de *Wald* para presença de indústria, semiárido e presença de indústria*semiárido, na estimação 5, também indicou que as variáveis foram conjuntamente significantes na estimação. No entanto, os mesmos testes de *Wald* realizados para as estimações por efeitos fixos não foram capazes de rejeitar a hipótese nula de que os coeficientes eram iguais a zero.

Nos resultados das estimações por MQO, a variável *dummy* de semiárido nas colunas 3 e 5, apresentaram coeficientes negativos e estatisticamente significante e o resultado sugeriu que municípios que fazem parte do semiárido tiveram menor urbanização do que os municípios fora da região, controlando pelos demais fatores que afetam urbanização. A variável *dummy* de presença de indústria, nas colunas 3 e 5, possuiu coeficiente positivo e estatisticamente significante, de forma que indicou que municípios com mais de 5% de sua população ocupada empregada na indústria teve maior urbanização em relação ao grupo de referência.

Nas colunas 2, 4 e 6 da tabela 20 foram apresentados os resultados das estimações dos dados em painel por efeitos fixos. Nas colunas 4 e 6 foram incluídas as variáveis *dummies* de presença de indústria e semiárido e na coluna 6 foi incluída a variável de interação. Os testes de *Wald* para as variáveis *dummies* de semiárido e presença de indústria, na coluna 4, e para as variáveis *dummies* presença de indústria e semiárido e a variável de interação indústria*semiárido, na estimação da coluna 6, também não rejeitaram a hipótese nula de que os coeficientes das variáveis eram conjuntamente iguais a zero. Em relação as estatísticas t, nenhuma das variáveis *dummies* incluídas e a variável de interação apresentaram coeficientes estatisticamente significantes nas estimações por efeitos fixos. Esses resultados sugerem que as variáveis não foram capazes de explicar mudanças na variável dependente de urbanização.

Os resultados não estatisticamente significantes pelo método de efeitos fixos evidenciaram que este talvez não seja o método mais adequado de estimação quando se trata de estimar o coeficiente de semiárido. Isso porque, nesse caso, somente foi capturado o efeito do municípios que foram incluídos na delimitação de semiárido em 2005. Esse argumento é fundamentado na pouca variação que a variável de semiárido apresentou, mostrado na tabela 17, em que 97,28% das observações da amostra sempre fizeram parte da região semiárida. Dado que o efeito fixo elimina os valores que não mudaram no tempo, não foi possível verificar os dados para esse municípios e a estimação por efeito fixo foi comprometida.

As estimações por MQO e efeitos fixos apresentadas nesse capítulo buscaram investigar os efeitos de precipitação sobre urbanização, considerando heterogeneidades observadas relacionadas a presença de indústria e ao semiárido da região Nordeste. Os resultados mostraram que em municípios que possuíam setor industrial expressivo, uma redução na precipitação tem seu efeito

mitigado sobre urbanização e sugeriu que as pessoas migram mais para áreas urbanas no caso dessa redução. Quanto aos resultados para a região semiárida, as estimações não apresentaram significância estatística. Indicando que no período recente o processo de urbanização da região semiárida decorre de outros fatores não investigados na presente pesquisa.

6 CONCLUSÃO

O trabalho pesquisou as relações entre o clima e a urbanização para a região Nordeste, no período entre 2000 e 2010, com o objetivo de verificar se e através de qual meio os fatores climáticos são capazes de afetar a urbanização da região. O problema foi estabelecido de forma a analisar se as condições climáticas adversas são passíveis de influenciar a decisão das pessoas em migrarem das áreas rurais para as áreas urbanas das cidades em que moram. A migração é uma importante estratégia de adaptação para enfrentar disparidades espaciais de oportunidades econômicas, políticas e condições ambientais. Dessa forma, a saída dos indivíduos de áreas rurais para áreas urbanas funcionaria como um “escape” das adversidades. O estudo foi realizado para a região Nordeste devido as condições climáticas adversas que caracterizam parte considerável do seu território. A hipótese utilizada no presente trabalho foi baseada no estudo de Henderson, Storeygard e Deichmann (2015) e propôs que se a cidade tivesse um setor de manufaturas comercializáveis que não é muito pequeno, uma queda na precipitação seria capaz de conduzir a um aumento na população urbana. Embora estes autores tenham testado as hipóteses teóricas do respectivo modelo para distritos da África, que apresentam um estágio de desenvolvimento e urbanização consideravelmente distintos da região Nordeste, o modelo proposto permite a formulação de hipótese plausível para a região Nordeste.

A questão climática vai além do contexto ambiental e interage com variáveis que condicionam o desenvolvimento de um município ou região. A proporção do PIB per capita do semiárido em relação aos demais municípios do Nordeste é de 64%, mas quando comparado somente com municípios fora das regiões metropolitanas essa proporção é de 94%. Desse modo, as análises do presente trabalho tiveram o cuidado de incorporar elementos que representam distintas características e estágios de desenvolvimento da região Nordeste. Buscou-se o aprofundamento sobre aspectos socioeconômicos que diferenciam os municípios entre si e diferenciam a região do resto do país. Com esse objetivo, foram analisadas e incorporadas nas estimações características relacionadas à urbanização e ao clima na região Nordeste.

A revisão da literatura teórica e empírica internacional evidenciou que variáveis climáticas exercem efeitos importantes sobre uma variedade de resultados econômicos e que características geográficas quando interagem com variáveis econômicas podem exercer impactos sobre o bem estar das pessoas. As análises revisadas no trabalho buscaram a contribuição da literatura empírica sobre clima e urbanização de forma a mostrar se as variáveis climáticas exerciam influência sobre a decisão das pessoas em migrar para áreas urbanas. Foram encontrados diversos trabalhos que utilizaram dados climáticos na literatura internacional, inclusive com o uso dos dados climáticos para inferir possíveis efeitos em variáveis sociais e econômicas. A revisão da literatura também mostrou que o efeito da variabilidade climática sobre resultados econômicos pode ser controverso a depender das condições sócioeconômicas da região analisada. Para o Brasil, os estudos que utilizaram dados climáticos para inferir relações entre as variáveis de forma

aplicada ainda são escassos. Dessa forma, acredita-se que o presente trabalho contribuiu com o arcabouço existente e abriu possibilidade para novos estudos na área.

A estimação foi realizada a partir de um painel balanceado para os anos de 2000 e 2010 em que estimou-se uma equação econométrica que relacionava a variável de precipitação sobre a variável dependente de urbanização. O modelo adotado foi baseado no modelo utilizado por Henderson, Storeygard e Deichmann (2015), em que os autores do estudo de referência estimaram diferenciais de efeitos de variáveis climáticas sobre urbanização para distritos da África. No presente trabalho, esse estudo foi adaptado e o *locus* para a investigação foi a região Nordeste. Devido a necessidade de gerar os dados de precipitação e temperatura máxima, a partir de métodos de interpolação e a dificuldade da coleta de dados, a pesquisa restringiu-se ao período 2000-2010. Embora se trate de um período curto, cabe ressaltar que o período é particularmente relevante devido à grande mobilização de políticas sociais na região Nordeste a partir de 2000. Desse modo, a compreensão do fenômeno da urbanização no período recente, na presença de fatores climáticos, pode ser uma importante contribuição para a análise do desenvolvimento regional do Nordeste e a respectiva sub-região do semiárido.

Dado que a literatura indica que os efeitos de precipitação estão condicionados aos contextos específicos de cada local, foram incluídas na estimação variáveis de controle que se relacionavam com a variável a ser explicada, entre elas abastecimento de água, distância para o litoral, educação, energia elétrica, população, população nativa, temperatura máxima e renda per capita com o objetivo de controlar para heterogeneidades locais. Também, foi incluída uma variável *dummy* de presença de indústria, em que esta foi constituída pelos municípios que possuíam mais de 5% de sua população ocupada empregada na indústria. Esta *dummy* teve como objetivo verificar se municípios com uma indústria expressiva tinham diferenciais de urbanização e diferenciais nos efeitos da variável de precipitação para os dois grupos. Se a região Nordeste apresenta um estágio de urbanização já avançado para os padrões mundiais, o mesmo não pode ser dito no que se trata da industrialização na região. Isso fez com que a análise dos efeitos da variação no clima sobre urbanização, tendo a indústria como um canal para aumentar ou atenuar esses efeitos, se tornasse uma importante estratégia empírica para a realização da pesquisa.

A variável explicativa de precipitação apresentou coeficientes positivos e estatisticamente significantes em todas as estimações realizadas mas foi necessário ter cautela sobre uma relação causal positiva de precipitação sobre urbanização. O painel utilizado nas estimações abrangeu dez anos e as estatísticas descritivas não apresentaram as médias decrescentes que eram esperadas para a variável precipitação, em um contexto mundial que a literatura e os documentos oficiais indicam redução da precipitação e aumento das temperaturas. Também, os municípios mais urbanizados se localizam no litoral, onde chove mais e a correlação positiva entre essas duas variáveis pode ter sido capturada na análise do coeficiente. Por fim, em termos intuitivos seria esperado que uma redução da precipitação, que induz a queda de produtividade agrícola,

umentasse a urbanização dado que as pessoas migrariam para centros urbanos em busca de oportunidades de emprego. Esses argumentos explanados sobre a trajetória da variável de precipitação se corroboram de forma que o coeficiente desta pode estar capturando uma correlação positiva entre precipitação e urbanização de forma que as variáveis de controle não foram suficientes para possibilitar a estimação de um efeito causal. Portanto, o coeficiente que expressa a relação entre precipitação e urbanização encontrado no presente trabalho, para que ele seja vista como causal, deve ser analisado com mais cautela.

A variável *dummy* de presença de indústria indicou que a existência de um setor industrial expressivo nos municípios teve um efeito positivo e potencializou a urbanização quando comparado ao grupo de referência. O coeficiente da variável de interação, que teve por objetivo verificar se o efeito de precipitação era diferente entre os dois grupos da variável *dummy* de presença de indústria, foi negativo e estatisticamente significante e, dessa forma, a precipitação teve efeitos distintos para os dois grupos. O coeficiente negativo indicou que, em municípios que possuíam presença de indústria, o efeito de precipitação sobre urbanização foi mitigado. Essa análise mostra que o efeito de uma redução na precipitação é mitigado em municípios com forte presença de indústria e mais pessoas permanecem em áreas urbanas.

Nas estimações para o semiárido foram encontrados efeitos negativos e estatisticamente significantes da variável *dummy* de semiárido sobre urbanização, sugerindo que municípios que fazem parte do semiárido são menos urbanizados do que os que não fazem parte da região e a variável *dummy* de presença de indústria apresentou coeficiente positivo e estatisticamente significante e sugeriu que a existência de indústria expressiva traz ganhos de urbanização para o semiárido. No entanto, esses resultados somente foram encontrados na estimação por MQO. A variável de interação não foi estatisticamente significante em nenhuma das estimações e, portanto, não mostrou ganhos ou perdas de urbanização para municípios do semiárido que possuem indústria. As estimações por efeitos fixos não apresentaram coeficientes estatisticamente significantes para a *dummy* e para a variável de interação e é presumido que o efeito fixo não seja o método mais adequado de estimação quando se trata de estimar o coeficiente do semiárido.

O presente trabalho foi desafiador devido a ausência de trabalhos similares para o Brasil de forma que foi necessário adaptar a literatura empírica internacional para que o estudo fosse realizado com um embasamento teórico e empírico sólido. Ademais, a dificuldade em obter dados climáticos exigiu que fosse desenvolvido um método de interpolação diferenciado para que houvesse dados climáticos para todos os municípios do Nordeste e a amostra fosse maior, com o intuito de estimar resultados mais acurados. No entanto, mesmo com os obstáculos empíricos que foram superados, entende-se que permaneceram oportunidades para avanços futuros relacionados ao uso de dados climáticos para estimar resultados sociais e econômicos e para estudos mais aprofundados relacionados a região Nordeste.

Portanto, visou-se contribuir com a literatura da economia urbana através de análises descritivas e empíricas de clima e urbanização e como essas variáveis interagem e, além disso, ocupar uma lacuna existente nos estudos desta área. Outra contribuição almejada foi fornecer insumos empíricos para as decisões que envolvem as políticas públicas na região Nordeste, sejam elas de melhorias em áreas urbanas ou condições de desenvolvimento para os setores econômicos empregadores de mão de obra.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. A. Why is africa poor? *Economic history of developing regions*, Taylor & Francis, v. 25, n. 1, p. 21–50, 2010.
- ANGRIST, J.; KRUEGER, A. B. Instrumental variables and the search for identification: From supply and demand to natural experiments. *Journal of Economic Perspectives*, v. 15, p. 69–85, 2001.
- AUFFHAMMER, M. et al. Global climate models and climate data: a user guide for economists. *NBER*, n. 19087, 2011.
- AUFFHAMMER, M. et al. Using weather data and climate model output in economic analyses of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*, Oxford University Press, v. 7, p. 181–198, 2013.
- BARRIOS, S.; BERTINELLI, L.; STROBL, E. Climatic change and rural–urban migration: The case of sub-saharan africa. *Journal of Urban Economics*, Elsevier, v. 60, n. 3, p. 357–371, 2006.
- BARTIK, T. J.; SMITH, V. K. Urban amenities and public policy. In: MILLS, E. S. (Org.). *Handbook of Regional and Urban Economics*. Amsterdam: North-Holland, 1987. v. 2, p. 1207–1254.
- BECKER, G. S. *Human Capital: A theoretical and empirical analysis with special reference to education*. Chicago: The University of Chicago Press, 1994.
- BENJAMIN, F. et al. What do we learn from the weather? the new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature*, v. 52, n. 3, p. 740–798, 2014.
- BORJAS, G. J. *Immigration economics*. 1. ed. [S.l.]: Harvard University Press, 2014.
- BRÜCKNER, M. Economic growth, size of the agricultural sector, and urbanization in africa. *Journal of Urban Economics*, Elsevier, v. 71, n. 1, p. 26–36, 2012.
- BURKE, M.; LOBELL, D. Food security and adaptation to climate change: What do we know? In: BURKE, M.; LOBELL, D. (Org.). *Climate Change and Food Security: Adapting Agriculture to a Warmer World*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. cap. 8, p. 133–153.
- CAMPELO, D. A. As políticas públicas para a agricultura familiar brasileira em clima semiárido: do combate à convivência. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 10, n. 21, 2013.
- CARVALHO, J. R. de; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de são paulo: Comparação de métodos de interpolação. *Engenharia Agrícola*, v. 25, n. 2, 2005.
- CHILDS, C. Interpolating surfaces in arcgis spatial analyst. *ArcUser*, v. 3235, 2004.
- DELAZERI, L. M. M. *Mudanças climáticas e migração rural-urbana no Semiárido brasileiro*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- DESCHENES, O.; GREENSTONE, M. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *The American Economic Review*, American Economic Association, v. 97, n. 1, p. 354–385, 2007.

- DESMET, K.; HENDERSON, J. V. The geography of development within countries. In: DURANTON, J. V. H. G.; STRANGE, W. C. (Org.). *Handbook of regional and urban economics*. [S.l.]: Elsevier, 2015. v. 5, cap. 22, p. 1457–1517.
- DRABO, A.; MBAYE, L. Climate change, natural disasters and migration: An empirical analysis in developing countries. *IZA Discussion Paper*, n. 5927, 2011.
- DUARTE, R. *Seca, pobreza e políticas públicas no nordeste do Brasil*. 2001. Disponível em: <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/pobreza/duarte.pdf>>. Acesso em: 10 de agosto de 2016.
- DURANTON, G.; PUGA, D. Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: HENDERSON, J. V.; THISSE, J. F. (Org.). *Handbook of regional and urban economics*. [S.l.]: North Holland, 2004. v. 4, cap. 48, p. 2063 – 2117.
- FENG, S.; OPPENHEIMER, M.; SCHLENKER, W. Climate change, crop yields, and internal migration in the united states. *NBER*, n. 17734, 2012.
- GLAESER, E. L.; KOLKO, J.; SAIZ, A. Consumer city. *Journal of economic geography*, Oxford Univ Press, v. 1, n. 1, p. 27–50, 2001.
- HARRIS J. H.; TODARO, M. Migração, desemprego e desenvolvimento: uma análise com dois setores. In: MOURA, H. A. (Org.). *Migração interna, textos selecionados: teorias e métodos de análise*. Fortaleza: BNB, 1980. p. 173–209.
- HENDERSON, V.; STOREYGARD, A.; DEICHMANN, U. *Has climate change driven urbanization in Africa: From supply and demand to natural experiments*. 2015. Disponível em: <<http://www.lse.ac.uk/geographyAndEnvironment/pdf/HasClimateChangeDrivenUrbanisationHenderson.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2016.
- HERMANN, B. M. *Estimando o preço implícito de amenidades urbanas: evidências para o município de são paulo*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- HIDALGO, F. D. et al. Economic determinants of land invasions. *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, v. 92, n. 3, p. 505–523, 2010.
- HSIANG, S. M. Climate econometrics. *NBER*, n. 22181, 2016.
- HSIANG, S. M.; BURKE, M.; MIGUEL, E. Quantifying the influence of climate on human conflict. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 341, n. 6151, 2013.
- IBGE. *Características da População e dos Domicílios: Resultados do universo*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IPCC. *Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Global and sectoral aspects*. Rio de Janeiro: IPCC, 2014. Disponível em: <<https://environmentalmigration.iom.int/climate-change-2014-impacts-adaptation-and-vulnerability-contribution-working-group-ii-fifth>>. Acesso em: 01 de setembro de 2016.
- LEWIS, W. A. Economic development with unlimited supplies of labour. *The manchester school*, Wiley Online Library, v. 22, n. 2, p. 139–191, 1954.

- MARCHIORI, L.; MAYSTADT, J.-F.; SCHUMACHER, I. The impact of weather anomalies on migration in sub-saharan africa. *Journal of Environmental Economics and Management*, Elsevier, v. 63, n. 3, p. 355–374, 2012.
- MARENCO, J. A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. de S. et al. (Org.). *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 383–416.
- MARTINE, G.; MARSHALL, A. et al. *State of world population 2007: unleashing the potential of urban growth*. New York: United Nations Population Fund, 2007.
- NOBRE, P.; MELO, A. d. Variabilidade climática intrasazonal sobre o nordeste do brasil em 1998-2000. *Revista Climanálise*, v. 2, 2001.
- OJIMA, R. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: GUEDES, G.; OJIMA, R. (Org.). *Território, mobilidade populacional e ambiente*. Governador Valadares: Univale, 2012.
- O'SULLIVAN, A. *Urban economics*. London: McGraw-Hill/Irwin, 2007.
- PEREDA, P.; ALVES, D. C. *Climate and Weather Impacts on Agriculture: The case of brazil*. 2014. Disponível em: <http://www.regionalstudies.org/uploads/Climate_and_Weather_Impacts_on_Agriculture-_The_Case_of_Brazil_.pdf>. Acesso em: 10 de agosto de 2016.
- PEREDA, P. C.; MENEZES, T. A. d.; ALVES, D. Climate change impacts on birth outcomes in brazil. *IDB Working Paper Series*, n. 495, 2014.
- RANDS, A. *Desigualdades regionais no Brasil: natureza, causas, origens e solução*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- RANIS, G.; FEI, J. C. A theory of economic development. *The american economic review*, v. 51, n. 4, p. 533–565, 1961.
- RODRIK, D.; SUBRAMANIAN, A.; TREBBI, F. Institutions rule: the primacy of institutions over geography and integration in economic development. *Journal of economic growth*, Springer, v. 9, n. 2, p. 131–165, 2004.
- ROSENBERG, E. et al. Health, climate and development in brazil: a cross-section analysis. *Research Network Working Paper*, Inter-American Development Bank, 2013.
- SACHS, J. D.; WARNER, A. M. Sources of slow growth in african economies. *Journal of African economies*, CSAE, v. 6, n. 3, p. 335–376, 1997.
- SJAASTAD, L. A. The costs and returns of human migration. *Journal of political Economy*, v. 70, n. 5, p. 80–93, 1970.
- STARK, O.; BLOOM, D. E. The new economics of labor migration. *The american Economic review*, JSTOR, v. 75, n. 2, p. 173–178, 1985.
- STARK, O.; TAYLOR, J. E. Relative deprivation and international migration oded stark. *Demography*, Springer, v. 26, n. 1, p. 1–14, 1989.
- STARK, O.; TAYLOR, J. E. Migration incentives, migration types: The role of relative deprivation. *The economic journal*, JSTOR, v. 101, n. 408, p. 1163–1178, 1991.

WALDINGER, M. et al. *The effects of climate change on internal and international migration: implications for developing countries*. Londres, 2015.

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge: MIT press, 2010.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introductory econometrics: A modern approach*. [S.l.]: South-Western College Pub, 2015.

Anexos

ANEXO A – TABELAS

Tabela 21 – Percentual da população urbana nos Censos Demográficos.

	1960 ^a	1970 ^a	1980 ^a	1991 ^b	2000 ^b	2010 ^b
Brasil	45.1%	56%	67.7%	75.5%	81.2%	84.4%
Norte	35.5%	42.6%	50.2%	57.8%	69.8%	73.5%
Nordeste	34.2%	41.8%	50.7%	60.6%	69%	73.1%
Sudeste	57.4%	72.8%	82.8%	88%	90.5%	92.9%
Sul	37.6%	44.6%	62.7%	74.1%	80.9%	84.9%
Centro-Oeste	37.2%	50.9%	70.7%	81.3%	86.7%	88.8%

^a População recenseada.

^b População residente.

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE, Censo Demográfico 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Tabela 22 – Correlação

Variáveis	Urban	Precip	TMax	Pop. Nativa	Energia Eletr	Abast. Água	Renda pct	Pop	Educ	Emp. Indústria	Dist. do Litoral
Urban	1.000										
Precip	0.154	1.000									
T.Máx	-0.149	0.194	1.000								
Pop. Nativa	-0.542	-0.221	0.075	1.000							
Energia Eletr	0.462	0.131	-0.134	-0.361	1.000						
Abast. Água	0.596	-0.033	-0.176	-0.337	0.578	1.000					
Renda pct	0.559	0.078	-0.208	-0.419	0.495	0.647	1.000				
Pop.	0.249	0.110	-0.041	-0.127	0.093	0.184	0.463	1.000			
Educ	0.452	0.051	-0.089	-0.257	0.228	0.360	0.449	0.300	1.000		
Emp. Indústria	0.308	-0.030	-0.012	-0.145	0.144	0.162	0.177	0.078	0.169	1.000	
Dist. do Litoral	-0.2326	-0.3791	0.3420	0.1540	-0.3442	-0.1078	-0.1030	-0.0966	-0.1131	-0.1612	1.0000

Fonte: Elaboração própria, 2016. Dados do Censo, 2000 e 2010 e PNUD, 2000 e 2010.

Tabela 23 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por MQO

	(1) >20	(2) >30	(3) >40	(4) >50	(5) >60	(6) >70	(7) >80
Precip	0.00385*** (0.000687)	0.00382*** (0.000673)	0.00382*** (0.000655)	0.00315*** (0.000636)	0.00195** (0.000669)	0.00205** (0.000706)	0.00129 (0.000685)
T. Max	-0.466*** (0.109)	-0.469*** (0.106)	-0.452*** (0.0995)	-0.372*** (0.0979)	-0.225* (0.101)	-0.319*** (0.0884)	-0.167 (0.108)
Pop. Nativa	-0.561*** (0.0275)	-0.534*** (0.0265)	-0.480*** (0.0268)	-0.414*** (0.0250)	-0.344*** (0.0244)	-0.206*** (0.0264)	-0.138*** (0.0281)
E. eletr	0.0670*** (0.0167)	0.0143 (0.0183)	0.0114 (0.0209)	0.0776** (0.0254)	0.0826* (0.0328)	0.178*** (0.0457)	0.220** (0.0760)
Abast. Água	0.261*** (0.0175)	0.235*** (0.0175)	0.207*** (0.0177)	0.153*** (0.0181)	0.0936*** (0.0186)	0.0480** (0.0179)	0.00859 (0.0196)
Renda pct	0.0139*** (0.00349)	0.0145*** (0.00343)	0.0116*** (0.00319)	0.00844** (0.00282)	0.00920*** (0.00256)	0.00529* (0.00238)	0.00621** (0.00217)
Pop	0.00929*** (0.00260)	0.00937*** (0.00256)	0.0101*** (0.00245)	0.00973*** (0.00210)	0.00879*** (0.00177)	0.00752*** (0.00140)	0.00457*** (0.000876)
Educ	0.384*** (0.0260)	0.362*** (0.0248)	0.294*** (0.0246)	0.245*** (0.0241)	0.177*** (0.0249)	0.115*** (0.0258)	0.0545* (0.0256)
Cons	75.95*** (4.165)	82.07*** (4.021)	84.27*** (3.956)	80.75*** (4.076)	81.35*** (4.265)	76.48*** (4.522)	73.84*** (6.698)
(N)	3408	3068	2535	1872	1273	760	378
adj. (R^2)	0.523	0.494	0.470	0.464	0.423	0.371	0.368

Erro padrão em parênteses

* (p<0.05), ** (p<0.01), *** (p<0.001)

Tabela 24 – Efeito da Precipitação por Nível de Urbanização por Efeito Fixo

	(1) >20	(2) >30	(3) >40	(4) >50	(5) >60	(6) >70	(7) >80
Precip	0.00499*** (0.000827)	0.00535*** (0.000704)	0.00575*** (0.000760)	0.00533*** (0.000769)	0.00545*** (0.000921)	0.00451*** (0.00109)	0.00416*** (0.00113)
T. Máx	-0.876** (0.290)	-1.114*** (0.261)	-1.161*** (0.285)	-1.011*** (0.299)	-1.255*** (0.360)	-1.224* (0.524)	-1.709** (0.657)
Pop. Nativa	-0.0664* (0.0276)	-0.0491 (0.0260)	-0.0682* (0.0304)	-0.0590 (0.0307)	-0.0727* (0.0337)	-0.0986** (0.0381)	-0.0991* (0.0415)
E. Eletr	0.110*** (0.0100)	0.119*** (0.0102)	0.118*** (0.0132)	0.135*** (0.0161)	0.167*** (0.0265)	0.267*** (0.0507)	0.0747 (0.0803)
Abast. Água	0.0422*** (0.0102)	0.0367*** (0.0100)	0.0358** (0.0110)	0.0238* (0.0117)	0.00476 (0.0145)	0.00205 (0.0174)	0.0194 (0.0228)
Renda pct	0.0132*** (0.00239)	0.0127*** (0.00225)	0.0114*** (0.00232)	0.00877*** (0.00235)	0.00743** (0.00263)	0.00144 (0.00274)	0.00200 (0.00272)
Pop	-0.0497*** (0.0139)	-0.0441*** (0.0121)	-0.0395*** (0.0111)	-0.0289*** (0.00872)	-0.0218** (0.00741)	-0.00813 (0.00573)	-0.00544 (0.00417)
Educ	0.00491 (0.0103)	-0.00139 (0.00972)	-0.00121 (0.0108)	-0.00625 (0.0115)	-0.0105 (0.0130)	-0.0106 (0.0157)	0.00591 (0.0171)
Cons	67.56*** (9.148)	75.64*** (8.223)	82.59*** (8.938)	82.81*** (9.193)	95.01*** (11.06)	94.54*** (16.39)	132.2*** (21.08)
<i>N</i>	3408	3068	2535	1872	1273	760	378
adj. <i>R</i> ²	0.450	0.502	0.478	0.463	0.418	0.367	0.339

Erro padrão em parênteses

* (p<0.05), ** (p<0.01), *** (p<0.001)

ANEXO B – FIGURAS

Figura 15 – Dados em Painel Balanceado - Stata

```

cod6: 210005, 210010, ..., 293360          n =      1794
ano:  2000, 2010, ..., 2010              T =         2
Delta(ano) = 1 unit
Span(ano)  = 11 periods
(cod6*ano uniquely identifies each observation)

```

Distribution of T_i: min 5% 25% 50% 75% 95% max

	2	2	2	2	2	2
--	---	---	---	---	---	---

Freq.	Percent	Cum.	Pattern*
1794	100.00	100.00	11
1794	100.00		XX

*Each column represents 10 periods.

Fonte: Elaboração própria no *software* STATA

ANEXO C – REGRESSÕES AUXILIARES

Tabela 25 – Regressão por Dados em Painel(MQO) - Urbanização

	(1) MQO	(2) EF
Precipitação	0.00808*** (0.000947)	0.0146*** (0.000781)
Cons	43.36*** (1.100)	35.93*** (0.892)
<i>N</i>	3574	3574
adj. <i>R</i> ²	0.023	0.164

Erro padrão em parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$