



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS AVANÇADO DE SOBRAL
CURSO DE FINANÇAS

JANIEL DE SOUSA LIMA

**O IMPACTO DA OCORRÊNCIA DE SECA NO DESENVOLVIMENTO
MUNICIPAL: UMA ANÁLISE PARA OS MUNICÍPIOS DA REGIÃO
NORDESTE BRASILEIRA ENTRE 2006 A 2016**

SOBRAL – CE

2023

JANIEL DE SOUSA LIMA

**O IMPACTO DA OCORRÊNCIA DE SECA NO DESENVOLVIMENTO
MUNICIPAL: UMA ANÁLISE PARA OS MUNICÍPIOS DA REGIÃO
NORDESTE BRASILEIRA ENTRE 2006 A 2016**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Finanças, da Universidade Federal do Ceará - Campus de Sobral, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Finanças.

Orientador(a): Profa. Dra. Guaracyane Lima Campêlo.
Coorientador(a): Prof. Francisco Mário Viana Martins.

SOBRAL – CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S697i Sousa Lima, Janiel de.
O impacto da ocorrência da seca no desenvolvimento municipal: Uma análise para os municípios da região Nordeste Brasileira entre 2006 a 2016 / Janiel de Sousa Lima. – 2023.
28 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral, Curso de Finanças, Sobral, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Guaracyane Lima Campêlo.
Coorientação: Prof. Me. Francisco Mário Viana Martins.

1. Seca. 2. Nordeste Brasileiro. 3. Desenvolvimento Municipal. 4. Modelo de Dados em Painel. I. Título.
CDD 332

JANIEL DE SOUSA LIMA

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Finanças, da Universidade Federal do Ceará - Campus de Sobral, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Finanças.

Orientador(a): Profa. Dra. Guaracyane Lima Campêlo.

Coorientador(a): Prof. Francisco Mário Viana Martins.

Aprovada em : __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Guaracyane Lima Campêlo (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Débora Gaspar Feitosa

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^o Francisco Mário Viana Martins (Coorientador)

Mestre em Economia – Caen UFC

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha saúde e ciência adquirida ao longo da jornada acadêmica. Grato a Ele pelos caminhos que se abriram. Grato por tudo. Agradeço à minha família, em especial minha mãe Cláudia, por todo apoio e zelo pelo meu aprendizado. Por todos os conselhos e por toda esperança depositada no meu futuro. Este é um grande passo para o futuro.

Aos amigos Thiago, João Batista, Nicolas, Luciene, João Pedro e Alan David, meu muito obrigado por todo o companheirismo e amizade durante a jornada acadêmica. Vocês tornaram tudo mais proveitoso e leve. Agradeço também a todas as amizades que, de forma direta ou indireta, influenciaram o meu saber e o meu discernimento durante a graduação.

Às amigas Amanda, Iorana e Lia, meus agradecimentos pela paciência, pelo esmero e, sobretudo, pelo incentivo depositado sempre na intenção de me transformar uma pessoa melhor no mundo. Vocês foram essenciais nessa jornada. Grato pelo carinho e vida de vocês.

Ao meu amor Eduardo, pelos conselhos, pela dedicação, pelo cuidado e pelo companheirismo durante essa fase da minha vida, meu muito obrigado! Te amo muito!

Ao meu grande amigo Anderson, pela amizade e por ter sido tão fundamental para a realização deste propósito. Serei sempre muito grato.

À minha orientadora professora Guaracyane, por toda a sabedoria compartilhada e por ter instruído tão bem minha trajetória universitária, meu muito obrigado.

E por último, mas não menos importante, agradeço imensamente ao professor Mário, pela ciência, educação, paciência e dedicação para com a construção desse trabalho, pois como dizia Albert Einstein “Se vi mais longe foi porque estive em ombros de gigantes”. Meu mais sincero obrigado, professor.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Compreensão do conceito de Desastre Natural	11
2.2 Fenômenos climáticos El Niño e La Niña	11
2.3 Estiagem e Seca no Nordeste	12
2.4 Definições da Seca	13
2.5 Impactos da Seca na vulnerabilidade e desenvolvimento	14
2.6 Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal	15
3 BASE DE DADOS	17
4 METODOLOGIA	18
4.1 Modelo geral para dados em painel	18
4.1.1 Mínimos Quadrados Ordinários para dados em painel (OLS Pooled)	18
4.1.2 Modelo de Efeitos Fixos	18
4.1.3 Modelo de Efeitos Aleatórios	19
4.2 Especificação Empírica	20
5 RESULTADOS	21

“No começo pensei que estivesse lutando para salvar seringueiras, depois pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade”.
(Chico Mendes)

RESUMO

A seca no Nordeste Brasileiro tem sido o núcleo de inúmeros estudos e debates. A busca da compreensão desse problema, bem como a busca de soluções para o enfrentamento e superação deste, tem sido historicamente discutida. Entender sobre fenômenos meteorológicos e climáticos servem como base para qualquer estudo relacionado à seca na região nordestina. A partir disso, o objetivo deste trabalho foi e verificar o impacto da ocorrência de seca no desenvolvimento municipal para os municípios da região do Nordeste do Brasil no período de 2006 a 2016. O modelo econométrico adotado foi Modelo de Dados em Painel e a base de dados utilizada foi obtida de três principais fontes: Sistema FIRJAN (Federação de Indústrias do Rio de Janeiro), o IPEADATA e do Global Climate Monitor Web Viewer, produzidos pela Unidade de Pesquisa Climática da Universidade de East Anglia, no Reino Unido. Dentre os principais resultados obtidos, verificou-se que os episódios de emergência e/ou calamidade pública decorrentes de secas estão positivamente associados ao Índice Geral Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e ao IFDM de educação e saúde, estatisticamente significativos. Adicionalmente, constatou-se uma relação positiva entre as despesas com a função de educação e o IFDM.

Palavras Chave: Seca, Nordeste Brasileiro, Desenvolvimento Municipal, Modelo de Dados em Painel

1 INTRODUÇÃO

O agravamento dos eventos envolvendo os efeitos do aquecimento global no Brasil, juntamente com as mudanças nos parâmetros climáticos decorrentes do aumento da temperatura média e da dinâmica dos índices pluviométricos influem na ocorrência de fenômenos climáticos extremos, que se originam do desastre naturais no país (GÓIS, 2017).

Para Silvia (2013) esse fenômeno ocorre especialmente na região semiárida do Nordeste brasileiro, isso devido à escassez hídrica evidente no espaço – decorrente dos períodos de estiagem - onde o fenômeno da seca contribui para a construção de desastres sociais. Na Região Nordeste Brasileira as amplitudes térmicas oscilam acima das normalidades climatológicas e os períodos de chuvas se mostram com grandes deficiências, ocasionados pelos sistemas meteorológicos de escala mundial.

As secas são observadas como eventos naturais danosos, fortemente influenciadas por características climáticas, como os fenômenos do EL NIÑO e LA NIÑA. Quando esses têm seus períodos alterados, resultam em severas complicações (materiais e humanas) e prejuízos (socioeconômico), por esta razão são consideradas desastres naturais (SILVIA et al., 2013).

No NEB, as consequências sinalizadas pela ocorrência de El Niño atingem os setores da economia, como perdas das áreas agricultáveis, na pecuária, etc. – oferta de disponibilidade de energia elétrica e abastecimento de água para a sociedade e para os animais. Observa-se, também, que, o fenômeno estudado não se restringe apenas à porção sertaneja do Nordeste, ela pode afetar a porção leste (Agreste, Zona da Mata e Litoral) (PATRÍCIO et al., 2013). O Nordeste brasileiro é caracterizado como uma área de alta vulnerabilidade aos fatores climáticos, especialmente, na região semiárida, o que representa, secularmente, uma situação de risco para a população.

A Federação da Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) é cumpridora da produção do Índice de Desenvolvimento Municipal (IFDM), configurado sob três dimensões: Educação, Saúde, Emprego e Renda (SILVA, 2022). Mediante o

levantamento do índice em 2016, a região Nordeste brasileira apresentou a menor performance dentre as cinco regiões do país, com apontamentos negativos para o setor de emprego e renda. Dessa forma, o objetivo do estudo é verificar o impacto da ocorrência de seca no desenvolvimento municipal para os municípios da região do Nordeste do Brasil no período de 2006 a 2016. O modelo econométrico adotado foi Modelo de Dados em Painel e a base de dados utilizada foi obtida de três principais fontes: Sistema FIRJAN (Federação de Indústrias do Rio de Janeiro), o IPEADATA e do Global Climate Monitor Web Viewer, produzidos pela Unidade de Pesquisa Climática da Universidade de East Anglia, no Reino Unido.

Além desta introdução, o estudo apresenta as seguintes seções: a Seção 2 apresenta uma breve revisão da literatura; a Seção 3 apresenta as fontes de dados e a Seção 4, a metodologia, enquanto a Seção 5 discute os resultados. A sexta e última Seção conclui o estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COMPREENSÃO DO CONCEITO DE DESATRE NATURAL

Entender o conceito de desastre natural é de substancial importância na compreensão do problema do aquecimento global, bem como nos efeitos da seca na região nordeste do país. Dessa forma, em sequenciados episódios, os desastres naturais podem ser definidos como interrupções no sistema social que afetam a normalidade dos aspectos do cotidiano em uma determinada sociedade, chegando a desencadear a instabilidade nos serviços essenciais atrelados à garantia de condições básicas, sendo elas a água, a eletricidade, a comunicação e o serviço de locomobilidade e, também, nas atividades comerciais e industriais. As consequências dos desastres naturais podem gerar expressivas perdas materiais e econômicas para o desenvolvimento da região afetada e ainda perdas humanas para a sociedade, dependendo do grau da ocorrência.

Nessa perspectiva, segundo Krum e Bandeira (2008) os desastres naturais precisam ser compreendidos como um tipo de violação da estabilidade do sistema como um todo, destacando tanto o indivíduo ativo nesse sistema como o grupo que compõe o próprio sistema. Nesse sentido, a ocorrência dos fenômenos naturais é atribuída a eventos adversos de forma natural ou à ação do homem sobre um ecossistema. Em outras palavras, é resultado da intensa exploração ambiental gerida pela humanidade sob a ótica de dominação, que, quase em sua totalidade, não apresenta sucesso (KOBAYAMA et al. 2006; CASTRO, 1998).

2.2 FENÔMENOS CLIMÁTICOS EL NIÑO E LA NIÑA

O cenário nordestino do Brasil é uma das regiões em que mais se observa a ocorrência de fenômenos naturais ligados à seca. Isso em associação aos padrões de comportamento oceânico e atmosféricos anômalos, decorrentes dos eventos EL-NIÑO/Oscilação sul e LA NIÑA (JULLIANA et al. 2011). Os fenômenos em questão, segundo Vianello et al (2001), apresenta duas fases: a (Fase Fria) LA NIÑA e a (Fase Quente) EL NIÑO, onde ambos estão associados com os episódios de seca e enchentes

no Nordeste brasileiro, afetando – principalmente – a região semiárida onde a população é dependente da água das chuvas para a subsistência.

El Niño e La Niña são eventos meteorológicos de alta magnitude e escala, haja vista serem influenciados pelas anormalidades de temperatura da superfície do Oceano Pacífico. Esses fenômenos afetam, ainda, a dinâmica da circulação atmosférica, determinando, especialmente, comportamentos fora do padrão no campo da precipitação pluviométrica na região Nordeste (JULLIANA et al. 2011).

Para o meteorologista Enilson Palmeira (2011), O El Niño é o aquecimento desregulado do Oceano Pacífico Equatorial que, atrelado ao enfraquecimento dos ventos alísios na mesma região, provoca as mudanças na movimentação atmosférica.

Enquanto a La Niña se caracteriza pelo oposto do El Niño, ou seja, é a diminuição (resfriamento) das águas do Oceano Pacífico Equatorial, e por esse motivo o fenômeno é conhecido pelo evento frio. (Oliveira, 2001).

Segundo (Oliveira, 2011), tanto o evento El Niño quanto o La Niña possuem uma tendência alternativa, ou seja, os eventos ocorrem de forma alternada entre períodos que variam em média de 2 a 7 anos, entretanto, existem observações de que o La Niña tem ocorrido em menor período, com relação ao outro, nas últimas décadas, sendo o El Niño com duração de 12 a 18 meses e o La Niña de 9 a 12 meses. Com isso, a periodicidade dessa alternância de eventos, quando anormais, impacta na ocorrência do padrão de precipitação da região Nordeste brasileira.

2.3 A ESTIAGEM E A SECA NO NORDESTE

A seca no Nordeste é objeto de inúmeros estudos e debates, e seu conceito varia de acordo com o ponto de vista de quem a estuda. Nesse sentido, embora sua principal causa inicial resida na carência e anormalidade das precipitações, existe uma sequência que atrela causa e efeito de maneira íntima e próxima apontando, em conjunto, a definição de seca (CAMPOS et al. 2001).

2.3.1 DEFINIÇÕES DE SECA

A *seca hidrológica* é efeito dos transtornos de baixo escoamento hídrico e do sobre uso das disponibilidades, ou seja, do suprimento de água. É relacionada à deficiência da captação dos rios ou reservatórios que atendem à demanda de água preestabelecidas por uma região. Esse tipo de seca, bem como os efeitos dela no desenvolvimento dos municípios cearenses é o objetivo maior desse estudo, uma vez que ela é resultado da sequência de anos de episódios de El Niño e/ou, também, do mau gerenciamento dos recursos hídricos.

No geral, a seca é definida por um período prolongado de baixa ou ausência de pluviosidade, onde a perda da umidade do solo é superior à sua reposição (KOBAYAMA et al. 2004).

A região NEB é historicamente caracterizada pelo estigma da seca. Para Nilson (2001), a seca é reconhecida desde a ocupação portuguesa até os tempos mais atuais. O fenômeno era observado na extensão da região nordeste do estado de Pernambuco até o Ceará, no entanto, seus efeitos não conferiram severidade como os eventos que a precederam, como a grande seca de 1777-1779 – em que há quem estime que ‘morreram mais de 500.000 pessoas no estado do Ceará devido a seca ter afetado diretamente na subsistência do povo da região, e a seca de 1888, conhecida como a *seca dos três oitos* e a de 1903-1904 onde foi evidenciada o grande êxodo rural. A partir desses eventos, as discussões acerca da problemática se acaloraram em prol de uma resolutiva que se baseava em três soluções: a ideia de açudagem; a comentada transposição do rio São Francisco; e a mudança no perfil sistemático econômico da região (CAMPOS et al. 2001).

Enquanto a seca está intimamente ligada a fenômenos climatológicos derivados da dinâmica atmosférica, a estiagem se caracteriza pela existência de um período de baixa pluviosidade ou a ausência dessa, ou seja, é a redução da umidade do solo superando sua reposição. (CASTRO et al., 2003).

Com isso, observa-se que os fenômenos da seca e estiagem determinam outro fenômeno, também, observado na região NEB que é o processo de desertificação, muito embora as consequências marcantes sejam a demasiada ocorrência de incêndios, o desmatamento e a extração pujante de águas subterrâneas (NYS et al., 2016).

2.4 IMPACTOS DA SECA NA VULNERABILIDADE E DESENVOLVIMENTO

Muito embora os episódios de seca estejam, fortemente, ligados à deficiência hídrica, o que configura um fenômeno frequentemente influenciado pelas ciências meteorológicas, existem inúmeros processos socioeconômicos que potencializam esses eventos. De acordo com Freitas (2016), o problema da seca também se apresenta como um fato social, haja vista a importância de se destacar que quanto menor o grau de desenvolvimento econômico e social de uma sociedade, maior será o efeito da seca nessa população.

Na compreensão de um desastre natural, antes ou depois da sua ocorrência, é fundamental observar a vulnerabilidade dos locais afetados, com a intenção de entender a situação real e, futuramente, desenvolver resolutivas efetivas. (RIBEIRO, 2016). Para Licco (2013), a definição do termo vulnerabilidade compreende “um conjunto de fatores que podem diminuir ou aumentar os efeitos do contato com os perigos a que o ser humano, individualmente ou em uma sociedade, está exposto nas diversas situações da sua vida”.

Adger (2006) definiu vulnerabilidade pela união de um ou mais, dos seguintes fatores: sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa ou de resposta do sistema. A compreensão desses fatores facilita uma percepção mais acentuada dos impactos causados e a avaliação do nível de vulnerabilidade da população a determinados eventos naturais.

Dessa forma, o conceito observado pode ser estudado em função das seguintes dimensões: risco, susceptibilidade e capacidade de adaptação (CARDONA, 2004; SENA et al., 2017). O risco compreende a relação entre a probabilidade da ocorrência de eventos naturais, frontalmente aos efeitos gerados para a sociedade e organizações. A susceptibilidade é a magnitude na qual a população afetada pode sofrer danos reparáveis/irreparáveis ou ser afetada por perturbações sistemáticas, determinadas pelas condições inerentes ao ambiente. Por último, a capacidade adaptativa diz respeito à habilidade da sociedade em reagir para acomodar as perturbações ambientais, ou de outras naturezas, sob a forma de se desenvolver dado a ocorrência de um episódio adverso.

Portanto, a vulnerabilidade é compreendida como a habilidade ou inabilidade do meio natural a se recuperar ou resistir, após a ocorrência de um desastre natural,

considerados comuns ou incomuns. O desenvolvimento e a solidez da sociedade envolvem mudanças de padrões cognitivos e conceituais no que tange à interpretação do que está acontecendo ao redor, e, principalmente, de políticas públicas afirmativas que influenciem nos aspectos fundamentais de vida como, por exemplo, renda, alimentação, educação, saúde, moradia, entre outros (CONFALONIERI et al., 2016; DUVAL, 2018).

2.5 ÍNDICE FIRJAN DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL

No Brasil, o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) é um indicador de qualidade de vida bastante utilizado, pois acompanha o desenvolvimento dos 5.565 municípios brasileiros, e é medido pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN). Alcança periodicidade anual, sob o recorte municipal, e é caracterizado por três áreas do desenvolvimento humano: emprego e renda, educação e saúde (PEREIRA et al., 2016).

A área de Emprego e Renda é caracterizada por duas dimensões. Na primeira, o Emprego, enquanto avaliador da capacidade de geração de ocupações formais e o grau de absorção da mão de obra municipal. Na segunda dimensão, a Renda, é formada pelas variáveis: geração de renda, soma salarial real no mercado de trabalho formal e o índice de Gini da desigualdade de renda nas ocupações formais (FIRJAN, 2018).

A área Educação avalia a oferta de educação – sobretudo a infantil – e, especialmente, a qualidade educacional de instituições de ensino público e privado. Nessa perspectiva, essa dimensão é formada pelas seguintes variáveis: atenção à educação infantil, evasão do ensino fundamental, disparidade idade/série do ensino fundamental, professores com ensino superior na atuação no ensino fundamental, horas-aula diária e a nota de desenvolvimento da educação básica (FIRJAN, 2018).

A área da saúde é formada pelos indicadores: de atendimentos pré-natal, óbitos mal definidos, óbitos infantis e internações sensíveis à atenção básica, todos avaliados proporcionalmente (FIRJAN, 2018).

O IFDM, em qualquer uma das áreas do desenvolvimento, varia entre 0 (zero) e 1 (um), o que pode ser usado para classificar os municípios, em que quanto mais próximo de 1, maior será o desenvolvimento do município. Assim, para um IFDM entre 0,0 e 0,4 a classificação será de baixo estágio de desenvolvimento; IFDM entre 0,4 e 0,6 será um

desenvolvimento regular; IFDM entre 0,6 e 0,8 será desenvolvimento moderado; e entre 0,8 e 1,0 é a ocorrência de um alto estágio de desenvolvimento (FIRJAN, 2018).

3 BASE DE DADOS

A base de dados utilizada neste estudo foi obtida de três principais fontes: Sistema FIRJAN (Federação de Indústrias do Rio de Janeiro), o IPEADATA e do *Global Climate Monitor Web Viewer*, produzidos pela Unidade de Pesquisa Climática da Universidade de East Anglia, no Reino Unido. A partir dessas bases de dados foi construído um conjunto de variáveis para cada um dos municípios da região Nordeste do Brasil, compreendendo os anos de 2006 a 2016.

No Sistema FIRJAN, extraiu-se dados sobre o desenvolvimento municipal, representado pelo Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), que será

utilizado como variável dependente no modelo econométrico a ser especificado na seção seguinte. Ressalta-se que além do IFDM Geral, utilizou-se todos os indicadores que computam o IFDM Geral, tais como o IFDM Educação, IFDM Emprego & Renda e IFDM Saúde, como variáveis dependentes do modelo especificado posteriormente.

Os dados referentes a precipitação dos municípios foram extraídos do *Global Climate Monitor Web Viewer*, da Universidade de East Anglia, no Reino Unido. Os conjuntos de dados históricos produzidos pela Unidade de Pesquisa Climática da Universidade de East Anglia, no Reino Unido, chamados genericamente de CRU-TS, são talvez os conjuntos de dados mais amplamente usados que foram testados e aplicados. Essas séries de dados globais foram construídas a partir de observações terrestres feitas em estações meteorológicas desde o início do século XX até o presente.

As variáveis que constituem o vetor de controles municipais, a saber: PIB municipal, Receita Tributária, Gastos Municipais em Saúde e Saneamento, Gastos Municipais em Educação e Cultura e População, foram todas obtidas do IPEADATA, para o período 2006-2016. Ressalta-se que o PIB municipal foi deflacionado pelo deflator implícito do PIB nacional, tendo 2016 como ano-base. Já as demais variáveis financeiras, tais como Receita Tributária, Gastos Municipais em Saúde e Saneamento e em Educação e Cultura, foram deflacionadas pelo IGP-DI (Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna), mantendo 2016 como ano-base.

4 METODOLOGIA

Os dados utilizados na estimação dos modelos econométricos são em painéis, onde as unidades observacionais são os municípios da região Nordeste do Brasil e o período de tempo compreende os anos de 2006 a 2016.

A seguir, tem-se uma breve explicação sobre o modelo de dados em painel e em seguida foi feito a especificação do modelo estimado.

4.1 Modelo geral para dados em painel

O modelo geral para dados de painel é representado por:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jit} + u_{it} \quad (1)$$

Com $i = 1, 2, \dots, N$ e $t = 1, 2, \dots, T$, onde o subscrito i denota o conjunto de N indivíduos para cada variável e T denota o período de tempo que está sendo analisado. O termo u_{it} refere-se ao erro estocástico onde, por suposição, $E(u_{it}) = 0$.

4.1.1 Mínimos Quadrados Ordinários para dados em painel (OLS Pooled)

Diversos estimadores podem ser utilizados para a estimação de dados em painel. Entre eles, o estimador de mínimos quadrados ordinários agrupados (Pooled OLS), é consistente se o erro idiossincrático e o efeito não observável não são correlacionados com as variáveis explicativas, ou seja, $E(u_{it}|x_i) = 0$ e $E(\beta_0|x_i) = 0$ para $t = 1, 2, \dots, T$. Se os parâmetros são os mesmos para todas as unidades e os erros são clássicos, então o modelo prevê estimativas consistentes e eficientes. No entanto, ao não considerar a heterogeneidade dos dados, pode ocorrer erro de especificação.

4.1.2 Modelo de Efeitos Fixos

Em termos gerais, o principal objetivo do modelo de efeitos fixos de dados em painel é o de controlar o efeito das variáveis omitidas que variam entre indivíduos e permanecem constantes no tempo, ou que variam no tempo e se mantem constante entre os indivíduos. Com isso, a suposição principal de tal método é que o intercepto varia entre os indivíduos e é constante no tempo, enquanto os parâmetros são considerados constantes no tempo e entre os indivíduos. Conforme mostra Wooldridge (2002), o modelo é dado da seguinte forma.

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jit} + u_{it} \quad ()$$

Note que no modelo de efeitos fixos, se tem que $\beta_{jit} = \beta_j$. Ademais, seja $()$ o modelo geral e u_{it} o erro estocástico que se pode decompor em três componentes, sendo eles:

$$u_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad ()$$

Onde α_i é o termo que varia entre indivíduos e não depende do tempo; ϕ_t o termo que varia no tempo e independe dos indivíduos; e ε_{it} a parte que varia no tempo e nos indivíduos. Dado isso, a equação () pode ser reescrita conforme abaixo:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jit} + \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad ()$$

Com o objetivo de se captar o efeito fixo relativo aos indivíduos, se tem que $\alpha_i = \sum_{k=1}^{N-1} D_k e_k$. Onde D_k é uma variável binária que assume valor 1 para o k-ésimo indivíduo e 0 caso contrário. Já para o caso do efeito fixo relativo ao tempo, o termo ϕ_t se decompõe de maneira similar, sendo $\phi_t = \sum_{l=1}^{T-1} P_l d_l$. Na qual se tem que P_l é uma variável binária que representa o l-ésimo período. Dado isso, o modelo () passa a ter a seguinte configuração:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{n=1}^{N-1} D_n e_n + \sum_{l=1}^{T-1} P_l d_l + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jit} + \varepsilon_{it} \quad ()$$

Para fins de simplificação, toma-se $\alpha_i = 0$ ou $\phi_t = 0$. Como se pode notar, a vantagem de se usar o método de efeitos fixos é o de estimar um intercepto para cada indivíduo e o de controlar o efeito das variáveis omitidas sobre a variável dependente. Entretanto, em alguns casos tal modelo se torna inviável dado ao extenso número de parâmetros a serem estimados, dado a inclusão das variáveis dummy.

4.1.3 Modelo de Efeitos Aleatórios

No modelo de efeitos aleatórios, α_i e ϕ_t variam aleatoriamente entre os indivíduos e o tempo. O modelo não possui mais componentes determinísticos. A equação segue sendo:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jit} + u_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jit} + \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad (!)$$

Mas agora, o erro u_{it} tem um único componente aleatório α_i que não varia durante os períodos de tempo e que caracteriza cada um dos indivíduos, que é denominado de componente intergrupo. Ao mesmo tempo, o erro u_{it} tem componente temporal aleatório ϕ_t que não varia entre os indivíduos e que caracteriza cada período de tempo, chamado de componente intragrupos. Por fim, o erro u_{it} também tem o componente ε_{it} que é aleatório entre os indivíduos e os períodos de tempo.

A principal diferença entre os dois modelos, portanto, está no fato de que o modelo de efeitos fixos considera que as diferenças entre os indivíduos são captadas na parte constante, enquanto que no modelo de efeitos aleatórios estas diferenças são captadas no termo de erro.

A estimação dos modelos de efeitos aleatórios é realizada considerando a heterogeneidade dos indivíduos como sendo parte integrante do termo de erro.

4.2 Especificação Empírica

A especificação do modelo a ser estimado é:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Seca_{it} + X_{it}\Gamma + v_i + \varepsilon_{it}$$

onde, os subscritos $i = 1, 2, \dots, N$ e $t = 1, 2, \dots, T$, representam, respectivamente, as N unidades observacionais ou transversais (os municípios da região Nordeste brasileira) e o tempo com T períodos. A variável dependente Y_{it} é dada pelo Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e pelos seus três indicadores, a saber: IFDM Educação, IFDM Emprego & Renda e IFDM Saúde.

A variável explicativa de interesse é a ocorrência de episódio de seca no município i no ano t , isto é, $Seca_{it}$. Um episódio de seca é definido quando a seguinte condição ocorre:

$$r_{it} < (\bar{r}_i - r_i^{sd})$$

Onde r_{it} indica a precipitação acumulada no município i no ano t . \bar{r}_i é a média histórica anual no município i , e r_i^{sd} é o desvio padrão anual histórico para o município i , ambos calculados no período 1986-2005. Assim, um episódio de seca/estiagem ocorre sempre que a precipitação em determinado ano foi mais de um desvio padrão abaixo da média histórica do município i .

O termo X_{it} é o vetor de controles municipais que variam no tempo e contém as seguintes variáveis: PIB municipal, Receita Tributária, Gastos Municipais em Saúde e Saneamento, Gastos Municipais em Educação e Cultura e População, todas compreendendo o período 2006-2016.

Se por hipótese assume-se que v_i são realizações de um processo independente e identicamente distribuído com média zero e variância σ_v^2 , então os modelos acima são

estimados com efeitos aleatórios. Além do mais, v_i é não correlacionado com quaisquer das variáveis explicativas. Por outro lado, se v_i são parâmetros fixos então os modelos são estimados com efeitos fixos. Por hipótese, o erro idiossincrático, ε_{it} , tem média zero e variância constante.

5 RESULTADOS

Inicialmente, foram estimados o modelo de dados agrupados por MQO, o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios. Em sequência, o teste F de Chow e o teste LM de Breush-Pagan (BP) foram realizados e verificou-se através deles que os modelos de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, respectivamente, são mais apropriados a serem empregados do que o modelo de dados agrupados por MQO. Por fim, realizou-se o teste de Hausman e seu resultado indica que podemos rejeitar a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios oferece estimativas mais eficientes do que o modelo de efeitos fixos, logo o modelo de Efeitos Fixos é o mais apropriado

Tabela 01 – Resultados das estimações

Variáveis	MQO agrupado		Efeito Fixo		Efeito Aleatório	
	Coefic.	P-Valor	Coefic.	P-Valor	Coefic.	P-Valor
<i>Seca</i>	0,0338959 (0,0015844)	0,000	0,0347079* (0,0010529)	0,000	0,0347809 (0,0010518)	0,000
<i>PIB</i>	1,60e-08 (1,66e-09)	0,000	-1,49e-08* (2,16e-09)	0,000	-1,03e-08 (1,91e-09)	0,000
<i>Rec_Trib</i>	-5,06e-10 (3,59e-11)	0,000	-1,49e-10** (5,91e-11)	0,011	-4,52e-11 (4,43e-11)	0,308
<i>Gastos_Educ</i>	6,11e-10 (5,62e-11)	0,000	1,87e-09* (6,48e-11)	0,000	1,50e-09 (5,55e-11)	0,000
<i>Gastos_Saúde</i>	-4,28e-11 (3,58e-11)	0,232	1,20e-11 (4,63e-11)	0,796	-8,61e-12 4,20e-11	0,837
<i>Const.</i>	0,5312 (0,0010)	0,000	0,5455 (0,0034)	0,001	0,5214 (0,0018)	0,000
Nº de observações	14.777		14.777		14.777	
Nº de grupos			1.791		1.791	
	Teste F de Chow		Prob > F		0,0000	
	Teste de LM BP		Prob > chi ²		0,0000	
	Teste de Hausman		Prob > chi ²		0,000	

Fonte: Elaboração própria com base nas estimações. Nota: (1) Os valores entre parênteses são os desvios-padrões. (2) * indica significância ao nível de 1% ** indica significância ao nível de 5%.

Conforme a Tabela 01, os episódios de emergência e/ou calamidade pública decorrentes de secas estão positivamente associados ao Índice geral Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e estatisticamente significativos. Este é um resultado esperado, dado que os municípios vulneráveis à seca tendem a receber mais recursos do governo federal no sentido de mitigar os impactos. Tal achado corrobora com a literatura que destaca o impacto dos desastres naturais sobre as finanças públicas, como aumento de transferências e das despesas governamentais das localidades afetadas (TAVARES, 2021; BARONE e MOCETTI, 2014; NOY e NUALSRI, 2011).

Adicionalmente, constatou-se relação positiva entre as despesas com a função de educação e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM). A literatura aponta que a alocação de recursos públicos com capital humano (gasto em educação) está relacionada ao incremento de produtividade de um país e, logo, tem um efeito positivo no crescimento e desenvolvimento econômico. (VOYVODA e YELDAN, 2015; JIA-FENG; 2007; LUCAS, 1988)

Em relação às variáveis controle, como PIB, apresentou uma relação negativa com a variável desenvolvimento municipal, o que contradiz com a teoria econômica, dado que um maior desenvolvimento no município tende a vir seguido de crescimento econômico.

A variável controle receitas tributárias também demonstrou uma correlação negativa com o IFDM. Tal impacto é esperado dado que ao ser reconhecido o estado de emergência ou calamidade pública pelo governo federal, o município pode obter transferências discricionárias para atenuar os efeitos dos desastres. No entanto, a receita tributária municipal se deteriora com a situação atípica ocasionada por desastres naturais. (TAVARES, 2021).

Tabela 02 – Resultados das estimações por cada indicador do IFDM

Variáveis	IFDM Educação		IFDM Emprego&Renda		IFDM Saúde	
	Coefic.	P-Valor	Coefic.	P-Valor	Coefic.	P-Valor
<i>Seca</i>	0,0632166* (0,0016172)	0,000	-0,0255005* (0,0015227)	0,000	0,0662342* (0,0019156)	0,000
Nº de observações	15.017		14.795		15.035	
Nº de grupos	1.792		1.791		1.792	

Fonte: Elaboração própria com base nas estimações. Nota: (1) Os valores entre parênteses são os desvios-padrões. (2) * indica significância ao nível de 1%.

De acordo com a Tabela 02, os fenômenos de secas estão positivamente correlacionados aos Índice geral Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) de educação e saúde, sendo ambos estatisticamente significativos. As evidências apontam que a decretação do estado de emergência ou calamidade impulsiona a realocação de recursos orçamentários para viabilizar maiores gastos sociais com saúde e educação como resposta aos desastres naturais causados por secas e enchentes. (SKOUFIAS, STROBL e TVEIT, 2018; TAVARES, 2021).

Todavia, a decretação do estado de estado de emergência ou calamidade da seca afeta negativamente o IFDM de emprego e renda. Tal fato pode ser resultado dos investimentos públicos serem direcionados para as áreas da saúde e educação e assim reduzindo emprego e renda.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo buscou investigar o impacto da ocorrência de seca no desenvolvimento municipal para os municípios da região do Nordeste do Brasil no período de 2006 a 2016. A estratégia empírica adotada foi o modelo econométrico de Dados em Painel.

As secas exercem historicamente, grande influência na região Nordeste. Os resultados indicam uma realocação de despesas municipais, dado que a situação de anormalidade local leva os municípios a aumentar despesas com foco na educação e saúde, e a reduzir despesas com emprego e renda. Visto que os fenômenos de secas estão

positivamente correlacionados aos Índice geral Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) de educação e saúde, sendo ambos estatisticamente significativos.

Outro resultado relevante constatado na literatura, foi que os choques de secas estão positivamente associados a variável desenvolvimento Municipal, dado que os municípios vulneráveis à seca tendem a receber mais recursos do governo federal no sentido de aliviar os impactos.

Complementarmente, em relação às variáveis controle, as receitas tributárias também demonstram uma associação negativa com a variável desenvolvimento municipal, visto que a receita tributária municipal se deteriora com o estado de emergência ou calamidade pública da seca decretado pelo governo federal.

Deste modo, como recomendação de políticas públicas, propõe-se ações federais e estaduais de gestão de desastres naturais em relação à seca nordestina e medidas consideradas necessárias para promover o desenvolvimento sustentável do Semiárido Nordeste.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARONE, G., MOCETTI, S. Natural disasters, growth and institutions: A tale of two earthquakes. **Journal of Urban Economics**, n. 84, p.52–66, 2014.

DE MELO, Josemir Camilo. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. *Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas*, n. 20, p. 13-21, 1999.

CORREIA FILHO, Washington Luiz Félix et al. Diagnóstico da Precipitação e EVI em Dois Eventos de Seca no Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 102-112, 2018.

CAMPOS, José Nilson Bezerra; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções. 2001.

DE NYS, Erwin; ENGLE, Nathan; MAGALHÃES, Antonio Rocha (Org.). **Seca no Brasil: gestão e política pró-ativa** . CRC Press, 2016.

JIA-FENG, G. U. A Spatial Econometrics Analysis of China Education Expenditure and Economic Development [J]. **Education & Economy**, 1, 2007.

KOBIYAMA, Masato et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006.

SILVA, VIRGÍNIA MIRTES DE ALCÂNTARA et al. O desastre seca no Nordeste Brasileiro. **POLÊM! CA**, v. 12, n. 2, p. 284-293, 2013.

FILGUEIRA, Hamilcar José Almeida. Os desastres relacionados com fenômenos naturais no contexto dos sistemas organizacionais. **Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência**, v. 1, 2013.

DA SILVA GOMES, Antonio Yam; DE WILLEGAINON, Hans Ronieli Cardoso Ferreira. Efeitos da seca na Região Nordeste do Brasil Effects of drought in the Northeast Region of Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 80608-80618, 2021.

DE GÓIS, Rômulo Lima Silva. **Alterações Climáticas e Desastres Naturais No Nordeste Do Brasil: Da Complexidade Social, política e jurídica**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade NOVA de Lisboa (Portugal).

NOY, I., NUALSRI, A. Fiscal storms: Public spending and revenues in the aftermath of natural disasters. **Environment and Development Economics**, v.1, n.16, p. 113–128, 2011.

RIBEIRO, Marcos Samuel Matias. Desastres naturais no Nordeste do Brasil: aspectos meteorológicos, socio sanitários e populacionais. 2021.

MARENGO, José A. et al. Características climáticas da seca de 2010-2016 na região semiárida do Nordeste brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** , v. 90, p. 1973-1985, 2017.

PEREIRA, Guilherme Reis et al. Vulnerabilidade e Adaptação à Seca nos Sertões Brasileiros. **ENCONTRO ANUAL DAS ANPOCS**, 2017.

LICCO, Eduardo Antonio. Vulnerabilidade social e desastres naturais: uma análise preliminar sobre Petrópolis, Rio de Janeiro. **InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, 2013.

PEREIRA, Greisson Almeida; MOREIRA, Tito Belchior da Silva. A influência dos consórcios intermunicipais de saúde no índice Firjan de desenvolvimento municipal (IFDM). 2016.

SILVA, Estefano Batista. Impacto da seca na saúde nos municípios do nordeste brasileiro. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 17, p. 1-16, 2022.

IFDM – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIA DO RIO DE JANEIRO. IFDM 2018 Índice de Desenvolvimento Municipal, ano base 2016. Rio de Janeiro, jun. 2018. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/data/files/E8/06/F0/D5/58E1B610E6543AA6A8A809C2/ Metodologia%20IFDM%20-%20Final.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2020. Acesso em: jul. 2020.

TAVARES, Aeicha Roldan. Impacto dos desastres naturais sobre as finanças municipais no Ceará: uma análise com dados em painel para o período 2003-2016. 2021.

SKOUFIAS, E.; STROBL, E.; TVEIT, T. The reallocation of district-level spending and natural disasters evidence from Indonesia. **Policy Research Working Paper**, 2018.

Voyvoda, E.; Yeldan, E. Public policy and growth in Canada: An applied endogenous growth model with human and knowledge capital accumulation. **Economic Modelling**, 50, 298-309, 2015.

