

Urbanização e Variação Climática na Região Nordeste do Brasil

Lorena de Oliveira Fonseca*

Gervásio Ferreira dos Santos[†]

Vinicius de Araújo Mendes[‡]

Área 10: Economia Regional e Urbana

Código JEL: Q54, R23, C23.

Resumo

O objetivo deste artigo é estimar o efeito de variações climáticas sobre urbanização na região Nordeste entre 2000 e 2010. Em 2010, o Brasil possuía 84,4% da população vivendo em áreas urbanas e a região Nordeste 73.1%. A literatura teórica e empírica internacional evidencia que variáveis climáticas e eventos climáticos extremos podem exercer influências sobre uma variedade de resultados econômicos, de acordo com condições locais socioeconômicas, políticas e institucionais. A mesma literatura aponta para um efeito diferenciado da variação climática sobre urbanização nas regiões mais industrializadas. Utilizando microdados sócioeconômicos e de clima foi testado, econometricamente, se a variação climática de precipitação tem efeitos sobre urbanização na região Nordeste. O trabalho também verificou se a presença expressiva de atividade industrial pode atenuar os efeitos de condições climáticas adversas na medida em que as pessoas migrariam para centros urbanos. Os resultados indicaram que em municípios que possuem uma presença industrial expressiva, uma redução da precipitação aumenta a urbanização quando comparado aos outros municípios.

Palavras-chaves: Variação climática. Urbanização. Migração. Interpolação. Nordeste.

Abstract

The purpose of this essay is to estimate the effect of climatic variations on urbanization in the Northeast region between 2000 and 2010. In 2010, the country had 84.4 % of the population living in urban areas and the Northeast 73.1 %. International empirical literature shows that climatic variables and extreme weather events can influence a variety of economic outcomes according to local socioeconomic, political and institutional conditions. The same literature points to different effect of climatic variation on urbanization in the more industrialized regions. Using socioeconomic and climate microdata, it was econometrically tested, through fixed effects, if the precipitation climatic variable has effects on urbanization in the Northeast region. The work also verified whether the expressive presence of industrial activity can attenuate the effects of adverse climatic conditions as people migrate to urban centers. The results indicated that in municipalities that have an expressive industrial presence, a reduction of precipitation increases urbanization when compared to other municipalities.

Key-words: Climate change. Urbanization. Migration. Interpolation. Northeast.

*Graduada e Mestre em Economia pela Universidade Federal da Bahia. Email: lorena.o.fonseca@gmail.com

[†]Dr. em Economia pela FEA/USP e Prof. Adjunto do Departamento de Economia da Universidade Federal da Bahia. Email: gervasiofsantos@gmail.com

[‡]Dr. em Economia pela FEA/USP e Prof. do Departamento de Economia da Universidade Federal da Bahia. Email: vinimendes@hotmail.com

1 Introdução

A discussão sobre a capacidade de fatores geográficos e climáticos influenciar o desenvolvimento de uma região é ampla e com resultados muito heterogêneos. Em países em desenvolvimento torna-se particularmente relevante e pertinente verificar como o clima pode atuar direta ou indiretamente sobre uma determinada região através das características intrínsecas destas regiões, tais como suas respectivas estruturas produtivas locais, bem como os efeitos de interação entre essas características. Dentro do debate internacional, existem autores que concordam que o clima exerce influências sobre variáveis sócioeconômicas 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). Isso faz com que essa análise para uma região brasileira mais exposta a fatores climáticos, como a região Nordeste, seja uma importante contribuição para a literatura nacional e internacional.

A literatura também aponta que variáveis climáticas podem exercer influências sobre uma variedade de resultados econômicos e, portanto, têm impactos sobre o bem-estar econômico das pessoas (BENJAMIN et al., 2014; DESCHENES; GREENSTONE, 2007). A influência ocorre através de interações com outros aspectos sociais e econômicos e, segundo Burke e Lobell (2010) os setores de agricultura de países em desenvolvimento são consideravelmente mais dependentes de condições climáticas e, conseqüentemente, mais vulneráveis. Corroborando com este argumento, Waldinger et al. (2015) afirmam que os rendimentos das pessoas que trabalham na agricultura são mais afetados por variações de clima do que os rendimentos de pessoas que moram em áreas urbanas. As pessoas que residem em áreas rurais estariam mais vulneráveis e teriam incentivos a migrar. Dessa forma, segundo Feng, Oppenheimer e Schlenker (2012) a migração é negativamente associada à produtividade agrícola e, segundo Marchiori, Maystadt e Schumacher (2012), dado que o setor agrícola é predominantemente rural e o setor de manufaturas é predominantemente urbano, espera-se uma migração das áreas rurais para as áreas urbanas.

De forma empírica e com o objetivo de evidenciar os efeitos das adversidades climáticas em regiões vulneráveis, Barrios, Bertinelli e Strobl (2006) mostram que a escassez de chuvas exerce efeito positivo sobre as taxas de urbanização na área subsaariana do continente africano mas não há nenhuma evidência desse efeito para o resto do mundo em desenvolvimento. Com abordagem semelhante, Brückner (2012) utiliza precipitação como variável instrumental para PIB na África e encontra que a redução na precipitação conduz em um aumento da urbanização. O trabalho de Henderson, Storeygard e Deichmann (2017) avança em relação aos trabalhos realizados anteriormente para a África e encontra que a ocorrência de condições climáticas mais secas aumenta a urbanização em distritos mais industrializados.

Para o Brasil existem alguns trabalhos que relacionam o clima e resultados econômicos e sociais. 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. Hidalgo et al. (2010) analisa efeitos de condições climáticas sobre conflitos redistributivos. Delazeri (2015), em trabalho para o Brasil, analisam se fatores climáticos têm contribuído para a migração rural-urbana nos municípios do semiárido brasileiro e como esse fluxos migratórios serão afetados por cenários futuros. Não obstante, no que se refere aos estudos que relacionam clima e urbanização ainda existe uma escassez de trabalhos para o Brasil.

O processo de urbanização brasileiro se intensificou na segunda metade do século XX. A urbanização da região Nordeste acompanhou esse processo e entre 1950 e 2010 a urbanização da região praticamente triplicou e saiu de 26,4% para 73,13%. O problema de pesquisa consiste em verificar se a variabilidade climática teve efeitos sobre a urbanização do Nordeste brasileiro. A hipótese levantada no trabalho, ao estabelecer uma relação entre fatores climáticos e fatores sócioeconômicos, avalia se mudanças adversas nas condições climáticas provocam uma saída de pessoas da área ru-

ral para áreas urbanas. Também, é verificado se nos municípios que possuem unidades industriais expressivas, as áreas urbanas seriam capazes de oferecer alternativas de empregos aos trabalhadores rurais submetidos às adversidades climáticas.

Além desta breve introdução, o artigo é composto de mais 5 seções. A seção 2 apresenta a contextualização do problema de pesquisa. A seção 3 os elementos teóricos e a seção 4 descreve a metodologia e a base de dados. A seção 5 descreve os resultados encontrados. Finalmente, na seção 6 são apresentadas as considerações finais.

2 Contexto

2.1 Clima e Desenvolvimento

As fragilidades climáticas são evidentes na região Nordeste. Além destas fragilidades, a região é marcada por vulnerabilidades sociais e econômicas, em que se define essa vulnerabilidade como a falta de capacidade de lidar com a adversidade e adaptar-se. Dada a discussão existente sobre influências de variáveis climáticas em resultados sócioeconômicos, o risco de trata-las como causalidade da vulnerabilidade da região sempre surge nos trabalhos acadêmicos. No entanto, a tabela 1 evidencia algumas comparações descritivas que não sustentam que as diferenças econômicas dentro da própria região Nordeste são consequências de vulnerabilidades climáticas.

Tabela 1: 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.
Elaboração própria com dados do IBGE (2010)

A tabela 1 apresenta estatísticas econômicas da região Nordeste para o ano de 2010. 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. Portanto, quando se analisa uma região tão extensa como a região Nordeste é preciso incorporar peculiaridades e heterogeneidades.

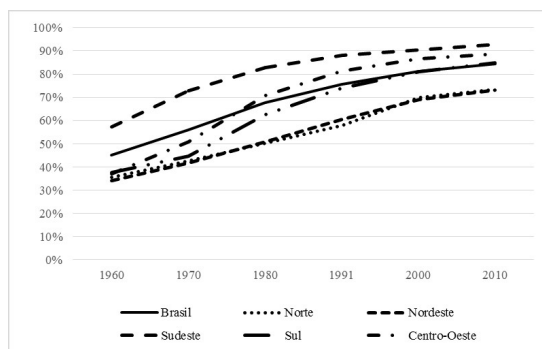
O PIB *per capita* da região Nordeste, em 2010, era de R\$9.560,72, cerca de 37% do PIB *per capita* da região Sudeste. A região Nordeste apresenta heterogeneidades econômicas internas consideráveis, de forma que o PIB *per capita* dos municípios da região semiárida do Nordeste é de R\$6.548,58 e das regiões metropolitanas do Nordeste é de R\$ 15.619,88. Quando se calcula a proporção do PIB *per capita* do semiárido em relação aos PIB do Nordeste, o valor é de 68%. No entanto, quando se considera o PIB *per capita* do semiárido em relação aos demais municípios do Nordeste fora das regiões metropolitanas, a proporção é de 94%. Possivelmente, isso decorre do fato de

que os municípios que se localizam em regiões metropolitanas são mais ricos e se comportam como *outliers* econômicos. Dessa forma, o PIB *per capita* da região semiárida, a região mais vulnerável em termos climáticos na região Nordeste, é muito próximo do PIB dos demais municípios com características semelhantes. Portanto, é plausível atribuir à condição climática adversa da região Nordeste o atraso da região?

2.2 Avanço da Urbanização no Nordeste

Apesar do avanço da urbanização no Nordeste na segunda metade do século XX, a região manteve-se na maior parte do período como a região do Brasil com menor percentual de pessoas morando em áreas urbanas, vide gráfico abaixo.

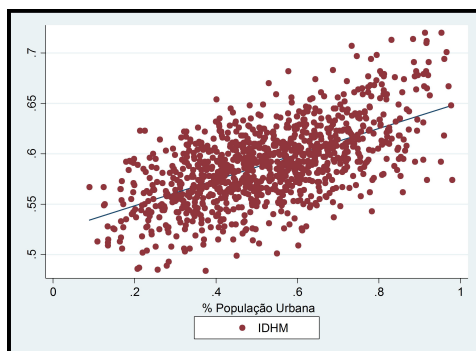
Figura 1: Percentual de Urbanização (%) por regiões, 1960 – 2010



Elaboração própria com base em dados do IBGE

As áreas urbanas das cidades, por concentrar importantes atividades econômicas e de serviços, podem ser capazes de facilitar o enfrentamento das adversidades climáticas. Não obstante, as áreas urbanas também podem constituir pontos de tensão, principalmente em grandes cidades onde surgem os efeitos de congestionamento. No entanto, a acentuada urbanização em municípios menores pode favorecer a disponibilidade de serviços como saneamento básico, planejamento urbano e, em municípios do semiárido por exemplo, pode proporcionar avanços significativos na qualidade de vida e no enfrentamento dos desafios da estiagem. A figura 2 evidencia esse ganho de qualidade de vida em áreas urbanas no semiárido e mostra uma correlação positiva entre o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)¹ e a urbanização nos municípios do semiárido.

Figura 2: Correlação entre Percentual de Urbanização e IDHM para os municípios na região semiárida do Nordeste



Elaboração própria com base em dados do PNUD (2010)

¹ 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).

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). No entanto, o aumento da urbanização em municípios que não possuem dinâmica econômica própria pode trazer novos problemas ou potencializar problemas já existentes nesses municípios. 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 2 evidencia essa dependência através do repasse de recursos do Fundo de Participação dos Municípios² (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.

Tabela 2: 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	7.296.701.921,45	8.009.679.059,75
FPM per capita	341,78	252,41

^a Valores em reais.

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

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, que sustentem 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 a saída de pessoas para áreas urbanas dos municípios é a melhor forma de “escape” das adversidades climáticas. Mas dada a dificuldade de amenização de condições climáticas adversas, as áreas urbanas podem se tornar uma opção para indivíduos que buscam melhorias de vida e isso deve acontecer sem gerar desequilíbrios sócioeconômicos e redução do bem-estar da sociedade. Para tal, se faz necessário primeiro ter cidades com uma economia dinâmica. 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.

² 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.

3 O Modelo Teórico de Urbanização com Variabilidade Climática

Na maioria das aplicações, o uso de variáveis climáticas exógenas e aleatórias faz com que as estimações se aproximem de um experimento natural e seja possível identificar estatisticamente efeito causal de uma variável sobre um resultado econômico de interesse (ANGRIST; KRUEGER, 2001). No entanto, segundo Hsiang, Burke e Miguel (2013), a mensuração confiável do efeito das condições climáticas sobre algumas variáveis pode ser complicada devido a complexidade inerente dos sistemas sociais.

A literatura que relaciona clima com variáveis sócioeconômicas e sua principal possibilidade de identificar efeitos causais têm crescido nos últimos anos. 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).

Em relação a migração para áreas urbanas, esta frequentemente tem como motivação fatores econômicos e a busca dos indivíduos por melhores oportunidades. Os fatores econômicos básicos que motivam a migração podem ser classificados em “*push factors*” e “*pull factors*”. Autores como Barrios, Bertinelli e Strobl (2006)³ e Henderson, Storeygard e Deichmann (2017), por exemplo, utilizam esses conceitos para explicar o movimento rural-urbano. Um tipo particular de *push factor* que pode ser um importante determinante da urbanização é o clima. Portanto, o conceito de *push factors* refere-se essencialmente a possibilidade que fatores afetem o setor rural e favoreça movimentos populacionais para áreas urbanas e que não necessariamente resulta de melhorias de produtividade. O clima adverso tem sido um importante determinante da saída de pessoas da área rural para área urbana na África, por exemplo. 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.

Nos últimos anos tem surgido particular atenção para as mudanças na urbanização na África e seus fatores explicativos (BARRIOS; BERTINELLI; STROBL, 2006; HENDERSON; STOREYGARD; DEICHMANN, 2017; BRÜCKNER, 2012). Dentro dessa abordagem, surgiram vários trabalhos que atribuem o aumento da urbanização no continente às variações climáticas adversas. Dado que a economia do continente africano é fortemente dependente do setor agrícola, as variações climáticas adversas que impactam negativamente a produtividade do setor funcionam como um incentivo *push factor* para migração para áreas urbanas. Esse contexto sugere que um possível aumento da urbanização local não está necessariamente vinculado ao aumento de sua produtividade e ao desenvolvimento econômico (*pull factor*) mas a um escape de condições climáticas, sociais e econômicas adversas (*push factor*).

3.1 O Modelo Básico

3.1.1 O Setor Urbano

No presente trabalho é utilizado o modelo proposto em Henderson, Storeygard e Deichmann (2017) de forma a identificar a estrutura econômica dos municípios da região Nordeste. 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.

³ Os autores usam nomenclatura diferente, de forma que *push factor* é chamado de *supply push* e *pull factor* é chamado de *demand pull*.

A produção por unidade de trabalhador é b em serviços. Estes são produzidos e vendidos localmente e possuem retornos constantes de escala. 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

$$w = p_s b = cL_m^\varepsilon \quad (1)$$

onde p_s é o preço dos serviços.

O modelo assume 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

$$y = w(1 - tN_U) = p_s b(1 - tN_U) \quad (2)$$

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

$$L_S + L_M = L = N_U(1 - tN_U) \quad (3)$$

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

3.1.2 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

$$p_A f(N_A, R), f_1 < 0, f_2 > 0 \quad (4)$$

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 .

3.1.3 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

$$p_S b(1 - tN_U) - p_A f(N_A, R) = 0 \quad (5)$$

$$N_A = N - N_U \quad (6)$$

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 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 5, temos $p_S b(1 - tN_U) = p_A f(N_A, R)$.

Dessa forma:

$$bL_S = ND(p_A f(N_A, R), p_A, p_S) \quad (7)$$

Dessa forma, em (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 Proposições Relevantes

O presente trabalho, portanto, utiliza como ponto de partida para a análise empírica o modelo teórico e adapta as duas proposições produzidas por Henderson, Storeygard e Deichmann (2017):

- Se a cidade possui um setor de indústria manufatureira, um declínio na precipitação levará a um aumento da população urbana. A intuição é que no caso de declínio da precipitação, caso a cidade possua indústrias, estas seriam uma alternativa de emprego para as pessoas que deixam o setor rural e se mudam para a área urbana desta cidade.
- Se a cidade tem um setor de indústria manufatureira muito pequeno ou inexistente, o efeito de um declínio da precipitação sobre população urbana é ambíguo e tende a zero.

As duas hipóteses acima se referem aos dois perfis de municípios utilizados pelo modelo. 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, considerou-se como setor manufatureiro o setor industrial extrativo e de transformação. 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.

4 Metodologia e Base de Dados

4.1 Modelagem Econométrica

Do ponto de vista empírico, é estimada uma equação econométrica que relaciona a variação climática a um resultado de interesse, a taxa de urbanização na região Nordeste. Para tal, é utilizado um painel balanceado de municípios⁴ para os anos de 2000 e 2010. Desse modo, é 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:

$$y = f(C, X) \quad (8)$$

Na equação (8), os vetores de variáveis climáticas (C) e outras variáveis (X) se relacionam à variável a ser explicada, y . O vetor C é composto por precipitação e temperatura. A variável explicada de interesse é urbanização. O vetor X inclui qualquer característica correlacionada com C e que também afeta os resultados de interesse, possivelmente através da variável climática utilizada.

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 (2017). A partir dessa especificação e da base de microdados apresentada na subseção seguinte é possível definir a especificação do modelo utilizado no presente trabalho:

$$u_{ijt} = \beta_1 x_{ijt} + \beta_2 X'_{ijt} + \alpha_i + \varepsilon_{ijt} \quad (9)$$

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), sugere a existência de efeitos diferenciais de clima sobre urbanização de acordo com o perfil industrial dos municípios. 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.

⁴ 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 políticos-administrativas que são apresentadas nos censos. No entanto, nas explanações, como já foi mencionado na introdução, foi utilizada a nomenclatura “município” ao invés de AMC.

4.2 Base de Microdados

Tabela 3: Descrição das Variáveis

Variáveis	Descrição	Fonte
Variável Dependente		
Urbanização	% população residente em áreas urbanas no município	Censo (IBGE)
Variáveis Explicativas		
Precipitação	Média dos totais de precipitação de três anos consecutivos	INMET
Indústria	% de pessoas ocupadas nos setores de indústria e transformação em relação a população ocupada do município	Censo (IBGE)
Variáveis de Controle		
Abastecimento de Água	% pessoas com acesso ao abastecimento de água	Censo (IBGE)
Distância do Município para o Litoral ^a		
Educação	% de pessoas ocupadas com ensino médio em relação a população ocupada.	PNUD
Energia Elétrica	% pessoas com acesso a energia elétrica	Censo (IBGE)
População	População residente	Censo (IBGE)
População Nativa ^b	% pessoas que nasceram e sempre moraram no município	Censo (IBGE)
Renda per capita	Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos	PNUD
Temperatura Máxima	Média das temperaturas médias anuais de três anos consecutivos	INMET

^a Variável calculada através do software de georreferenciamento Arcgis®. Neste, foi calculado o respectivo centróide de cada município da região Nordeste e, em seguida, foi calculada a distância do respectivo centróide de cada município para o litoral em graus.

^b A variável população nativa foi utilizada de forma a controlar para a migração intra-municipal

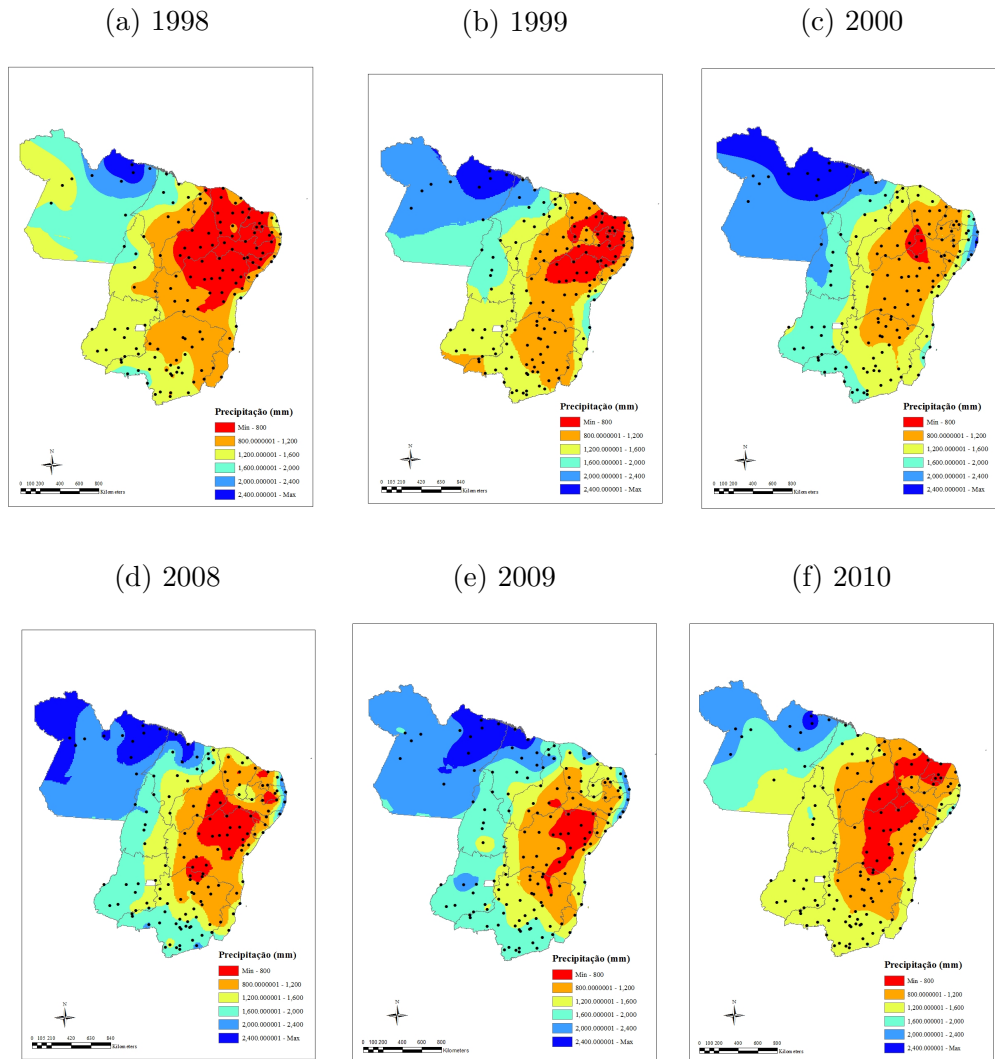
Na região Nordeste existem 94 estações meteorológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), vide figura 3. A realização de estimações econométricas somente com os dados dos municípios que possuem estações traria limitações devido ao reduzido tamanho da amostra. Dessa forma, optou-se por utilizar um método de interpolação⁵ 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. Os resultados gráficos das interpolações são apresentados na figura 3

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 (2017), 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

⁵ O processamento foi executado através dos *softwares* geoestatísticos Arcgis® e Qgis.

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 média de precipitação e temperatura máxima, respectivamente, em 1998, 1999 e 2000 e em 2008, 2009 e 2010.

Figura 3: Resultados da Interpolação de Dados de Precipitação para a Região Nordeste e Estados Vizinhos



Elaboração própria com dados do IBGE (2010)

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 em 2000 e 2010. Como apresentado nas tabelas 5 e 6, em anexo, 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 industrial mais expressivo e permite a verificação da hipótese apresentada.

4.3 Metodologia de Estimação

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 (9) 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 (9), 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. Testes de Hausman foram aplicados para avaliar qual o método de estimação em painel seria o mais adequado. O teste indicou o controle por efeitos fixos, de forma que as heterogeneidades entre os municípios não podem ser interpretadas como variáveis aleatórias com média zero e independente entre os regressores.

5 Resultados

O efeito do clima sobre o padrão de vida e a renda depende da capacidade que o indivíduo ou região tem em adaptar-se as mudanças no clima de forma a mitigar possíveis efeitos adversos. Quando ocorre a interação entre eventos/alterações climáticas e a vulnerabilidade de determinada região, podem incorrer impactos sobre a vida, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestrutura. De forma a englobar esses aspectos, foram incluídas variáveis sociais e econômicas que permitissem a identificação de heterogeneidades entre os municípios. As estimações foram realizadas utilizando Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Efeitos Fixos (EF) e foram incluídas as covariáveis de temperatura máxima, população nativa, energia elétrica, abastecimento de água, renda per capita, população, educação e distância para o litoral.⁶

A tabela 4 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 ao modelo 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 apresentada anteriormente.

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 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 nas colunas 5 e 6 da tabela 4 se os dois grupos diferiram no intercepto e/ou no coeficiente de inclinação em uma estimação em que urbanização foi regredida

⁶ Dado o caráter fixo no tempo da variável de distância para o litoral, uma forma de inclui-la no modelo para fins de estimações por efeitos fixos foi interagindo-a com uma variável binária que variava no tempo.

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.

Tabela 4: Regressão por Dados em Panel (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)
E. 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 pct	0.0122*** (0.00362)	0.0150*** (0.00257)	0.0127*** (0.00354)	0.0150*** (0.00260)	0.0132*** (0.00356)	0.0152*** (0.00258)
Pop.	0.00922*** (0.00260)	-0.0451*** (0.0130)	0.00728*** (0.00218)	-0.0452*** (0.0130)	0.00736*** (0.00220)	-0.0437*** (0.0127)
Educ.	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. Ind.* Dist. Lit.			-0.627** (0.236)	0.122 (0.203)	-0.741** (0.243)	-0.0590 (0.180)
Pres. Ind.			7.169*** (0.626)	-0.123 (0.612)	10.12*** (1.657)	2.479* (1.042)
Precip*Pres. 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)
N	3572	3572	3572	3572	3572	3572
adj. R^2	0.543	0.418	0.565	0.418	0.565	0.420

Erro padrão em parênteses

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

Conforme a tabela 4, 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 detalhado. 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, evidenci-

ada em Henderson, Storeygard e Deichmann (2017), apresenta as médias de precipitação e umidade decrescentes no tempo e o Relatório Final da Comissão Mista sobre Mudanças Climáticas (BRASIL, 2008), 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 7 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 negativa, vide tabela 9, entre urbanização e distância para o litoral, na correlação negativa entre distância para o litoral e precipitação e na correlação positiva entre precipitação e urbanização. 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.

As colunas 5 e 6, na tabela 4, 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 tiveram 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. No entanto, 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.

Na estimação por efeitos fixos da coluna 6, apresentada na tabela 4, 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, vide coluna 5 da tabela 4, não teve o coeficiente estatisticamente significativo para a variável de interação entre precipitação e presença de indústria. No entanto, este coeficiente estimado pelo método de efeito fixo apresentou sinal negativo e estatisticamente significativo, com valor de -0,00198. Este coeficiente sugere que quando houver a redução de precipitação em 100 mm (precipitação = -100), o efeito de precipitação sobre urbanização é de -0,613, $(0,00613*(-100)+(-0,00198)(-100)*0)$, para municípios que não possuem presença de indústria. Para os municípios que possuem presença de indústria, o efeito parcial de precipitação sobre urbanização assume o valor de -0,415, $(0,00613(-100)+(-0,00198)(-100)*(1))$. Essa análise mostra que o efeito de uma redução na precipitação potencializa a urbanização em municípios com forte presença de indústria. Ou seja, mais pessoas permanecem em áreas urbanas.

6 Considerações finais

A pesquisa estudou 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 por migrar das áreas rurais para as áreas urbanas das cidades em que moram. A revisão da literatura teórica e empírica internacional evidenciou que variáveis climáticas podem exercer efeitos sobre uma variedade de resultados na medida em que interagem com variáveis econômicas e podem exercer impactos sobre o bem estar das pessoas. Dessa forma, a saída dos indivíduos de áreas rurais para áreas urbanas funcionaria como um “escape” das adversidades climáticas. O estudo foi realizado para a região Nordeste devido as condições climáticas adversas que caracterizam parte considerável do seu território. Apesar de a região Nordeste apresentar um estágio de urbanização avançado quando comparado aos 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 precipitação apresentou coeficientes positivos e estatisticamente significantes em todas as estimações realizadas mas foi preciso ter cautela sobre a interpretação da relação causal positiva de precipitação sobre urbanização. O banco de dados 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, aumentasse 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 e isto deve ser visto com cautela.

A introdução de 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 significativo e, dessa forma, a precipitação teve efeitos distintos para os dois grupos. Os resultados indicaram que, em municípios que possuíam presença de indústria, o efeito de precipitação sobre urbanização foi mitigado. Portanto, o efeito de uma

redução na precipitação é mitigado em municípios com forte presença de indústria e mais pessoas permanecem em áreas urbanas. No entanto, isso não descarta a importância de outras atividades como a de serviços sobre a urbanização. Em regiões como a Nordeste e o Semiárido, por exemplo, é possível que esteja urbanização induzida pelos setores de serviços, e não somente ou pelos tradicionais canais de urbanização induzida pela indústria.

O presente trabalho contribui com a literatura da economia urbana através de análises descritivas e empíricas de clima e urbanização e como essas variáveis interagem e, além disso, busca 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. Futuras extensões da pesquisa estarão relacionadas na comparação entre os resultados obtidos a partir da maior presença de atividade industrial com a maior presença de atividades de serviços ou agropecuários. Além disso, a ampliação da base de dados para períodos anteriores ao analisado também permitirá o aprofundamento da pesquisa.

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. Citado na página 2.

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. Citado na página 6.

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. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 6.

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. Citado 3 vezes nas páginas 2, 6 e 9.

BRASIL. *Comissão Mista Especial sobre Mudanças Climáticas*: Relatório final. Brasília: Congresso Nacional, 2008. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento/download-b0d78386-5dc5-4ee4-93bc-2c34ae89e670>>. Acesso em: 15 de julho de 2017. Citado na página 14.

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. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 6.

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. Citado na página 2.

DELAZERI, L. M. M. *Mudanças climáticas e migração rural-urbana no Semiárido brasileiro*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Citado na página 2.

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. Citado na página 2.

- FENG, S.; OPPENHEIMER, M.; SCHLENKER, W. Climate change, crop yields, and internal migration in the united states. *NBER*, n. 17734, 2012. Citado na página 2.
- HENDERSON, J. V.; STOREYGARD, A.; DEICHMANN, U. Has climate change driven urbanization in africa? *Journal of Development Economics*, Elsevier, v. 124, p. 60–82, 2017. Citado 6 vezes nas páginas 2, 6, 8, 9, 10 e 14.
- 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. Citado na página 2.
- 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. Citado na página 6.
- 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. Citado na página 2.
- MARTINE, G.; MARSHALL, A. et al. *State of world population 2007: unleashing the potential of urban growth*. New York: United Nations Population Fund, 2007. Citado na página 5.
- PEREDA, P. C.; MENEZES, T. A. d.; ALVES, D. Climate change impacts on birth outcomes in brazil. *IDB Working Paper Series*, n. 495, 2014. Citado na página 2.
- 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. Citado na página 2.
- ROSENBERG, E. et al. Health, climate and development in brazil: a cross-section analysis. *Research Network Working Paper*, Inter-American Development Bank, 2013. Citado na página 2.
- 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. Citado na página 2.
- WALDINGER, M. et al. *The effects of climate change on internal and international migration: implications for developing countries*. Londres, 2015. Citado na página 2.

ANEXO

Tabela 5: Percentual de Trabalhadores Empregados na Indústria em 2000

		Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
Participação	Perce-	Percentual	Freq.	Percentual	Freq.	Percentual	Freq.
tual de	ntual		Acum.		Acum.		Acum.
Empregados	Empregados						
no Setor Industrial	no Setor Industrial						
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%	-	-

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

Tabela 6: Percentual de Trabalhadores Empregados na Indústria em 2010

		Nordeste		Semiárido		Não Semiárido	
Participação	Perce-	Percentual	Freq.	Percentual	Freq.	Percentual	Freq.
tual de	ntual		Acum.		Acum.		Acum.
Empregados	Empregados						
no Setor Industrial	no Setor Industrial						
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%	-	-

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

Tabela 7: 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

Elaboração própria, 2016. Dados INMET.

Tabela 8: 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
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
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

Elaboração própria, 2016.

Tabela 9: Correlação

Variáveis	Urban	Precip	TMax	Pop.Nat	E.Eletr	Abast.	Água	Renda pct	Pop	Educ	Emp.Ind	Dist.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	

Elaboração própria, 2016. Dados do Censo (2000 e 2010) e PNUD (2000 e 2010).