

IMPACTO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA EXPLORAÇÃO DE LENHA NOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS

Área: Desenvolvimento Regional

Pablo Aurélio Lacerda de Almeida Pinto

Professor da Universidade de Pernambuco (UPE), Dr. em Economia pelo PIMES/UFPE

E-mail: pabloaurelioap@hotmail.com, Endereço: Rua Severino Figueiredo, 128, Conjunto Universitário — Campina Grande/PB. Telefone: (83) 999682525

Graziela Pinto de Freitas

Centro de Energias Alternativas e Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba

E-mail: graziellapf@hotmail.com.

Luiz Moreira Coelho Junior

Professor do Centro de Energias Alternativas e Renováveis - CEAR da Universidade Federal da Paraíba —

UFPB, E-mail: luiz@cear.ufpb.br.

Resumo:

As atividades humanas potencializaram as emissões e concentrações de gases do efeito estufa, influenciando nas mudanças climáticas observadas até o momento. No Brasil, espera-se que os Estados que compõem a região Nordeste estejam entre os mais afetados, devido à já existente irregularidade no regime pluviométrico e às elevadas temperaturas, além dos fatores econômicos e sociais intrínsecos à região. Compreender os impactos dos choques climáticos é fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas apropriadas de convivência com a seca. Deste modo, o presente estudo analisou a influência dos fatores climáticos na exploração de lenha nos municípios paraibanos durante os anos de 1990 à 2015. Para isso, utilizou-se a estratégia empírica de regressão com dados em painel. Os resultados obtidos confirmaram a expectativa de que os direcionadores climáticos são preponderantes para a exploração de lenha. A precipitação impacta negativamente, já a temperatura influencia positivamente na exploração de lenha, ou seja, nos municípios onde se observa melhores indicadores pluviométricos é menor a exploração de lenha. Os resultados também evidenciam que as mesorregiões respondem de forma distinta aos fatores climáticos, os municípios pertencentes à Borborema e ao Sertão são mais impactados pelas variáveis climáticas e são mais propensos a explorarem lenha.

Palavras chave: Vulnerabilidade; Adaptabilidade; Mudanças climáticas.

Abstract:

Human activities have increased emissions and concentrations of greenhouse gases, influencing the climate changes observed so far. In Brazil, the Northeastern states are expected to be among the most affected due to the already existing irregularities in the pluviometric regime and high temperatures, as well as the economic and social factors intrinsic to the region. Understanding the impacts of climate shocks is essential for the development of appropriate public policies to coexist with drought. Thus, the present study analyzed the influence of climatic factors on firewood exploitation in the municipalities of Paraíba during the years 1990 to 2015. For this, the empirical regression strategy with panel data was used. The results confirm the expectation that the climate drivers are preponderant for the exploitation of firewood. The precipitation impacts negatively, since the temperature influences positively in the exploitation of firewood, that is, in the municipalities where the best rainfall indicators are observed, is less than the exploitation of firewood. The results also show that the mesoregions respond differently to climatic factors, the municipalities belonging to Borborema and Sertão are more impacted by climatic variables and are more likely to use firewood.

Keywords: Vulnerability; Adaptability; Climate changes.

Classificação JEL: Q31, Q32, Q54, R58.

1. INTRODUÇÃO

A biomassa florestal é um recurso que vem sendo explorado ao longo dos séculos, desempenhando uma participação significativa na matriz energética mundial, seja ela com maior ou menor intensidade, a depender do desenvolvimento da região considerada.

No Brasil e no Nordeste, a principal utilização da madeira como recurso energético é na forma de lenha segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015). A extração da lenha é afetada diretamente por variáveis como, nível de desenvolvimento da região, disponibilidade de recursos e mudanças climáticas (BRITO, 2007).

De acordo com o *Internacional Panel of Climate Change* (IPCC, 2013), as atividades humanas potencializaram as emissões e concentrações de gases do efeito estufa, influenciando nas mudanças climáticas observadas até o momento. Embora a magnitude das mudanças climáticas não seja totalmente conhecida, seus efeitos, têm-se manifestado de diferentes maneiras, destacando-se o aquecimento global, a incidência de eventos climáticos extremos, mudanças nos regimes de precipitação e temperatura e elevação do nível do mar.

Os países em desenvolvimento serão potencialmente os mais afetados pelas alterações climáticas, uma vez que, os mesmos têm menor potencial de adaptação e são aqueles que mais dependem de atividades agrícolas, um dos setores em que são esperados os maiores impactos negativos. No Brasil, espera-se que os Estados que compõem a região Nordeste estejam entre os mais afetados, devido à já existente irregularidade no regime pluviométrico e às elevadas temperaturas, além dos fatores econômicos e sociais intrínsecos à região (DELAZERI; CUNHA, 2015).

O aumento da temperatura acarreta em impactos sobre a economia brasileira especialmente aquelas atividades ligadas ao clima, a exemplo, da agricultura como já mencionado, e refletindo de modo particular, sobre a agricultura familiar (IPCC, 2015). Desta forma, ao avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas na agricultura da região nordeste, percebe-se que os pequenos agricultores são os mais vulneráveis, tendo que se adaptar as crescentes variabilidades climáticas (FILHO, 2016). Dentro desse cenário a região semiárida é a que apresenta maiores níveis de vulnerabilidade as mudanças no clima, devido a potenciais impactos negativos sobre os recursos hídricos e agricultura de sequeiro (ASSAD, 2008).

Os riscos associados às mudanças do clima, apesar de incertos, têm potencial de aumentar a vulnerabilidade social, exacerbando desafios socioeconômicos já existentes, principalmente naquelas sociedades mais dependentes dos recursos sensíveis às alterações do clima (DELAZERI; CUNHA, 2015).

Ao considerar-se que a variabilidade de curto prazo tem um impacto maior sobre a exploração de lenha e que as estimativas mostram possibilidades de eventos climáticos extremos, os formuladores de políticas devem buscar iniciativas que possam fazer com que a exploração de lenha seja mais resiliente a uma maior vulnerabilidade pluviométrica (BAETHGEN, 2010).

Muitas famílias têm na atividade de exploração da lenha uma importante fonte de renda complementar, sobretudo, durante o período de estiagem. No estado da Paraíba o consumo de lenha tem participação na matriz energética do estado, havendo uma grande dependência dos pequenos agricultores que estão inseridos em regiões com maior vulnerabilidade a seca (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010).

Levando em consideração o contexto já mencionado, o presente artigo teve como principal objetivo analisar a influência dos fatores climáticos na exploração de lenha nos municípios paraibanos durante os anos de 1990 à 2015. Para isso, utilizou a estratégia empírica de regressão com dados em painel, no intuito de compreender os impactos dos choques climáticos e para o desenvolvimento de políticas públicas apropriadas de convivência com a seca.

2. REFERENCIAL TEORICO 2.1.

Extração da lenha: aspectos introdutórios

A energia sempre teve papel primordial no desenvolvimento da população, incluindo aspectos econômicos e sociais. A lenha é utilizada desde os primórdios da sociedade, mas só começou a expandir comercialmente na medida em que surgiam as primeiras cidades (UHLIG, 2008). Com o crescimento

destas, acoplado ao aumento das necessidades por demanda de energia, os recursos naturais foram sendo retirados do meio ambiente além da sua capacidade de uso e de suporte.

De acordo com dados do Ministério das Minas e Energia (MME, 2015), o Brasil tem dependência significativa por lenha, que é utilizada como matéria-prima energética, sendo 52,3% e 24,6% da extração destinados aos setores cerâmico e residencial, respectivamente. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 2007), no Brasil um dos principais entraves relacionados à extração de lenha e o aumento de impactos negativos está ligado a origem da matéria-prima utilizada, atualmente mais de 50% da exploração da lenha é proveniente de florestas nativas.

Por ser considerada a fonte de combustível mais barata do setor energético, a lenha vem ganhando espaço cada vez maior no mercado consumidor, na Paraíba a lenha se destaca como fonte de energia principalmente para o setor cerâmico atuando em atividades de queima e secagem de seus produtos (Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis - SIGLA, 2012). Outro fator relevante são as proximidades geográfica, fazendo com que a lenha seja comercializada para estados vizinhos.

2.2. Mudanças climáticas globais

Um dos assuntos mais discutidos recentemente são os efeitos das mudanças climáticas nas atividades econômicas, dando origem a impactos negativos oriundos da acumulação de GEE, evidências empíricas mostram que as atividades antrópicas vem alterando de forma significativa a concentração de gases na atmosfera (IPCC, 2010). Essa acumulação de gases é vista como a principal causadora das sazonalidades na temperatura da terra. Nesse sentido pode-se destacar o termo mudanças climáticas como sendo:

As variações no clima que podem ser identificadas usando testes estatísticos por mudanças na média e/ ou na variabilidade de suas propriedades, e que persistem por um longo período de tempo, tipicamente décadas ou mais. Ela refere-se a qualquer mudança do clima ou qualquer que seja sua decorrência, tanto por variações naturais ou pelas atividades humanas (IPCC, 2007, p. 8).

O Quinto Relatório de Avaliação do IPCC, projeta que, até o ano de 2100 e dentro de um cenário otimista, a temperatura global pode aumentar até 1,7 °C, caso as emissões continuem a avançar conforme as tendências atuais. Globalmente, os países em desenvolvimento serão potencialmente os mais afetados pelas alterações climáticas, uma vez que estão em áreas de baixa latitude e, portanto, de maior exposição aos raios solares. Tais países têm ainda menor potencial de adaptação e são aqueles que mais dependem das atividades agrícolas, um dos setores em que são esperados os maiores impactos negativos (DESCHENES; GREENSTONE, 2007), apesar dos avanços tecnológicos ocorridos ao longo do tempo, as condições ambientais ainda são determinantes para a produtividade agrícola.

As projeções apresentadas pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013) mostram que cada região do Brasil apresentará impactos diferenciados. As regiões Amazônica e Nordeste são apontadas como sendo as áreas potencialmente mais afetadas pelas mudanças climáticas.

Deste modo, o acúmulo de gases do efeito estufa (GEE), juntamente ao aquecimento global, traz em seu bojo, riscos e oportunidades. Riscos, quando o aquecimento gradual da atmosfera implica na alteração de ciclos de balanços climáticos com os quais as civilizações se desenvolveram a longo de milênios. Tais ciclos do clima incluem processos de retroalimentação positiva como, por exemplo, a alteração do albedo planetário através do derretimento das geleiras continentais e da diminuição da cobertura do gelo marinho os quais, por sua vez e através da diminuição do albedo, ocasionam maior absorção da radiação solar à superfície, que retroalimenta o aumento da temperatura do ar (LIMA, 2011).

Ainda levado em consideração Lima, 2011 desta forma, atividades agrícolas de sequeiro sobre o semiárido, num estado futuro de aquecimento global deverão tornar-se cada vez menos viáveis, até a total inviabilidade de culturas que dependam exclusivamente da ocorrência de chuvas. Isto tem impacto na sociedade nordestina, a princípio incidindo no estrato social que dependem de agricultura de subsistência e, a longo prazo atingindo toda a sociedade.

Após o reconhecimento crescente de como as mudanças climáticas estão afetando a presente sociedade, governos nacionais, estaduais e municipais em vários países estão se preparando para lidar com

as alterações climáticas em curso. No Brasil, os governos federais e estaduais tem se envolvido com a criação de políticas de mudanças globais e seus efeitos na economia, meio ambiente e sociedade, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) criou a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais, ao final de 2007 e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Mudanças Climáticas — INCT-MC. Diante do presente cenário, percebe-se que lentamente cresce o conhecimento científico sobre as causas e efeitos mitigatórios (NOBRE et al., 2009).

A Embrapa avaliou os impactos que os choques climáticos podem causar na agricultura nas próximas décadas, segundo esse estudo o mesmo causa perdas de aproximadamente R\$7,4 bilhões nas vegetações já em 2020, esse valor pode subir para R\$14 bilhões em 2070, além de alterar profundamente a geografia do Brasil (EMBRAPA, 2011).

Nesse âmbito, as formas como as economias regionais respondem e se ajustam a tais choques podem exercer influência sobre os processos e padrões dos respectivos desenvolvimentos. Nesse aspecto, as análises de Hirschman e Furtado sobre tais choques ambientais que atingem o Semiárido brasileiro não deixam dúvida a respeito do forte impacto das secas sobre a trajetória de desenvolvimento econômico do Nordeste.

2.3. Impacto das mudanças climáticas sobre a agricultura

Embora a agricultura seja uma das principais fontes de emissão de gases do efeito estufa, a atividade é também altamente vulnerável aos padrões das mudanças climáticas, essa constatação deriva-se das consequências projetadas e decorrentes do aumento da temperatura global e da crescente variabilidade dos padrões de precipitação (EMBRAPA, 2008).

Os estudos focados nas vulnerabilidades e nas estratégias de adaptação à mudança do clima ainda estão em etapa inicial. No entanto, com o objetivo de preparação da Segunda Comunicação Nacional para o UNFCCC, publicada em 2010, foram mobilizados grupos de pesquisa para elaborar análises dos impactos da mudança climáticas e suas consequências para determinadas atividades, como exemplo, a agricultura. Como parte desse processo, um grupo de pesquisadores da Embrapa, juntamente com a Universidade de Campinas (Unicamp), preparou um reporte intitulado *Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil* (ASSAD et al., 2008). Trata-se de um estudo mais aprofundado sobre os potenciais impactos da mudança do clima na produção agrícola no país.

As principais perdas no ambiente rural projetadas pela Embrapa indicam a perda de terras agricultáveis como uma das principais consequências das variabilidades do clima, outro fator a ser considerado é a redução da fluidez das águas e o potencial de irrigação, aumento da incidência de peste e doenças, mudanças nos biomas e diminuição na biodiversidade de animais e plantas (WORLD BANK, 2013).

2.4. Resiliência e desenvolvimento econômico regional

As discussões de desenvolvimento regional estão intimamente ligadas aos níveis de vulnerabilidade e resiliência (PIKE et al., 2010). Em decorrência de choques externos e transições diversas, incluindo crises financeiras, mudanças climáticas e eventos climáticos extremos, tem-se aumento a percepção de vulnerabilidade e estimulado a busca de novos caminhos para a "resiliência", por fórmulas de adaptação e sobrevivência em vista de um crescente senso de riscos - econômico, político e ambiental (Christopherson et al., 2010).

O termo resiliência, que hoje é bastante discutido, foi adaptado para discussões regionais e, de acordo com Martin e Sunley, 2015 entende-se por resiliência "a forma como um sistema se comporta após ser atingido por um choque externo". As regiões, tal como os estados, as empresas, necessitam diariamente de uma grande capacidade de adaptação para poderem se sobressair de perturbações externas (SANTOS, 2010). O termo resiliência regional, pode ser visto numa perspectiva evolucionária, que a partir de um dado choque pode mudar o seu desenvolvimento. Dentro desse termo uma região exposta a fatores externos tende e se adaptar, até retomar a sua condição inicial de desenvolvimento (MARTIN: SUNLEY, 2015).

De acordo com Swanstrom (2008) a resiliência pode ser descrita como um quadro conceitual que nos permite enfatizar as regiões de forma holística, dinâmica e de forma sistêmica. As abordagens sistemáticas da análise da resiliência regional propostas por Hill (2008), são caminho dependente, equilíbrio e perspectiva a longo prazo, sendo as mesmas reafirmadas por (PENDALL, 2010).

2.5. Vulnerabilidade da economia regional

Segundo Hirschman, 1963 as secas são eventos especulares e repentinos com os quais a ação individual é incapaz de lidar, esses problemas são descritos como um problema da região. Deste modo, as secas tendem a ocorrer em intervalos mais ou menos aleatórios (média de 10 anos), embora de forma imprevisível, e, leva a uma parada nas atividades agrícolas e pastoris da região, dando abertura a outros tipos de atividades, como pode-se citar a exploração de lenha.

O entendimento das secas como choques exógenos e não como problemas estruturais, é a base para um melhor entendimento da análise de resiliência (MARTIN; SUNLEY, 2015). Na análise da resiliência a choques ambientais como a exemplo, as secas no Nordeste, e que Hirschman (1963) dá evidente destaque, é que a zona descrita como "Polígono das Secas" não é, uma região homogênea. Por um lado, tem-se a região mais ao Sul (próxima ao rio São Francisco) em que as secas periódicas são menos pronunciadas, mas que o volume de chuvas é menor, sendo a aridez uma condição permanente.

Em vista disso, a colonização da área tendeu a ser mais esparsa e, neste caso, a seca poderia ser encarada por vezes mais como uma condição de normalidade do que um choque de fato. No Sertão Nordestino, o problema está mais concentrado na irregularidade dos períodos de seca.

A incapacidade de lidar com as variações climatológicas está associada a criação de um sistema econômico estruturalmente vulnerável e instável, não estando adaptável ao meio em que opera (FURTADO, 1959). Deste modo, a lógica da expansão do sistema econômico e da sociedade no Nordeste os expunha crescentemente aos graves efeitos das irregularidades do clima (FURTADO, 1989).

O tipo atual da economia da região semiárida é particularmente vulnerável a esse fenômeno das secas, por ser baseado em uma mão de obra que se auto abastece. Uma modificação na distribuição das chuvas ou uma redução no volume destas que impossibilitam a agricultura de subsistência bastam para desorganizar toda a atividade econômica. A seca provoca, sobretudo, uma crise na agricultura de subsistência. Daí suas características de calamidade social (GTDN, 1967).

Percebe-se, portanto, que ao tratar-se do fenômeno das secas no Nordeste brasileiro e seus impactos sobre a economia local, direciona-se atenções para os efeitos de choques exógenos repentinos e incertos, apesar de particularmente frequentes, que incidem de forma determinante sobre uma região naturalmente propensa a este fenômeno natural e um sistema econômico e social eminentemente vulnerável a seus fenômenos (BRISTOW, 2010).

2.6. Políticas Públicas de combate e resiliência a seca

A seca no Nordeste é um tema que vem sendo tratado há várias décadas. Estas secas se explicam pelas elevadas temperaturas registradas na região, conseqüentemente fazendo com que ocorra uma alta taxa de evaporação. Desta forma, não se faz possível um armazenamento seguro de corpos d'água e a maioria dos rios tornam-se intermitentes. Esses fatores naturais, acoplado as próprias ações humanas, agravam ainda mais a situação. Segundo Conti (1998), as secas ocorrem quando há insuficiência de água no ambiente, ou seja, quando o volume de precipitação é incapaz de repor a água retirada pelos altos índices de evaporação e evapotranspiração.

Os períodos de secas na região Nordeste do Brasil ganhou notoriedade aproximadamente entre os anos de 1877-1879 com a chamada "grande seca" que abalou o semiárido (VILLA, 2000). Esse flagelo ceifou cerca de 500 mil vidas, com 200 mil mortes somente no estado do Ceará, levando o Império a adotar alguns procedimentos, como a implantação de sistemas de irrigação e construções de açudes e barragens (GUERRA, 1981). Na grande seca de 1877-1879, providências foram solicitadas ao Rei de Portugal para reduzir os impactos negativos da situação (ALVES, 2004). Esse, foi o marco inicial das políticas

assistencialistas voltadas para a região semiárida nordestina. Mesmo assim, somente 180 anos depois é que o Estado deu início as políticas de combate aos efeitos da seca.

As políticas públicas se deram início com escavações de poços e construção de açudes e barragens, com o propósito de acumular a água dos períodos de grande precipitação pluviométrica (VILLA, 2000). Do período citado anteriormente aos dias atuais, são inúmeras as grandes secas ocorridas, sempre com viés desastroso principalmente para as camadas populacionais menos favorecidas. Algumas ações como, distribuição de cestas básicas, no passado recente, e o uso ainda presente de carros-pipas, em geral, são colocadas em prática pelos governantes, sendo elas insuficientes para sanar a demanda de água da população. Essas ações apenas atenuam a curto prazo a falta de água, entretanto não modificam a situação de quem mais sofre com esse problema, a população rural que tende a conviver com tais peculiaridades (Travassos, 2013).

Levando em consideração Travassos, 2013 um marco na execução de políticas públicas no semiárido, ocorreu no governo de Juscelino Kubitschek, quando é criado o GTDN (Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste). Com o objetivo de discutir, debater e apresentar, em no máximo dois anos, um diagnóstico completo, bem como um conjunto de propostas para o desenvolvimento do Nordeste. A partir de um documento final, criado pelo GTDN em 1959, foi criada a SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, chamando para si a função de elaborar as políticas de desenvolvimento a serem implantadas em todo o Nordeste. Atualmente, as principais técnicas envolvidas para combate as secas são os poços artesianos, os açudes e as cisternas, com a criação do programa um milhão de cisternas. (Soares, 2013).

As políticas de combate às secas desenvolvidas pelo Estado brasileiro, ainda não foram capazes de reproduzir os resultados esperados desde a sua implantação. Acreditamos que algumas das principais causas para isso, sejam os conflitos de interesses e as formas de enxergar o fenômeno das secas no semiárido nordestino.

2.7. Revisão da Literatura

Tupy (2017), analisou a questão das secas e o desenvolvimento econômico no semiárido brasileiro apresentando contribuições para uma discussão sobre resiliência econômica na região. A partir de elementos extraídos das análises de Hirschman e Furtado sobre as secas no Nordeste brasileiro, foi possível a elaboração de um quadro histórico sobre a questão dos esforços em criar-se uma economia mais resistente aos choques representados pela seca. Os elementos que envolvem a seca como um choque, as características da vulnerabilidade da economia do Nordeste e todos os demais elementos levantados sobre a resistência e sobre a capacidade de adaptação dos agentes empenhados em combater os efeitos danosos das secas, permitem uma análise bastante abrangente da resiliência econômica da região, neste caso com foco nas questões políticas que influenciaram a resiliência econômica do Nordeste às secas.

De acordo com Filho (2016) no Brasil os estudos focados nas vulnerabilidades e nas estratégias de adaptação à mudança do clima ainda são escassos. No entanto, com o objetivo de preparação da Segunda Comunicação Nacional para a Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima UNFCCC, publicada em 2010, foram mobilizados grupos de pesquisa para elaborar análises dos impactos da mudança do clima e suas implicações para determinadas áreas, como a agricultura. Como parte desse processo, um grupo de pesquisadores da Embrapa, em colaboração com pesquisadores da Universidade de Campinas (Unicamp), preparou um reporte intitulado Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil (ASSAD et al., 2008). Trata-se do estudo mais abrangente sobre os potenciais impactos da mudança do clima na produção agrícola no país.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1. Objeto de estudo

Estudo da relação entre a exploração de lenha e as variáveis climáticas para os municípios Paraibanos, no intervalo de tempo de 1990 a 2015.

3.1.1. Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado no estado da Paraíba, o mesmo está localizado próximo a linha do equador com elevadas incidências de raios solares e consequentemente temperaturas elevadas durante o ano todo, ventos fortes e baixa umidade, sofre com as irregularidades temporal e espacial da precipitação gerando situações socioeconômicas adversas (FIGUEIREDO, 2010). O Estado da Paraíba ocupa 0,7% do território brasileiro e 3,6% do território nordestino. Cerca de 90% do seu território está localizado na região Semiárida ou na área denominada Polígono das Secas Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual (IDEME, 2008). As condições geográficas e ambientais do estado favorecem algumas culturas e atividades econômicas, ao mesmo tempo em que limitam outras sem uma adequada intervenção tecnológica e inovativa. Na Figura 1 está representada a delimitação geográfica da área de estudo.

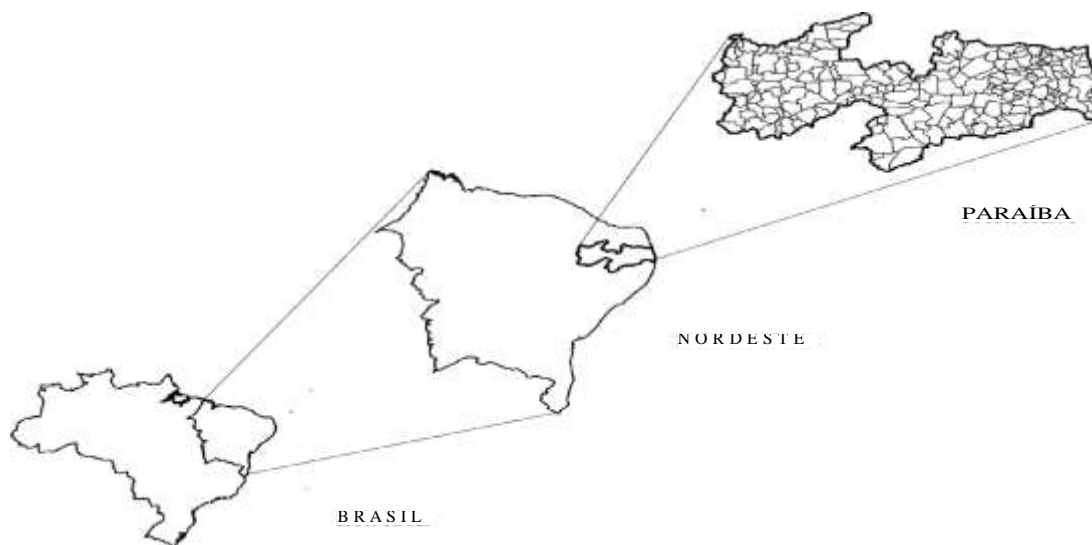


Figura 1 - Localização da área de estudo
Fonte: IDEME, 2008

Assim como a maioria dos Estados nordestinos, a Paraíba possui clima do tipo tropical úmido nas áreas litorâneas. Nessas regiões, as chuvas são regulares, com índices pluviométricos relativamente elevados. No entanto, no interior do Estado é identificado o clima semiárido, com índices pluviométricos baixos e temperaturas que giram em torno dos 26°C, exceto em alguns pontos, nas proximidades do Planalto da Borborema, onde a média é de 24°C (FIGUEIREDO, 2010).

O subsolo é formado em 70% por rochas cristalinas, rasas, o que dificulta a formação de mananciais perenes e a potabilidade da água, normalmente salinizada. O grande problema é que a chuva que cai é menor do que a água que evapora. Deste modo, a técnica de armazenar a água de chuva é fundamental para aproveitá-la (MALVEZZI, 2007).

3.1.2. Descrição das variáveis e fonte de dados

As variáveis utilizadas neste estudo foram: Exploração de lenha, Temperatura e Precipitação, cuja amostra foi de 221 municípios. A variável exploração de lenha está mensurada em metros cúbicos de quantidade produzida na extração vegetal e foram obtidas do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) do IBGE, no período compreendido entre os anos de 1990 a 2015.

Já os dados climatológicos utilizados foram o de precipitação total em milímetros (mm), e o de temperatura média em graus Celsius (°C), no Estado da Paraíba. Levando em consideração que, para os cientistas climáticos, as alterações do clima são um fenômeno de médio e longo prazo, o período de análise foi o intervalo de 26 anos entre 1990 e 2015. Os dados foram coletados da base de dados CL 3.21 do *Climate Research Unit — CRU/University of East Anglia*.

3.2. Modelo de dados em Painel

A metodologia utilizada no presente trabalho utilizou a técnica de regressão com dados em painel, também chamado de dados combinados, como o próprio nome já diz, esse método é utilizado para agregar uma combinação de séries temporais e de observações em corte transversal (BALTAGI, 2001; HSIAO, 2003).

Deste modo, este tipo de especificação econométrica permite que sejam combinados os dados de cada município estudado levando-se em consideração cada um dos anos considerados na análise. Pode-se destacar algumas vantagens ao se trabalhar com dados em painel em relação ao modelo de corte transversal, se referindo ao fato de que esses modelos controlam a heterogeneidade presente nos indivíduos (HSIAO, 1986). Outra vantagem, conforme Hsiao (1986) é o fato que os dados em painel permitem se trabalhar com um maior número de observações, conseqüentemente, aumentando o número de graus de liberdade e diminuindo a correlação entre duas (ou mais) variáveis independentes e explicativas.

O modelo geral para dados em painel pode ser representado como mostrado na equação 1 (GREENE, 2012).

$$Y_{it} = \beta + \alpha_i + \gamma'x_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Em que:

i e t : representam respectivamente as unidades de observação no espaço (municípios da Paraíba), no tempo t , respectivamente;

x_{it} : é o vetor $1 \times K$ de variáveis exógenas;

Z_i : fator de medição de heterogeneidade;

e_{it} : termo de erro independente;

β , α e γ : parâmetros a serem estimados.

Tendo em vista que, os municípios em estudo compõem o estado da Paraíba, e o intervalo de tempo analisado compreende os anos de 1990 a 2015. As variáveis exógenas podem sofrer variações entre os municípios e anos considerados.

Dependendo das suposições feitas sobre o termo Z_i , diferentes modelos poderão ser considerados, sendo eles dados em painel (*pooled*), modelo de efeitos fixos e modelo de efeitos aleatórios.

- ✓ Se Z_i contém apenas a constante, logo o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) fornecerá estimadores constantes e eficientes para o coeficiente comum α e para o vetor de inclinação γ . Este modelo apenas considera dados de forma empilhada, sem levar em consideração as características dos municípios, bem como a evolução destas características ao longo do tempo. Modelos com essa característica são denominados modelos de dados empilhados ou *pooled*;
- ✓ Caso Z_i não seja observado, mas correlacionado com os regressores x_{it} , o estimador de MQO será inconsistente. Dessa forma, a equação 1 passa a ser descrita como mostrada a Equação 2.

$$Y_{it} = (\beta + \alpha_i) + \gamma'x_{it} + e_{it} \quad (2)$$

¹A unidade original dos dados era grid, no qual é determinado como cada célula de um modelo de dados espaciais, as quais inclui um valor de atributo e coordenadas de localização. Através do *software* QGIS (versão 2.18), os pontos de grid foram unidos às fronteiras municipais utilizando suas coordenadas de latitude e longitude, produzindo médias de temperatura e precipitação para cada município paraibano.

Em que a_i é uma parte do intercepto e a constante β indica a parcela comum a todos os municípios ou no tempo considerado. Esse modelo é conhecido como modelo de efeito fixo, uma vez que a_i é uma constante específica para cada grupo de seção cruzada (municípios) ou no tempo.

Se Z_i for um fator não observado e não correlacionado com os regressores x_{it} , logo ele é um componente do termo de erro. No entanto, a equação 1 pode ser reescrita como mostrada a equação 3.

$$Y_{it} = \beta + x_{it}\gamma + a_i + \epsilon_{it} \quad (3)$$

Neste caso, embora os estimadores de MQO sejam consistentes, eles serão ineficientes. Uma vez que a_i é um componente aleatório, o modelo é então denominado de modelo de Efeitos Aleatórios.

3.2.1. Modelo Pooled (POLS)

O primeiro modelo que deve ser empregado ao utilizar a técnica de regressão com dados em painel é o modelo POLS (*pooled ordinary least squares*). No modelo de dados empilhados, a estimação é feita assumindo-se que os parâmetros α e β são comuns para todos os indivíduos (GUJARATI, 2006), esta especificação assume que o comportamento das observações é uniforme para todos os municípios e ao longo do tempo considerando-se que todas as observações são homogêneas tanto no coeficiente constante quanto nos coeficientes angulares.

Assim, assume-se que os regressores sejam exógenos e que o termo de erro seja ϵ_{it} , em vez da decomposição $\alpha_i + \epsilon_{it}$. Deste modo a Equação 4 mostra a especificação básica do modelo.

$$Y_{it} = \beta + x_{it}\gamma + \epsilon_{it} \quad (4)$$

3.2.2. Modelo de Efeitos Fixos

O presente modelo tem como finalidade controlar os efeitos das variáveis omitidas que variam entre municípios e permanecem constantes ao longo do tempo. De forma que, o intercepto varia de um município para outro, mas sendo constante ao longo do tempo, razão pela qual o modelo é denominado Efeitos Fixos. De acordo com Hill, 1999 o modelo é apresentado na Equação 5.

$$Y_{it} = \alpha_i + x_{it}\gamma + \epsilon_{it} \quad (5)$$

Tendo em vista que $\alpha_i = Z_i\alpha$, sendo Z_i a heterogeneidade individual que contém um termo constante e um conjunto de variáveis não observadas.

3.2.3. Modelo de Efeito Aleatórios

O modelo de Efeitos Aleatórios possui as mesmas pressuposições que o modelo de Efeitos Fixos, isto é, que o intercepto é passível de variação entre os municípios, mas não é passível de variação ao longo do tempo. Entretanto, o modelo de Efeitos Aleatórios demanda a pressuposição adicional de que o componente específico de cada município e as variáveis explicativas utilizadas no modelo sejam não correlacionados.

Uma vez que neste modelo os erros das unidades de seção cruzada observados em diferentes períodos de tempo são correlacionados, o método dos Mínimos Quadrados Ordinários não é apropriado para a estimação dos coeficientes. Neste caso, o método mais apropriado para a estimação dos coeficientes é o método dos Mínimos Quadrados Generalizados — MQG (GREENE, 2012). O modelo pode ser representado da seguinte forma:

$$Y_{it} = \beta + x_{it}\gamma + u_i + \epsilon_{it} \quad (6)$$

Tendo em vista que:

$$v_{it} = u_i + \epsilon_{it}$$

3.3. Testes Econométricos para os modelos de dados em painel

Ao analisar o comportamento conjunto de determinados dados, deve-se considerar as diferenças existentes entre os municípios e as especificidades de cada período de tempo que compõem a amostra. Os testes exibidos a seguir permitem verificar o método de estimação do modelo que possui maior adequação aos dados e ao problema de pesquisa e identificar possíveis vieses na estimação.

3.3.1. Teste de Chow

O teste de Chow propõe calcular de forma separada regressões para cada conjunto de dados, verificando a diferença nas equações estimadas. Caso essa diferença seja significativa, a mesma indica uma mudança estrutural na relação. Ressalta-se que o teste de Chow parte do princípio de que a data da mudança estrutural seja conhecida (GUJARATI, 2006).

Ainda segundo Gujarati, 2006 o teste de Chow, ou teste F, define a melhor adequabilidade entre os modelos *pooled* e de efeitos fixos, sendo representado pela Equação 7:

$$F_c = \frac{\frac{R^2_{ef} - R^2_{pooled}}{m}}{\frac{1 - R^2_{ef}}{N - K}} \quad (7)$$

De forma que, R^2_{ef} e $N - K$ são, respectivamente, o coeficiente de determinação ajustado e o número de regressores do modelo com efeitos fixos, R^2_{pooled} e m são, o coeficiente de determinação ajustado e o número de regressores do modelo *Pooled* respectivamente. As hipóteses nula e alternativa do teste de Chow são:

Hipótese nula: modelo *Pooled* é o mais adequado

Hipótese alternativa: modelo de efeito fixo é o mais adequado

Em síntese, a hipótese nula do teste de Chow é que os coeficientes de intercepto das regressões são iguais. Se a hipótese nula é rejeitada, o modelo de Efeitos Fixos será o mais adequado.

3.3.2. Teste de Hausman

O teste de Hausman é utilizado para testar a ortogonalidade entre os efeitos aleatórios e os regressores e para avaliar se os estimadores de efeitos fixos e de efeitos aleatórios são significativamente diferentes (HSIAO, 2006). De forma geral, este teste é utilizado para decidir, dentre os modelos de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, aquele que possui melhor adequação aos dados. A estatística do teste de Hausman é dado na Equação 8.

$$H = (Pea - 13.1)' (1' - ea)^{-1} (Pea - Pd) \quad (8)$$

De forma que Pea , Pe_f , Re_f e ea denotam o vetor de coeficiente estimados pelo efeito aleatório, o vetor de coeficientes estimados por efeitos fixos, as matrizes de covariância do modelo de efeitos aleatórios, respectivamente (PYNDYCK, RUBINFELD, 2004). As hipóteses do teste de Hausman são:

Hipótese nula: $[E(ai/Xki_t) = 0]$ não são correlacionadas, isto é, $a_1 = a_2 = a_3 \dots = a_k$

Hipótese aleatória: $[E(ai/Xkit) \neq 0]$ são correlacionadas, ou seja, $a_1 \neq a_2 \neq a_3 \dots \neq a_k$

A hipótese nula indica que o modelo de Efeitos Aleatórios é o mais adequado enquanto a hipótese alternativa indica que o modelo de Efeitos Fixos é o que possui melhor adequação aos dados. Sob a hipótese

nula de que o modelo de Efeitos Aleatórios é o mais adequado, a estatística H apresenta uma distribuição assintótica que se aproxima de uma distribuição Qui-Quadrado (X^2) em K graus de liberdade, em que K refere-se ao número de parâmetros estimados (GREENE, 2012).

A principal diferença entre os modelos é que o modelo de Efeitos Fixos pressupõe a presença da correlação entre as variáveis explicativas e o efeito fixo, enquanto o modelo de Efeitos Aleatórios pressupõe a ausência dessa correlação. Se a hipótese nula é rejeitada, opta-se pelo modelo de Efeitos Fixos.

3.3.3. Teste do multiplicador de Lagrange Breusch-Pagan

O teste de Multiplicadores de Lagrange avalia a hipótese de que a variância dos resíduos individuais é igual a zero. As hipóteses nula e alternativas do teste são:

Hipótese nula: $\sigma_i^2 = 0$

Hipótese alternativa: $\sigma_i^2 \neq 0$

Se a hipótese nula for aceita, o método de *Pooled* é preferencial quando se comparado ao modelo de efeitos aleatórios, caso contrário, deve-se assumir que o modelo de efeitos aleatórios é o mais adequado. Segundo Greene, 2012 sob a hipótese nula, a estatística LM tem distribuição X^2 com um grau de liberdade e sua equação é mostrada a seguir.

$$nT \frac{(e'Xe)(T^2)^{1/2}}{2} \sim X^2 \quad (9)$$

Tal que T refere-se ao número de unidades de tempo, n é o número de seções cruzadas e e é o vetor de resíduos do modelo de MQO e \bar{e} é o vetor n x 1 da média da média dos resíduos de um grupo específico do modelo *pooled*.

3.3.4. Teste de Wold e de Wooldridge

A fim de testar a existência de autocorrelação e heterocedasticidade entre os resíduos, Greene, 2012 sugere os testes de Wooldridge e Wald, respectivamente. O Teste de Wald testa a hipótese nula de igualdade entre a variância de todas as unidades amostrais contra a hipótese alternativa de variâncias diferentes entre as unidades. Dessa forma, portanto, o teste consiste em testar:

Hipótese nula: ausência de heterocedasticidade;

Hipótese alternativa: presença de heterocedasticidade.

A não rejeição da hipótese nula indica que o modelo é homocedástico e que a variância de cada painel pode ser considerada a mesma dos painéis considerados em conjunto. Segundo Wooldridge, 2007, o teste indica a existência de heterocedasticidade quando a variância dos termos de erro da regressão não são constantes no decorrer do tempo. A correlação serial, por sua vez, pode ser testada regredindo os resíduos do modelo especificado contra os resíduos da regressão defasada p vezes (WOOLDRIDGE, 2007). As hipóteses do teste e a regressão dos resíduos são, respectivamente:

Hipótese nula: ausência de autocorrelação serial;

Hipótese alternativa: presença de autocorrelação serial.

$$\hat{e}_{it} = \rho \hat{e}_{i,t-1} + \text{erroit} \quad (10)$$

Deve-se, então, utilizar a estatística de teste t de Student para avaliar ρ sob a suposição de que os erros e_{it} possuem variância constante no tempo t e são serialmente não correlacionados. Uma vez identificada a presença de auto correlação e, ou heterocedastidade, métodos de correção devem ser empregados.

3.4. Formalização matemática do modelo utilizado

Diferentes modelos de Dado em Painel são elaborados, com diferentes considerações sobre os estimadores e os termos de uso. Neste sentido, o modelo geral é dado pela Equação 11.

$$Exp. lenha = f_{i0} + f_{i1} \cdot (temp)_{it} + f_{i2} (precip)_{it} + E_{it} \quad (11)$$

Em que f_{i1} e f_{i2} representam as mudanças climáticas na exploração de lenha quando uma unidade de temperatura média anual é gerada, ou quando uma unidade de precipitação total anual é proporcionada, respectivamente, mantidas as demais condições constantes.

Exp. lenha se refere a exploração de lenha medida em metros cúbicos no município i e no tempo t , $temp_{it}$ é a variável temperatura, $precip_{it}$ é a precipitação, também referente ao município i e no tempo t , E_{it} é o termo de erro ou fatores não observados

131 e 132 representam as mudanças climáticas na exploração de lenha quando uma unidade de temperatura média anual é gerada, ou quando uma unidade de precipitação total anual é proporcionada, respectivamente, mantidas as demais condições constantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados preliminares

Inicialmente são apresentados os resultados preliminares da caracterização da amostra utilizada. Posteriormente pode-se observar os resultados obtidos por meio da análise dos fatores que influenciaram a exploração de lenha no período de 1995 a 2015. Para efeitos de comparação entre regiões a Tabela 1 exibe a dinâmica de exploração da lenha no Brasil, na região Nordeste e na Paraíba ao longo dos anos de 1990 a 2015.

Extração de lenha (metros cúbicos)				
Regiões	1990	2000	2010	2015
Paraíba	1.824.415	855.574	589.082	495.625
Nordeste	53.064.962	26.703.474	22.876.895	16.349.314
Brasil	108.459.219	50.395.399	38.207.117	26.944.953

Tabela 1 — Evolução da exploração da lenha no Brasil, Nordeste e Paraíba
Fonte: IBGE, 2016.

De forma geral na Tabela 1 pode-se perceber que a exploração de lenha vem decrescendo ao longo dos anos estudados, ocorrendo uma redução de aproximadamente 75% no percentual de extração ao longo dos anos estudados. Quando se analisa a Paraíba frente a exploração de lenha no Brasil fica evidente que a mesma tem um pequeno percentual de participação, porém, quando se comparada ao Nordeste a participação de exploração de lenha chega a 3,43% da média total de exploração no nordeste.

No entanto, quando se tratando de Nordeste e Brasil, observa-se que o nordeste é responsável por quase metade da exploração média do país, chegando a um percentual de 48,9%, isso quando levando em consideração o ano de 1990, seguindo o mesmo raciocínio pra os demais anos. O que contribui para que o Nordeste seja um forte contribuinte com os percentuais de exploração de lenha no Brasil são as condições climáticas da região, sendo favoráveis a esse tipo de atividade.

A Figura 2 apresenta o comportamento de variáveis climáticas precipitação e temperatura ao longo do período estudado, ou seja, 54 anos (1961 — 2015) de modo a fazer comparações e entender o modo como tais variáveis se comportam com o passar do tempo e apresentando uma melhor visualização das diferenças regionais, da mesma forma que apresenta as series referentes ao Brasil, nordeste e Paraíba.

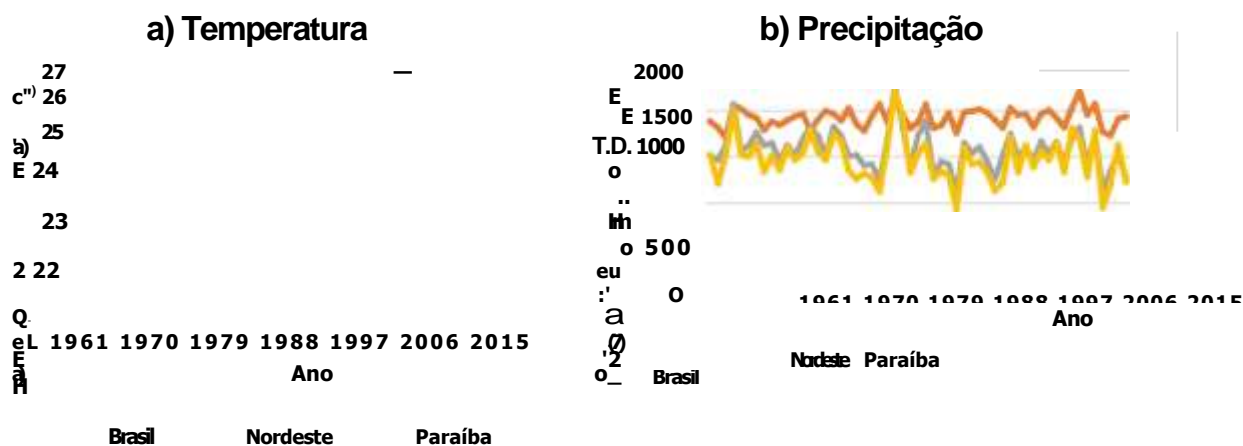


Figura 2a — Comportamento da temperatura durante os anos de 1961 a 2015

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 2b — Comportamento da precipitação durante os anos de 1961 a 2015

Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 2a mostra o gráfico das temperaturas médias registradas anualmente, a partir de 1961 até 2015. Possibilitando observar que a partir do ano de 2001 todos os anos apresentaram temperaturas médias anuais superiores à média climatológica, sendo a mesma de 24,74°C (INMET, 2015), apresentando tendências de aumento no decorrer dos anos.

Para os municípios Brasileiros a temperatura variou entre 22,5 e 24,1 °C, 25 e 26,7 para a região Nordeste e 24,8 e 26,4 °C para os municípios pertencentes ao estado da Paraíba. Dentro do presente cenário os resultados encontrados estão inteiramente de acordo com os dados publicados pelo INMET, 2015, onde ano de 2015 foi marcado pela sensação de calor maior que em anos recentes, também muito quentes. Segundo a Agência Espacial Americana (NASA,2016), o ano de 2015 foi o mais quente já registrado no planeta desde 1880, com 0,90°C acima da média do século XX e 0,16°C acima do recorde anterior, registrado em 2014.

É notório que, o cenário de aumento da temperatura acoplado as possíveis reduções dos recursos hídricos, podem vir a influenciar nos impactos negativos em diversas esferas, principalmente aquelas que dependem de forma direta dos fatores climáticas, a exemplo, a agricultura. De forma resumida, ao analisar a tabela 1 e a Figura 2a, ambas confirmam a necessidade de pesquisas voltadas a avaliar os efeitos das mudanças climáticas na região do semiárido, assim como apresentar medidas mitigadoras e de adaptação.

O volume médio de precipitação quando levando em consideração o Brasil, teve uma variação de 1400 a 1700 mm, mantendo-se relativamente constante ao longo do período analisado. Um padrão de variabilidade similar é apresentando entre o Nordeste e a Paraíba, apresentando picos, ou seja, uma maior precipitação entre os anos de 1981 e 1986. O Nordeste apresentou uma variabilidade média de 750 e 1800 mm, já a Paraíba a precipitação variou aproximadamente entre 450 e 1775 mm, como mostrado na Figura 2b. Deste modo, observa-se que seja qual for o conjunto de município observado, o padrão de precipitação se mostrou com reduzidas tendências de crescimento ou decréscimo no intervalo de tempo em estudo.

4.1.1. Exploração da lenha no estado da Paraíba

As figuras 3a e 3b mostram a distribuição geográfica da exploração média de lenha para os municípios e mesorregiões do estado da Paraíba, respectivamente, para o período de 1990 a 2015.

Figura 3a

Figura 3b

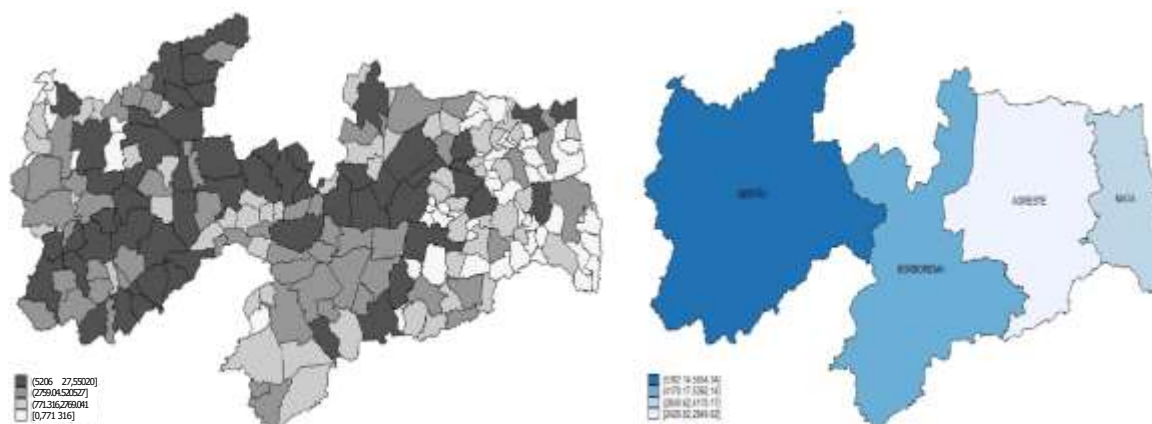


Figura 3 — Exploração média de lenha dos municípios e mesorregiões do estado da Paraíba
 Fonte: Elaboração própria a partir dos *shapefiles* do IBGE, 2017.

Como pode-se perceber os municípios com maiores níveis de exploração de lenha encontram-se concentrados no sertão do presente estado, enquanto que os menores níveis encontra-se localizados no Agreste e na Mata Paraibana, respectivamente. Deste modo, cada município Paraibano, quando analisado de forma separada e durante o intervalo de tempo em estudo mantiveram sua exploração continua durante todos os anos. De acordo com o IBGE, 2016 os municípios que se mostram a frente com relação a exploração média de lenha em metros cúbicos são: Catolé do Rocha, Sousa, Patos, Conceição, Junco do Seridó, Boqueirão, Barra de Santa Rosa e São João do Cariri.

O estado da Paraíba é dividido, segundo o IBGE em quatro mesorregiões sendo elas: Sertão, Borborema, Agreste e Mata. Como percebe-se na Figura 3b ocorre uma heterogeneidade de exploração de lenha entre as mesorregiões, havendo uma forte tendência de aumento de exploração ou redução da mesma, a depender dos fatores climáticos de cada mesorregião.

O Sertão Paraibano é a região do estado mais afetada por estiagens e seca e a que está mais propícia a ter a atividade de exploração de lenha como parte de sua economia, como mostrado na Figura 3b, já que os fatores climáticos não correspondem de forma positiva para se ter outros meios de sobrevivência, como exemplo, a agricultura familiar. A mata Paraibana como é caracterizada por apresentar clima tropical, quente e úmido (FIGUEIREDO, 2010), não apresenta esse tipo de atividade como sendo predominante da região, já que a mesma é favorecida por outros meios de sobrevivência.

De modo geral a extração lenha no estado da Paraíba tem uma forte relação com a economia do estado, tendo em vista que, dentre os 223 municípios pertencentes ao presente estado, apenas 2 municípios não tem esse tipo de atividade como sendo parte de sua economia local.

4.2 impacto das variáveis climáticas na produção da exploração de lenha

Com o objetivo de analisar o efeito das variáveis climáticas frente a exploração de lenha na Paraíba, foram realizados a estimação de seis modelos de regressão de dados em painel. Os resultados encontrados foram realizados a partir da regressão para os anos de 1990 a 2015, tendo em vista que se estimou uma equação econométrica que relacionou a variável de temperatura média e precipitação total com a variável dependente, no caso, a exploração de lenha.

Na Tabela 2 observa-se os valores encontrados para os testes econométricos, levando em consideração cada um dos modelos estudados. Para o teste de Chow calculou-se de maneira separada regressões para cada conjunto de dados, encontrando probabilidade de 0.756, deste modo, não rejeita a hipótese nula, ou seja, o intercepto é o mesmo para todas as unidades individuais, tendo o modelo *Pooled* como sendo o mais adequado. O teste de Hausman, assim como o de Breush-Pagan aceita-se a hipótese nula, de forma que, o teste de Hausman indica que as variáveis são não correlacionadas, sendo o modelo de efeito aleatório o que melhor se adequa a equação. Levando-se em consideração o teste de Breush-Pagan, o método de *Pooled* torna-se preferível, quando confrontado ao modelo de efeitos aleatórios. No Teste de Wald e Wooldridge como a probabilidade de ocorrência foi de 0,465 logo, não rejeita-se a hipótese nula, ocorrendo ausência de autocorrelação serial.

Teste	Estatística	p-valor
Teste de Chow	3.63	0.756
Teste de Hausman	36.53	0.000
Teste de Breush-Pagan	741.84	0.000
Teste de Wald e Wooldridge	94.36	0.465

Tabela 2 - Testes econométricos para os modelos de dados em painel
Fonte: Elaboração própria com base no programa Stata

A tabela 3 mostra os resultados encontrados para as estimações da Equação 11, levando em consideração os impactos das alterações climáticas, na exploração de lenha. Tais estimativas foram realizadas através dos testes econométricos. Para a formação destes resultados, foram considerados um total de 2371 observações e 221 municípios.

Variável	Coeficientes		
	Regressão 1	Regressão 2	Regressão 3
Constante	-17353.04*** (5595.075)	-10210.91 (6393.212)	-17691.85*** (5608.066)
Temperatura	958.5906*** (224.8915)	521.1108*** (255.7549)	965.9311*** (225.1531)
Precipitação	-3.045476*** (0.249977)	-1.255154*** (0.3298714)	-2.810394*** (0.2583932)
Agreste Paraibano		888.2117*** (293.4705)	
Borborema		3352.22*** (418.7899)	
Mata Paraibana		Referência	-1702.385*** (305.8688)
Sertão Paraibano		3450.847*** (406.9297)	
Número de observações	4789	4789	4789
Número de municípios	221	221	221

Tabela 3 - Estimativas para os municípios paraibanos

Fonte: Elaboração própria com base no programa Stata. Nota: 1) Entre parênteses encontra-se o desvio padrão; 2) Níveis de significância: ***: Significativo a 1%; **: Significativo a 5%; *Significativo a 10%.

Na regressão 1 da Tabela 3 mostra os coeficientes referentes a primeira equação estimada. Nessa versão do modelo foram utilizadas como variáveis explicativas temperatura e precipitação, de forma a capturar os efeitos dos direcionadores climáticos, referentes ao impacto desses na exploração de lenha nos municípios da Paraíba.

Nas duas primeiras colunas da Tabela 3 os sinais das variáveis climáticas precipitação e temperatura se mantiveram constantes, significativos e de acordo com o esperado, ou seja, o aumento da temperatura acoplado a redução do volume de precipitação em relação à média histórica, resultam em um aumento da atividade de exploração de lenha. De acordo com os resultados obtidos na Regressão 1, a resposta para a exploração de lenha ao aumento em uma unidade da temperatura é um aumento da mesma em 958.5906 metros cúbicos de lenha, mantido as demais variáveis constantes. Levando-se em consideração a precipitação, a queda em uma unidade desta variável resulta em um aumento de 3.045476 pontos percentuais.

Na regressão 2 criou-se uma variável *dummy* para cada uma das mesorregiões em estudo, tendo como referência a mesorregião da Mata Paraibana, já que o modelo faz uso de uma variável de referência para averiguar alguma influência nas disparidades regionais existentes sobre a exploração de lenha.

Deste modo a regressão 2 mostra que o aumento de um ponto percentual na anomalia da temperatura resulta em um aumento da exploração de lenha em 521.1108 metros cúbicos. No que se refere à precipitação, o coeficiente encontrado para a mesma regressão indica que a redução de um ponto percentual na anomalia da precipitação resulta em um aumento da exploração de lenha em 1.255154 pontos percentuais. Os resultados encontrados para as ambas as variáveis climáticas *Temperatura* e *Precipitação* corroboram a hipótese levantada por este estudo de que o clima é fator preponderante para a exploração de lenha nos municípios Paraibanos.

Quando se analisa a região do Agreste Paraibano percebe-se que as variáveis em estudo impactam positivamente a exploração de lenha na região, quando comparada a variável de referência, ou seja, a Mata Paraibana, de forma que as variáveis impactam positivamente a exploração de lenha, a uma ordem de 888.2117 metros cúbicos de lenha, isso quando mantido as demais variáveis constantes. Para as demais regiões segue o mesmo raciocínio.

Em relação à Regressão 3, analisa-se a Mata Paraibana, tendo as outras mesorregiões como referência. Os resultados encontrados foram similares, tanto em nível de significância, quanto de magnitude, aos resultados da Regressão 2, com exceção da constante que mostrou-se significativa, diferente da regressão 2. Os resultados exibidos na Tabela 3 indicam que ao se interagir a variável de referência com as variáveis climáticas, tanto a temperatura quando a precipitação se mostraram constantes e significativa. De modo que a temperatura impacta de forma positiva na exploração de lenha e a precipitação impacta negativamente a exploração da mesma, quando comparada as demais regiões, ou seja, um município inserido na Mata Paraibana tem uma probabilidade de exploração de 305.8688 metros cúbicos de lenha a menos do que os municípios inseridos nas demais mesorregiões em estudo.

De fato percebe-se que ocorre uma variação significativa com relação a mudança de temperatura e precipitação sobre a exploração de lenha no estado da Paraíba. Tais resultados estão relacionados as tendências de redução dos níveis de precipitação e aumento da temperatura, ou seja, a precipitação é inversamente proporcional a exploração de lenha, já a temperatura ocorre de forma contrária. Os maiores níveis de exploração são encontrados nos períodos de elevadas temperaturas. Isto decorre devido ao pequeno agricultor buscar na exploração de lenha uma forma de complemento de renda, ao mesmo tempo, que se torna mais vulnerável as épocas de estiagem, já que nos períodos chuvosos o mesmo tem a agricultura como sua principal renda.

Em decorrência das variabilidades climáticas, tem-se o aumento da percepção de vulnerabilidade e consequentemente ocorre um estímulo maior em busca de novos caminhos para a "resiliência", por fórmulas de adaptação e sobrevivência. As políticas de convivência com as secas são primordiais para o desenvolvimento de tais regiões. Atualmente o que tem contribuído para que o pequeno agricultor mantenha-se vulnerável a tais situações, são as atividades alternativas, como exemplo, a exploração de lenha nas épocas em que as precipitações não estejam favoráveis a agricultura.

O governo tem proporcionado algumas formas de adaptação, como a transposição do Rio São Francisco e o programa Um Milhão de Cisterna, que vem contribuindo para que a população menos favorecida tenha uma oferta maior de recursos hídricos e com isso consiga manter-se dentro dos padrões básicos de vida.

De forma resumida os resultados mostram que na exploração de lenha, os impactos das variáveis climáticas se comportam de maneira heterogênea, ou seja, tem regiões que são mais susceptíveis e existe regiões que são menos susceptíveis, revelando que o estado deve desenhar políticas públicas para o combate e adaptabilidade a esse cenário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas no presente estudo, conclui-se que a extração lenha no estado da Paraíba tem uma forte relação com a economia do estado, de modo que dos 223 municípios pertencentes ao presente estado, apenas 2 municípios não fazem uso desse tipo de atividade como sendo parte de sua economia local. No entanto, as regiões a qual a extração de lenha tem um forte percentual são as regiões

do Sertão e da Borborema.

Pode-se perceber que a Paraíba apresenta um baixo percentual de exploração de lenha quando se comparada a região Nordeste e ao Brasil respectivamente nos anos considerados (1990 a 2015).

Levando-se em consideração o comportamento das variáveis climáticas, percebe-se que dentro do presente cenário o Nordeste e a Paraíba apresentam-se como sendo uma das regiões a qual estão sendo mais afetadas frente as mudanças climáticas e conseqüentemente mais vulneráveis a tais fatores com relação aos padrões de precipitação o mesmo se mostrou com reduzidas tendências de crescimento ou decréscimo, ou seja, mantendo-se consideravelmente constante no intervalo de tempo em estudo.

A temperatura da Paraíba mostra-se com incidência de aumento ao longo dos anos. É notório que, o cenário de aumento da temperatura acoplado as possíveis reduções dos recursos hídricos, podem vir a influenciar nos impactos negativos em diversas esferas, principalmente aquelas que dependem de forma direta dos fatores climáticas, a exemplo, a agricultura.

Assim como em outros estudos, este trabalho conclui que as mudanças no clima são determinantes para o aumento da exploração da lenha. Destaque especial é dado à temperatura, que se mostrou mais decisiva para a ocorrência de tal atividade. De modo geral, os resultados obtidos nesse estudo reforçam a necessidade de planejamento considerando efeitos que possam vir a causar redução nos níveis de vulnerabilidade e adaptabilidade as mudanças climáticas, principalmente aquelas regiões em que sua economia depende de forma direta dessas variáveis climáticas.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S. (Coords.) Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira. São Paulo: EMBRAPA/ UNICAMP, 2008. 84p.

Ab'Saber, A. N. (1992) Os sertões: A originalidade da terra. *Ciência Hoje*. Volume especial Eco-Brasil. Rio de Janeiro: SBPC, maio de 1992, p. 4-14.

BAETHGEN, W. E. Climate Risk Management for Adaptation to Climate Variability and Change, *Crop Science*, v. 50, March-April, 2010.

BRITO, S. S. Tópicos atuais. Energia, economia, meio-ambiente: as fontes renováveis de energia no Brasil. *Revista Brasileira de Energia*, V.1, n.3, 1990. FAO Wood Energy. Promoting Sustainable Energy Systems. Forest Products Division. Rome, October, 2007.

BALTAGI, B. H. *Econometrics analysis of panel data*. 2 ed. Chichester, UK: Wiley & Sons, 2001.

CASTRO, E. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. **Novos Cadernos NAEN**, 2005. v. 8, n. 2, p. 5-39.

CHRISTOPHERSON, Susan, MICHIE, Jonathan, TYLER, Peter. **Regional Resilience**: theoretical and empirical perspectives. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 3, p. 3-10, 2010.

CENTRO DE TECNOLOGIA DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS (CTGAS-ER). Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Norte. Relatório Final. Natal: CTGAS-ER/MCT/SEBRAE-RN, 2012. 134 p.

EMBRAPA. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. São Paulo, 2011. Disponível em: Acesso em: <https://www.embrapa.br/biblioteca>. Acesso em 10 junho 2017.

EMBRAPA. Panorama atual da produção de carvão vegetal no Brasil e no cerrado. Planaltina — DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 37.

FILHO, H. M. Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil. Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo (IPC-IG) Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Brasília, DF, 2016.

FIGUEIREDO, V.S. Sustentabilidade ambiental para o Semiárido paraibano: á busca de estratégias para o município de Juazeirinho —PB. Porto Alegre — RS, jul. 2010. XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FXBIOydvaUJ:www.agb.org.br/evento/download.php%3FidTrabalho%3D2584+&cd=14&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 20 junho 2017.

Gujarati, D. *Econometria Básica*. Campus, Rio de Janeiro, 2006. 4th edition.

GREENE, William H. **Econometric Analysis** 5th ed. Prentice-hall. 2003.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. Pearson Education India, Seventh Edition, 2012.

HSIAO, C. *Analysis of panel data*. 2 ed. Nova York: Cambridge University Press, 2. Ed. 2003. 359 p. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de pesquisa, Coordenação de Agropecuária, Produção e Extração Vegetal e de Silvicultura. 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2015/default.shtm>. Acesso em: 21 julho de 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Produção de extração vegetal e da silvicultura. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa/pevs/default.asp>. Acesso em: 26 abril 2017.

IPCC. *Climate Change 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change - scientific-technical analysis*. Cambridge: University Press, 2007.

IPCC. (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima). *Mudança do Clima 2007: a base das Ciências Física*. Paris: OMM/PNUMA, 2007.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate change 2007: the physical science basis summary for policymakers*. [S.l.], 2007a. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

MARENGO, J. A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: MMA. 2007. 2ª edição.

MARENGO, J. A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p. il. (Biodiversidade, 26).

MARENGO, J. *Mudanças climáticas globais e regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro*. *Revista Brasileira de Meteorologia*, n. 16, p. 1-18, 2002.

MARGULIS, S.; DUBEUX, C. B. S.; MARCOVITCH, J. *Economia da mudança climática no Brasil: custos e oportunidades*. São Paulo: IBEP. 2010.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional**. Brasília: MME, 2015 1 0 0 p. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal.aspx?anoColeta=2016&anoFimColeta=2015>>. Acesso em: 25 maio 2017.

MARTIN, Ron; SUNLEY, Peter. **On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation**. *Journal of Economic Geography*. Vol. 15, pp. 1-42, 2015.

PIKE, Andy; DAWLEY, S.; TOMANEY, J. **resilience, adaptation and adaptability**. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, n.3, pp. 59-70, jan. 2010.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética e o manejo florestal da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. Cap. 01, p. 65-75.

SÁ, V. C. **CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: Desafios e possibilidades de uma comunidade rural**. Universidade do Porto, 2012.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética e o manejo florestal da caatinga. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 65-75.

RIEGELHAUPT, E. M.; FERREIRA, L. A. Estudo dos produtos florestais no setor domiciliar do estado da Paraíba. In: **Atualização do diagnóstico florestal do estado da Paraíba João Pessoa: Sudema, 2014. p. 167-190.**

SILVA, L. L. Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba. Parte da Dissertação de Mestrado em Meteorologia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.13, n.4, p.454-461, 2009.

SIMMIE, James; MARTIN, Ron. **The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach**. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, n.3, pp.27-43, jan. 2010.

SANTOS, F. T. Resiliência estratégica para um desenvolvimento regional sustentável. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: <http://www.apdr.pt/siteRPER/numeros/RPER20/20.3.pdf>. Acesso em 01 junho 2017.

SÁ, I. B., FOTIUS, G. A., RICHE, G. R. Degradação ambiental e reabilitação natural no Trópico Semiárido brasileiro In: **CONFERENCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza, CE. Anais...** Brasília. DF: SEPLAN, 1994.

SILVA, Lúcia Maria Tavares da. Características da Urbanização na Paraíba. João Pessoa: Revista Cadernos do Logepa, 2004.