



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS



GRAZIELA PINTO DE FREITAS

**AVALIAÇÃO REGIONAL DA EXPLORAÇÃO DE LENHA E
SEU USO NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NA
PARAÍBA**

JOÃO PESSOA - PB
2019

PPGER / MESTRADO ACADÊMICO Nº 40

GRAZIELA PINTO DE FREITAS

**AVALIAÇÃO REGIONAL DA EXPLORAÇÃO DE LENHA E
SEU USO NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NA
PARAÍBA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal da Paraíba, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Energias Renováveis do
Centro de Energias Alternativas e
Renováveis, área de concentração energias
renováveis, para a obtenção do título de
Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Luiz Moreira Coelho Junior

Coorientador

Prof. Dr. Pablo Aurélio Lacerda de Almeida Pinto

**JOÃO PESSOA - PB
2019**

Catlogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F866a Freitas, Graziela Pinto de.

AVALIAÇÃO REGIONAL DA EXPLORAÇÃO DE LENHA E SEU USO NA
INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NA PARAÍBA / Graziela
Pinto de Freitas. - João Pessoa, 2019.
130 f.

Orientação: Luiz Moreira Coelho Junior.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CEAR.

1. Lenha - produção. 2. Economia florestal. 3.
Aglomerados. 4. Cerâmica vermelha. 5. Reflorestamento.

UFPB/BC

GRAZIELA PINTO DE FREITAS

**AVALIAÇÃO REGIONAL DA EXPLORAÇÃO DE LENHA E SEU USO NA
INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NA PARAÍBA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal da Paraíba, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Energias Renováveis do
Centro de Energias Alternativas e
Renováveis, área de concentração em
energias renováveis para a obtenção do
título de Mestre.

APROVADA em 27 de Fevereiro de 2019.



Prof. Dr. Raphael Abrahão

UFPB

Prof. Dr. Pablo Aurélio Lacerda de Almeida Pinto

UPE



Orientador(a)

Prof. Dr. Luiz Moreira Coelho Junior

**JOÃO PESSOA - PB
2019**

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por me proteger diariamente e sempre ter me encorajado nos momentos difíceis durante esta caminhada.

À minha mãe, Maria Socorro ao meu pai, Gabriel de Freitas, e a minha irmã Gabriela, por terem acreditado e confiado em mim. Aos senhores todo o meu respeito e admiração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz M. Coelho Junior pelos ensinamentos transmitidos e ao Prof. Dr. Pablo Aurélio. A vocês muito obrigada!

Aos meus queridos amigos Wallysson e Ingrid, que mesmo diante da correria diária, sempre estavam prontos para me ajudar em qualquer situação. Muito obrigada pelo auxílio e independente da ajuda, vocês são pessoas sensacionais.

Ao grande colega, Edvaldo Santos, pela contribuição que me passou.

À todos os professores do PPGER que contribuíram para a minha formação acadêmica durante o curso de mestrado.

À CAPES, pelo financiamento da bolsa de estudos durante o mestrado.

Enfim, às pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa e sempre confiaram em mim. A todos, meus sinceros agradecimentos!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

“Seja forte e corajoso!”

Josué 1:9

RESUMO

A lenha é um recurso energético importante para a economia do estado da Paraíba, por ser uma fonte de combustível de baixo custo e amplamente utilizada por empresas de diversos segmentos. Esta dissertação avaliou as questões regionais e ambientais da exploração da lenha e seu uso na indústria de cerâmica vermelha na Paraíba, no período de 1990 a 2016. Como estratégia empírica utilizou a regressão com dados em painel, a estatística *Scan* puramente espacial, os índices de concentração e apresentou uma proposta de mitigação das emissões de CO₂ geradas pelas empresas de cerâmica vermelha, por meio de estimativa de áreas reflorestadas. Os principais resultados foram: a precipitação impacta negativamente, já a temperatura influencia positivamente na exploração de lenha do estado. Os municípios pertencentes às mesorregiões do Sertão e Borborema são mais impactados pelas variáveis climáticas e apresentam-se com maiores níveis de exploração de lenha quando comparados às demais mesorregiões. Houve detecção de *cluster* de produção de lenha, sendo que no ano de 1990 e 2000, o maior número de casos concentram-se na mesorregião do Sertão da Paraíba, já para os anos de 2010 e 2016 os maiores níveis de produção de lenha pertenceram a mesorregião da Borborema. A Razão de Concentração da quantidade de firmas de cerâmica vermelha na Paraíba, $CR(4)$ e $CR(8)$, para os municípios apresentaram concentração moderadamente baixo e para as microrregiões uma concentração moderadamente alta a muito alta. O Índice de Herfindahl-Hirschman (*HHI*) demonstrou um mercado altamente competitivo. A Entropia de Theil (*E*) municipais, microrregionais e mesorregionais da Paraíba indicaram um mercado não concentrado, corroborando com as análises do *HHI*. O coeficiente de Gini (*G*) mostrou desigualdade forte nos municípios e microrregiões, e desigualdade fraca a média para as mesorregiões. A média do consumo específico por empresa de cerâmica estudada foi de 0,75 st/milheiro. As empresas emitiram um total de 890.293 kgCO₂-eq/ano. As áreas necessárias para mitigação de CO₂ por empresa, variou entre 1.000 a 15.549 ha de reflorestamento a depender a espécie florestal utilizada.

Palavras-chave: Variáveis climáticas; Exploração de lenha; Cerâmica vermelha.

ABSTRACT

Firewood is an important energy resource for the Paraíba State economy, as it is a low-cost source of fuel widely used by many segments of the industrial sector. This dissertation evaluated the regional and environmental issues of firewood exploitation and its use in the red ceramic industry in Paraíba, from 1990 to 2016. As an empirical strategy, it uses regression with panel data, purely spatial scan statistics, concentration and mitigated the CO₂ emissions generated by the industries of red ceramics, by means of estimation of reforested areas. The main results were; negatively impacts on rainfall, since the temperature positively influences the exploitation of firewood in the state. The municipalities belonging to the Backwoods and Borborema mesoregions are more impacted by climatic variables and present higher levels of logging compared to the other mesoregions. There was detection of wood production cluster, and in 1990 and 2000, the highest number of cases were concentrated in the Backwoods do Paraíba meso-region. In 2010 and 2016, the highest levels of firewood production belonged to Borborema mesoregion. The concentration ratio of the number of red ceramic industries in the state of Paraíba, CR(4) and CR(8), for municipalities presented a moderately low concentration and for the microregions a moderately high to very high concentration. The Herfindahl-Hirschman Index (HHI) has demonstrated a highly competitive market. The Entropia of Theil (E) municipal, microregional and mesoregional of Paraíba indicated a non-concentration market, corroborating with HHI analyzes. The Gini coefficient (G) showed strong inequality in the municipalities and microregions, and weak to average inequality for the mesoregions. The average of the specific consumption per ceramic industry studied was 0.75 st/mil. The industries issued a total of 890.293 kgCO₂-eq / year. The areas required for CO₂ mitigation per industry varied between 1,000 and 15,549 ha of reforestation, depending on the forest species used.

Keywords: Climate variables; Firewood production; Red ceramics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribuição por Estado do Nordeste da produção de cerâmica vermelha.....	31
Figura 1.2. Distribuição das indústrias de cerâmica vermelha na Paraíba.....	32
Figura 2.1. Localização do estado da Paraíba na região Nordeste e no Brasil	41
Figura 2.2. Evolução do comportamento da temperatura média anual e precipitação média anual para o Brasil, Nordeste e estado da Paraíba, no período de 1990 a 2015.....	51
Figura 3.1. Localização do estado da Paraíba no Brasil e na região Nordeste.....	66
Figura 3.2. Distribuição das medidas separatrizes, por meio dos quartis, da produção média anual (m^3) de lenha no extrativismo vegetal dos municípios da Paraíba para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016	72
Figura 3.3. Identificação dos <i>Clusters</i> de produção de lenha no extrativismo vegetal por município no estado da Paraíba, em 1990, 2000, 2010 e 2016	74
Figura 4.1. Localização geográfica do estado da Paraíba, no Brasil e na Região Nordeste ...	86
Figura 4.2. Quartis de concentração de cerâmica vermelha para os municípios e microrregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006, 2010 e 2016	92
Figura 4.3. Evolução da Razão de Concentração das empresas de cerâmica vermelha por municípios e microrregiões do estado da Paraíba no período de 2006 a 2016	94
Figura 4.4. Índices Herfindahl-Hirschman (<i>HHI</i>), limite inferior do <i>HHI</i> (<i>LI</i>) e <i>HHI</i> ajustado (<i>HHI'</i>) para a quantidade de cerâmica vermelha para os municípios, microrregiões e mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016	96
Figura 4.5. Entropia (<i>E</i>), limite superior e entropia ajustada para a quantidade de cerâmica vermelha para os municípios, microrregiões e mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016.....	97
Figura 4.6. Índice de Gini para a quantidade de cerâmica vermelha para os municípios, microrregiões e mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016	98
Figura 5.1. Localização dos municípios de Taperoá, Pombal, Juazeirinho, Soledade, Itaporanga e Santa Luzia, do estado da Paraíba	106
Figura 5.2. Consumo específico de lenha por tipo de forno das indústrias de cerâmica vermelha no estado da Paraíba	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Quantidade produzida na extração vegetal no Brasil, Nordeste e Paraíba para os anos de 1990 a 2015	17
Tabela 1.2. Produção de cerâmica vermelha na região Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil	30
Tabela 2.1 Descrição dos modelos de regressão para estimar os impactos da precipitação, da temperatura e das variáveis dummy das mesorregiões na produção da lenha da Paraíba.....	50
Tabela 2.2 Comportamento da produção de lenha do extrativismo vegetal no Brasil, Nordeste e Paraíba, em mil metros cúbicos (10 ³ m ³), nos anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015.....	52
Tabela 2.3 Testes econométricos para escolha do modelo de dados em painel (Pooled, Efeito Fixo e Efeito Aleatório) que melhor se adequava aos dados	55
Tabela 2.4 Estimativas dos modelos de regressão para avaliar os impactos da precipitação, da temperatura e das variáveis dummy das mesorregiões na produção da lenha nos municípios do estado da Paraíba, no período 1990-2015.....	55
Tabela 3.1. Evolução da produção (m ³) de lenha do extrativismo vegetal, das mesorregiões do estado da Paraíba, para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016.....	71
Tabela 3.2. Extrato dos quartis de produção (m ³) de lenha no extrativismo vegetal dos municípios da Paraíba para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016.....	75
Tabela 3.3. Característica dos clusters de produção de lenha (m ³) no extrativismo vegetal nas mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016	75
Tabela 4.1. Classificação do grau de concentração do indicador de Razão Concentração [CR(k)]	88
Tabela 4.2. Evolução das empresas de cerâmica vermelha nas mesorregiões do estado da Paraíba no período de 2006 a 2016	90
Tabela 4.3. Extrato dos quartis de quantidade de empresa de cerâmica vermelha para os municípios e microrregiões da Paraíba para os anos de 2006, 2010 e 2016.....	85
Tabela 5.1. Valores das variáveis silviculturais e tecnológicas das espécies Jurema Preta, Sabiá e Angico utilizadas para as determinações das estimativas de áreas de reflorestamentos necessárias para a efetiva mitigação das emissões de CO ₂	108

Tabela 5.2. Variáveis de saída Estoque volumétrico, Estoque mássico, Estoque de carbono, estoque de gás carbônico CO ₂ , Taxa de sequestro de CO ₂ e, área de reflorestamento estimada em função das espécies Jurema Preta, Sábida e Angico	108
Tabela 5.3. Consumo anual (m ³) e Participação (%) da procedência da lenha utilizada nas empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba	110
Tabela 5.4. Qualidade e perdas de produção (%) de materiais cerâmicos nas indústrias de cerâmica vermelha no estado da Paraíba	108
Tabela 5.5. Consumo anual de lenha e quantificação dos impactos associados a queima de lenha em kg CO ₂ -eq para as indústrias A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K no ano de 2013.....	108
Tabela 5.6. Estimativa das áreas reflorestadas para as empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba utilizando a espécie florestal Jurema Preta, Sabia e Angico	110

SUMÁRIO

1.1. OBJETIVO	14
1.1.1. Objetivo geral	14
1.1.2. Objetivos específicos	15
1.2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
1.2.1. Histórico do uso da lenha	15
1.2.1.1. Produção de lenha para o Brasil, Nordeste e Paraíba	16
1.2.2. Energias renováveis	19
1.2.3. Mudanças climáticas globais	20
1.2.4. Impacto das mudanças climáticas sobre a agricultura e recursos florestais	22
1.2.5. Processo de desertificação	23
1.2.6. Resiliência e desenvolvimento econômico regional no semiárido	24
1.2.7. Políticas públicas de combate e resiliência a seca	24
1.2.8. Indústria de cerâmica vermelha	26
1.2.8.1. A indústria de cerâmica vermelha no Brasil	27
1.2.8.2. Distribuição de cerâmica vermelha no Nordeste	28
1.2.8.3. Distribuição de cerâmica vermelha na Paraíba	29
1.2.8.4. Tipos de fornos utilizados pelas empresas de cerâmica na Paraíba	30
1.2.9. Estatística <i>Scan</i>	31
1.2.10. <i>Clusters</i> industrial	32
1.2.11. Medidas de concentração	33
2. ARTIGO 1 - EFEITOS DOS ELEMENTOS CLIMÁTICAS NA EXPLORAÇÃO DE LENHA NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL	34
2.1. INTRODUÇÃO	36
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	37
2.2.1. Objeto de estudo	37
2.2.2. Modelo de dados em Painel	39
2.2.2.1. Modelo <i>Pooled</i> (POLS)	40
2.2.2.2. Modelo de Efeito Fixo	41
2.2.2.3. Modelo de Efeito Aleatório	41
2.2.3. Teste para os modelos de dados em painel	42
2.2.3.1. Teste de Chow	42
2.2.3.2. Teste de Hausman	42
2.2.3.3. Teste multiplicador de Lagrange Breusch-Pagan	43
2.2.3.4. Teste de Wald e de Wooldridge	44
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
2.3. Impacto das variáveis climáticas na exploração de lenha	48
2.4. CONCLUSÃO	51
REFERENCIAS	51
3. ARTIGO 2 - DETECÇÃO DE <i>CLUSTERS</i> ESPACIAS NA PRODUÇÃO DE LENHA NA PARAÍBA (1990 - 2016)	56
3.1. INTRODUÇÃO	58
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	60
3.2.1. Objeto de estudo	60
3.3.2. Estatística <i>Scan</i>	61
3.3.2.1. Teste de Verossimilhança (LLR)	62
3.3.2.2. Teste de Monte Carlo	63

3.3.2.3. Risco Relativo (RR).....	63
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
3.3.1. ... <i>Clusters</i> de produção de lenha no extrativismo vegetal nos municípios do estado da Paraíba nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2016.....	67
3.4. CONCLUSÃO.....	70
4. ARTIGO 3 - CONCENTRAÇÃO REGIONAL DAS EMPRESAS DE CERÂMICA VERMELHA NA PARAÍBA (2006 - 2016).....	75
4.1. INTRODUÇÃO.....	77
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
4.2.1. Objeto de estudo	79
4.2.2. Medidas de Concentração.....	80
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
4.3.1. Medidas de Concentração de cerâmica vermelha na Paraíba.....	86
4.4. CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS	92
5. ARTIGO 4 - ANÁLISE AMBIENTAL DO CONSUMO DE LENHA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NA PARAÍBA	94
5.1. INTRODUÇÃO.....	96
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	97
5.2.1. Objeto de estudo	97
5.2.2. Procedência da lenha, consumo específico e qualidade de produção das empresas de cerâmica vermelha na Paraíba	99
5.2.3. Pegada de carbono associada ao consumo de lenha	99
5.2.4. Mitigação das emissões de CO ₂ do setor de cerâmica vermelha via reflorestamentos no estado da Paraíba	99
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
5.3.1. Procedência e consumo de lenha utilizada pelas empresas e qualidade de produção.....	101
5.3.2. Pegada de carbono associada ao consumo de lenha pelas empresas de cerâmica vermelha.....	104
5.3.3. Mitigação de CO ₂ via reflorestamento.....	105
5.4. CONCLUSÃO.....	106
REFERÊNCIAS	107
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
7. REFERÊNCIAS	113

1. INTRODUÇÃO GERAL

Desde tempos antigos, o homem utiliza o fogo, a tração animal e outras formas de obtenção de energia para satisfazer suas necessidades básicas. É notório que o desenvolvimento da humanidade depende de forma direta do consumo energético, com ênfase para utilização racional e controlada das fontes de energia (ASSALI; KHATIB; NAJJAR, 2019).

De acordo com Bulut e Muratoglu (2018), as preocupações com o esgotamento das fontes de energias fósseis e os crescentes problemas ambientais fizeram com que a matriz energética se tornasse cada vez mais insegura. Este cenário contribuiu para que os países buscassem mudanças dentro desse segmento, intensificando o aproveitamento de outras fontes de energia, sobretudo, as renováveis, com ênfase na biomassa florestal, lenha.

De acordo com dados do Balanço Energético Nacional – BEM (2018), no ano de 2017 8,0% da oferta interna de energia foi proveniente da lenha juntamente com o carvão vegetal. A lenha é considerada por Lora e Andrade (2004), como sendo de grande potencial energético, tanto em nível mundial como para o Brasil. A lenha, umas das fontes renováveis de biomassa, sempre esteve presente no desenvolvimento da humanidade, sendo seu primeiro uso voltado exclusivamente para o aquecimento de alimentos, hoje passa a ser utilizada para geração de energia térmica, mecânica e elétrica (BRITO, 1990). Atualmente, o uso da lenha está associado a variáveis como: nível de desenvolvimento do país, disponibilidade de florestas, questões ambientais, bem como a competição econômica com outros tipos de fontes energéticas, a exemplo do petróleo, gás natural e hidroeletricidade (MARTINS et al., 2018).

A lenha apresenta várias vantagens, podendo ser utilizada como fonte de energia em vários setores industriais, dentre eles, o de cerâmica vermelha. Segundo o Ministério das Minas e Energia do Brasil (2004), no Brasil, 49% das indústrias de cerâmica utilizam a lenha como combustível.

Em 2017, o Brasil possuía mais de 6.000 fábricas de cerâmica distribuídas no território nacional, com faturamento anual de R\$ 18 bilhões e participou com 4,8% da indústria da construção civil no país. Este setor é responsável pela fabricação de mais de 2 bilhões de peças de cerâmica (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA – ANICER, 2018).

Segundo dados da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SINDICER, 2017), o estado da Paraíba possui 150 empresas de cerâmicas em seu

cadastro. A maioria das cerâmicas atende a um mercado consumidor geograficamente próximo já que o baixo valor agregado ao seu produto inviabiliza frete para regiões distantes (CARVALHO et al., 2005). Percebe-se que a lenha é uma importante fonte de combustível, principalmente, pelo seu potencial renovável, baixo custo e bastante utilizada pelo setor cerâmico na Paraíba. A dissertação foi desenvolvida em cinco partes.

Na primeira parte do estudo realizou um referencial teórico a respeito do histórico do uso da lenha, produção de lenha para o Brasil, Nordeste e Paraíba, energias renováveis, mudanças climáticas globais, impacto das mudanças climáticas sobre a agricultura e recursos florestais, processo de desertificação, resiliência e desenvolvimento econômico regional no semiárido, políticas públicas de combate e resiliência a seca, indústria de cerâmica vermelha, indústria de cerâmica vermelha no Brasil, distribuição de cerâmica vermelha no Nordeste, distribuição de cerâmica vermelha na Paraíba, tipos de fornos utilizados pelas empresas de cerâmica na Paraíba, estatística scan, clusters industrial e medidas de concentração.

No capítulo 2, utilizou-se a estratégia empírica de regressão com dados em painel, para avaliar o efeito das variáveis climáticas na exploração de lenha no estado da Paraíba. No capítulo 3 foi realizado a detecção de *cluster* de produção de lenha na Paraíba para os anos de 1900, 2000, 2010 e 2016. Utilizou-se a Estatística *Scan* com o objetivo de delinear regiões críticas por meio de algoritmos computacionais gráficos.

No capítulo 4 analisou-se a concentração de empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba, para os anos de 2006 a 2016, por meio de índices: Razão de Concentração [$CR(k)$], Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), Entropia de Theil (E) e o coeficiente de Gini (G). No capítulo 5 executou uma análise ambiental do consumo de lenha por empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba, e apresentou um método de mitigação das emissões de CO_2 via reflorestamento.

1.1. OBJETIVO

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar as questões econômicas e ambientais da produção da lenha e seu uso na indústria de cerâmica vermelha na Paraíba.

1.1.2. Objetivos específicos

- I. Analisar os efeitos dos elementos climáticos na exploração de lenha nos municípios do estado da Paraíba, no período de 1990 a 2015;
- II. Detectar *clusters* espaciais de produção de lenha na Paraíba para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016;
- III. Analisar a concentração de empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016;
- IV. Realizar uma análise ambiental do consumo de lenha em empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba.

1.2. REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1. Histórico do uso da lenha

A lenha é um importante recurso natural que historicamente serviu como fonte de energia, primeiramente para aquecimento e cocção de alimentos e, posteriormente, para a promoção do avanço tecnológico (fornos, caldeiras, indústria moveleira, geração de energia a partir de biomassa), colaborando para o desenvolvimento da sociedade humana (BRITO; CINTR, 2004). Trata-se, portanto, de uma importante fonte de energia primária, tanto para países desenvolvidos como para parcelas significativas da população dos países em desenvolvimento.

Na Idade Média, as primeiras descobertas desenvolveram grandes mudanças no uso da energia. Com o passar dos anos, a evolução tecnológica possibilitou o uso de outras fontes energéticas. Isto fez com que a lenha perdesse sua importância. No início do século XVIII, por ser abundante e barato, o carvão mineral passou a ser mais utilizado como fonte energética. Em 1772, a invenção da máquina a vapor fez do carvão um marco para a Revolução Industrial. E, juntamente ao início da Revolução Industrial iniciou a era dos combustíveis fósseis (FARIAS; SELITTO, 2011).

O consumo de energia, ao longo do século XX, cresceu proporcionalmente aos avanços tecnológicos. Isto levou ao uso intenso do petróleo e, conseqüentemente, a uma grande quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera, agravando o efeito estufa. Entre os anos de 1973 e 1980, ocorreram crises energéticas por conta da escassez do petróleo. Na primeira Crise do Petróleo, a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) reduziu a produção do energético e aumentou o preço nominal do barril. O aumento do

preço do petróleo promoveu a implantação de políticas de substituição de energia por parte dos países importadores de petróleo (MARTINS, 2015).

As crises energéticas aumentaram a necessidade de intensificar o aproveitamento de outras fontes energéticas, inclusive da lenha (COELHO JUNIOR, 2004). No cenário mundial, é válido ressaltar que o uso da lenha para energia é mais evidente em países em desenvolvimento, servindo como um componente de vital importância no suprimento de energia primária. O uso da biomassa é uma ferramenta importante no crescimento econômico e tecnológico das nações em desenvolvimento. Fatores primordiais para a luta contra a pobreza, como a geração de emprego, independência energética e adaptação às alterações climáticas, são apontados no levantamento realizado pelo Instituto Internacional para Ambiente e Desenvolvimento (BRITO, 2007).

O uso da biomassa de origem florestal vem sendo valorizado e se constitui como uma fonte alternativa de energia. Segundo dados do Balanço Energético Nacional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2015), a oferta interna de fontes renováveis de energia no Brasil passou de 44,0% em 2004 para 47,3% em 2009 onde obteve o maior índice já registrado até o momento.

No ano de 2014 houve uma redução atingindo 39,4%, em decorrência da queda da energia hidráulica. No caso da produção de lenha tem-se verificado uma queda contínua no mesmo período, passando de 13,2% para 8,1% da oferta interna (EPE, 2015).

Dados do segmento da produção florestal demonstram a alta produtividade e competitividade dos plantios florestais para a produção de madeira no Brasil. De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (2015), a produtividade medida pelo incremento médio anual (IMA) dos plantios de eucalipto das suas empresas associadas foi de 39 m³/ha.ano em 2014. Esses resultados são superiores aos verificados nos principais países produtores de florestas do mundo, reflexo de condições climáticas favoráveis, de pesquisas e investimentos do setor. Soares et al. (2010) concluíram que a produção e comercialização da madeira de eucalipto no Brasil, nos diferentes sistemas de cultivo analisados, apresentou lucratividade privada e social positiva, sobretudo em áreas motomecanizáveis.

1.2.1.1. Produção de lenha para o Brasil, Nordeste e Paraíba

O Brasil tem elevada dependência por produtos florestais, sendo que nos últimos anos o valor de produção florestal vem reduzindo como pode-se observar na Tabela 1.1. Com relação ao consumo desse material, o mesmo está distribuído entre o setor industrial

cerâmico 52,3%, setor residencial com 24,6%, e as atividades agropecuárias possuem uma estimativa de 23,9% do consumo total de lenha (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

No ano de 2006 foi estimada uma demanda de lenha de 25,1 milhões de estéreos por ano, no setor industrial e mais de 9,4 milhões estéreos para o uso doméstico (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010).

Tabela 1.1. Quantidade produzida (m³) na extração vegetal no Brasil, Nordeste e Paraíba para os anos de 2000 a 2015.

Ano	Brasil (x10 ⁶)	Nordeste (x10 ⁶)	Paraíba (x10 ³)
2000	50,3	26,7	855,5
2001	49,0	26,1	838,7
2002	49,5	26,2	739,6
2003	47,2	25,6	681,7
2004	47,1	25,3	681,5
2005	45,4	25,1	653,7
2006	45,1	24,9	625,2
2007	43,9	23,8	591,1
2008	42,1	23,1	609,4
2009	41,4	23,1	605,0
2010	38,2	22,8	589,0
2011	37,5	22,6	529,3
2012	34,3	19,9	495,8
2013	30,9	17,7	470,6
2014	28,9	16,9	484,1
2015	26,9	16,3	495,6

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2016).

A lenha pode ser utilizada diretamente como fonte de combustível, podendo ser transformada em combustíveis sintéticos ou como insumo para as indústrias. De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (2015) o Brasil é considerado um dos principais países produtores de lenha do mundo, reflexo de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de florestas e ao investimento em pesquisas do setor (SOARES et al., 2010).

Entretanto, apesar dos altos rendimentos alcançados pela silvicultura brasileira, a produção de lenha ainda utiliza parcela significativa de florestas nativas como matéria-prima. Desta forma, as plantações florestais não são capazes de suprir toda a demanda das empresas, havendo um *deficit* anual médio de quase 50% (no mínimo 100 mil ha), suprido

com resíduos e manejo de florestas naturais (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA, 2009).

A região Nordeste produz mais de 50% do total brasileiro (Tabela 1.1). No Nordeste a produção de lenha atende as demandas locais com destaque para as empresas de cerâmica vermelha, ao qual consomem cerca de 8 milhões de metros cúbicos de lenha por ano. Como pode-se observar, ao longo dos anos vem ocorrendo um decréscimo no que diz respeito a produção de lenha para fins energéticos no Nordeste.

Tratando-se do estado da Paraíba, o estado apresenta elevada dependência de lenha como matriz energética em seus processos produtivos. Sendo assim, sempre houve uma forte participação do energético florestal relacionada as atividades industriais e domiciliares sendo que 56,8% da energia utilizada provêm de sua vegetação nativa, enquanto no ramo industrial esse índice chega a aproximadamente 80% (RIEGELHAUPT; FERREIRA, 2014).

Na Paraíba, muitas famílias tem na exploração da lenha uma renda complementar, sobretudo, durante o período de estiagem, o que proporciona também oportunidade para os na oferta dessa mercadoria. O consumo de lenha é um fator importante na produção da mesma, pois esta pode se encontrar vinculada a desigualdades entre lugares. A distribuição geográfica da exploração de lenha depende fortemente dos público consumidor, logo as demandas de lenha geram aglomerados fornecedores ao redor dos polos de consumo (TRAVASSOS; SOUZA, 2014).

Em 2015, teve o consumo de $495,6 \times 10^3 \text{ m}^3$ de lenha na Paraíba e o balanço energético estadual demonstrou que 13,9% do consumo de lenha foram provenientes de manejo florestal (SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE – SUDEMA, 2004). Travassos e Souza (2014) afirmaram que o consumo de produtos florestais da Paraíba que pode ser considerada semelhante aos outros estados do Nordeste, apresentando alta dependência de lenha como matriz energética tanto no setor industrial quanto domiciliar.

No estado da Paraíba, o principal consumidor de lenha foi a indústria de cerâmica, necessária para a atividade de queima e secagem de seus produtos. Como a lenha é considerada a fonte de combustível mais barata do mercado ela se consolidou como sendo a principal fonte de energia desse setor (CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS - CTGÁS, 2012).

Dois grandes polos produtores de cerâmica vermelha fazem parte do estado, sendo estes localizados na cidade de João Pessoa e Santa Luzia, ambos consomem aproximadamente $900.000 \text{ st.ano}^{-1}$ (PEREIRA FILHO, 2010). Segundo Travassos e Sousa, 2014 outro fator significativo para o consumo de lenha é a proximidade geográfica com estados vizinhos, pois a lenha que é extraída é transportada para estes estados.

1.2.2. Energias renováveis

Os combustíveis fósseis como carvão, gás e petróleo são fontes de energia consideradas finitas, ou seja, com o decorrer do tempo se esgotarão, e não bastando isso, ainda são combustíveis caros e prejudiciais ao meio ambiente (ASSALI; KHATIB; NAJJAR, 2019). Levando-se em consideração os impactos negativos causados pelos combustíveis fósseis, deu-se início a busca por fontes menos prejudiciais ao meio ambiente.

As fontes de energias renováveis são a opção mais indicada para substituição dos combustíveis fósseis, pelo fato de quando comparados a outras fontes energéticas, provocam um menor impacto ambiental e, reduzem o uso de produtos derivados do petróleo. No entanto, todas as fontes de energia devem ser utilizadas de maneira sustentável e econômica para que possam garantir sua utilização de forma contínua e segura (KARKANIA; FANARA; ZABANIOTOU, 2012).

As tecnologias renováveis estão se expandindo no mundo inteiro. Segundo dados da *Renewable Energy Policy Network – REN* (2013), entre 2010 e 2011, o mercado mundial de energias renováveis recuperou-se, após uma recessão global em 2009, com crescimento variando até 74 %, dados estes, bem acima da média histórica do setor. Observou-se que o destaque foi para mercado de energia solar, com 74%, porém, houve crescimento também, na eólica e no biodiesel, com aumentos de 20% e 16%, respectivamente.

Devido à crise econômica internacional e as tensões no comércio a energia eólica e solar tiveram reduções no ano de 2012, o que acabou gerando novos desafios para algumas indústrias de energias renováveis. De acordo com Irena (2017), desde 2012, a instalação de capacidade de renováveis ultrapassou a instalação das não renováveis de forma crescente. Em 2015, a capacidade instalada de renováveis representou 61% da capacidade total adicionada no mundo. Esse aumento se deve principalmente ao desenvolvimento das novas tecnologias de energia renováveis; em especial, eólica e solar. Em 2015, o aumento da

capacidade instalada das duas fontes mais importantes das novas energias renováveis, solar e eólica, superou a de hidráulica pela primeira vez.

O Brasil se encontra em uma posição importante dentro desse cenário, visto a importância histórica das hidráulicas na matriz elétrica energética nacional. As energias renováveis no Brasil são um caso de sucesso: a participação de fontes renováveis na matriz de geração brasileira é de 85%. Isto se deve, principalmente, à participação da energia hidroelétrica; uma tecnologia conhecida e amplamente aplicada no Brasil. Por outro lado, a expansão das hidráulicas enfrenta progressivamente maiores custos e restrições (*INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA, 2016*).

No Brasil, atualmente grande parte da produção energética vem das usinas hidrelétricas, considera das fontes de energia limpa e renovável, entretanto o custo de sua produção, tanto ambiental quanto financeiro é muito alto.

Os atuais meios de produção energética mundial além do petróleo (34%), são carvão mineral (26,5%), gás natural (20,9%), energias renováveis (9,8%), nuclear (5,9%), hidráulica (2,2%) e outras (0,7%). As três principais formas de produção são as maiores responsáveis pelo aumento efeito estufa, e conseqüentemente das mudanças climáticas apresentadas até o momento, devido à grande quantidade de gases poluentes que emitem na atmosfera (IEA, 2016).

1.2.3. 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 Gases do Efeito Estufa - GEE, evidências empíricas mostram que as atividades antrópicas vem alterando de forma significativa a concentração de gases na atmosfera (IPCC, 2007). 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 (2014), 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), 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 (GIDDENS, 2010).

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 em 2020, esse valor pode subir para R\$14 bilhões em 2070, além de alterar profundamente a geografia do Brasil (EMBRAPA, 2011).

1.2.4. Impacto das mudanças climáticas sobre a agricultura e recursos florestais

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, 2007).

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 a Convenção das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, 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; PINTO, 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 redução 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, mudanças nos biomas e diminuição na biodiversidade de animais e recursos florestas (ASSAD; PINTO, 2008).

Com relação aos recursos florestais, as florestas existentes hoje, resistiram as variabilidades climáticas ao longo dos últimos 2,5 milhões anos – glaciações e interglaciações, mudanças nos regimes de chuvas e na concentração de CO₂ atmosférico (DAVIS; SHAW, 2001). De forma geral os recursos florestais, têm dois tipos de papéis,

relacionados com as mudanças climáticas globais, eles adaptam-se e sobrevivem as influências naturais e sequestram e fixam CO₂ emitido pela atividade humana (YOUNG et al., 2005).

1.2.5. Processo de desertificação

Os primeiros indícios de desertificação surgiram desde a antiguidade, mas só passaram a ser efetivamente alvo de discussões internacionais a partir da década de 1970 quando uma grande seca atingiu Sahel africano, onde ocorreu de forma prolongada a diminuição das precipitações e conseqüentemente provocando forte impacto econômico, social e ambiental (SUERTEGARAY, 1996).

Esses eventos fizeram com que no ano de 1977 o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA realizasse em Nairóbi (Quênia) a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação – UNCCD para desenvolver atividades voltadas para reduzir a expansão desse fenômeno. Durante a Conferência, foram descritos alguns conceitos de desertificação sendo eles:

- a) A diminuição ou a destruição do potencial biológico da terra, que pode finalmente conduzir a condições desérticas. É um aspecto da deterioração generalizada dos ecossistemas, e diminuiu ou destrói o potencial biológico, ou seja, plantas e produção animal, para fins de uso múltiplo, em um momento em que o aumento da produtividade é necessário para suportar as populações que crescem em busca do desenvolvimento de fatores importantes na sociedade contemporânea - na luta pelo desenvolvimento e o esforço para aumentar a produção de alimentos, e para adaptar e aplicar modernas tecnologias, contra o crescimento da população e mudanças demográficas, numa rede de causa e efeito (SILVA, 2015, v. 8 p. 206).
- b) Degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas (SILVA, 2015, v. 8 p. 206).

Os processos de desertificação podem ser muitas vezes acelerado pela ação antrópica. As ações do homem interferem no equilíbrio do ecossistema, principalmente do bioma Caatinga. De acordo com UNCCD (1994) considera o Nordeste do Brasil como sendo a área potencialmente susceptível aos processos de desertificação. O semiárido do Nordeste do Brasil apresenta uma extensão territorial de 1.127.953 km², e, destas cerca de 180.000 km² são áreas em processo de degradação (INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO, 2018).

Levando-se em consideração os conceitos descrito na convenção, o estado da Paraíba apresenta mais de 90% de seu território áreas susceptíveis a desertificação, isto se dá devido ao clima predominantemente seco que caracteriza fortemente o estado, a demais

o estado ainda apresenta o maior percentual de áreas com nível de degradação muito grave chegando a 29% (BRASIL, 2004).

Dos 223 municípios paraibanos, 208 têm seus territórios ameaçados pelo processo da desertificação (TRAVASSOS, 2012). Do ponto de vista percentual, a Paraíba apresenta um dos maiores territórios sujeitos a esse tipo de degradação no Brasil.

1.2.6. Resiliência e desenvolvimento econômico regional no semiárido

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 estimulando 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).

A resiliência pode ser descrita como um quadro conceitual que permite enfatizar as regiões de forma holística, dinâmica e de forma sistêmica. As abordagens sistemáticas da análise da resiliência regional, são caminho dependente, equilíbrio e perspectiva a longo prazo, sendo as mesmas reafirmadas por (MARTIN; SUNLEY, 2015).

1.2.7. 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. 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 (TOMASELLA et al., 2018)

Os períodos de secas na região Nordeste do Brasil ganharam notoriedade aproximadamente entre os anos de 1877-1879 com a chamada “grande seca” que abalou o semiárido. 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, 1992). Na grande seca de 1877-1879, providências foram solicitadas ao Rei de Portugal para reduzir os impactos negativos da situação (MARQUES; OLIVEIRA, 2016). 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. 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 pratica 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, 2012).

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, as cisternas, com a criação do

programa um milhão de cisternas e a transposição do Rio São Francisco (TRAVASSOS, 2012).

A região semiárida nordestina, especificamente dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, estão recebendo as águas da transposição do São Francisco, no contexto do Projeto de Integração de Bacias do São Francisco (PISF), onde serão beneficiados mais de 12 milhões de cidadãos (CUNHA, SILVA, FARIAS, 2017).

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

Outro fator a ser levado em consideração com a elevada escassez de chuva na região semiárida é a falta de água para o desenvolvimento de produtos agrícolas, fazendo com que ocorra a busca por outras tipos de atividades, como exemplo, a produção de lenha (TOMASELLA et al., 2018).

1.2.8. Indústria de cerâmica vermelha

O uso de produtos oriundos por cozimento de argila, se dá desde a antiguidade, de forma que, inicialmente, o cozimento era realizado de maneira natural, através do sol e depois em fornos, mas sempre em regiões onde existia matérias argilosas para extração. De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio - MDIC (2007), o progresso da cerâmica pode ser dividido em três períodos: O primeiro período foi o artesanal, iniciado com a produção indígena e vai até meados do século XX, época em que surgiram as primeiras manufaturas produtoras de cerâmica no país, utilizavam equipamentos rudimentares, com base em tração animal e energia hidráulica.

O período seguinte foi marcado pela industrialização, que ocorreu basicamente devido o fim do uso da madeira nas construções, por razões sanitárias e de escassez, sendo substituída por tijolos e telhas (MDIC, 2007). O terceiro período foi a partir da década de 1990, que caracterizou pela criação de programas de qualidade e o aumento de produtividade, gerando o crescimento da competitividade nacional e internacional do setor.

As peças cerâmicas serviam apenas como materiais de enchimento; depois, com o surgimento das estruturas metálicas e do concreto armado, o tijolo passou a ser material de vedação (CARVALHO, 2005). Ainda levando em consideração Carvalho, 2005 o tijolo furado foi desenvolvido com o objetivo de melhorar as condições de isolamento térmico.

Mesmo com a criação e melhoria de muitos materiais de construção, ainda continuam em uso e em posição de destaque, por apresentar pontos positivos quando comparado a outros tipos de materiais, a exemplo, tem-se o seu preço relativamente baixo, resistência mecânica, estética e sua durabilidade.

Compreendem-se por materiais cerâmicos, os materiais empregados na engenharia ou produtos químicos inorgânicos, que na sua maioria são utilizáveis através do tratamento de elevadas temperaturas (ABIKO, 1988). Dentro destes produtos, estão os materiais de cerâmica vermelha, englobando blocos, tijolos e telhas.

1.2.8.1. A indústria de cerâmica vermelha no Brasil

A abundância de matérias primas naturais e fontes alternativas de energia acopladas a disponibilidade de tecnologias na área fizeram com que o setor de cerâmica brasileiro evoluísse de forma acelerada e muitos tipos de produtos dos mais variados segmentos cerâmicos chegassem a níveis elevados de qualidade mundial com significativa quantidade exportada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERAMICA - ABC, 2012).

A região Sudeste do país foi a que mais se destacou e se desenvolveu no país, como mostrado na (Tabela 1.2), devido aos aspectos que favorecem seu desenvolvimento estarem concentrados nas mesmas como, densidade demográfica, maior atividade industrial e agropecuária, infraestrutura desenvolvida, distribuição de renda, associado ainda as facilidades de matérias-primas, energia, centros de pesquisa, universidades e escolas técnicas.

Tabela 1.2. Porcentagem de produção de cerâmica vermelha na região Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, para o ano de 2008. .

Região	Quantidade produzida (%)
Norte	4,34
Nordeste	21,25
Sul	21,34
Sudeste	44,38
Centro-Oeste	8,69

Fonte: Anuário Brasileiro de Cerâmica (2010).

Vale salientar que outras regiões do país vem apresentando certo grau de desenvolvimento, principalmente a região Nordeste, mostrando bom desempenho na produção, reflexo do aumento na demanda por produtos cerâmicos. Isso é motivado pelo bom desempenho e pelo desenvolvimento da construção civil na região.

O setor vem buscando alternativas de desenvolvimento tecnológico e valorização dos seus produtos, através de modificações em seus processos produtivos, mas por outro lado, tem-se a utilização da lenha em seus fornos desde a época de 1973, onde houve a suspensão do uso do óleo combustível pela portaria Diretoria de Operação e Abastecimento 387/80 do Conselho Nacional do Petróleo, deixando o processo produtivo arcaico.

O setor cerâmico brasileiro apresenta-se com certo nível de carência com relação a termos de dados estatísticos, pois existe poucos indicadores de desempenho. Isso faz com que seja necessário existir um monitoramento com o registro da evolução do número de empresas para esse setor no nordeste (ANICER, 2018).

1.2.8.2. Distribuição de cerâmica vermelha no Nordeste

A Região Nordeste abrange nove estados brasileiros, e se estende por cerca de 1,5 milhões de km², área equivalente a 17,5% do território nacional (IBGE, 2015).

No conjunto dos maiores produtores nordestinos, os principais polos são os do BA, CE, RN, PE, MA e PB, Figura 1.1. Esses polos são geralmente determinados pela existência de bacias sedimentares compostas de depósitos de argila e material utilizado na fabricação de seus produtos (ANICER, 2018).

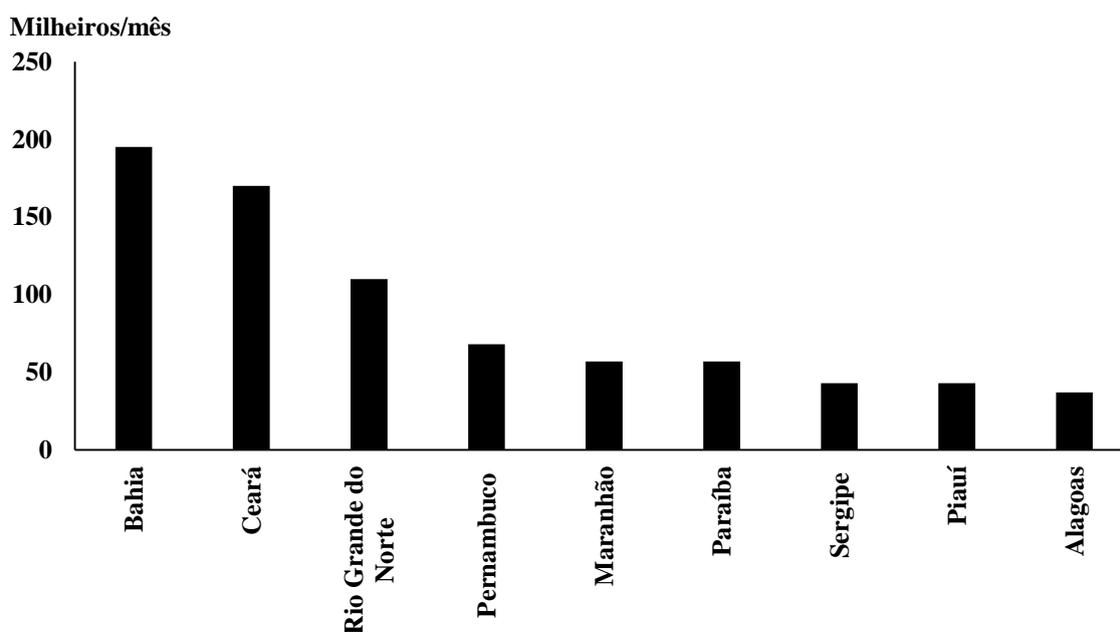


Figura 1.1. Distribuição da produção de cerâmica vermelha por estado do Nordeste para o ano de 2011.

Fonte: ANICER (2012).

O setor no Nordeste brasileiro possui a terceira maior produção de materiais cerâmicos, tendo o Ceará como o principal estado do cenário regional. Localizado no interior dos estados este seguimento é composto por micros, pequenas e médias empresas (CABRAL et al., 2010).

A grande informalidade que existe dentro da atividade de cerâmica vermelha, acoplada à mortalidade empresarial de micro e pequenas empresas e à ampla distribuição geográfica das unidades industriais, dificulta a obtenção de dados estatísticos mais precisos.

1.2.8.3. Distribuição de cerâmica vermelha na Paraíba

A indústria de cerâmica vermelha do estado da Paraíba conta com 100 empresas de médio e pequeno porte, incluindo cerca de 56 olarias, distribuídas por 30 municípios, como pode ser observado na (Figura 1.2), oferecendo cerca de 3.500 empregos diretos (Instituto de nacional de Tecnologia – INT, 2012; ANICER, 2013). O setor produz mensalmente 57.000 milheiros, sendo 75% blocos e 25% telhas, produtos estes que abastecem o mercado consumidor da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Quando comparado a outros estados do Nordeste, a Paraíba encontra-se com um nível inferior de indústrias ativas e, conseqüentemente de produção de peças cerâmicas. O estado da Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Maranhão superam a Paraíba em quesitos de número de empresas (INT, 2016).

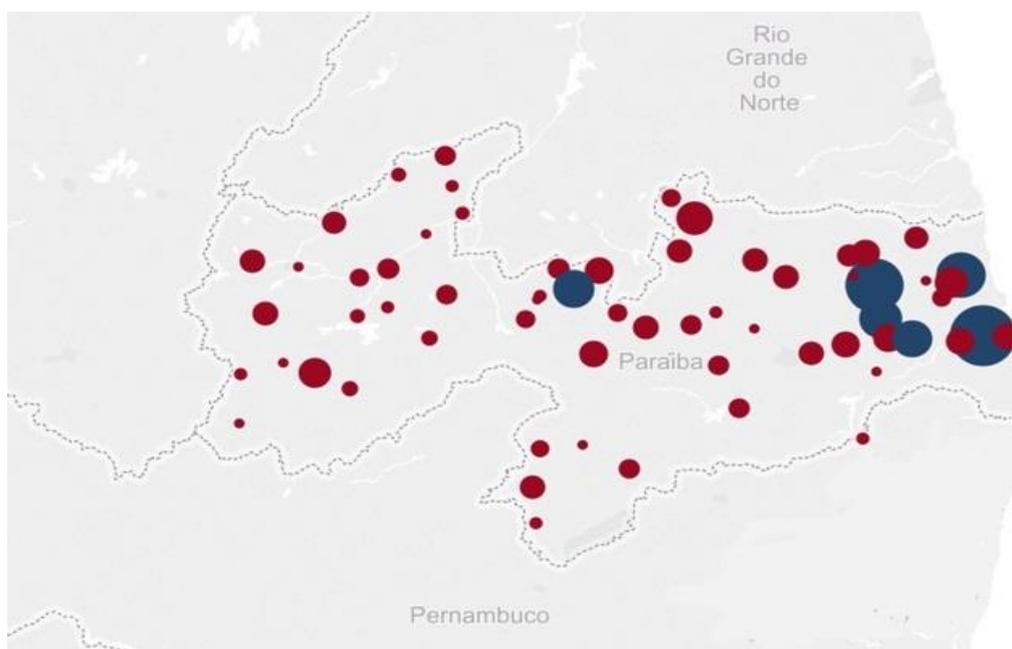


Figura 1.2. Distribuição das indústrias de cerâmica vermelha na Paraíba no ano de 2016.
Fonte: SINDICER (2017).

Alguns fatores relacionados as indústrias de cerâmica na Paraíba condicionam sua distribuição geográfica e seus processos produtivos, um fato a ser citado é o valor unitário da argila utilizada em seus processos produtivos a mesma possui baixo valor unitário inviabilizando o transporte para grandes distâncias, o que determina a instalação das unidades em locais próximos as jazidas (INT, 2012).

Os principais polos industriais de cerâmica estão localizados na região da Zona da Mata e Agreste paraibano, com destaque para a cidade de João Pessoa e cidades vizinhas como, Santa Rita, Mamanguape, Rio Tinto, Guarabira, Cruz do Espírito Santo, Caldas Brandão, Mulungú, Jacaraú, Belém, Cuitegi e Pilões o outro polo produtor encontra-se localizado no interior do estado, formado por empresas de pequeno porte (BATISTA, 2014).

Ainda levando-se em consideração Cabral, 2012 a região da Zona da Mata e Agreste paraibano, onde se encontra o primeiro polo cerâmico, há uma concentração industrial de cerâmica vermelha maior em relação ao outro polo, devido em parte as bacias sedimentares portadoras de depósito de argila da região são mais propícias a extração e de melhor qualidade para o uso em indústrias de cerâmica.

1.2.8.4. Tipos de fornos utilizados pelas empresas de cerâmica na Paraíba

Os fornos utilizados na queima de produtos cerâmicos evoluíram junto as necessidades de um mercado cada vez mais exigente, onde a busca por produtos de primeira qualidade recebe maior influência no mercado consumidor. Segundo Batista (2014) os tipos de fornos utilizados nas cerâmicas influenciam de forma direta nas perdas de produção devido as imperfeições provocadas pelo tipo de queima, tendo como resultado produtos de má qualidade e conseqüentemente menor rendimento econômico para a empresa.

Talvez essa resistência se dê pela tradição do processo que vem sendo levado por filhos e netos, ou até mesmo falta de conhecimento na área. Na Paraíba os principais tipos de fornos utilizados são: caieira, charutão, sem contínuo, Hoffman, caipira, cedan e abóboda. Muitas empresas desse segmento não investem em fornos mais modernos por vários fatores, pois alguns dos fornos mais simples tem uma maior resistência por parte dos que trabalham com esse tipo de forno, em trocar por um forno de tecnologia mais avançada e que tenha uma maior produção com uma maior qualidade (VILAÇA et al., 2005).

1.2.9. Estatística *Scan*

Nos últimos anos a detecção de conglomerados espaciais vem recebendo espaço na literatura e, assim, vários métodos foram propostos. O tratamento da informação geográfica vem influenciando de forma significativa várias áreas do conhecimento, é importante questionar se os dados referentes aos fenômenos em estudo estão distribuídos espacialmente de forma aleatória ou se estão aglomerados especificadamente em algumas áreas. Entender a distribuição espacial de dados proveniente de fenômenos ocorridos no espaço ou no tempo, constitui atualmente um grande desafio para o esclarecimento de questões essenciais em diferentes áreas do conhecimento, seja em saúde, ambiente, geologia, agronomia, dentre outras (DRUCK et al., 2004).

Desta forma a *Scan Statistic* foi inicialmente desenvolvida para uso em estudos epidemiológicos humanos (KULLDORFF, 1997). Segundo Costa e Assunção (2005) a *Scan Statistic* tem se mostrado mais eficiente quando se comparada a outros testes. Este método pode ser utilizado tanto para dados agregados quanto para dados pontuais. Uma desvantagem é que o método utiliza janelas de varredura circular, como resultados, os conglomerados que o método identificará, necessariamente, terão que ter a forma circular, caso contrário o método vai subestimar ou superestimar o conglomerado (BALIEIRO, 2008). Moura (2006) sugere modificações no procedimento, com intuito de identificar conglomerados geográficos de formato arbitrário.

O teste proposto por Kulldorff (1997) é baseado no método de máxima verossimilhança e não sobre um procedimento empírico. A escolha do modelo depende da distribuição da variável de interesse em estudo. Para dados oriundos de contagens os modelos indicados são: Poisson, Bernoulli e Permutação espaço-temporal.

No que diz respeito a técnica de detecção de conglomerado, estas são caracterizadas em dois grupos: os testes focados de conglomerados e os testes genéricos. No primeiro método faz referências a evidências de que ocorre um risco elevado ao redor de uma fonte suspeita sobre a ocorrência de um evento. Já o teste genérico busca a existência de que as regiões não identificadas possuem um risco significativamente maior que o valor observado em toda área de estudo (KNOX, 1989).

Desta forma para se detectar possíveis conglomerados em uma determinada região, considera-se um mapa dividido em m regiões, com população total N e número de casos C , de forma que o número de casos deve ser um valor conhecido pelo autor, sendo tratado

como uma constante conhecida (KULLDORF, 1997). A zona é definida como qualquer conjunto de regiões conectadas, podendo ser chamada de z , ou seja, z será um conjunto de áreas candidatas a formarem um cluster. Esses possíveis cluster são áreas de raio arbitrário centrados em cada uma das m regiões do mapa.

1.2.10. *Clusters industrial*

Clusters são um conjunto de organizações que atuam em um mesmo setor, localizadas em uma mesma região geográfica e interligados por meio de relações comprador e fornecedor e fornecedor e comprador, ou por tecnologia de propriedade comum, compradores comuns ou o mesmo canal de distribuição ou concentração de trabalhadores (SOHN et al., 2017). Considera-se que os *clusters* são concentrações geográficas de empresas e instituições interconectadas em um campo ou setor particular que englobam uma coleção de indústrias e entidades vitais para a competição.

O estudo de *cluster* está relacionado a um aglomerado de firmas em um ou mais setores, geograficamente concentradas. Estes aglomerados situam-se no mesmo espaço geográfico que estão na mesma cidade, região, estado ou em um mesmo país. Para Schmitz (1997), cluster industrial é definido como a concentração geográfica e setorial de firmas.

As dimensões analisadas na abordagem de *cluster* possuem elementos relacionados à produção, segundo os quais, as conexões são principalmente baseadas em fluxos de bens e serviços, compondo os sistemas de produção (SCHMITZ, 1999, PORTER, 1998).

O termo *Cluster* foi abordado pela primeira vez por Michael Porter no livro *The Competitive Advantage of Nations* (1990), e se aprofundou no livro *On Competition* (1998). O autor desenvolveu a teoria dos aglomerados partindo do pressuposto que as indústrias competitivas de um país não estão distribuídas de maneira uniforme por toda a economia, elas estão ligadas em agrupamentos, que são chamados *clusters* que são constituídos de indústrias relacionadas por ligações de vários tipos (WEISS; SCHULTZ; OLIVEIRA, 2017).

Clusters são relevantes para o desenvolvimento regional, pois, obtêm-se vantagens competitivas para as indústrias locais, capacitando-as para atuarem globalmente; a cooperação entre os agentes de uma cadeia produtiva são fundamentais para a competitividade do setor. Portanto, a importância do tema clusters e competitividade tornaram-se relevante nos países desenvolvidos estendendo-se também aos países emergentes e em desenvolvimento (WEISS; SCHULTZ; OLIVEIRA, 2017).

1.2.11. Medidas de concentração

As Medidas de concentração têm por objetivo captar agentes econômicos que evidenciam um comportamento dominante em determinado mercado, nesse contexto, os diferentes indicadores consideram as participações de mercado dos agentes, de acordo com diferentes critérios de ponderação. Medidas de concentração industrial são úteis para indicar, preliminarmente, os setores para os quais se espera que o “poder de mercado” seja significativo (LIU; MIRZAEI; VANDOROS, 2014).

De forma geral, os indicadores facilitam uma intuição ao recorrerem a dados objetivos para aferir uma situação de maior ou menor concorrência em um dado mercado (POLDER; DIRK; PIJLL, 2009). Em relação ao aspecto “concentração”, um dos principais indicadores é a parcela de mercado dominada pelas firmas (*market share*). O indicador Razão de Concentração [$CR(k)$] é a parcela dominada pelas quatro, oito, ou 50 maiores firmas, por exemplo. Um mercado com $CR(4) = 90$ diz que as 04 maiores firmas dominam 90%; as firmas restantes têm apenas 10% do mesmo. Se o mercado é composto por 10 firmas, percebe-se uma situação de poder de mercado das quatro maiores.

O índice de concentração Herfindhal-Hirschman (*HHI*), indica o número e o tamanho das firmas em um setor ou mercado. É definido como o somatório das parcelas de mercado (*msh*) ao quadrado. Um mercado com apenas uma firma tem um *HHI* de 1, enquanto o *HHI* próximo de 0 indica um grande número de firmas com baixos “*market share*”. O *HHI* é o índice mais utilizado pelas autoridades antitruste, mas é sujeito a algumas críticas relacionadas à entrada de firmas nos mercados, conforme será discutido (COELHO JUNIOR; BURGOS; SANTOS JUNIOR, 2018).

O Índice de Entropia de Theil (*E*) pode ser aplicado para averiguar a concentração de um determinado tipo de mercado. O *E* é o inverso do *HHI*. Desse modo valores pequenos inferem em concentrações mais elevadas. Para esta avaliação é usada entre os limites 0 (denominado de monopólio) e $\ln[q]$ (BOFF; RESENDE, 2002).

2. ARTIGO 1 - EFEITOS DOS ELEMENTOS CLIMÁTICAS NA EXPLORAÇÃO DE LENHA NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

RESUMO

As atividades humanas potencializam as emissões e as concentrações de gases do efeito estufa, influenciando nas mudanças climáticas e conseqüentemente nas atividades que dependem do clima. Este estudo analisou os efeitos dos elementos climáticos na exploração de lenha nos municípios do estado da Paraíba (Brasil) durante os anos de 1990 a 2015. Utilizou-se a estratégia empírica de regressão com dados em painel. Os resultados evidenciam que as mesorregiões do estado respondem de forma distinta aos tipos climáticos. A precipitação está relacionada negativamente, já a temperatura influencia positivamente na exploração de lenha. Os municípios pertencentes às mesorregiões do Sertão e Borborema são mais impactados pelas variáveis climáticas e apresentam-se com maiores níveis de exploração de lenha quando comparados às demais mesorregiões. As variáveis climáticas são preponderantes para a exploração de lenha. Necessário se faz a criação de um planejamento de políticas públicas voltadas à redução nos níveis de vulnerabilidade e maior adaptabilidade às mudanças climáticas, principalmente nas regiões em que a economia depende de forma direta de variáveis climáticas.

Palavras-Chave: Economia florestal; Bioenergia; Vulnerabilidade.

ARTICLE 1 - EFFECTS OF CLIMATIC ELEMENTS IN THE EXPLORATION OF FIREWOOD IN THE MUNICIPALITIES OF THE STATE OF PARAÍBA, BRAZIL

ABSTRACT

Human activities increase emissions and concentrations of greenhouse gases, influencing climate change and consequently climate-dependent activities. This study analyzed the effects of climate elements on firewood exploitation in the municipalities of the State of Paraíba (Brazil) during the years 1990 to 2015. The empirical regression strategy with panel data was used. The results show that the meso-regions of the state respond differently to the climatic types. The precipitation is negatively related, since the temperature positively influences the exploitation of firewood. The municipalities belonging to the backwood and Borborema mesoregions are more impacted by climatic variables and present higher levels of logging compared to the other mesoregions. Climatic variables are preponderant for logging. It is necessary to create a public policy planning aimed at reducing levels of vulnerability and greater adaptability to climate change, especially in regions where the economy depends directly on climate variables.

Keywords: Forest economics; Bioenergy; Vulnerability

2.1. INTRODUÇÃO

De acordo com *Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC* (2013), as atividades humanas potencializaram as emissões e concentrações de gases do efeito estufa (GEE), 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 (CAI et al., 2015; RIAHI et al., 2017).

Os países em desenvolvimento são os mais afetados pelas alterações climáticas, uma vez que os mesmos têm menor potencial de adaptação, e normalmente são os 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 ao próprio bioma que apresenta irregularidade no regime pluviométrico e elevadas temperaturas, além dos fatores e problemas econômicos e sociais intrínsecos à região (MARENGO, 2008; SILVA et al., 2011).

O aumento da temperatura acarreta em impactos sobre a economia brasileira, especialmente, nas atividades desenvolvidas no meio rural. No Brasil, o Nordeste está dentre as regiões brasileiras que poderão ser mais afetadas pelas mudanças climáticas, devido a região semiárida predominante, causado pela escassez hídrica. Assim, tem-se a maior potencialidade de agravamento de longos períodos de secas (MARTINS et al., 2018; COELHO JUNIOR et al., 2018). Ao avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a exploração de lenha nativa na região Nordeste. Percebe-se que os pequenos agricultores são os mais vulneráveis, tendo que se adaptar as crescentes variabilidades climáticas (RAMOS; ALBUQUERQUE, 2012; BURKE; HSIANG; MIGUEL, 2015).

Da energia do Nordeste sustentada pelos recursos florestais, 33% da matriz energética são oriundas da lenha obtidas exploração não sustentável e muito das vezes ilegal e cerca de 70% dos domicílios rurais utilizam a lenha na demanda doméstica (ALTHOFF et al., 2016). No estado da Paraíba a atividade de exploração de lenha tem forte participação na matriz energética do estado, havendo uma grande dependência dos pequenos agricultores que estão inseridos em regiões geográficas com maior vulnerabilidade à seca. A distribuição geográfica da exploração de lenha depende dos fatores climáticos da região e do mercado consumidor. Isto determina o padrão espacial da oferta de lenha no estado da Paraíba (KRAPOVICKAS; SACCHI; HAFNER, 2016; DELGADO et al., 2018).

É importante compreender como se encontra a distribuição geográfica da exploração de lenha, a pegada de carbono de seu uso, bem como relaciona-la inter-regionalmente. Estas considerações que afetam diretamente nos níveis regionais das unidades de federação brasileira, identificando uma possível dependência espacial (MARTINS et al., 2018; COELHO JUNIOR et al., 2018). Para Coelho Junior; Martins e Silva (2018), a autocorreção espacial define-se como a presença de correlação positiva ou negativa entre os valores mensurados em uma determinada variável.

De acordo com Makridakis et al. (1982), existem diversas formas de se obter previsões, uma delas é a utilização de modelos causais ou explanatórios (econométricos). A econometria espacial trata-se de uma área composta por técnicas que trabalham com as particularidades inerentes no espaço e no tempo (ANSELIN, 2002). Uma das alternativas para redução da incerteza no processo de tomada de decisão são os modelos combinados com séries temporais e *cross-section* (BELL, 2015). Os modelos de dados em painel é um método empregado para incorporar uma combinação de séries temporais e de observações em corte transversal (BALTAGI, 2005; HSIAO, 2014).

Os dados em painel é um método utilizado para estudos em diversas áreas, na agricultura tem-se Deschênes e Greenstone (2007), Lee (2017) e Neset et al. (2018) avaliaram a vulnerabilidade agrícola às mudanças climáticas na Suécia. No setor florestal, Althoff et al. (2016) identificaram os impactos da mudança climática na sustentabilidade da colheita de lenha na China. Zhang, Zhang e Chen (2017) levantaram os impactos econômicos das mudanças climáticas na agricultura na China, mostrando a importância de outras variáveis climáticas além da temperatura e da precipitação.

Diante do exposto, observou-se a relevância da exploração de lenha mediante as variabilidades climáticas. Este artigo analisou os efeitos dos elementos climáticos na exploração de lenha nos municípios do estado da Paraíba, Brasil, utilizando dados em painel, no período de 1990 a 2015.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Objeto de estudo

Para caracterizar o efeito das mudanças climáticas sobre a exploração de lenha utilizaram-se as variáveis temperatura, precipitação e exploração de lenha, cuja amostra foi de 221 municípios segundo a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), de forma que na análise não levou-se em consideração os municípios de Baía da Traição e Lucena, pois estes não produzem lenha.

A Figura 2.1 mostra a localização geográfica do estado da Paraíba, que ocupa 0,7% do território brasileiro e 3,6% da região Nordeste. Cerca de 90% do seu território é constituído pelo bioma Caatinga (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). A Paraíba possui uma área de 56.468,435 km², com densidade demográfica de 66,70 hab/km², e está situada no extremo leste da região Nordeste do Brasil. O estado está dividido em 4 mesorregiões, 23 microrregiões e 223 municípios, com população estimada de 3.999.415 (IBGE, 2016).

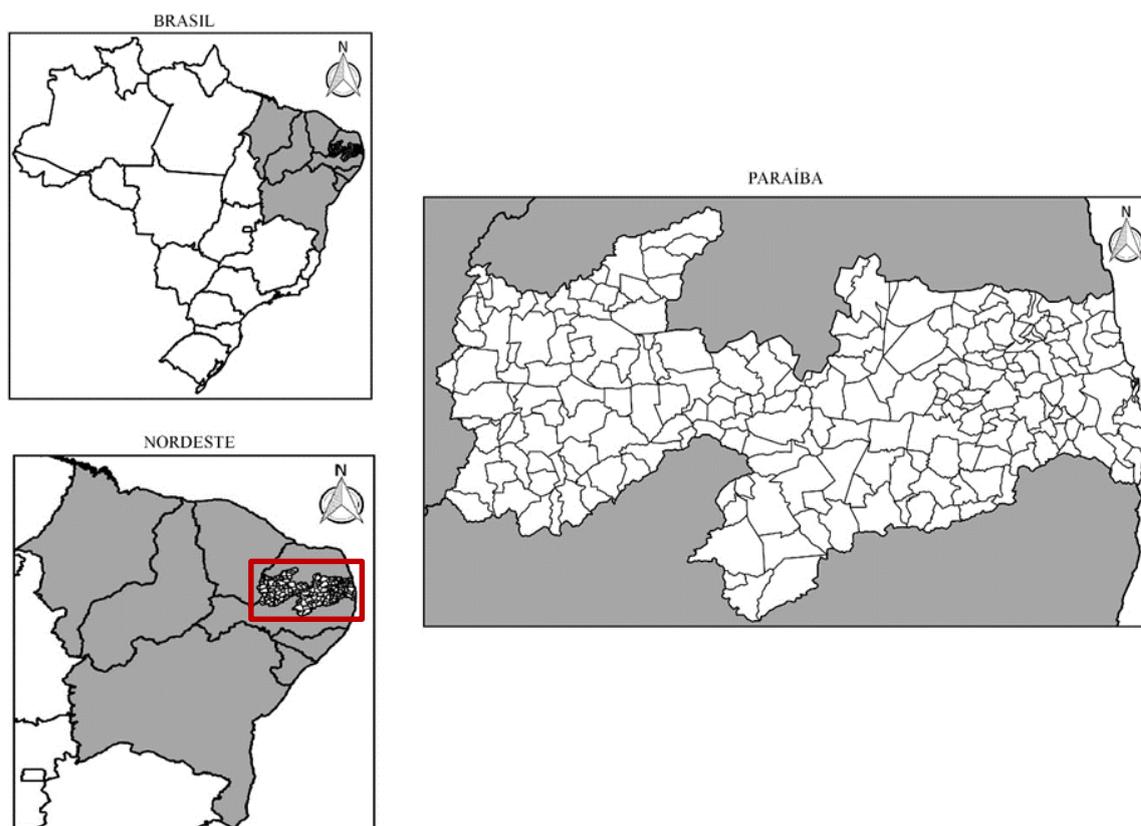


Figura 2.1. Localização do estado da Paraíba na região Nordeste e no Brasil.
Fonte: IBGE (2018).

Os dados climáticos usados foram precipitação total em milímetros (mm), e temperatura média em graus Celsius (°C), disponíveis na base de dados CL 3.21 do Climate Research Unit – CRU/University of East Anglia¹⁵ (CRU, 2018). As médias de temperatura e precipitação para cada município da Paraíba foram oriundas dos pontos de grid unidos às fronteiras municipais, empregando as coordenadas de latitude e longitude. Para este procedimento foi utilizado QGis (versão 2.18). A mensuração do comportamento das variáveis climáticas foi realizada levando-se em consideração as tendências de aumento ou redução dos níveis de temperatura e precipitação ao longo do período estudado.

Os dados da exploração de lenha para os municípios e mesorregiões da Paraíba, no período de 1990 a 2015, foram extraídos por meio do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Foi realizada

uma análise de conjuntura da produção de lenha no Brasil, Nordeste e Paraíba, para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015.

2.2.2. Modelo de dados em Painel

Utilizou-se a estimativa de três modelos de regressão de dados em painel e quatro testes econométricos para verificar qual dos modelos melhor se adequa às variáveis. 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 as variáveis de temperatura média e precipitação total com a variável dependente, no caso, a exploração de lenha. Foram considerados um total de 2371 observações.

A técnica de regressão com dados em painel agrega uma combinação de séries temporais e de observações em corte transversal (BALTAGI, 2001; HSIAO, 2003). Este tipo de especificação econométrica permite que sejam combinados os dados dos municípios estudados, levando-se em consideração cada um dos anos em 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 municípios da Paraíba (HSIAO, 2007). Conforme Hsiao (2007), os dados em painel permitem 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 2.1 (GREENE, 2012).

$$Y_{it} = Z_i\alpha + x_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (2.1)$$

Y_{it} = representam respectivamente as unidades de observação no espaço (municípios da Paraíba), no tempo t, respectivamente;

x_{it} = é o vetor 1 x K de variáveis exógenas;

Z_i = fator de medição de heterogeneidade;

ε_{it} = termo de erro independente;

α e β = parâmetros a serem estimados.

As variáveis exógenas podem sofrer variações entre os municípios e anos estudados. Dependendo das suposições feitas sobre o termo Z_i , diferentes modelos poderão ser considerados, sendo eles dados em painel (*Pooled*), modelo de afeito fixo e modelo de afeito aleatório.

Se Z_i contém apenas a constante, logo o modelo dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) fornecerá estimadores constantes e eficientes para o coeficiente comum α e para o vetor de inclinação β . 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 2.2) passa a ser descrita como mostrada na (Equação 2.3).

$$Y_{it} = (\delta + \alpha_i) + x_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (2.2)$$

em que,

α_i = é uma parte do intercepto;

δ = indica parcela comum a todos os municípios no tempo considerado.

Esse modelo é conhecido como modelo de efeito fixo, uma vez que α_i é uma constante específica para cada grupo de seção cruzada municípios e tempo. Se Z_i for um fator não observado e não correlacionado com os regressores, logo ele é um componente do termo de erro Equação 2.3.

$$Y_{it} = \delta + x_{it}\beta + (\alpha_i \varepsilon_{it}) \quad (2.3)$$

Uma vez que α_i é um componente aleatório, o modelo é então denominado de modelo de efeitos aleatórios.

2.2.2.1. Modelo *Pooled* (POLS)

O primeiro modelo considerado no estudo foi o modelo Pools (*pooled ordinary least squares*). A estimativa foi feita assumindo-se que os parâmetros α e β são comuns para todos os municípios (DENIZ; STENGOS; YAZGAN, 2018). 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.

Assume-se que os regressores sejam exógenos e que o termo de erro seja μ_{it} , ao invés da decomposição $\alpha_i + \varepsilon_{it}$. Deste modo a (Equação 2.4) mostra a especificação básica do modelo.

$$Y_{it} = \beta_0 + x_{it} \beta_1 + \mu_{it} \quad (2.4)$$

2.2.2.2. Modelo de Efeito Fixo

O modelo de efeitos fixos teve como finalidade monitorar os efeitos das variáveis omitidas que variam entre municípios e permanecem constantes ao longo do anos 1990 a 2015. 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 et al. (1999) o modelo é apresentado na Equação 2.5.

$$Y_{it} = \alpha_i + x_{it} \beta + \eta_{it} \quad (2.5)$$

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

2.2.2.3. Modelo de Efeito Aleatório

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 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.

Neste modelo os erros das unidades de seção cruzada observados ao longo do tempo (1990 a 2015) são correlacionados, o método MQO não é apropriado para a estimativa dos coeficientes. Neste caso, utilizou-se para a estimativa dos coeficientes, o método dos Mínimos Quadrados Generalizados – MQG (GREENE, 2012). O modelo pode ser representado pela Equação 2.6.

$$Y_{it} = \alpha_i + x_{it} \beta + V_{it} \quad (2.6)$$

Tendo em vista que $V_{it} = U_i + \eta_{it}$

V = termo de erro do modelo de regressão

2.2.3. Teste para os modelos de dados em painel

Ao analisar o comportamento conjunto dos dados climatológicos e de exploração de lenha, deve-se considerar as diferenças existentes entre os municípios e as especificidades de cada período de tempo que compõem a amostra. Os testes aplicados verificaram qual o modelo mais adequado aos dados e ao problema de pesquisa, assim como identificaram possíveis vieses nas estimativas (WU, 2018).

2.2.3.1. Teste de Chow

O teste de Chow foi mensurado para calcular de forma separada regressões para cada município, 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).

O teste de Chow, ou teste F, definiu a melhor adequabilidade entre os modelos *pooled* e de efeitos fixos, sendo representado pela Equação 2.7.

$$F_c = \frac{R^2_{ef} - R^2_{pooled}}{\frac{m}{\frac{1 - R^2_{ef}}{N - K}}} \quad (2.7)$$

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:

H₀: modelo *Pooled* é o mais adequado

H₁: modelo de efeito fixo é o mais adequado

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

2.2.3.2. Teste de Hausman

O teste de Hausman (*H*) foi 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, 2014). Este teste foi aplicado com o

objetivo de decidir dentre os modelos de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, o que possui melhor adequação aos dados. A estatística do teste de Hausman é dado na Equação 2.8.

$$H = (\beta_{ea} - \beta_{ef})' (\sum ef - \sum ea)^{-1} (\beta_{ea} - \beta_{ef}) \quad (2.8)$$

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

H₀: [$E(\alpha_i/X_{kit}) = 0$ não são correlacionadas], isto é, $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_k$

H₁: [$E(\alpha_i/X_{kit}) \neq 0$ são correlacionadas], ou seja, $\alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_k$

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 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.

2.2.3.3. Teste multiplicador de Lagrange Breusch-Pagan

O teste de Multiplicadores de Lagrange (ML) avaliou a hipótese de que a variância dos resíduos individuais foi igual a zero. As hipóteses, nula e alternativa, do teste são:

H₀: $\sigma_\mu^2 = 0$

H₁: $\sigma_\mu^2 \neq 0$

Se a hipótese nula for aceita, o método de *pooled* é preferencial quando comparado ao modelo de efeitos aleatórios, caso contrário, deve-se assumir que o modelo de efeitos aleatórios é o mais adequado. Segundo Valerien, Florax e Lambert (2014), sob a hipótese nula, a estatística ML tem distribuição χ^2 com um grau de liberdade Equação 2.9.

$$L\mu = \frac{\eta T}{2(T-1)} \left[\frac{(e^1)(e^-)(T^2)}{e \cdot e} \right]^2 \sim \chi^2 \quad (2.9)$$

Tal que T refere-se ao número de unidades de tempo, η é o número de seções cruzadas, e refere-se ao vetor de resíduos do modelo de MQO, e' é o vetor $n \times 1$ da média dos resíduos de um grupo específico do modelo *pooled*.

2.2.3.4. Teste de Wald e de Wooldridge

Para testar a existência de autocorrelação e heterocedasticidade entre os resíduos Su, Zhang e Wei (2016), sugerem os testes de Wooldridge e de Wald. O Teste de Wald verificou a hipótese nula de igualdade entre as variâncias de todas as unidades amostrais contra a hipótese alternativa de variâncias diferentes entre os municípios, com as seguintes hipóteses:

H₀: ausência de heterocedasticidade;

H₁: presença de heterocedasticidade.

A não rejeição da hipótese nula indicou que o modelo é homocedástico e que a variância de cada painel pode ser considerada a mesma dos painéis considerados em conjunto. Segundo Wooldridge (2013), 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, conforme a Equação 2.10 (WOOLDRIDGE, 2013). As hipóteses do teste e a regressão dos resíduos são, respectivamente:

H₀: ausência de autocorrelação serial;

H₁: presença de autocorrelação serial.

$$\hat{e}_{it} = \hat{\rho}_1 \hat{e}_{1,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (2.10)$$

Utilizou-se a estatística de teste t de *Student* para avaliar $\hat{\rho}_1$ 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 ou heterocedasticidade, métodos de correção devem ser empregados.

2.2.4. Modelo utilizado para análise dos dados painel

Diferentes modelos de Dados em Painel foram elaborados, com distintas considerações sobre os estimadores e os termos de uso. Neste sentido, o modelo geral é dado pela Equação 2.11.

$$\text{exp.lenha}_{it} = \beta_{0i} + \beta_1(\text{temp})_{it} + \beta_2(\text{precip})_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.11)$$

em que,

β_1 e β_2 representam as variações climáticas (temperatura e precipitação) na exploração de lenha;

Exp.lenha_{it} refere-se 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 no tempo t ;

ε_{it} é o termo de erro ou fatores não observados.

A Tabela 2.1 mostra as equações utilizadas nas estimativas dos impactos da temperatura e precipitação e das variáveis *dummy* na exploração de lenha, levando-se em consideração as mesorregiões do estado da Paraíba. Foi considerado um total de 2.371 observações e 221 municípios. Na análise de regressão a variável exploração de lenha (exp.lenha_{it}) foi influenciada pelas variáveis quantitativas e qualitativas. As variáveis quantitativas foram mensuradas e o mesmo não ocorreu com as variáveis qualitativas, uma vez indicada a presença ou ausência de uma qualidade ou atributo da variável *dummy* (SAUERWEIN, 2002).

Tabela 2.1. Descrição dos modelos de regressão para estimar os impactos da precipitação, da temperatura e das variáveis *dummy* das mesorregiões na exploração da lenha da Paraíba.

Dados Analisados	Regressões
Temperatura e Precipitação	$\text{exp.lenha}_{it} = \alpha + \text{precip} + \text{temp} + E$ (1)
Temperatura, Precipitação, Sertão, Agreste e Borborema	$\text{exp.lenha}_{it} = \alpha + \text{precip}_{it} + \text{temp}_{it} + {}_i\text{Agreste} + {}_i\text{Borborema} + {}_i\text{Sertão} + E$ (2)
Temperatura, Precipitação e Mata Paraibana	$\text{exp.lenha} = \alpha + \text{precip}_{it} + \text{temp}_{it} + {}_i\text{MataParaibana} + E$ (3)

A regressão 1 faz referência ao comportamento da temperatura e precipitação sobre a exploração de lenha. Na regressão 2 criou-se uma variável *dummy* para gerar variáveis quantitativas a partir de variáveis qualitativas, e foram utilizadas para análise das mesorregiões Sertão, Borborema e Agreste do estado da Paraíba. Quando se realiza uma análise para *dummy* regional é necessária a escolha de uma mesorregião de referência.

Nesse caso optou-se pela Mata Paraibana, por ser a mesorregião que apresenta menores níveis de exploração de lenha quando comparada às demais.

A mesorregião de referência serve para averiguar a influência das disparidades regionais existentes sobre a dinâmica de exploração de lenha para as mesorregiões. A regressão 3 mostra a equação utilizada para análise dos dados referentes à mesorregião de referência. Vale ressaltar que as variáveis que apresentam-se com o prefixo *i* são variáveis *dummy*.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2.2 apresenta o comportamento das variáveis climáticas precipitação e temperatura ao longo do período de 25 anos (1990 – 2015). A Figura 2.2a mostra o gráfico das temperaturas médias registradas anualmente. Nos municípios brasileiros a temperatura média anual variou entre 23 °C e 24,1 °C. Para Jong et al. (2018), a temperatura média anual apresenta tendências de aumento significativo durante o século XXI na região do Nordeste.

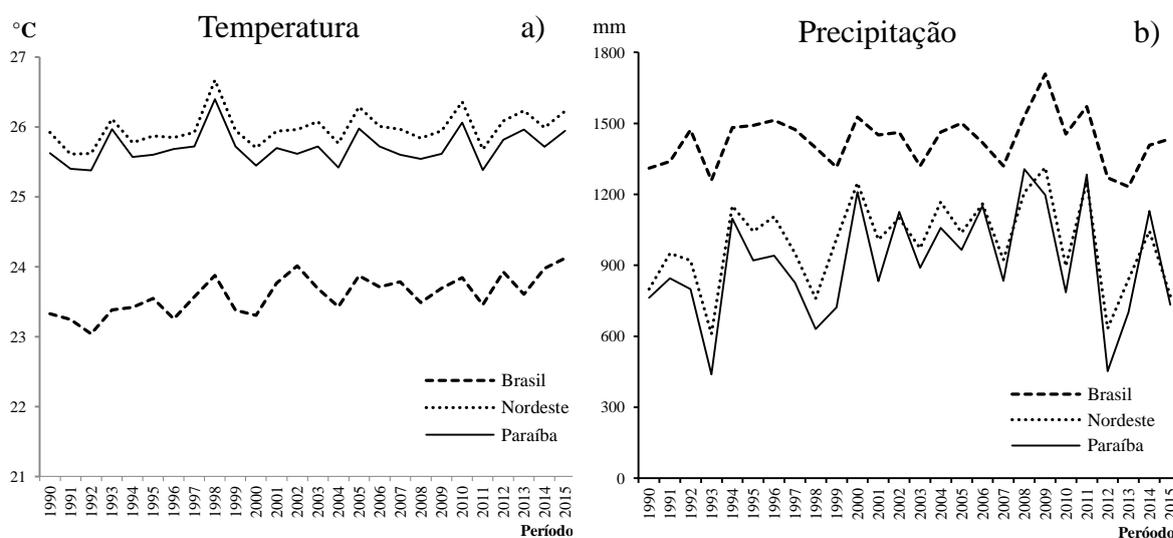


Figura 2.2. Evolução do comportamento da temperatura média anual e precipitação média anual para o Brasil, Nordeste e estado da Paraíba, no período de 1990 a 2015.

Fonte: CRU (2018).

A partir do ano de 2001 a região Nordeste e o estado da Paraíba apresentaram temperaturas médias anuais superiores à média climatológica, sendo esta de 24,74 °C (INMET, 2015). O maior valor de temperatura média anual registrado foi no ano de 1996.

No Nordeste a temperatura média anual variou entre 25,5 °C e 26,8 °C, com significativa tendência de aumento no decorrer dos anos. Nos últimos anos o Nordeste apresenta secas severas e diminuição da precipitação (GAN et al., 2016). Segundo Cai et al. (2014) o aumento da temperatura influência significativa no desenvolvimento de

atividades economicamente produtivas. Segundo a Agência Espacial Americana (NASA, 2016), 2015 foi um dos anos mais quentes já registrados no planeta desde 1880, com 0,90 °C acima da média do século XX.

A Figura 2.2b mostra os valores médios de precipitação ao longo dos anos estudados. A precipitação média no Brasil varia entre 1.300 a 1.700 mm, mantendo-se relativamente constante ao longo do período analisado. Os totais de precipitação anual na região do Nordeste e no estado da Paraíba apresentam grande variabilidade interanual, os valores mais elevados da série foram registrados nos anos de 2008 e 2011.

Durantes os 25 anos o Nordeste apresentou precipitação que variou entre 600 a 1.450 mm, na Paraíba a precipitação variou entre 450 a 1.450 mm. Os valores para a precipitação média anual estão de acordo com Althoff et al. (2016), onde a Paraíba apresentou chuvas intensas e irregulares.

A Tabela 2.2 exhibe o comportamento da produção da lenha do extrativismo vegetal no Brasil, na região Nordeste e na Paraíba para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015. É possível observar uma significativa redução nos valores de produção de lenha no decorrer dos anos em análise. No Brasil houve uma redução de 75,15% em relação ao longo dos anos de 1990 a 2015. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2016), a lenha representava 13,5% da matriz energética brasileira em 2006 e passou a representar 8,6% em 2015.

Tabela 2.2. Comportamento da produção de lenha do extrativismo vegetal no Brasil, Nordeste e Paraíba, em mil metros cúbicos (10^3 m^3), nos anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015.

Regiões	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Brasil	108.549	84.795	50.395	45.422	38.207	26.960
Nordeste	53.065	44.190	26.703	25.120	22.877	16.349
Paraíba	1.824	1.001	856	654	589	496

Fonte: IBGE (2018).

Em 2015, foi gerado um total de $26.960 \times 10^3 \text{ m}^3$ de lenha no Brasil, onde o Nordeste contribuiu com 60,67% deste total. Segundo o IBGE, os estados do Nordeste que apresentam maiores níveis de produção de lenha são Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí, totalizando aproximadamente 56% da produção total de lenha do extrativismo (IBGE, 2018). O que leva a que o Nordeste seja um forte contribuinte para os percentuais de exploração de lenha no Brasil são as condições climáticas da região, sendo favoráveis a esse tipo de atividade. De acordo com Martins et al. (2018), outro fator que evidencia a exploração do extrativismo vegetal da caatinga foram os índices de pobreza concentrados na região Nordeste do Brasil.

O estado da Paraíba apresenta-se com decréscimo de produção de lenha no extrativismo vegetal com redução de 75,16% ao longo dos anos de 1990 a 2015.

Os últimos dados registrados no ano de 2015 mostram que o Nordeste é um forte contribuinte com os níveis de exploração de lenha, mais de 50% de toda produção do país é proveniente da região Nordeste. A Paraíba tem um pequeno percentual de participação de produção de lenha, quando comparada ao Brasil, contribui com apenas 1,83% da produção total, com relação ao Nordeste a Paraíba representa 3,03% da produção para o ano de 2015.

A utilização de outras fontes energéticas para a diversificação da matriz nacional pode ter contribuído para este decréscimo, visto que houve um maior estímulo para agregar diferentes fontes nos últimos anos. A exploração de lenha na Paraíba tem uma forte relação com a economia do estado, tendo em vista que, dentre os 223 municípios, apenas dois deles não tem esse tipo de atividade como sendo parte de sua economia local.

2.3.1. Impacto das variáveis climáticas na exploração de lenha

A Tabela 2.3 mostra os valores encontrados para os testes econométricos, para identificar o melhor modelo de dados em painel para o objetivo deste estudo. Para o teste de Chow calculou-se de maneira separada regressões para cada conjunto de dados e encontrou-se p-valor de 0,756. Deste modo, aceita-se a hipótese nula, ou seja, o intercepto é o mesmo para todas as unidades individuais, tendo o modelo *Pooled* como sendo o mais adequado.

Tabela 2.3 – Testes econométricos para escolha do modelo de dados em painel (*Pooled*, Efeito Fixo e Efeito Aleatório) que melhor se adequava aos dados.

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

O teste de Housman, assim como o de Breush-Pagan, rejeita a hipótese nula, de forma que, o teste de Housman indica que as variáveis são não correlacionadas, sendo o modelo de efeito aleatório o que melhor se adequa a equação. Levando em consideração o teste de Breush-Pagan, o método *Pooled* torna-se preferível quando confrontado ao modelo de efeito aleatório. No Teste de Wald e Wooldridge a probabilidade de ocorrência foi de 0,465, aceitando a hipótese nula, ocorrendo ausência de autocorrelação serial. Após a realização dos testes, inferiu-se que o modelo *Pooled* foi o mais adequado à análise.

Na regressão 1 da Tabela 2.4 são apresentados 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 2.4 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.

Tabela 2.4 - Estimativas dos modelos de regressão para avaliar os impactos da precipitação, da temperatura e das variáveis *dummy* das mesorregiões na exploração da lenha nos municípios do estado da Paraíba, no período 1990-2015.

Variável	Coeficientes		
	Regressão 1	Regressão 2	Regressão 3
Constante	-17.353,04*** (5.595,07)	-10.210,91 (6.393,21)	-17.691,85*** (5.608,06)
Temperatura	958,59*** (224,89)	521,11*** (255,75)	965,93*** (225,15)
Precipitação	-3,04*** (0,24)	-1,25*** (0,32)	-2,81*** (0,25)
Agreste Paraibano		888,21*** (293,47)	
Borborema		3.352,22*** (418,78)	
Mata Paraibana		<i>Referência</i>	-1.702,38*** (305,86)
Sertão Paraibano		3.450,84*** (406,92)	
Nº observações	4.789	4.789	4.789
Nº municípios	221	221	221

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, a resposta para a exploração de lenha ao aumento em uma unidade da temperatura (1°C) é um aumento em 958,59 m³ de lenha explorados por ano, mantidas as demais variáveis constantes. Levando-se em consideração a precipitação, o aumento em uma unidade desta variável (1 mm) resulta em um impacto de -3,04 m³ na exploração de lenha.

A regressão 2 mostra que o aumento de uma unidade na anomalia da temperatura resulta em um aumento da exploração de lenha em 521,11 m³. No que se refere à precipitação, o coeficiente encontrado para a regressão indica que a redução de uma unidade na anomalia da precipitação resulta em um aumento da exploração de lenha em 1,25 m³.

Os resultados encontrados corroboram com a hipótese levantada de que as variáveis climáticas são preponderantes para a exploração de lenha nos municípios Paraibanos. Os

municípios da mesorregião do Sertão apresentam probabilidade de exploração de lenha de 3.450,84 m³, o que é um valor representativo comparado com as demais mesorregiões. Para Coelho Junior; Martins e Carvalho, (2018), a Paraíba contribui com 2,58% da exploração de lenha do Nordeste e, deste percentual, maior parte concentra-se no Sertão, em 2013.

Quando se analisa a mesorregião do Agreste Paraibano, percebe-se que as variáveis em estudo impactam positivamente a exploração de lenha quando comparada à variável de referência, ou seja, a Mata Paraibana, de forma que as variáveis impactam positivamente a exploração de lenha, a uma ordem de 888,21 m³ de lenha, isso quando mantido as demais variáveis constantes. Para as demais mesorregiões 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.

Um município inserido na mesorregião da Mata Paraibana tem uma probabilidade de exploração de -1.702,38 m³ de lenha a menos do que os municípios inseridos nas demais mesorregiões em estudo.

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 conseqüentemente 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 à agricultura. Os impactos das variáveis em estudo se comportam de maneira heterogênea, revelando que o governo deve desenhar políticas públicas para o combate e adaptabilidade a esse cenário.

Os resultados foram semelhantes de Krapovickas (2016), pois a atividade de exploração de lenha no Norte da Argentina vem reduzido os níveis de exploração devido as variáveis climáticas. Em 1991, 59% da população praticavam esse tipo de atividade, em contrapartida, apenas 25% exploravam lenha em 2010. Para Althoff et al. (2016),

mostraram que a maioria dos modelos climáticos globais indicam que a região semiárida sofrerá aumentos de temperatura e as chuvas irão reduzir-se nas próximas décadas, aumentando a exploração de lenha na região.

2.4. CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas neste estudo, conclui-se que:

A temperatura apresenta-se com níveis de aumento no decorrer dos anos, principalmente nos estados que compõem a região Nordeste. Os totais de precipitação anual na região do Nordeste e no estado da Paraíba apresentam grande variabilidade interanual.

O estado da Paraíba apresenta-se com decréscimo de produção de lenha no extrativismo vegetal com redução de 75,16% ao longo dos anos de 1990 a 2015. Os municípios pertencentes as mesorregiões do Sertão e da Borborema são os que mais exploraram lenha no decorrer dos 25 anos em estudo.

A temperatura mostra-se como condicionante positiva para a atividade de exploração de lenha no estado da Paraíba. A precipitação se apresenta como uma condicionante negativa correlacionada. Os impactos nas mesorregiões se comportam de maneira heterogênea, pois os municípios pertencentes à Mata Paraibana possuem menor probabilidade de exploração de lenha em relação ao Sertão, Borborema e Agreste Paraibano.

Os resultados obtidos nesse estudo reforçam a necessidade de planejamento considerando efeitos que possam vir a causar redução nos níveis de vulnerabilidade e adaptabilidade às mudanças climáticas, principalmente para aquelas regiões em que a economia depende de forma direta dessas variáveis climáticas.

REFERENCIAS

ALTHOFF, T. D.; MENEZES, R. S. C.; CARVALHO, A. L.; PINTO, A. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; OMETTO, J. P. H. B.; RANDOW, C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Climate change impacts on the sustainability of the firewood harvest and vegetation and soil carbon stocks in a tropical dry forest in Santa Teresinha Municipality, Northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 360, p. 367-375, 2016.

ANSELIN, L; VARGA, A; ACS, Z. Geographical Spillovers and University Research: A Spatial Econometric Perspective. **GrowthandChange**, v. 31, 2000.

ARAUJO, K. D.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; PARENTE, H. N.; ALENCAR, M. L. S. Caracterização do sistema de exploração da Caatinga em São João do Cariri – PB. **Geográfica (Londrina)**, v. 19, n. 2, p. 175 – 189, 2010.

BELL, A.; JONES, K. Explaining Fixed Effects: Random Effects Modeling of Time-Series Cross-Sectional and Panel Data. **Political Science Research and Methods**, v. 3, n. 1, p. 133 – 153, 2015.

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

BALTAGI, B. B. **Econometric analysis of panel data**. 3. ed. New Delhi, Índia: John Wiley & Sons, 2005.

BURKE, M.; HSIANG, S. M.; MIGUEL, E. Global non-linear effect of temperature on economic production. **Nature international journal of science**, v. 527, p. 235–239, 2015.

CAI, W.; WANG, G.; SANTOSO, A.; MCPHADEN, M. J.; WU, L.; JIN F.; TIMMERMANN, A.; COLLINS. A.; VECCHI, G.; LENGAINNE, M.; ENGLAND, M. H.; DOMMENGET, D.; TAKAHASHI, K.; GUILYARDI, E. Increased frequency of extreme La Niña events under greenhouse warming. **Nature Climate Change**, v. 5, p. 132 – 137, 2015.

CAI, W.; BORLACE, S.; LENGAINNE, M.; VAN R. P.; COLLINS, M.; VECCHI, G.; TIMMERMANN, A.; SANTOSO, A.; MCPHADEN, M.J.; WU, L. Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. **Nature Climate Change**, v. 4, p. 111–116, 2014.

CRU - University of East Anglia Climatic Research Unit. Climatic Research Unit, University of East Anglia. **Data**. Norwich: UEA, 2018. Disponível em: <<http://www.cru.uea.ac.uk/>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

CRESPO, A. A. Medidas de posição. In: ROCHA, R.A.D. **Estatística fácil**. 1997, p. 100 – 101.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L. C.; CARVALHO, M. Carbon Footprint Associated with Firewood Consumption in Northeast Brazil: An Analysis by the IPCC 2013 GWP 100y Criterion. **Waste and Biomass Valorization**, p. 1 - 9, 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L. C.; SILVA, M. V. B. . Spatial convergence of the gross value of production of firewood in the mesoregions of the Brazilian Northeast. **Revista arvore**, v. 42, n. 2, p. 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L. C.; SILVA, M. V. B.; PINTO, P. A. L. A. Spatial distribution of firewood production in Northeastern Brazil (1994-2013). **Revista Árvore**, v. 42, p. 3 – 11, 2018.

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather. **The American Economic Review**, v. 97, n. 1, p. 354-385, 2007.

DELGADO, D.B.M., CARVALHO, M., COELHO JUNIOR, L.M., CHACARTEGUI, R. Analysis of biomass-fired boilers in a polygeneration system for a hospital. **Frontiers in Management Research**, v. 2, n. 1, p. 1 – 13, 2018.

DENIZ, P.; STENGOS, T.; YAZGAN, M. E. Identification of common factors in panel data growth model. **Economics Letters**, v. 168, p. 94 – 97, 2018.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional Séries Completas**. Edição 2016. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D.; MATOS, R. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba (Köppen's and Thornthwaite Climate Classification for Paraíba State). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1006 – 1016, 2015.

GAN, T.Y.; I, M., HÜLSMANN, S., Q, X.; LU, X.X., LIONG, S.Y.; RUTSCHMAN, P.; DISSE, M. K. Possible climate change/variability and human impacts, vulnerability of drought-prone regions, water resources and capacity building for Africa. **Hydrological Sciences Journal**, v. 61, p. 37 – 41, 2016.

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

GUJARATI, D. M. **Econometria Básica**. 4ª Ed. Rio de Janeiro. Elsevier. p. 812. 2006.

HSIAO, C. Panel data analysis - advantages and challenges. **Test**, v. 16, n. 1, p. 1 – 22, 2007.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. 2 ed. Nova York: Cambridge University Press, 2003.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas digitais**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016. **Síntese Paraíba**. 2016. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>. Acesso em: 25 mai. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA**, 2018. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp> Acessado em: 25 mai. 2018.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press, NY, USA, 1535 p. 2013. Disponível em: <www.ipcc.ch/report/ar5/wg1> Acesso em: 23 mai. 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Análise das anomalias das temperaturas no ano de 2015**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/2015/nota_tecnica_temperaturas_2015.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2018.

JONG, P.; TANAJURA, C. A. S.; SANCHEZ, A. S.; DARGAVILLE, R.; KIPERSTOK, A.; TORRES, E. A. Hydroelectric production from Brazil's São Francisco River could cease due to climate change and inter-annual variability. **Science of The Total Environment**, v. 634, p. 1540-1553, 2018.

KRAPOVICKAS, J.; SACCHI, L. V.; HAFNER, R. Firewood supply and consumption in the context of agrarian change: the Northern Argentine Chaco from 1990 to 2010. **International Journal of the Commons**, v. 10, n. 1, p. 220 – 243, 2016.

LEE, D. H. Econometric assessment of bioenergy development. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 42, n. 45, p. 27701-27717, 2017.

MARTINS, K. L. C.; MELQUÍADES, T. F.; REZENDE, J. L. P.; COELHO JUNIOR, L. M. Plant extractivism production disparity between Northeast Brazil and Brazil. *Floram*, v. 25, n. 4, p. 1 – 9, 2018.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149 – 176, 2008.

MAKRIDAKIS, S.; ANDERSEN, A.; CARBONE, R.; FILDES, R.; HIBON, M.; LEWANDOWSKI R.; NEWTON, J.; PARZEN, E.; WINKLER, R. The Accuracy of Extrapolation (Time Series) Methods: Results of a Forecasting Competition. **Journal of Forecasting**, v.1, p. 111-153, 1982.

NASA - Analyses reveal record-shattering global warm temperatures in 2016. **National Aeronautics and Space Administration**. Disponível em: <<https://www.giss.nasa.gov/research/news/20160120/>>. Acesso em: 29 mai. 2018.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometric Models and Economic Forecasts**. 4. RAMOS, M. A.; ALBUQUERQUE, U.; P. The domestic use of firewood in rural communities of the Caatinga: How seasonality interferes with patterns of firewood collection. **Biomass and Bioenergy**, v. 39, p. 147 – 158, 2012.

RIAHI, K.; VUUREN, D. P. V.; KRIEGLER, E.; EDMONDS, J.; NEILL, B. C. O. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 153 – 168, 2017.

SAUERWEIN, E. The factor structure of customer satisfaction An empirical test of the importance grid and the penalty-reward-contrast analysis. **International Journal of Service Industry Management**, v. 13, n. 4, p. 314 – 332, 2002.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p.131–138, 2011.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

SU, L.; ZHANG, Y.; WEI, J. A practical test for strict exogeneity in linear panel data models with fixed effects. **Economics Letters**, v. 147, p. 27 – 31, 2016.

WU, G. Fast and scalable variational Bayes estimation of spatial econometric models for Gaussian data. **Spatial Statistics**, v. 24, p. 32-53, 2018.

VALERIEN, O.; FLORAX, R. J. G. M.; LAMBERT, D. M.; Spatial econometric star models: Lagrange multiplier tests, Monte Carlo simulations and an empirical application. **Regional Science and Urban Economics**, v. 49, p. 118 – 128, 2014.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics: A modern approach**. 5. ed. Thomson: South-Western, 2013.

ZHANG, P.; ZHANG, J.; CHEN, M. Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 83, p. 8 – 31, 2017.

3. ARTIGO 2 - DETECÇÃO DE *CLUSTERS* ESPACIAS NA PRODUÇÃO DE LENHA NA PARAÍBA (1990 - 2016)

RESUMO

O estudo detectou *clusters* espaciais de produção de lenha no estado da Paraíba para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016. Os dados para identificação dos *clusters* foram retirados do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi realizada uma análise da estatística *Scan*, puramente espacial, com varredura de identificação para altos níveis de concentração, com base na distribuição estatística discreta de Poisson para a produção de lenha na Paraíba. Os principais resultados obtidos foram: houve detecção de *cluster* de produção de lenha para todos os anos em estudo. No ano de 1990 e 2000 o maior número de casos concentram-se na mesorregião do Sertão da Paraíba, já para o anos de 2010 e 2016 os maiores níveis de produção de lenha pertenceram à mesorregião da Borborema. No geral os principais *clusters* de produção de lenha encontram-se no Sertão, Borborema e menor proporção no Agreste e Mata Paraibana.

Palavras-Chave: Aglomerados; Estatística *Scan*, Lenha.

ARTICLE 2 - EVALUATION OF CLUSTERS SPACES IN THE PRODUCTION OF FIREWOOD IN PARAÍBA (1990 - 2016)

ABSTRACT

The study evaluated the spatial clusters of firewood production in the state of Paraíba for the years 1990, 2000, 2010 and 2016. Data for identification of the clusters were taken from the Automatic Recovery System (SIDRA) of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). A purely spatial Scan statistic was performed with identification scanning for high levels of concentration, based on the discrete Poisson statistical distribution for the production of firewood in Paraíba. The main results were: there was a detection of wood production cluster for all the years under study. In 1990 and 2000, the highest number of cases were concentrated in the Backwoods da Paraíba mesoregion. For the years 2010 and 2016, the highest levels of firewood production belonged to Borborema mesoregion. In general, the main clusters of wood production are found in Backwoods, Borborema and Agreste of Paraíba, characterizing regions with high percentage of degradation due to the practice of this activity.

Keywords: Agglomerates; Scan Statistics, Firewood.

3.1. INTRODUÇÃO

As florestas tem um papel importante no fornecimento de recursos naturais, principalmente, os energéticos. Com o passar dos anos, o homem passou a utilizar esses recursos de maneira desordenada, e contribuiu com a redução dos recursos naturais para satisfazer suas necessidades (NISHIGUCHI; TABATA, 2016; COELHO JUNIOR et al., 2018).

Segundo *Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO* (2016), 75% da biodiversidade terrestre vem das florestas, que fornecem produtos e serviços permitindo o desenvolvimento econômico mundial. Porém, muitas regiões, vem passando pelo processo de degradação ambiental pelo manejo inadequado da terra (MENEZES et al., 2012; VIEIRA et al., 2015).

O Brasil possui maior parte do seu território coberto por florestas nativas e em menor proporção por florestas plantadas (HAKAMADA et al., 2015). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018), em 2017 o Brasil produziu no extrativismo vegetal $21,52 \times 10^6$ m³, deste total, o Nordeste contribuiu com $12,55 \times 10^6$ m³. Para o mesmo ano, a silvicultura produziu $55,52 \times 10^6$ m³, sendo $1,26 \times 10^6$ produzido na região Nordeste. No Brasil, a demanda de lenha destina-se a aproximadamente, 65,8% ao consumo final energético (*in natura*), 32,8% transformado em carvão vegetal e 1,4% na geração de eletricidade (SIMIONI, 2017).

No Nordeste brasileiro a vegetação predominante é do bioma Caatinga. Nesta região, os recursos florestais representam grande potencial de desenvolvimento econômico. Em 2011, o Nordeste produziu aproximadamente 30 milhões de estéreos (st) de lenha (MARTINS et al., 2018).

Os estados nordestinos Ceará, Bahia, Maranhão, Piauí e Pernambuco foram os mais representativos com relação a produção de lenha nativa, a Paraíba foi o decimo quinto estado com maior produção de lenha. Na Paraíba, em 2017, a quantidade de lenha produzida no extrativismo vegetal foi de 485×10^3 m³ de lenha. Para os produtos da silvicultura a quantidade produzida da lenha foi de 74×10^3 m³ (IBGE, 2018).

A indústria de cerâmica é grande consumidora de lenha, que utiliza na queima e secagem de seus produtos. A lenha é mais barata quando comparada aos combustíveis disponíveis, e se tornou a principal fonte da matriz energética desta indústria na região (CENTRO DE TECNOLOGIA DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS - CTGAS, 2012). Na Paraíba, os dois polos produtores de cerâmica estão presentes na região de João Pessoa e Santa Luzia, e juntos consomem aproximadamente $900.000 \text{ st.ano}^{-1}$ de lenha (REINALDO FILHO; BEZERRA, 2010).

Os municípios localizados no interior do estado apresentam maior demanda de lenha, pois nestas localidades, são escassas outros tipos de atividade econômica. A elevada demanda por produtos florestais nessa região, resultou nos últimos anos na geração de aglomerados de produção de lenha (PAUPITZ, 2010).

Dentro desse cenário, o estudo de aglomerados foi caracterizado como uma técnica multivariada que tem como objetivo agrupar dados de acordo com as similaridades entre eles. Dentre as técnicas de detecção de conglomerados como, o método de Besag e Newell, Índice *I* de Moran, e o Índice *C* de Geary, a estatística *Scan* tem recebido destaque. Além de delinear regiões críticas por meio de algoritmos computacionais gráficos, ela atribui significância à estatística de teste, via simulação de Monte Carlo (KULLDORFF; NAGARWALLA, 1995). Esta metodologia pode ser aplicada a dados espaciais, temporais ou espaço-temporais, para vários modelos de probabilidade (BESAG; NEWELL, 1991, ASSUNÇÃO; DUCZMAL, 2004).

O *Satscan* pode ser utilizado para análises estatísticas de varredura discretas ou contínuas. Atualmente, sua utilização está voltada às ciências médicas, como Kulldorff et al. (1998), realizou uma análise estatística de varredura espaço-temporal de câncer cerebral no México, Coleman et al. (2009), avaliaram os clusters de detecção de malária em regiões africanas, Tsutsui et al. (2018), realizaram uma detecção automatizada de surtos de bactérias resistentes aos antimicrobianos no Japão. Porém o método já foi aplicado em diversas áreas, como: economia, engenharia, geografia, silvicultura e outros (SATSCAN™ User Guide, 2018). Na literatura o estudo de *cluster* com ênfase na produção de um recurso natural é consideravelmente escasso.

Balieiro (2008) utilizou o método para identificar conglomerados de desmatamento na Amazônia, Santanna (2009), realizou um levantamento de *cluster* madeireiro de eucalipto e celulose no desenvolvimento do extremo Sul da Bahia, Vanzetti; Corsano e Montagna (2017), realizaram uma comparação entre fábricas individuais e localização de clusters industriais na cadeia de suprimento florestal e, Zhao et al. (2019), analisou a concentração e mineralização de carbono orgânico em solos florestais ao longo de um gradiente climático

Nesse contexto, a distribuição regional da produção de lenha torna-se um objeto de estudo para a aplicação de modelos que exploram a localização, distribuição e organização das atividades econômicas em diferentes lugares, como a geografia econômica, dinâmica regional, dinâmica espacial e outros. Este trabalho avaliou *clusters* espaciais de produção de lenha no estado da Paraíba, no período 1990, 2000, 2010 e 2016.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Objeto de estudo

Os dados utilizados na pesquisa foram, a quantidade de lenha produzida no extrativismo vegetal para o estado da Paraíba, nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2016, extraídos do Sistema de Recuperação Automática – SIDRA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

A Paraíba apresenta extensão territorial de 56.468,435 km², com densidade demográfica de 66,70 hab/km², situada no extremo leste da região Nordeste do Brasil, Figura 3.1. O estado possui quatro mesorregiões, 23 microrregiões e 223 municípios, com população estimada de 3.999.415 habitantes (IBGE, 2016).

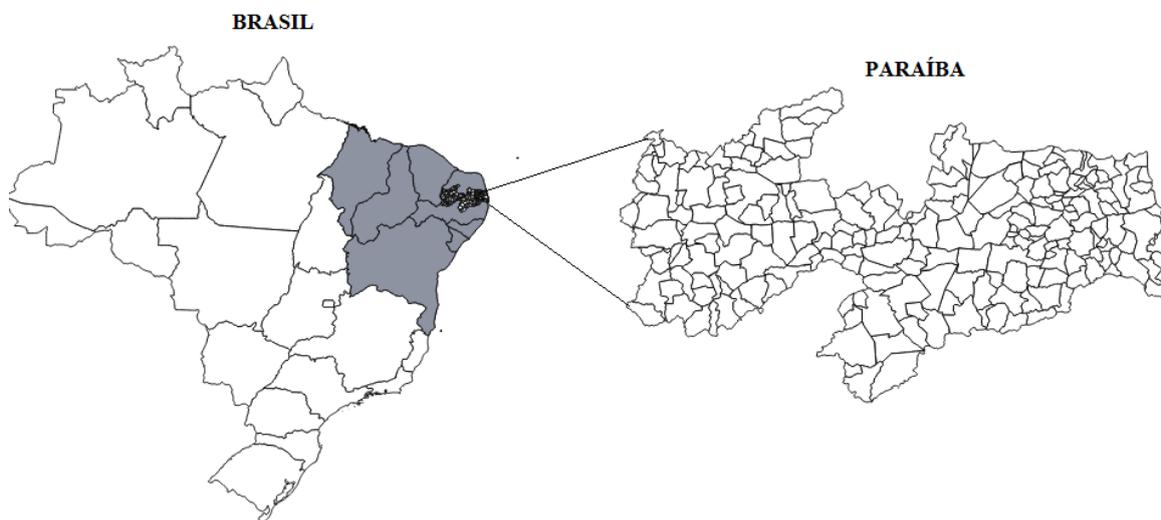


Figura 3.1. Localização do estado da Paraíba no Brasil e na região Nordeste.
Fonte: IBGE (2018).

A avaliação da conjuntura da evolução de produção de lenha na Paraíba foi realizada levando-se em consideração as mesorregiões do estado. Para mensurar e analisar esta evolução utilizou-se a Taxa Geométrica de Crescimento (TGC), Equação 3.1 (CUENCA; DOMPIERI, 2017).

$$TGC(\%) = \left[\sqrt[\Delta t]{\frac{V_f}{V_o}} - 1 \right] * 100 \quad (3.1)$$

V_f : Produção de lenha referente ao ano final, em t

V_o : Valores de produção de lenha no ano inicial

Δt : Variação temporal da produção (expressa em anos)

Determinou-se os quartis da produção de lenha (m³) dos municípios no estado da Paraíba. Os dados foram ordenados de forma crescente inferindo a ordem do quartil, conforme a Equação 3.2 (CRESPO, 1997).

$$Q_k = \frac{k \sum f_i}{4} \quad (3.2)$$

k : Número de ordem do quartil

$\sum f_i$: Somatório da frequência de produção da lenha dos municípios do estado da Paraíba.

As classificações para os quartis foram: Baixa no primeiro quartil (Q1), valor referente a quarta parte ($0\% \leq Q1 \leq 25\%$); Média no segundo quartil (Q2), que coincide com a mediana ($25\% < Q2 \leq 50\%$); Alta no terceiro quartil (Q3), valor da terceira parte ($50\% < Q3 \leq 75\%$); e Muito alta no quarto quartil (Q4), valor da quarta parte ($75\% < Q4 \leq 100\%$).

3.3.2. Estatística Scan

Segundo Kulldorff et al. (1998), no método estatística Scan, a informação da área é associada a um único ponto dentro do polígono. Esse ponto foi denominado centroide e é o centro de massa de cada localidade da área de estudo. O método fez uma varredura no mapa do estado da Paraíba em busca de áreas cuja ocorrência de produção de lenha foi significativamente mais provável.

Em cada centroide posicionou-se um círculo. O raio do círculo variou de 0 a 20 km, segundo Coulston e Riitters (2003), este valor garante áreas em formatos não irregulares e homogêneas. Posteriormente calculou-se o número de ocorrências dentro do círculo. Caso o valor observado fosse maior que o esperado, a região z delimitada pelo círculo foi denominada de conglomerado, caso contrário, o raio do círculo foi aumentado até envolver um novo centroide. Este processo foi realizado até que todos os centroides fossem testados.

Para contagem dos dados, utilizou-se a análise puramente espacial, identificou-se os conglomerados de alta concentração (*clusters*) na produção de lenha do estado da Paraíba, com base na distribuição de Poisson (KULLDORFF, 1997).

Para identificação dos *clusters*, o software utilizado foi o *SaTScan* 9.4. Para a espacialização cartográfica dos resultados gerados no *SatScan* em *shapefile* foi utilizado o software Quantum GIS 2.14.11. Nas *shapefile* continham os dados geoespaciais em formato de vetor recomendado pelo Sistema de Informações Geográficas – SIG. As características dos *clusters* encontrados foram: Centroide, Raio, Valor do Teste de Verossimilhança (LLR), Número de Casos Observados, Esperados e Risco Relativo (RR).

3.3.2.1. Teste de Verossimilhança (LLR)

A contagem de casos foi regida por uma distribuição discreta de Poisson, neste caso, verificou-se o número de casos de produção produção de lenha com maior significância em determinadas áreas.

O estado da Paraíba foi dividido em sub-regiões, onde uma zona z foi um conjunto de dados conectados em uma grande região. Dentro do estado existe uma população n_z e um número de casos C_z associados com chance p para que haja uma ocorrência nesta área. Portanto, a média de casos na zona z foi expressa pela Equação 3.3 (LEWKOWICZ, 2013).

$$\mu_z = p.n_z \quad (3.3)$$

Realizou-se através do método *SatScan* a não sobreposição de círculos aleatórios que partem dos centroides das sub-regiões de estudo, sobre os possíveis conglomerados espaciais. Avaliou-se a probabilidade de haver casos no interior dos círculos z ($p(z)$) e casos fora dos círculos z ($q(z)$) afim de que seja maximizada a função de verossimilhança dos casos analisados (PEREIRA et al., 2014; LUCENA; MORAES, 2008).

Defini-se a hipótese nula de aleatoriedade como $H_o : p(z) = q(z)$, desta forma não existe conglomerado no estado da Paraíba, logo a hipótese alternativa $H_1 : p(z) > q(z)$, indica a presença de algum conglomerado. Segundo Lewkowicz (2013), neste caso, pode-se utilizar a estatística do teste de verossimilhança com base na equação desenvolvida por Kulldorff (1997). Logo, utilizou-se a equação de verossimilhança representada na Equação 3.4.

$$\frac{\mu_z^{c_z} e^{-\mu_z}}{c_z!} \frac{\mu_{\bar{z}}^{C-c_z} e^{-\mu_{\bar{z}}}}{(C-c_z)!} = \frac{(pn_z)^{C_z} e^{-pn_z}}{c_z!} \frac{(p(N-nz))^{(C-c_z)} e^{-p(N-nz)}}{(C-c_z)!} \quad (3.4)$$

C : Número de casos observados

N : População total

Para identificação do cluster com maior chance de não ter ocorrido ao acaso realizou-se a razão maximizada sobre todas as zonas, Equação 3.5.

$$T = \max_z LLR(z) \quad (3.5)$$

Os valores calculados de T tiveram sua significância testada por simulações de Monte Carlo. O tamanho máximo para as janelas circulares adotadas neste trabalho foi associado a 25% da população (MOURA, 2006; LUCENA; MORAIS, 2012; KULLDORFF, 1997).

3.3.2.2. Teste de Monte Carlo

Na simulação de Monte Carlo, para o Estatística *Scan*, há a criação de conjuntos de dados independentes, porém com a mesma quantidade de casos do conjunto base. O p -valor foi obtido através do teste de hipótese de Monte Carlo. No teste os dados de produção de lenha foram distribuídos aleatoriamente dentre todas as sub-regiões de acordo com a hipótese nula (H_o) (MOURA, 2006). O teste comparou o ranking dos valores de verossimilhanças reais com dos aleatórios, portanto, o p -valor é dado pela Equação 3.6.

$$p - \text{valor} = \frac{R}{(1 + n\text{replikações})} \quad (3.6)$$

A quantidade de repetições afeta significativamente o poder do teste. Quanto maior o número de replicações maior será a confiança associado a cada conjunto de dados. Foram utilizadas 999 replicações de produção de lenha. Para que um *cluster* fosse considerado significativo o p -valor foi inferior a 0,05.

3.3.2.3. Risco Relativo (RR)

O risco relativo (RR) foi estimado com base o número de casos observado no interior do cluster (c) e o número total de casos fornecido pelo pesquisador (C), de acordo com a Equação 3.7 (KULLDORFF, 1997).

$$RR = \frac{c / E[c]}{(C - c) / (E[C] - E[c])} \quad (3.7)$$

De forma que x_i é o número de ocorrência de produção de lenha em um determinado município e n é a população do município. Os valores foram registrados e tiveram sua significância testada por simulações de Monte Carlo. (MOURA, 2006; LUCENA; MORAIS, 2012; KULLDORFF, 1997). A análise foi inteiramente associada ao número de casos fornecido, tem-se que ' $E[C]=C$ ', como apresentado na Equação 3.8.

$$RR = \frac{c / E[c]}{(C - c) / C - E[c]} \quad (3.8)$$

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3.1 apresenta a quantidade produzida de lenha (m³) nas mesorregiões do estado da Paraíba, nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2016. Neste período houve uma queda de 4,8% a.a. na produção de lenha, saindo de 1.824.415 m³ (1990) para 485.692 m³ (2016). Essa redução ao longo dos anos se deu devido à crise econômica brasileira que afetou os produtos madeireiros do extrativismo vegetal, com decréscimo generalizado na quantidade obtida, e essa queda refletiu no cenário paraibano.

Tabela 3.1. Evolução da produção (m³) de lenha do extrativismo vegetal, das mesorregiões do estado da Paraíba, para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016.

Mesorregiões	1990	2000	2010	2016
Sertão	998.219	450.570	315.248	238.117
Borborema	239.514	262.100	197.865	182.933
Agreste	400.724	142.206	73.029	63.100
Mata Paraibana	185.958	698	2.940	1.542
Paraíba	1.824.415	855.574	589.082	485.692

Fonte: IBGE (2018).

Os órgãos fiscalizadores implementaram o conceito de extrativismo sustentável, cuja finalidade é impedir o esgotamento dos recursos, e incentivar o manejo florestal sustentável. O manejo florestal de espécies nativas é uma atividade que propõe baixo impacto ao meio ambiente de forma a minimizar os danos ecológicos, assegurando que os recursos florestais sejam mantidos em suas funções ambientais, socioculturais e econômicas (IBGE, 2018).

Em relação à participação das mesorregiões na produção de lenha do extrativismo, no ano de 1990, observou-se que: Para o ano de 1990 o Sertão contribuiu com (54,71%), Borborema (13,12%), Agreste (21,96%) e Mata Paraibana (10,19%). Em 2000, a participação foi de: Sertão (52,66%), Borborema (30,63%), Agreste (16,50%) e Mata Paraibana (0,08%). No ano de 2010 o Sertão contribuiu com (53,51%), a Borborema com (33,58%) o Agreste com (12,39%) e a Mata Paraibana com (0,49%). Enquanto que em 2013: Sertão (49,02%), Borborema (37,66%), Agreste (12,99%) e Mata Paraibana (0,31%).

Os maiores índices de produção de lenha estão concentrados na mesorregião do Sertão. As disponibilidades de florestas assim com a ausência de alternativas de trabalho voltados para a agricultura facilitam a produção de lenha, que serve como fonte de renda para o desenvolvimento da região.

Como pode-se perceber o Sertão foi a mesorregião que mais se caracteriza por apresentar a produção de lenha como parte de suas atividades econômicas, de forma que metade da produção de lenha do estado da Paraíba é proveniente dessa mesorregião.

Existe uma dificuldade na oferta de lenha em algumas mesorregiões da Paraíba. Isto pode ser observado pela redução de produção ao longo dos anos, exportação, aumento de preços e o reconhecimento do governo da necessidade de reflorestamentos (COELHO JUNIOR et al., 2018). A Mata Paraibana se manteve em quarto lugar, com uma contribuição muito pequena no cenário estadual, devido aos fragmentos florestais serem voltados, praticamente, para área de preservação permanente, reserva legal e unidades de conservação.

De acordo com Martins et al. (2018), no estado da Paraíba a produção de lenha no extrativismo vegetal apresentou uma retração (-4,69% a.a.) ao longo dos anos de 1994 a 2013. As retrações observadas na produção de lenha revelaram, entre outros fatores, a crescente fiscalização de órgãos oficiais e a proibição do uso de lenha e carvão provenientes de florestas nativas de alguns estados. Segundo Coelho Junior et al. (2018), no Brasil vem ocorrendo um aumento de 2,68% a.a. na produção biomassa florestal, porém, o estado da Paraíba não é favorecido por esse crescimento, fazendo com que aumente o uso por outras fontes não renováveis de energia.

As medidas separatrizes da produção média anual de lenha nos municípios da Paraíba nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2016 podem ser observadas na Tabela 3.2 e na Figura 3.2. Para o ano de 1990 a produção de lenha concentrou-se basicamente na mesorregião do Sertão e Borborema. Os municípios pertencentes ao primeiro quartil Q1 ($0\% \leq Q1 \leq 25\%$) apresentaram produção média que variou entre 0 a 48.702 m³ de lenha explorados anualmente e são classificados como produção muito baixa. Os municípios classificados como nível de produção muito alto variaram entre 146.026 a 194.688 m³. Os resultados encontrados estão inteiramente de acordo com Coelho Junior; Martins e Carvalho (2018), onde a Paraíba contribui com 2,58% da produção de lenha do Nordeste e, deste percentual, maior parte concentra-se no Sertão.

O ano de 2000 foi caracterizado com altos níveis de produção de lenha predominantemente no Sertão, Borborema e Agreste. A Mata Paraibana foi caracterizada com produção muito baixa variando entre 0 a 22.637 m³ de lenha produzida anualmente. Os municípios com exploração muito alto apresentaram exploração de lenha que variou entre 67.812 a 90.400 m³. Para o mesmo período de tempo foi possível observar uma redução da exploração de lenha nos municípios da mesorregião da Mata Paraibana quando comparada com o ano de 1990, classificando-os em um quartil de quarta ordem.

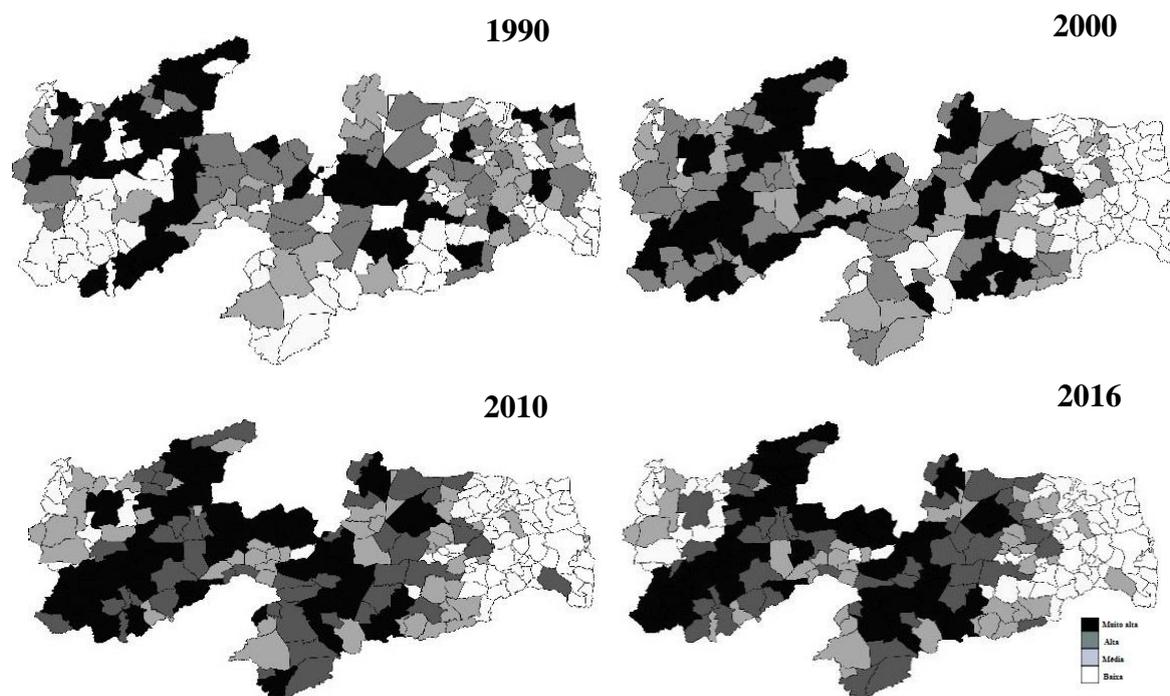


Figura 3.2. Distribuição dos quartis da produção (m^3) de lenha no extrativismo vegetal dos municípios da Paraíba, para 1990, 2000, 2010 e 2016.

Fonte: IBGE (2018).

A distribuição geográfica da exploração de lenha depende além das características climáticas da região, de consumidores que ofereçam preços convenientes para os produtores. Portanto, as demandas de lenha geram “bacias” de fornecedores em torno dos centros de consumo (COELHO JUNIOR et al., 2018).

Tabela 3.2. Extrato dos quartis de produção de lenhano extrativismo vegetal dos municípios da Paraíba, em metros cúbicos (m^3), para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016.

Quartis	1990	2000	2010	2016
Q1	0 - 48.702	0 - 22.637	0 - 5.758	0 - 4.042
Q2	48.702 - 97.364	22.637 - 45.225	5.758 - 11.426	4.042 - 8.043
Q3	97.364 - 146.026	45.225 - 67.812	11.426 - 17.094	8.043 - 12.044
Q4	146.026 - 194.688	67.812 - 90.400	17.094 - 22.762	12.044 - 16.045

Fonte: IBGE (2018).

No ano de 2010 foram identificados municípios com alto nível de produção de lenha localizados tanto na mesorregião do Sertão como na Borborema e Agreste da Paraíba. Neste ano o baixo nível de produção caracterizado pelos municípios da Mata Paraibana e uma pequena extensão do sertão variaram entre 0 a 5.758 m^3 produzidos no ano de 2010. Os demais municípios variaram entre 5.758 a 11.426 m^3 (produção média), 11.426 a 17.094 m^3 (exploração alta) e 17.094 a 22.762 m^3 (produção muito alta).

O cenário de exploração de lenha, no ano de 2016, manteve-se semelhante ao de 2010, no que se diz respeito a localização dos municípios perante tal prática. Porém, houve

a redução dos diversos valores de exploração, que variaram entre 0 a 4.042 m³ (produção baixa) na Mata Atlântica, 4.042 a 8.043 m³ (produção média), 8.043 a 12.044 m³ (exploração alta) e de 12.044 a 16.045 m³ (produção muito alta).

Travassos e Souza (2014), ressaltam que nessas regiões onde se predomina a atividade de produção de lenha, a atividade é realizada sem quaisquer critérios técnicos, o que tem levado muitas áreas a apresentarem um elevado desequilíbrio ambiental. A utilização de lenha como principal insumo energético em vários setores no estado da Paraíba faz com que ocorra um aumento nos processos de degradação ambiental, principalmente no Sertão da Paraíba.

3.3.1. *Clusters* de produção de lenha no extrativismo vegetal nos municípios do estado da Paraíba nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2016

A Figura 3.3 mostra a identificação dos *clusters* de produção de lenha no extrativismo vegetal para os anos de 1990 a 2016. Para o ano de 1990 foram identificados cinco *clusters* espaciais, destes, dois são de alta concentração de produção de lenha no estado da Paraíba.

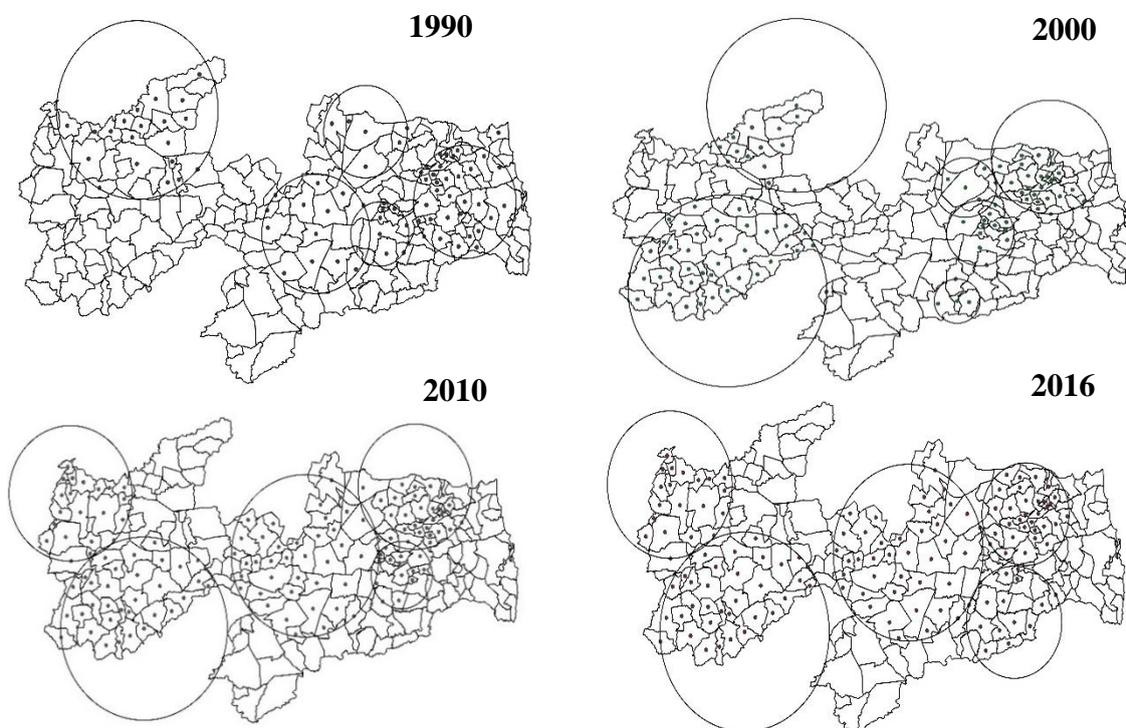


Figura 3.3. Identificação dos *Clusters* de produção de lenha no extrativismo vegetal por município no estado da Paraíba, em 1990, 2000, 2010 e 2016.

O *cluster* com maior número de casos concentrou-se na mesorregião do Sertão e o centroide ficou no município de Brejo dos Santos para os municípios de Jericó, Bom Sucesso, Catolé do Rocha, Lagoa, Riacho dos Cavalos, Santa Cruz, Paulista, Brejo do

Cruz, lastro, Pombal, São Bento, Vista Serrana, Sousa, Belém de Brejo do Cruz, Uiraúna, Condado, Malta, São José de Lagoa Tapada e São José de Espinhares que também tem um alto nível de produção. No ano de 2000 foram identificados cinco *clusters* e o maior encontrou-se no Sertão da Paraíba composto com 38 municípios. O município de Tavares foi identificado como o centroide.

No ano de 2010 o *cluster* mais representativo encontrou-se na mesorregião da Borborema, cujo município de Juazeirinho é o ponto central de identificação da localização geográfica dos 39 municípios que compuseram o *cluster* primário. Foram identificados cinco *cluster* sendo dois de alta concentração. Em 2016 assim como em 2010 o maior número de casos observados encontram-se na mesorregião da Borborema. Juazeirinho foi o centroide do *cluster* mais representativo.

Os resultados apresentados colaboraram com o que afirma Ferreira (1994), Riegelhaupt e Ferreira (2014), onde historicamente a região do Cariri caracterizou-se por ser uma grande exportadora de lenha, tendo como principal destino os municípios polarizados pela cidade de Campina Grande. Tal produção é destinada principalmente para atender à demanda das indústrias de cerâmica vermelha.

Ao comparar o uso da lenha ao do carvão vegetal nessa região, percebe-se que a lenha é mais utilizada, pelo fato de o carvão ser fruto de um processo que demanda um investimento financeiro para a confecção dos fornos, o que não é muito presente nessa região, dada a falta de capital dominante (TRAVASSOS; SOUZA, 2014).

No ano de 1990, o *cluster* 1 com maior valor do teste de verossimilhança (452.555), dentro de um raio de 69,17 km apresentou centroide no município de Brejo dos Santos localizado na mesorregião do Sertão da Paraíba, foram observados 705.764 m³ de casos de lenha explorada na região e o risco relativo foi de 4,92. Esse valor indicou a probabilidade de um município se encontrar no *cluster* com centroide em Brejo dos Santos, como mostra a Tabela 3.3. Os demais *clusters* significativos são considerados secundários e apresentaram centroides nos municípios de Mari, Campina Grande, Gurjão, Cuité.

Nos *clusters* secundários, o *cluster* que apresentou centroide no município de Mari apresentou um maior raio quando comparado aos demais. Um *cluster* de tamanho maior indica áreas com taxas de produção de lenha excepcionalmente baixas fora do círculo. O *cluster* com centroide no município de Gurjão apresentou maior risco relativo de 3,73 com 293.790 m³ de lenha explorados em seu domínio e valor de verossimilhança de 158.059 dentro de um raio de 46,26 km. Todos os *clusters* analisados no ano de 1990 foram considerados significativos levando-se em consideração o *p-valor*.

Os resultados encontrados para o ano de 2000 apresentaram-se significativos com

p -valor < 0,0001. Para análise de conglomerado no ano de 2000 foram identificados cinco *clusters*. Os municípios que formaram o *cluster* primário apresentaram centroide no município de Tavares no Sertão da Paraíba. O *cluster* apresentou raio de 83,51 km, e apresentou-se como maior *cluster* no ano de 2000. Foi observado uma produção de lenha na ordem de 245.860 m³ de lenha, valor maior que o esperado de 110.617 m³ de lenha. O valor observado para a mesorregião do Sertão foi quase metade da produção de lenha no ano de 2000.

Tabela 3.3. Característica dos *clusters* de produção de lenha (m³) no extrativismo vegetal nas mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2016.

	Centroide	Mesorregião	Raio(km)	Obs	Esp.	LLR	RR	p -valor
1990	Brejo dos Santos	Sertão	69,16	705.764	207.240	452.555	4,92	< 0,0001
	Mari	Mata Paraíba	43,92	86.773	437.586	251.457	0,15	< 0,0001
	Campina Grande	Agreste	24,95	73.170	326.869	164.549	0,19	< 0,0001
	Gurjão	Borborema	46,26	293.790	892.449	158.059	3,73	< 0,0001
	Cuité	Agreste	35,76	13.693	71.704	362.896	0,18	< 0,0001
2000	Tavares	Sertão	83,51	245.860	110.617	742.167	2,71	< 0,0001
	Logradouro	Mata Paraíba	49,56	21.798	110.149	580.792	0,17	< 0,0001
	R. S. Antônio	Borborema	19,27	111.350	104.738	168.608	12,07	< 0,0001
	Lagoa	Sertão	28,3	14.844	197.477	167.494	0,05	< 0,0001
	B.B. Cruz	Sertão	75,5	95.695	485.936	19.150	2,09	< 0,0001
2010	Juazeirinho	Borborema	67,4	178.153	68.551	729.905	3	< 0,0001
	Riachão	Agreste	52	27.510	973.031	397.738	0,24	< 0,0001
	Poço de Jose de Moura	Sertão	56,23	16.453	654.009	284.617	0,23	< 0,0001
	Massaranduba	Agreste	27,9	13.670	145.467	117.356	0,07	< 0,0001
	Tavares	Sertão	76,02	206.256	667.645	113.703	4,21	< 0,0001
2016	Juazeirinho	Borborema	67,4	177.770	574.363	992.713	4,3	< 0,0001
	Aroeiras	Agreste	42,72	10.574	1.182	965.939	0,06	< 0,0001
	Tavares	Sertão	3,27	141.484	542.871	578.048	3,26	< 0,0001
	Borborema	Borborema	39,21	24.458	924.163	410.050	0,22	< 0,0001
	Poço de Jose de Moura	Sertão	56,23	9.123	534.685	304.142	0,15	< 0,0001

LLR = teste de verossimilhança; Obs. = casos observados; Esp. = casos esperados; RR = risco relativo.

O *cluster* de menor raio para o ano de 2000 foi 19,27 km, o que apresentou uma menor detecção de casos quando comparado aos demais. O município de Riacho de Santo Antônio localizado na mesorregião da Borborema foi o centroide desse *cluster* e os municípios que o compõem são: Alcatil, Barra de São Miguel e Boqueirão. Sobre a área do *cluster* foi observada uma produção de lenha de 111.350 m³.

A análise de varredura no ano de 2010 apresentou *cluster* centralizado na mesorregião da Borborema, o qual teve como centroide o município de Juazeirinho com

raio de 67,4 km e LLR de 729.908. O *cluster* dois localizado na mesorregião do Agreste foram observados 27.510 m³ de lenha explorados no ano de 2010, sendo o risco relativo de 0,24, ou seja, a probabilidade de um município encontrar-se no *cluster* com centroide no município de Riachão é de 0,24% de chance do que fora dele. Para o ano de 2016 cinco *clusters* foram classificados como significativos com base no p valor encontrado para a produção de lenha no estado na Paraíba. O *cluster* 1, com centroide situado em Juazeirinho apresentou LLR de 992.731, raio de 67,4 km e risco relativo de 4,30. Foram observadas um valor de 177.770 m³ de lenha explorados valor inferior ao esperado de 574.363 m³ de lenha.

Como mostra a Tabela 3.2, na análise de varredura, foram encontrados vários *cluster* de produção de lenha no decorrer dos 26 anos, principalmente nas regiões do Sertão, Agreste e Borborema.

Compreendendo essa atividade como uma das principais causadoras da desertificação no mundo, tal como define a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (1994), e fazendo um paralelo entre essas questões, entende-se que esse tipo de degradação se apresenta como um importante indicador para estudar o nível de utilização das terras e os seus impactos diretos sobre os recursos naturais.

Segundo mapeamento realizado por Souza (2008), no ano 2006 o município de São Sebastião do Umbuzeiro apresentava 79% de sua área com algum nível de desertificação (332,7624 km²), com destaque para as áreas com alto nível desse fenômeno (131,6992 km²), ou seja, 31% de todo o território municipal.

3.4. CONCLUSÃO

Nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2016 houve uma queda de 4,96% a.a. na oferta da produção de lenha, saindo de 1.824.415 m³ (1990) para 485.692 m³ (2016). Um dos principais agentes responsáveis por esse decréscimo são os órgãos fiscalizadores. Estes implementaram o conceito de extrativismo sustentável, cuja finalidade é impedir o esgotamento dos recursos, e incentivar o manejo florestal sustentável.

Os maiores índices de produção de lenha estão concentrados na mesorregião do Sertão. A disponibilidade de florestas, assim com a ausência de alternativas de trabalho voltados para a agricultura facilitam a produção de lenha, que serve como fonte de renda para o desenvolvimento da região.

Para o ano de 1990 a produção de lenha concentrou-se basicamente na mesorregião do Sertão e Borborema. Os municípios inseridos nestas regiões produzem na ordem de 12.750 a 194.688 m³ de lenha anualmente. Neste ano foram identificados cinco *clusters*

espaciais, destes, dois são de alta concentração de produção de lenha no estado da Paraíba. O de maior número de casos concentra-se na mesorregião do Sertão e teve como centroide o município de Brejo dos Santos

Para o ano de 2000 além do Sertão e Borborema, a mesorregião do Agreste também contribuiu de forma significativas com os valores de produção de lenha, tais municípios tiveram uma produção de lenha que variou entre 49.825 e 90.400 m³. A Mata Paraibana foi caracterizada com produção muito baixa variando entre 0 a 791 m³ de lenha produzidos anualmente.

Foram observado no ano de 2000 a presença cinco *clusters*, de forma que o *cluster* de maior concentração encontrou-se no Sertão da Paraíba. A distribuição espacial mostra que 38 municípios compõem o *cluster* com maior número de concentração de produção de lenha.

No ano de 2010 foram identificados municípios com alto nível de produção de lenha localizados tanto na mesorregião do Sertão como na Borborema e Agreste da Paraíba. No ano de 2010 o *cluster* mais representativo encontraram-se na mesorregião da Borborema cujo o município de Juazeirinho é o ponto central de identificação da localização geográfica dos 39 municípios que compôs o *cluster* primário.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, R. M.; DUCZMAL, A. R. A simulated annealing strategy for the detection of arbitrary shaped spatial clusters. **Computational Statistics and data analysis**, v. 45, p. 269-286, 2004.

BALIEIRO, A. A. S. **Detecção de conglomerados dos alertas de desmatamento do Amazonas usando Estatística de varredura espaço-temporal**. 2008. 87f. Dissertação (mestrado em Estatística Aplicada e Biometria). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008.

BESAG, J.; NEWELL, J. The detection of clusters in rare diseases. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 154, p. 143-155, 1991.

CCD - Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação. Trad. Delegação de Portu-gal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental, 1994.

CTGAS - Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis. Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Norte. Relatório Final. Natal: CTGAS-ER; MCT; SEBRAE-RN, 2012. 134 p.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L. C.; SILVA, M. V. B.; PINTO, P. A. L. A. Spatial distribution of firewood production in Northeastern Brazil (1994-2013). **Revista Árvore**, v.42, n. 4, p. 1 – 11, 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L.; CARVALHO, M. Carbon Footprint

Associated with Firewood Consumption in Northeast Brazil: An Analysis by the IPCC 2013 GWP 100y Criterion. **Waste and Biomass Valorization**, v. 4, n. 3, 2018.

COLEMAN, M.; MABUZA, A. M.; KOK, G.; COETZEE, M.; DURRHEIM, D. N. Using the SatScan method to detect local malaria clusters for guiding malaria control programmes. **Malaria Journal**, v. 8, n. 1, p. 68, 2009.

COULSTON, J. W. RITTERS, K. H. Geographic analysis of forest health indicators using spatial scan statistics. **Environmental Management**, v. 31, n. 6, p. 764 - 773, 2003.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 15^o ed. São Paulo: Saraiva, 1997. 224p.

CUENCA, M. A. G.; DOMPIERI, M. H. G. Dinâmica espacial da canavicultura e análise dos efeitos sobre o valor bruto da produção, na região dos tabuleiros costeiros da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. **Revista Econômica do Nordeste**, v.47, n. 4, p. 91-106, 2017.

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations* 2016. **State of the world's forests**. Rome. 107 p.

FERREIRA, L. A. **Consumo e fluxo de produtos florestais no setor industrial/comercial do estado da Paraíba**. João Pessoa: Pnud/FAO/UFPB/GOV. Paraíba: 1994.

HAKAMADA, R. E.; STAPE, J.L.; LEMOS, C.C.Z.; EMANUEL, A.; ALMEIDA, A.; SILVA, L.F. Uso do inventário florestal e da uniformidade entre árvores como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultural em plantios clonais de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 27-39, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas digitais**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA**, 2018. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp> Acessado em: 25 mai. 2018.

KULLDORF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease *cluster*: detection and inference. **Statistics in Medicine**, v.14, p. 799-810, 1995.

KULLDORFF, M. A. Spatial scan statistic. **Communications in Statistics: Theory and Methods**, v. 26, p.1481-1496, 1997.

KULLDORFF, M. **SaTScan™ User Guide**, version 9.6. 2018.

KULLDORFF, M.; ATHAS, W.; FEUER, E.; MILLER, B.; KEY, C. Evaluating *cluster* alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos. **American Journal of Public Health**, v. 88, p. 1377–1380, 1998.

LEWKOWICZ, R. **Detecção de Clusters, uma análise de sazonalidade de surtos de dengue nos municípios do Brasil de 2007 a 2011**. 2013. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2013.

LUCENA, S. E. D. F.; MORAES, R. M. D. Detecção de agrupamentos espaço-temporais para identificação de áreas de risco de homicídios por arma branca em João Pessoa, PB. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 18, n. 4, 2012.

MARTINS, K. L. C. ; MELQUIADES, T. F. ; REZENDE, J. L. P. ; COELHO JUNIOR, L. M. Plant extractivism production disparity between Northeast Brazil and Brazil. **Floram**, 2018.

MENEZES, R.S. C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GIONGO, V.; PÉREZ, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 643 – 653, 2012.

MOURA, F. R. Detecção de clusters espaciais via algoritmo Scan multi-objetivo. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

NISHIGUCHI, S.; TABATA, T. Assessment of social, economic, and environmental aspects of woody biomass energy utilization: direct burning and wood pellets. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 57, p. 1279–1286, 2016.

PAUPITZ, JÚLIO. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no Semiárido brasileiro. In: GARIGLIO, MARIA AUXILIADORA; SAMPAIO, EVERARDO VALADARES DE SÁ BARRETO; CESTARO, LUIS ANTÔNIO & KAGEYAMA, PAULO YOSHIO. (orgs.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro, p. 49-64, 2010.

PEREIRA, A, P. J. T.; MORAES, R. M.; VIANNA, R. P. T. Aplicação do método scan para a detecção de conglomerados espaciais dos acidentes de trânsito ocorridos em João Pessoa-PB. **Hygeia**, v. 10, n. 18, p. 82-97, 2014.

REINALDO FILHO, L. L.; BEZERRA, F. D. **Informe setorial cerâmica vermelha**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2010. 22 p.

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.

SANTANA, A. G. Cluster Madeireiro: o Eucalipto, a Celulose e o Desenvolvimento do Extremo Sul da Bahia. **Revista econômica do Nordeste**, v. 40, n. 4, p. 726 – 749, 2009.

SIMIONI, J. F.; MAGALHÃES, J. M.; MOREIRA, A. P.; FACHINELLO, A. L.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MATSUURA, M. I. S. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 731-742, 2017.

SOUZA, B. I. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo**, v. 18, n. 2, p. 329-340, 2014.

TSUTSUI, A.; YAHARA, K.; CLARK, A.; FUJIMOTO, K.; KAWAKAMI, S.; CHIKUMI, H.; IGUCHI, M.; YAGI, T.; BAKER, M. A.; O'BRIEN, T.; STELLING, J. Automated detection of outbreaks of antimicrobial-resistant bacteria in Japan. **Journal of Hospital Infection**, v. 12, p. 1 – 12, 2018.

VENZETTI, N.; CORSANO, G.; MONTAGNA, J. A comparison between individual factories and industrial clusters location in the forest supply chain. **Forest Policy and Economics**, v. 83, p. 88 – 98, 2017.

VIEIRA, R. M. S. P.; TOMASELLA, J.; ALVALÁ, R. C. S.; SESTINI, M. F.; AFFONSO, A. G.; RODRIGUEZ, D. A.; BARBOSA, A. A.; CUNHA, A. P. M. A.; VALLES, G. F.; CREPANI, E.; OLIVEIRA, S. B. P.; SOUZA, M. S. B.; CALIL, P. M.; CARVALHO, M. A.; VALERIANO, D. M.; CAMPELLO, F. C. B.; SANTANA, M.O. Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v. 6, p. 347 – 360, 2015.

ZHAO, Z.; WEI, X.; WANG, X.; MA, T.; HUANG, L.; GAO, H.; FAN, J.; LI, X.; JIA, X. Concentration and mineralization of organic carbon in forest soils along a climatic gradient. **Forest Ecology and Management**, v. 432, n. 15, p. 246 – 255, 2019.

4. ARTIGO 3 - CONCENTRAÇÃO REGIONAL DAS EMPRESAS DE CERÂMICA VERMELHA NA PARAÍBA (2006 - 2016)

RESUMO

Este trabalho analisou a concentração de empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba. Realizou-se uma análise de conjuntura do comportamento temporal da quantidade de empresas de cerâmica por mesorregião para os anos de 2006 a 2016 e quantidade de empresas por município e microrregião, através da distribuição de quartis. A concentração regional foi determinada por meio dos indicadores: Razão de Concentração $CR(k)$, Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), Entropia de Theil (E) e o coeficiente de Gini (G). Os principais resultados mostraram que a Borborema é a mesorregião onde encontra-se as maiores quantidades de empresa de cerâmica vermelha quando comparada às demais mesorregiões do estado. Os municípios mais representativos com relação aos quartis de quantidade de empresas de cerâmica foram Guarabira, Santa Rita, Mulungu, Rio Tinto, Caldas Brandão, Cuitegi, Itaporanga, Picuí, Mamanguape, Belém, Santa Luzia e Juazeirinho, e as microrregiões foram Litoral Norte, Cariri Ocidental, Seridó ocidental, Seridó Oriental e Guarabira. O $CR(4)_{Munic}$ classificou-se com concentração moderadamente baixa. O $CR(8)_{Munic}$ apresentou média de 47%, indicando grau de concentração moderadamente baixo e mercado competitivo. As microrregiões de Guarabira, Seridó Oriental, Seridó Ocidental e Cariri Ocidental e Litoral Norte contribuíram para compor o $CR(4)_{Micro}$, classificando-se com concentração moderadamente alta. O menor $CR(8)_{Micro}$ apresentou concentração muito alta nas microrregiões de Guarabira, Seridó Oriental, Seridó ocidental, Cariri Ocidental, Litoral Norte, João Pessoa, Sousa e Itaporanga. O HHI para os municípios e microrregiões demonstrou baixa concentração indicando um mercado altamente competitivo. Os índices de E municipais, microrregionais e mesorregionais da Paraíba indicaram desconcentração. O G mostrou desigualdade forte para os municípios e microrregiões e desigualdade fraca a média para as mesorregiões.

Palavras-chave: Medidas de concentração; Cerâmica vermelha; lenha.

ARTICLE 3 - REGIONAL CONCENTRATION OF RED CERAMIC INDUSTRIES IN PARAÍBA (2006 - 2016)

ABSTRACT

This work analyzed the concentration of red ceramic industries in the state of Paraíba. An analysis of the conjuncture of the temporal behavior of the number of ceramic industries by mesoregion for the years 2006 to 2016 and quantity of industries per municipality and microregion through the distribution of quartiles was carried out. The regional concentration was determined by the following indicators: Concentration Ratio CR (k), Herfindahl-Hirschman Index (HHI), Theil Entropy (E) and Gini coefficient (G). The main results showed that: Borborema is the mesoregion where the largest amounts of red ceramic industry are found when compared to the other mesoregions of the state. The most representative municipalities in relation to the quartiles of quantity of ceramic industries were Guarabira, Santa Rita, Mulungu, Rio Tinto, Caldas Brandão, Cuitegi, Itaporanga, Picuí, Mamanguape, Belém, Santa Luzia and Juazeirinho, and the microregions were Litoral Norte, Western Cariri, Western Seridó, Eastern Seridó and Guarabira. The RC (4) Munic was classified with a moderately low concentration, CR (8) Munic showed an average of 47%, indicating a moderately low degree of concentration. The micro-regions of Guarabira, Seridó Oriental, Western Seridó and Western Cariri and North Coast contributed to compose the RC (4) Micro, classified as moderately high. The lowest CR (8) Micro presented a very high concentration in the micro regions of Guarabira, Seridó Oriental, Seridó occidental, Cariri Ocidental, Litoral Norte, João Pessoa, Sousa and Itaporanga. The HHI for the municipalities and microregions showed low concentration indicating a highly competitive market. The municipal, microregional and mesoregional E rates of Paraíba indicated deconcentration. The G showed strong inequality for the municipalities and microregions and low to medium inequality for the mesoregions.

Keywords: Concentration measures; Red ceramics; firewood.

4.1. INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos naturais, que nos primórdios representavam a sobrevivência da espécie humana, passou a ocorrer no mundo moderno visando à comodidade e o crescimento econômico (ARAÚJO et al., 2015). Um dos setores industriais que contribuem para a geração de impactos ambientais é a indústria de cerâmica vermelha. Este setor vem ao longo dos anos proporcionando impactos ambientais negativos, principalmente, devido ao uso de matéria-prima e outros insumos extraídos diretamente da natureza, a exemplo da lenha.

Nos últimos anos, o desenvolvimento da indústria brasileira de cerâmica vermelha acarretou na expansão das micro e pequenas empresas, principalmente, na região do semiárido. Nesta área há disponibilidade de matéria-prima e com baixo custo de produção, favorecendo o crescimento econômico regional do setor. Outros fatores como condições ambientais e dificuldade de fiscalização, permitem que este setor utilize os recursos naturais de forma exacerbada (SILVA; MEXAS; QUELHAS, 2017).

Em 2017, o Brasil possuiu mais de 6.000 fábricas de cerâmica distribuídas no território nacional, com faturamento anual de R\$ 18 bilhões e participação de 4,8% da Indústria da construção civil no país (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA – ANICER, 2018). O Nordeste brasileiro foi a terceira maior região produtora de materiais cerâmicos. O Ceará detém mais de 200 empresas de cerâmica vermelha, mas a Bahia teve a maior produção (380×10^3 milheiro/mês), seguindo dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Maranhão, Paraíba, Sergipe, Piauí e Alagoas. A Paraíba, com produção de 57×10^3 milheiro/mês, ocupa a sexta colocação, em termos regionais (RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS – RAIS, 2017).

No estado da Paraíba, o setor conta com 150 empresas de pequeno e médio porte, espalhadas por 30 municípios, oferecendo mais de 20 mil empregos diretos, e faturamento anual de mais de 140 milhões de reais. Os produtos cerâmicos (75% de blocos e 25% de telhas) são destinados a atender o mercado doméstico e estados vizinhos como Pernambuco e Rio Grande do Norte (SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA DO ESTADO DA PARAÍBA – SINDICER, 2018; RAIS, 2017).

Segundo Silva Filho (2014), o estado da Paraíba dispõe de dois polos produtores de cerâmica, onde concentram-se as maiores empresas da Paraíba. O primeiro polo congrega cidades das regiões da Zona da Mata e do Agreste Paraibano, com destaque para os municípios de Santa Rita, Mamanguape, Rio Tinto, Guarabira, Cruz do Espírito Santo, Caldas Brandão, Mulungú, Jacaraú, Belém, Cuitegí e Pilões. As mesorregiões da Zona da Mata e Agreste paraibano possuem bacias sedimentares portadoras de depósitos de argila,

fazendo-se mais propícias à extração de melhor qualidade para a produção de cerâmica vermelha. O segundo polo produtor de cerâmica está localizado no interior do estado, com empresas de menor porte, principalmente nos municípios de Santa Luzia, São Mamede, Patos, Congo, Juazeirinho, Junco do Seridó, Souza e Soledade.

Coelho Junior (2010), afirmou que para uma economia se desenvolver, deve implementar estratégias de diversificação em mercados pouco explorados, e que possuam potencial de crescimento. A concentração de empresas em uma região consiste no aumento do controle exercido por uma atividade econômica (SILVA FILHO, 2014). Conhecer esta estrutura de mercado auxilia a organização de estratégias e investimentos, modificando o desempenho, a competitividade entre participantes de um setor, assim como identificar áreas com maiores níveis de concentração de empresas (COELHO JUNIOR et al., 2013). Boff e Resende (2002), afirmaram que o poder de mercado demonstra a participação que uma região possui, na produção ou na venda, de um determinado tipo de produto.

Os índices de concentração são utilizados para analisar estrutura de mercado e evidenciar a dimensão da competitividade. Estes indicadores sintetizam em um conceito de múltiplas dimensões, como oferta e demanda, capacidade tecnológica, estrutura de custos, e outros (POSSAS, 1999; ROCHA, 2010; HAGUENAUER, 2012).

Atualmente, já foram desenvolvidos estudos relacionados a concentração industrial. Destacam-se Selvatti (2015), para exportações mundiais de MDF de 1995 a 2012, Chiapinoto et al. (2017) avaliaram o setor de telefonia móvel no Brasil para os anos de 2009 a 2014. Para concentração de atividades florestais, tem-se Coelho Junior et al. (2010), analisaram a concentração da indústria de papel e celulose, Coelho Junior et al. (2013) estudaram a concentração das exportações mundiais de produtos florestais, Heimann et al. (2015) para o mercado de molduras (frame) importadas pelos Estados Unidos, Simione et al. (2017), evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil, Coelho Junior (2016) para o valor bruto de produção do pinhão no Paraná, Coelho Junior; Burgos e Santos Junior (2018), concentração regional da produção de lenha na Paraíba.

As medidas de concentração auxiliam na tomada de decisão fornecendo elementos empíricos necessários, principalmente na orientação de políticas públicas. Em busca de orientar a tomada de decisão para promoção do desenvolvimento regional, este trabalho analisou a concentração de empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Objeto de estudo

Os dados necessários para medir a concentração regional das empresas de cerâmica vermelha na Paraíba, no período de 2006 a 2016, foram extraídos do RAIS do Ministério do Trabalho. A análise da concentração regional na Paraíba foi com os níveis municipais, microrregiões e mesorregiões. A Figura 4.1 mostra a localização geográfica do estado da Paraíba, no Brasil e na região Nordeste.

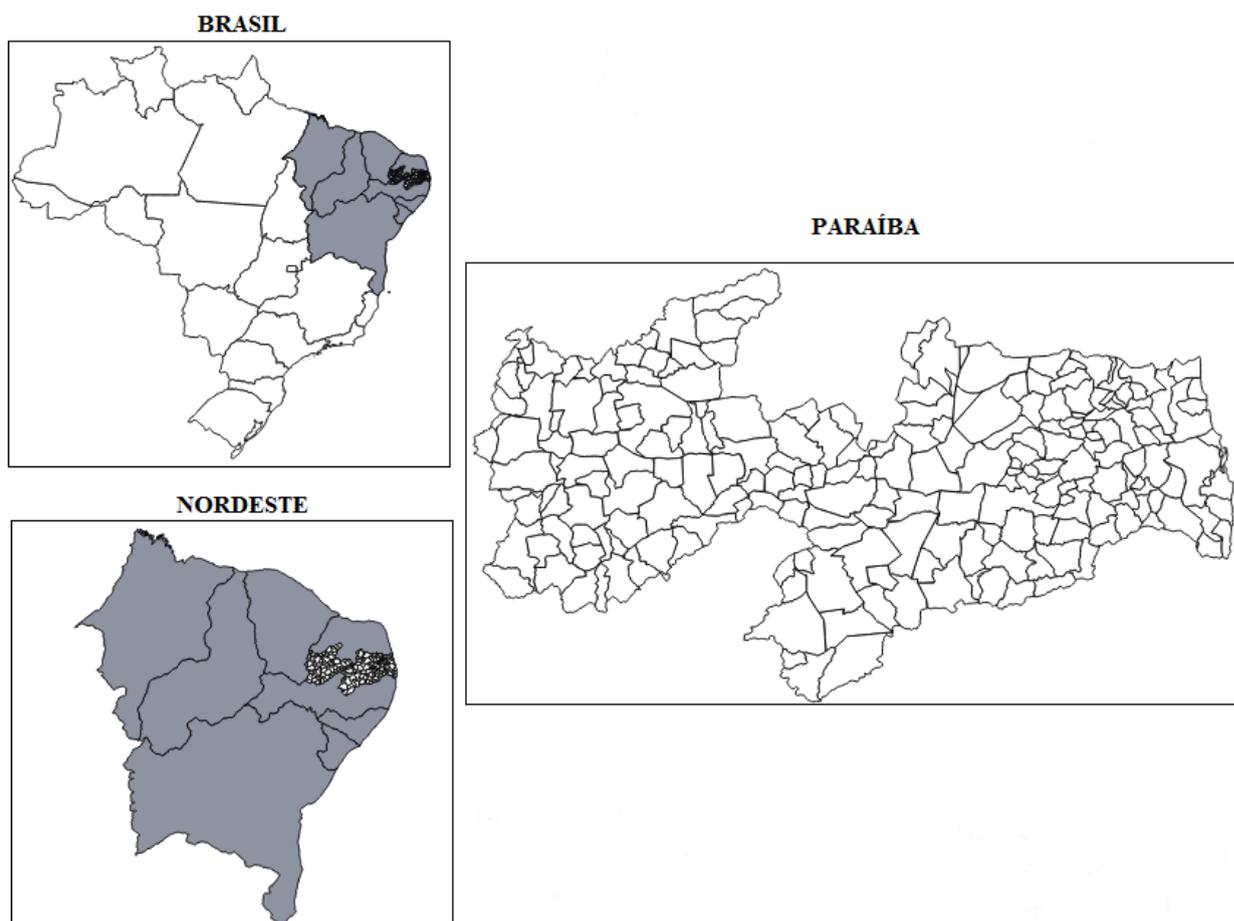


Figura 4.1. Localização geográfica do estado da Paraíba, no Brasil e na Região Nordeste.
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018).

Foi estudado o comportamento temporal da quantidade de empresas de cerâmica por mesorregião no estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016. Realizou-se uma análise de conjuntura da quantidade de empresas por município e microrregião na Paraíba, através da distribuição de quartis.

Os quartis, foram descritos segundo o método proposto por Crespo (1997). Os dados foram ordenados para os anos de 2006, 2010 e 2016 de forma crescente inferindo a ordem do quartil, conforme a Equação 4.1.

$$Q_k = \frac{k \sum f_i}{4} \quad (4.1)$$

Em que,

k : número de ordem do quartil de cerâmica vermelha

$\sum f_i$ = somatório da frequência da quantidade de empresas cerâmica vermelha dos municípios e microrregiões do estado da Paraíba.

Os intervalos de quantidade de empresas por município e microrregião foram classificados em: primeiro quartil (Q_1) baixa, valor de uma quarta parte ($0\% \leq Q_1 \leq 25\%$); no segundo quartil (Q_2) média, que coincide com a mediana ($25\% < Q_2 \leq 50\%$); terceiro quartil (Q_3) alta, valor da terceira quarta parte ($50\% < Q_3 \leq 75\%$); e no quarto quartil (Q_4) muito alta, valor da quarta parte ($75\% < Q_4 \leq 100\%$).

4.2.2. Medidas de Concentração

Foram utilizados quatro indicadores de concentração, sendo eles: Razão de Concentração CR(k), Índice de Herfindahl–Hirschman (HHI), Índice de Entropia de Theil (E) e Coeficiente de Gini (G) (COELHO JUNIOR et al., 2018).

A Razão de Concentração CR(k) calcula a participação de mercado das k (sendo k = 1, 2, ..., n) quantidade de empresas de cerâmica no estado da Paraíba. Bain (1959), atribuiu a forma algébrica da Razão de Concentração apresentado na Equação 4.2.

$$CR(k) = \sum_{i=1}^k S_i \quad (4.2)$$

Em que,

S_i : *Market share*, em porcentagem da região i (municípios e microrregião) para a quantidade de empresas de cerâmica.

Foi calculado os quatro CR(4) e oito CR(8) maiores, municípios e microrregiões em quantidade de empresas de cerâmica na Paraíba e classificado de acordo com Bain (1959), apresentado na Tabela 4.1. Também foram utilizados os vinte CR(20) e trinta CR(30) maiores municípios.

O índice (*HHI*), Equação 4.3, foi calculado com base no somatório da quantidade de empresas ao quadrado para os níveis municipais, microrregionais e mesorregionais da Paraíba.

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \quad (4.3)$$

n = Número de participantes na quantidade de empresas na Paraíba, nos níveis regionais (municípios, microrregião e mesorregião)

S_i^2 = *Market share*, em porcentagem, da região i (municípios, microrregião e mesorregião) para a quantidade de empresas na Paraíba.

Tabela 4.1. Classificação do grau de concentração do indicador de Razão Concentração [$CR(k)$].

Nível de concentração	Quatro maiores	Oito Maiores
Muito Alto	$CR(4) \geq 75\%$	$CR(8) \geq 90\%$
Alto	$65\% \leq CR(4) < 75\%$	$85\% \leq CR(8) < 90\%$
Moderadamente Alto	$50\% \leq CR(4) < 65\%$	$70\% \leq CR(8) < 85\%$
Moderadamente Baixo	$35\% \leq CR(4) < 50\%$	$45\% \leq CR(8) < 70\%$
Baixo	$CR(4) < 35\%$	$CR(8) < 45\%$

Fonte: Bain (1959).

O limite inferior (LI) do índice é $1/n$, situação em que todos os municípios têm a mesma quantidade de cerâmica vermelha. Já o limite superior é igual a 1, indicando que houve concentração máxima, quando há uma situação de monopólio. Para análises comparativas, quando ocorre variação no número de regiões em dado setor, Resende (1994) sugeriu o Índice Herfindahl-Hirschman ajustado HHI' , Equação 4.4. A utilização do HHI' implica em um intervalo de variação entre 0 e 1, assim, à medida que o índice se afasta de zero maior a concentração. Um $HHI' < 0,1$ indica um mercado altamente competitivo, no intervalo $0,1 \leq HHI' < 0,15$ tem-se um mercado não concentrado, para $0,15 \leq HHI' \leq 0,25$ possui concentração moderada e concentração alta para $HHI' > 0,25$.

Os resultados obtidos pelo índice HHI' apresentam maior confiabilidade que os do índice $CR(k)$ por considerar o número de participantes (BOFF; RESENDE, 2002).

$$HHI' = \frac{1}{n-1} (n * HHI - 1); n > 1 \quad (4.4)$$

Para cálculo da Entropia de Theil (E) utilizou-se a Equação 4.5, proposto por Theil (1967).

$$E = \sum_{i=1}^n S_i \ln(S_i) \quad (4.5)$$

S_i = *Market share*, em porcentagem, da região (municípios, microrregião e mesorregião) i para a quantidade de empresas de cerâmica vermelha na Paraíba

\ln = logaritmo neperiano

n = Número de participantes na quantidade de empresas de cerâmica nos níveis regionais (municípios, microrregião e mesorregião)

O índice da E mede o inverso da concentração, quanto menor o valor do índice mais concentradas as empresas de cerâmica vermelha na Paraíba. Um número maior de indústrias implica em um valor elevado de E . Em situações de monopólio a E assume valor zero, significando concentração máxima. O limite superior (LS) do índice é o $\ln(n)$, nesse caso as indústrias possuem parcelas iguais de mercado, ou seja, concentração mínima (BOFF; RESENDE, 2002).

Resende (1994), sugeriu que, para análises intertemporais, a Entropia seja ajustada de acordo com a Equação 4.6. Assim, a Entropia varia entre 0, monopólio (concentração máxima), e 1, concorrência perfeita (concentração mínima).

$$E' = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n S_i \ln(S_i) \quad (4.6)$$

O Índice de Gini (G) verificou o grau de desigualdade das indústrias por município conforme a Equação 4.7. O (G) foi utilizado como ferramenta acessória aos coeficientes de concentração, uma vez que uma alta concentração implica em uma desigualdade maior.

$$G = 1 - \frac{\left[\sum_{i=1}^n (S_{ij} + S_i) \right]}{n} \quad (4.7)$$

S_i = *Market share*, em porcentagem, da região i (municípios, microrregião e mesorregião) para a quantidade de empresas da Paraíba.

S_{ij} = Participação cumulativa (j) da região i (municípios, microrregiões e mesorregiões) para a quantidade de empresas na Paraíba;

n = Número de participantes na quantidade de empresas de cerâmica vermelha da Paraíba, nos níveis regionais (municípios, microrregiões e mesorregiões)

O índice Gini varia entre 0 e 1, classificado da seguinte forma: 0,101 – 0,250 desigualdade nula a fraca; 0,251 – 0,500 desigualdade fraca a média; 0,501 – 0,700 desigualdade média a forte; 0,701 – 0,900 desigualdade forte a muito forte; 0,900 – 1,000

desigualdade muito forte a absoluta (COELHO JUNIOR et al., 2013).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4.2 apresenta a evolução da quantidade de empresas de cerâmica vermelha nas mesorregiões do estado da Paraíba: Sertão, Borborema, Agreste e Mata Paraibana durante os anos de 2006 a 2016. Verificou-se que as empresas de cerâmica fazem parte da economia de todas as mesorregiões do estado. A Borborema foi a mesorregião onde encontra-se o maior número de empresas de cerâmica na Paraíba. Para o ano de 2016 a Borborema contribuiu com (34,8%) da produção de cerâmica do estado, seguida do Agreste (31,4%), Mata Paraibana (17,9%) e Sertão (15,7%).

Tabela 4.2. Evolução das empresas de cerâmica vermelha nas mesorregiões do estado da Paraíba no período de 2006 a 2016.

Mesorregiões	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Borborema	18	22	22	23	25	28	29	33	38	38	31
Agreste	13	16	17	12	17	23	27	28	32	31	28
Mata Paraibana	11	11	13	13	15	14	17	16	20	21	16
Sertão	3	2	5	7	9	10	14	15	15	13	14
TOTAL	45	51	57	55	66	75	87	92	105	103	89

Fonte: RAIS (2018).

Este tipo de atividade apresentou crescimento no decorrer dos anos, passando de 45 para 89 empresas, o que mostra a evolução deste segmento tanto na economia do estado como no aumento da busca por matéria prima para suprimento da fabricação de seus produtos. Com o aumento do número de empresas consequentemente ocorre o aumento por fontes energéticas com destaque para a lenha. Porém, segundo Coelho Junior et al. (2016) o consumo de lenha pelas indústrias de cerâmica vermelha vem decrescendo, situação justificada pelo prejuízo ambiental causado pelo consumo deste recurso, bem como a limitação das reservas, maior fiscalização dos órgãos governamentais e uso do carvão vegetal.

Os quartis de concentração de empresas de cerâmica vermelha para os anos de 2006, 2010 e 2016 nos municípios e microrregiões do estado da Paraíba são mostrados na Tabela 4.3 e Figura 4.2. Pode-se observar que houve um aumento da quantidade de empresas cerâmica vermelha durante os últimos dez anos, principalmente nos municípios pertencentes a mesorregião do Sertão. Também verifica-se um aumento da quantidade de empresas de cerâmica na região da Borborema. Para o ano de 2006 os municípios que representaram o quartil de concentração muito alta foram: Guarabira, Mulungu, Santa Rita,

São José de Sabugi, Picuí, Santa Luzia, Rio Tinto, Nova Palmeira e Mamanguape, estes municípios apresentam quantidade de empresas que variou de 3 a 4 por município. Tais valores são em decorrência da localização geográfica, das condições ambientais, e principalmente da falta de fiscalização, fazendo com os recursos naturais possam ser extraídos em altas quantidades.

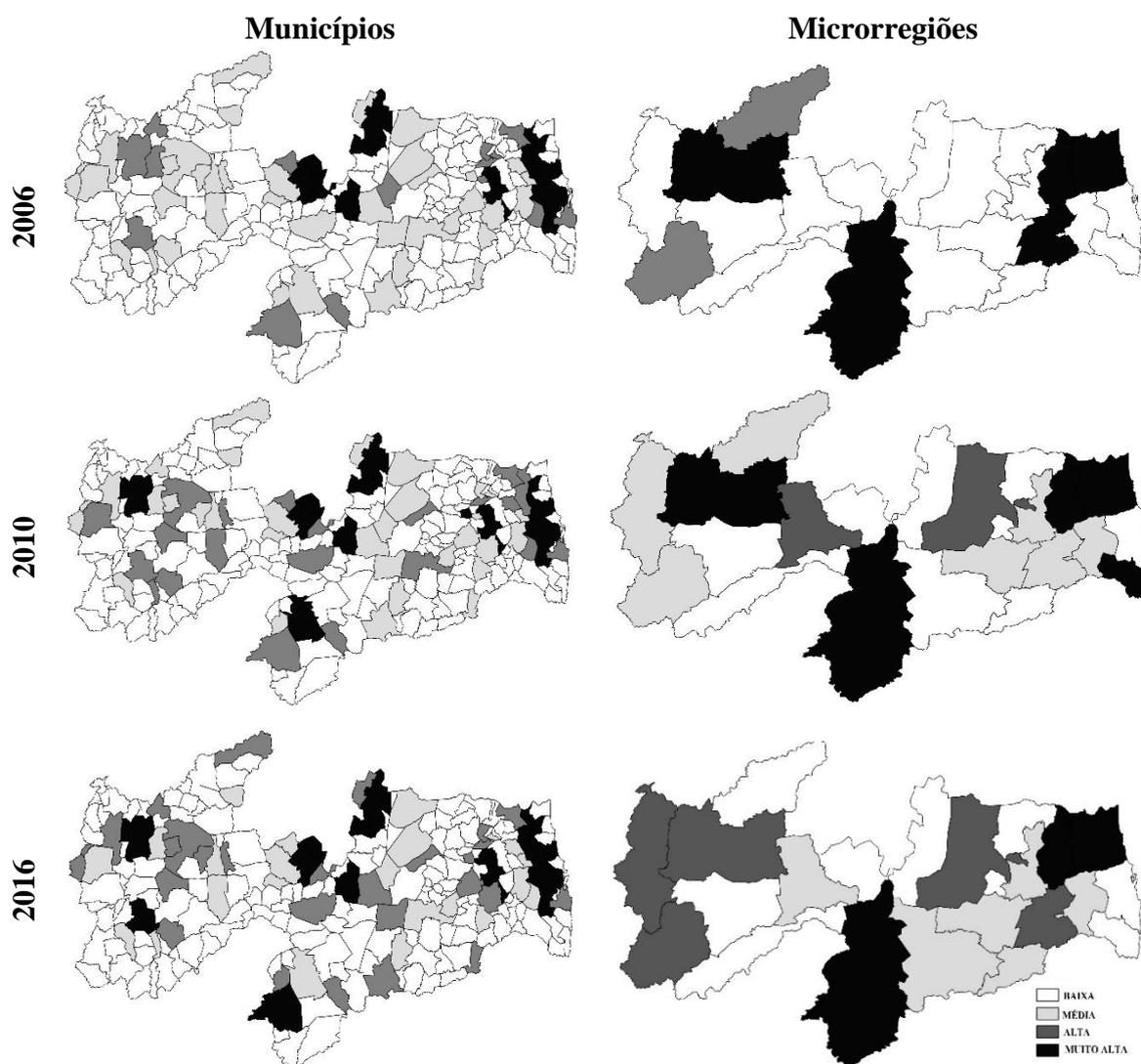


Figura 4.2. Quartis de concentração de empresas de cerâmica vermelha para os municípios e microrregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006, 2010 e 2016.

Ainda para o mesmo ano de 2006 os municípios menos representativos foram Aparecida, Belém, Congo, Cruz do Espírito santo, Cuitegi, Itaporanga, Jacaraú, João Pessoa, Monteiro, Olivedos, Pirpirituba, Santa Cruz, Sape, Soledade e Taperoá, caracterizados com baixa quantidade de empresas de cerâmica. Em 2010 ocorreu uma pequena expansão das empresas ceramistas, o município de Sousa localizado no Sertão da Paraíba, assim como Sumé, mesorregião da Borborema que passaram de concentração média para muito alta.

No ano de 2016 houve uma evolução da quantidade de empresas de cerâmica, os

municípios que antes não eram tão representativos e estavam classificados com nível de quantidade de cerâmica média 2 a 4, passaram a ter concentração de cerâmica muito alto, variando de 6 a 8 quantidade de empresas por município, estes foram representados pelos municípios de Guarabira, Santa Rita, Mulungu, Rio Tinto, Caldas Brandão, Cuitegí, Itaporanga, Picuí, Mamanguape, Belém, Santa Luzia e Juazeirinho.

Tabela 4.3. Extrato dos quartis de quantidade de empresa de cerâmica vermelha para os municípios e microrregiões da Paraíba para os anos de 2006, 2010 e 2016.

Quartis	2006		2010		2016	
	Municípios	Microrregiões	Municípios	Microrregiões	Municípios	Microrregiões
Q ₁	0 - 1	0 - 3	0 - 2	0 - 3	0 - 2	0 a 4
Q ₂	1 - 2	3 - 5	2 - 4	3 - 6	2 - 4	4 a 8
Q ₃	2 - 3	5 - 7	4 - 6	6 - 9	4 - 6	8 a 11
Q ₄	3 a 4	7 - 9	6 - 8	9 - 13	6 - 8	11 a 15

As microrregiões apresentaram evolução no número de empresas de cerâmica ao longo dos últimos 10 anos, como pode-se observar na Figura 4.2. As microrregiões do Litoral Norte, Cariri Ocidental, Seridó ocidental, Seridó Oriental e Guarabira representaram o quartil de alta quantidade, variando entre 7 a 9 empresas para o ano de 2006, 9 a 13 no ano de 2010 e, para o ano de 2016 o intervalo variou de 11 a 15 empresas de cerâmica por microrregião na Paraíba. As microrregiões de Campina Grande, Umbuzeiro, Sapé, Patos, Brejo Paraibano, Cajazeiras e Curimataú no ano de 2006 não tinham empresas de cerâmica como sendo parte de sua economia local, porém ao longo dos 10 anos, estas se desenvolveram no âmbito da construção civil e passaram a ter de 11 a 15 empresa por microrregião.

De acordo com Souza (2016), a indústria da construção civil representa uma elevada importância no desenvolvimento econômico e social do estado, aumentando o número de empresas de cerâmica que fornecem seus produtos para as construções. A indústria de cerâmica é um dos setores que mais se desenvolve e, esse crescimento se dá devido ao grande aumento populacional das cidades.

Na expansão, o aumento do número de empresas proporciona desenvolvimento no âmbito econômico. Contudo, também se intensificam os problemas ambientais decorrentes dos processos inerentes à produção, tais como, a retirada da vegetação e os problemas relacionados ao desgaste do solo.

Em um estudo realizado por Felipe (2002), mostra que a expansão das empresas de cerâmica no estado do Rio grande do Norte vem preocupando a sociedade e os órgãos que cuidam do meio ambiente no estado. Essas atividades utilizam como fontes energéticas,

madeira retirada da vegetação da caatinga que se encontra em estado de escassez, ao ser destruída, cria as condições para o surgimento de desertos. Dentro desse cenário necessário, se faz a criação de políticas de incentivo à produção mais limpa, de forma a garantir a sustentabilidade da empresa e a não degradação dos recursos naturais.

4.3.1. Medidas de Concentração de cerâmica vermelha na Paraíba

A Figura 4.3 mostra a concentração de empresas de cerâmica vermelha para os municípios e microrregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016. Observa-se que entre os anos de 2006 a 2009 a quantidade de empresas para os municípios mais representativos variaram entre 21%, para o ano de 2014, a 36% em 2009, Figura 4.3.a. o que indica um grau de concentração moderadamente baixo, segundo a classificação de Bain (1959). Quando as quatro microrregiões produtoras de lenha detêm mais de 40% do mercado, a estrutura desse mercado é oligopolista.

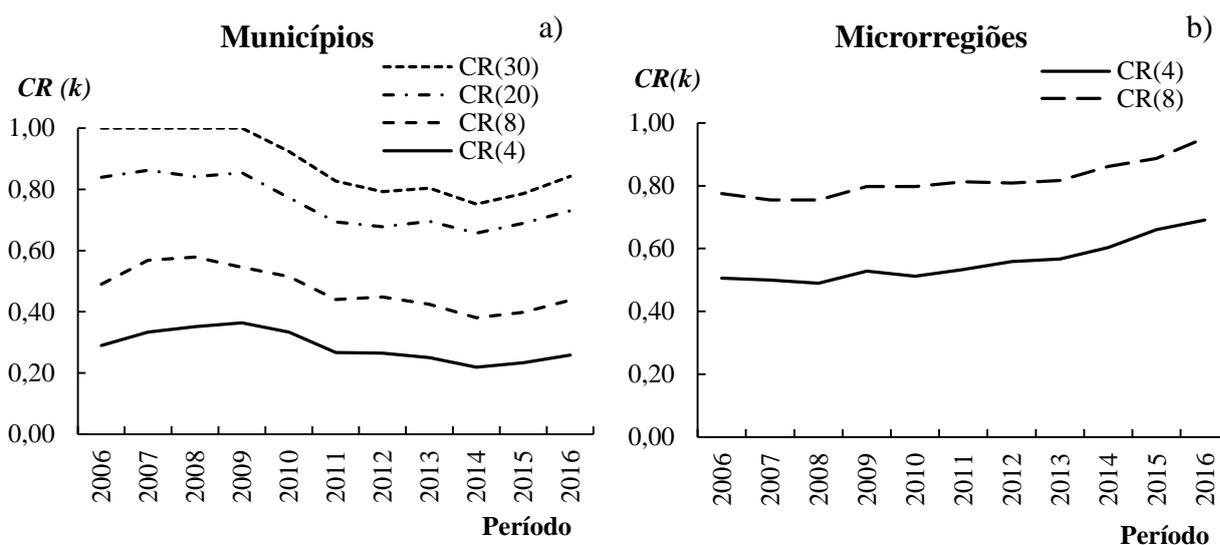


Figura 4.3. Evolução da Razão de Concentração das empresas de cerâmica vermelha por municípios e microrregiões do estado da Paraíba no período de 2006 a 2016.

Os municípios que compuseram o $CR(4)_{Munic}$ para os anos de 2006 a 2008 foram Boa Vista, Santa Cruz, Taperoá, Massaranduba e Buqueirão. A partir do ano de 2009 os municípios que colaboraram pelo menos uma vez com o $CR(4)$ foram: Rio Tinto, São Bentinho, Prata, Santa Rita, Jacaraú, Alagoa Grande, Gurinhém, Soledade, Diamante, Congo, Sumé, Mogeiro e Cuité. As empresas de cerâmica vermelha vêm se tornando uma atividade alternativa de diversificação e agregação de renda.

O $CR(8)_{Munic}$ apresentou média de 47% ao longo dos anos em estudo, indicando grau de concentração moderadamente baixo. O ano que com menor grau de concentração 38% foi 2014, a maior concentração de empresas de cerâmica vermelha para o $CR(8)_{Munic}$ foi de

57% no ano de 2008. Os municípios que colaboraram com o $CR(8)_{Munic}$ em pelo menos uma vez no período estudado foram: Boa Vista, Santa Cruz, Taperoá, Massaranduba, Mogeiro, Juazeirinho, Diamante, Coremas, Rio Tinto, São Bentinho, Prata, Santa Rita, Cuitegi, Boqueirão, Jacaraú, Cuité e Itaporanga.

A razão de concentração para os 20 municípios $CR(20)_{Munic}$ obteve média de 75%, e a dos 30 maiores municípios $CR(30)_{Munic}$ apresentou média de 88%. Estes dois $CR(k's)$ indicaram um mercado concentrado, visto que mais de 50% atuou nos 30 municípios com as maiores quantidade de empresa de cerâmica vermelha.

As microrregiões de Guarabira, Seridó Oriental, Seridó Ocidental e Cariri Ocidental e Litoral Norte contribuíram para compor o $CR(4)_{Micro}$. Figura 4.3.b. A maior concentrações foi para o ano de 2016. O $CR(4)_{Micro}$ apresentou média de 55% o que representa concentração moderadamente alta (BAIN, 1959).

O menor $CR(8)_{Micro}$ foi de 75% no ano de 2007, e maior de 95% para o ano de 2016, a média para as 8 microrregiões foi de 82%. Classificou-se como concentração muito alta nas microrregiões de Guarabira, Seridó Oriental, Seridó ocidental, Cariri Ocidental, Litoral Norte, João Pessoa, Sousa e Itaporanga.

Em um estudo realizado por Coelho Junior; Burgos e Santos Junior (2018), no período de 1994 a 2014, os autores encontraram que as microrregiões mais produtoras de lenha no estado da Paraíba foram Itaporanga, Cariri Ocidental, Sousa, Cariri Oriental, Serra do Teixeira, Piancó, Seridó Ocidental Paraibano, Curimataú Ocidental, Seridó Oriental Paraibano, Cajazeiras e Patos, o que mostrou uma forte relação com as microrregiões onde se encontraram as maiores quantidades de cerâmica vermelha no estado.

De acordo com Martins et al. (2018), a demanda intensiva de lenha nessas regiões, principalmente para atender a demanda das empresas de cerâmica vermelha, acelerou o processo de desertificação. Segundo o autor, o Nordeste brasileiro tem um nível de desertificação semelhante ao dos países africanos e essa atividade exerceu pressão nos recursos florestais colaborando com a intensificação desse impacto ambiental.

A Figura 4.4, apresenta os Índices de Herfindahl-Hirschman (HHI) para as empresas de cerâmica vermelha por meio dos níveis municipais, microrregionais e mesorregionais. Entre 2006 e 2016 em nível municipal, o HHI_{Munic} , apresentou mercado altamente competitivo, com média de 0,041 e LI 0,02, Figura 4.4.a. O ano de maior concentração foi 2008 e apresentou diferença de 0,02 entre o HHI_{Munic} e o LI , ou seja, o índice se manteve bem próximo do limite inferior, demonstrando baixa concentração na quantidade de empresas por município.

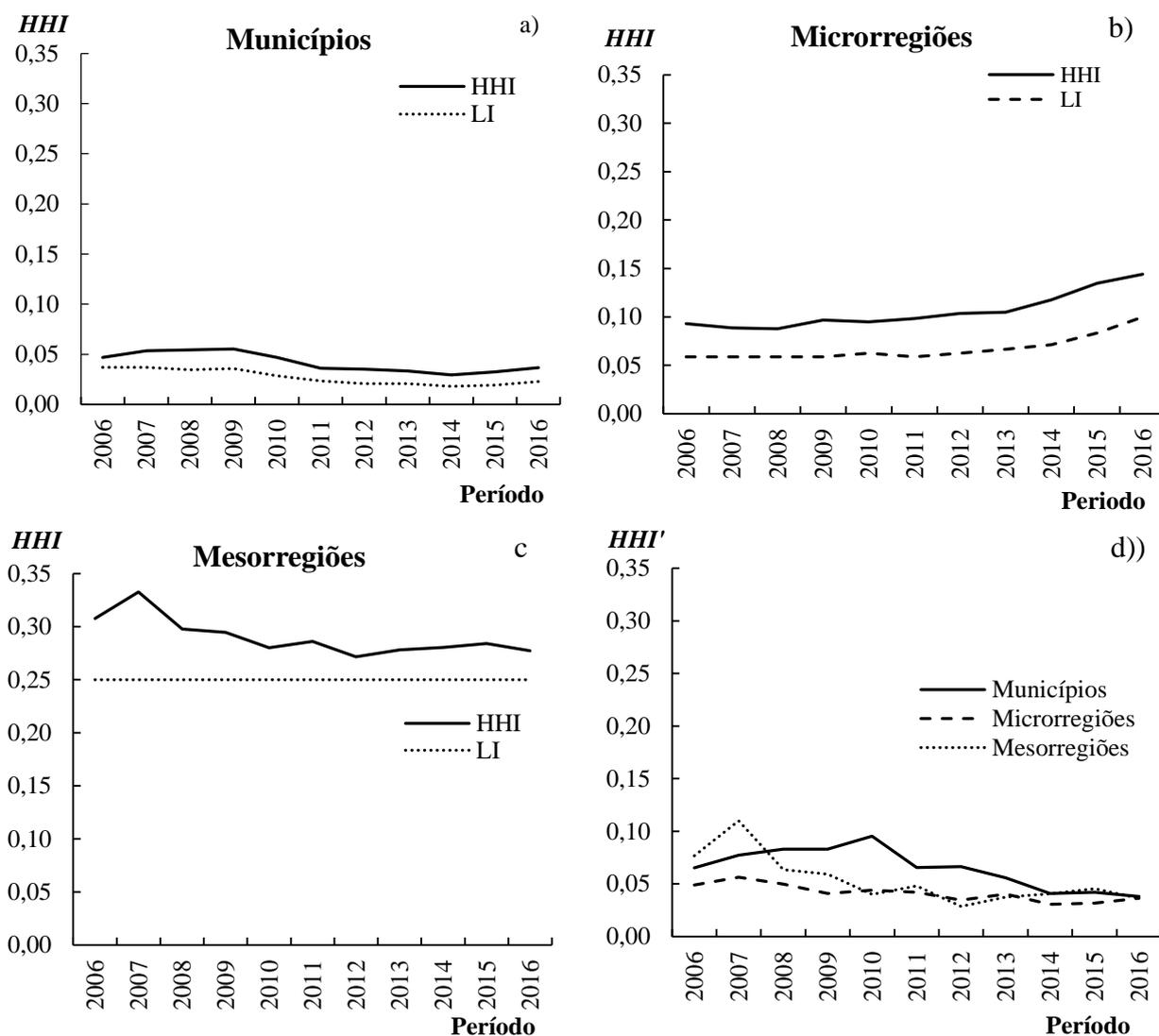


Figura 4.4. Índices Herfindahl-Hirschman (HHI), limite inferior do HHI (LI) e HHI ajustado (HHI') para a quantidade de cerâmica vermelha para os municípios, microrregiões e mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016.

O HHI_{Micro} caracterizou-se com média de 0,10, enquanto o LI foi de 0,06, demonstrou mercado não concentrado. A concentração medida pelo HHI_{Micro} foi crescente, e teve maior índice de concentração no ano de 2016 e este foi de 0,14, pode-se perceber um mercado não concentrado. Já no ano de 2008 foi obtido menor concentração, Figura 4.4b.

Para as mesorregiões, como o número de regiões diminuíram fez com que o nível de concentração de empresas de cerâmica vermelha aumentasse estando acima do valor de referência de 0,25. Os níveis de concentração variaram entre 0,27 e 0,33, Figura 4.4c.

A Figura 4.4d mostra a o HHI' ajustado da quantidade de empresas de cerâmica no estado da Paraíba, no período de 2006 a 2016. O HHI'_{Munic} apresentou-se altamente competitivo, a concentração variou entre 0,01% a 0,02% ao longo dos 10 anos em estudo, com maiores concentrações no ano de 2008. Com relação ao nível de concentração de

empresas de cerâmica vermelha nas microrregiões, estas variaram entre 0,03% a 0,05%, e as mesorregiões entre 0,03% e 0,1%.

As empresas de cerâmica vermelha utilizam grande parte da produção de lenha do estado da Paraíba, Coelho Junior et al. (2018) ressaltam que o mercado de lenha em nível municipal no estado, apresentou-se concentrado, e altamente competitivo para os anos de 1994 a 2014.

Os índices de entropia para a quantidade de empresas de cerâmica vermelha são apresentados na Figura 4.5 para os municípios, microrregiões e mesorregiões para os anos de 2006 a 2016. Os índices de E municipais, microrregionais e mesorregionais da Paraíba se mantiveram próximo Limite Superior (LS) indicando desconcentração. A entropia para os municípios obteve média de 3,5, microrregiões 2,4 e mesorregiões a média foi de 1,2.

Os resultados encontrados para a entropia corroboram com a Razão de Concentração e com o Índices Herfindahl-Hirschman. De acordo com o índice de entropia ajustado, Figura 4.5.d, as regiões paraibanas indicaram concorrência perfeita, e concentração mínima ao longo dos anos em estudos (REZENDE 1994). Coelho Junior; Burgos e Santos Junior (2018), ressaltam que o Índice de Entropia para a produção de lenha mostrou comportamentos semelhantes entre municípios e microrregiões do estado da Paraíba, demonstrando baixa concentração.

A Figura 4.6 mostra que a desigualdade da quantidade de cerâmica permaneceu, praticamente, estável para os municípios e microrregiões. No período de 2006 a 2016 a desigualdade de cerâmica por meio das mesorregiões do estado da Paraíba apresentaram maior variação, o G_{Meso} mínimo foi 0,2 e máximo 0,3 sendo classificado como desigualdade fraca a média.

No geral, foi demonstrado que houve pouca variação do índice em relação à média entre os níveis regionais, sem fortes caracterização de declínio ou crescimento. No período estudado, o índice G_{Munic} apresentou média de 0,88 classificando-a desigualdade forte, o índice G_{Micro} teve média de 0,72 qualificando como desigualdade forte.

Em um estudo realizado por Silva; Mexas e Quelhas (2015), a quantidade de empresas de cerâmica em uma determinada localização influencia diretamente na qualidade ambiental da região. O autor encontrou um índice de qualidade ambiental para regiões onde concentram-se elevado número de empresas de cerâmica e essas áreas foram classificadas com alto nível de poluição atmosférica, degradação do meio ambiente e modificação da paisagem natural.

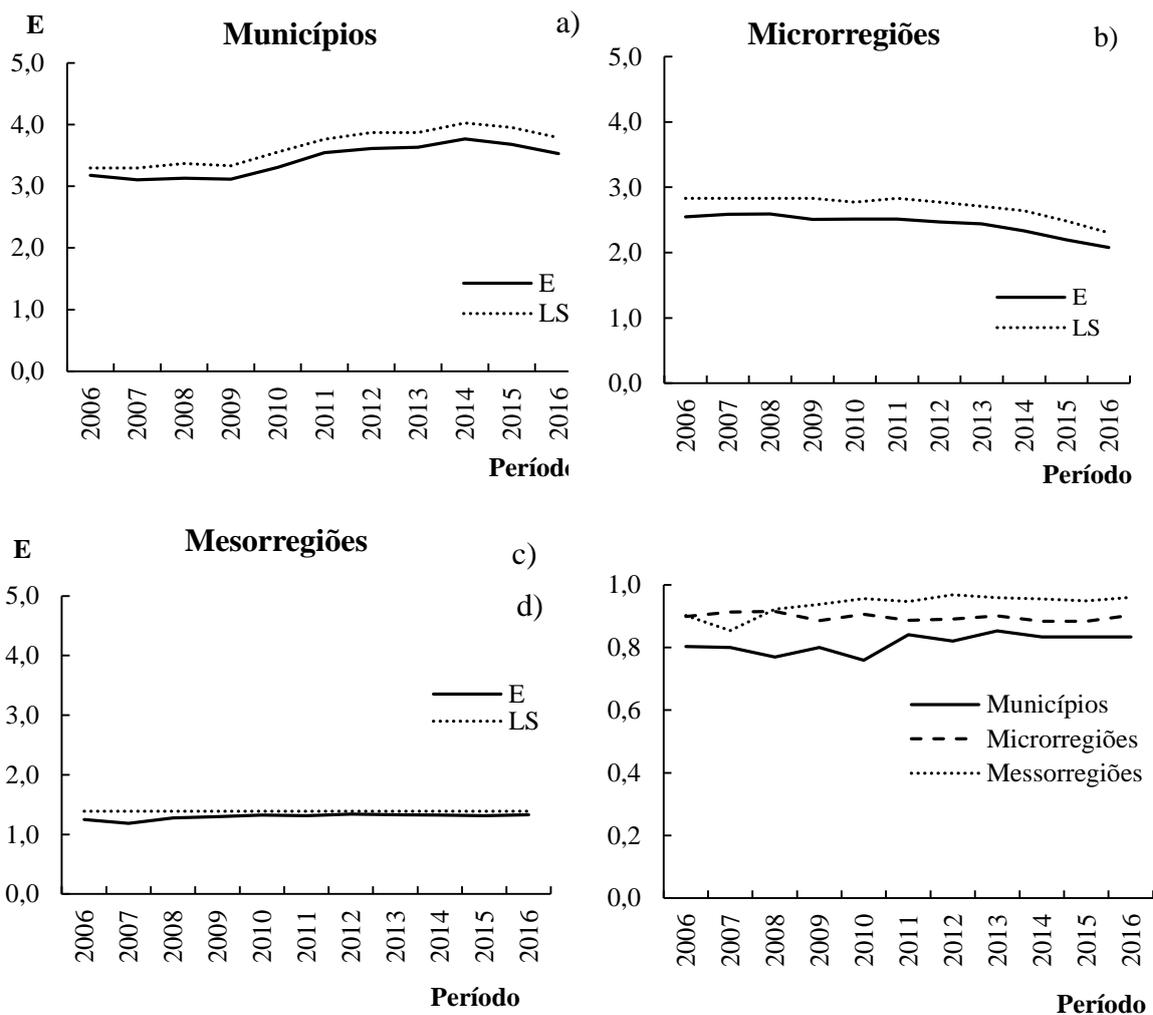


Figura 4.5. Entropia (E), limite superior e entropia ajustada para a quantidade de cerâmica vermelha para os municípios, microrregiões e mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016.

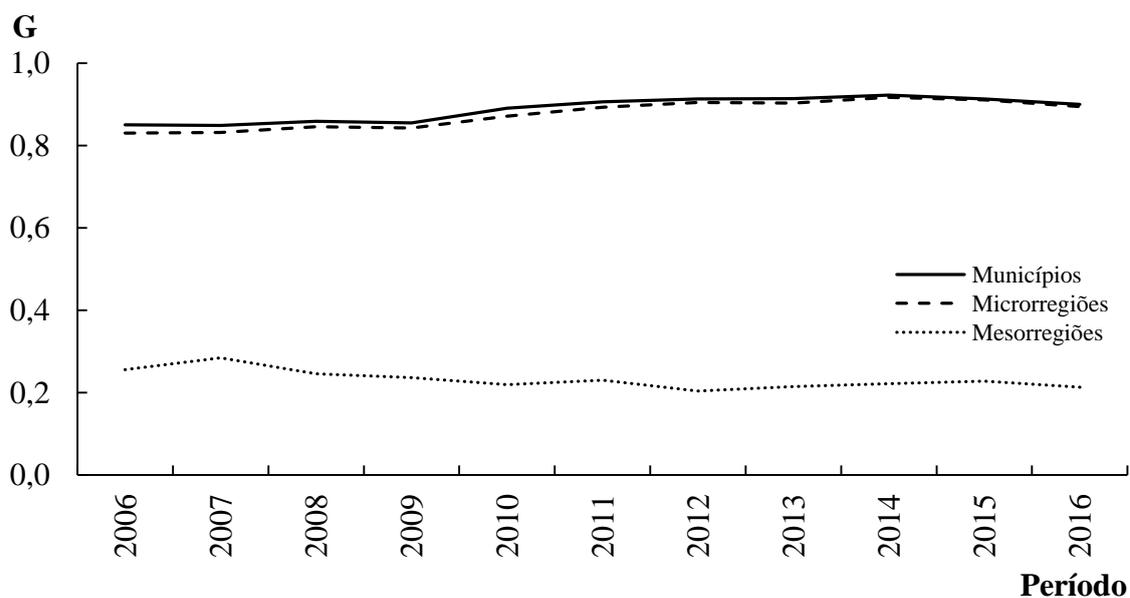


Figura 4.6. Índice de Gini para a quantidade de cerâmica vermelha para os municípios, microrregiões e mesorregiões do estado da Paraíba para os anos de 2006 a 2016.

As empresas de cerâmica estão concentradas em sua maior parte na região do Seridó, também reconhecida como a área de maior índice de desertificação do território o que justifica-se pela maior produção de lenha na área, causando situações adversas, em termos ambientais. Esta atividade se expandiu desordenadamente, assim como a demanda da lenha.

4.4. CONCLUSÃO

As empresas de cerâmica fazem parte da economia de todas as mesorregiões do estado da Paraíba. A Borborema é a mesorregião onde encontra-se as maiores quantidades de empresa de cerâmica vermelha quando comparada as demais mesorregiões do estado. Os municípios mais representativos com relação aos quartis de quantidade de empresas de cerâmica foram Guarabira, Santa Rita, Mulungu, Rio Tinto, Caldas Brandão, Cuitegi, Itaporanga, Picuí, Mamanguape, Belém, Santa Luzia e Juazeirinho, e as microrregiões foram Litoral Norte, Cariri Ocidental, Seridó ocidental, Seridó Oriental e Guarabira.

Os municípios de Santa Rita, Rio Tinto, Mulungu e Guarabira foram os que mais representaram o $CR(4)_{Munic.}$ ao longo dos anos estudados. O grau de concentração das empresas de cerâmica vermelha para o $CR(4)_{Munic.}$ variou de 30% a 40% o que indica um grau de concentração moderadamente baixo. As microrregiões de Guarabira, Seridó Oriental, Seridó Ocidental e Cariri Ocidental contribuíram para compor o $CR(4)_{Micro.}$ Para a avaliação das quatro maiores microrregiões $CR(4)_{Micro.}$ que variaram de 50% a 70% indicou grau de concentração moderadamente alto.

O $CR(8)_{Munic.}$ variou entre 40% a 60% ao longo dos anos em estudo, indicou grau de concentração moderadamente alto. A nível de microrregião o $CR(8)_{Micro.}$ variou de 80% a 100% com concentração muito alta nas microrregiões de Guarabira, Seridó Oriental, Seridó ocidental, Cariri Ocidental, Litoral Norte, João Pessoa, Sousa e Itaporanga. O $CR(20)_{Munic.}$ apresentou concentração muito alta. O $CR(30)_{Munic.}$ apresentou nível de concentração de empresas de cerâmica muito alto nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, e apresentou uma redução após o ano de 2010.

Entre 2006 e 2016 em nível municipal $HHI_{Munic.}$ houve uma desconcentração da quantidade de empresas de cerâmica vermelha, variando entre 4% e 6%. $HHI_{Micro.}$ foi crescente em que teve o maior índice de concentração de 15% no ano de 2016.

Para as mesorregiões, como o número de regiões diminuíram faz com que o nível de concentração de empresas de cerâmica vermelha aumentasse de forma que o HHI apresentou-se acima do valor de referência de 0,18.

Inferiu-se que entropia $E_{Munic.}$, $E_{Micro.}$ e E_{Meso} permaneceu estacionária com nível de

concentração baixo. O índice de Gini para os municípios e microrregiões mantiveram com valores aproximados e foram classificados com nível de desigualdade muito forte. O Índice de Gini para as mesorregiões apresentou concentração que variou de fraca a média.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G.; STEDMON, C.; HEIM, B.; DUBINENKOV, I.; KRABERG, A.; MOISEEV, D.; BRACHER, A. From fresh to marine waters: Characterization and Fate of Dissolved Organic Matter in the Lena River Delta Region, Siberia. **Frontiers in Marine Science**, v. 2, p. 1 – 13, 2015.

ANICER - Associação Nacional da Indústria Cerâmica. **Relatório Trienal 2016 – 2018**. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/relatorio-anual/>. Acesso em: 20 set. 2018.

BAIN, J. **Industrial Organization**. New York: J. Wiley, 274 p. 1959.

BOFF, H.; RESENDE, M. Concentração Industrial. In: HASENCLEVER, L.; KUPFER, D. (Org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 73-90.

CHIAPINOTO, F. V.; MARION FILHO, P. J.; CORONEL, D. A.; Bender filho, r. Concentração e o poder de mercado no setor de telefonia móvel brasileiro (2009-2014). **Revista eletrônica de administração e turismo**, v.1, n. 5, p. 1553 – 1172, 2017.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; ÁVILA, E. S.; OLIVEIRA, A. D.; LUÍS BORGES, L. A. C. Analysis of the Brazilian cellulose industry concentration (1998 a 2007). **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 209 - 216, 2010.

COELHO JUNIOR, L. M., REZENDE, J. L. P; OLIVEIRA, A. D. Concentração das exportações mundiais de produtos florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 691-701. 2013.

COELHO JUNIOR, L. M. Concentração regional do valor bruto de produção do pinhão no Paraná. **Ciência florestal**, v. 26, p. 853 - 861, 2016.

COELHO JUNIOR, L. M.; BURGOS, M. C.; SANTOS JÚNIOR, E. P. Concentração regional da produção de lenha da Paraíba. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1729 – 1740, 2018.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 15º ed. São Paulo: Saraiva, 1997. 224p.

FELIPE, J. L. A. **Economia Rio Grande do Norte: estudo geo-histórico e econômico**. João Pessoa-PB: Grafset, 2002.

GINI, C. Variabilità e mutabilità (1912). In: PIZETTI, E.; SALVEMINI, T. (Ed.). **Reprinted in memorie di metodologica statistica**. Rome: Libreria Eredi Virgilio Veschi, 1955.

HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. **Revista Economia Contemporânea**. vol.16, n.1, p. 146 -176, 2012.

- HIRSCHMAN, A. O. The paternity of an index. **The American Economic Review**, v. 54, n. 5, p 761-762, 1964.
- HEIMANN, J. P.; GONÇALVES, K.; DRESCH, A. R.; SILVA, J. C. G. L. Concentração de mercado de molduras (frame) importadas pelos Estados Unidos, período de 2005 a 2009. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 59-65, 2015.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas digitais**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- MARTINS, K. L. C.; MELQUIADES, T. F.; REZENDE, J. L. P.; COELHO JUNIOR, L. M. Plant Extractivism Production Disparity Between Northeast Brazil and Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 25, p. 1 – 9, 2018.
- POSSAS, M. L. **Estruturas de Mercado em Oligopólio: economia e planejamento**. 2ª ed. São Paulo: Hucitec, 1999. 191 p.
- RAIS - Relação Anual de Informações Sociais. **Manual de Orientação da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS): ano base 2017**. – Brasília: MTb, SPPE, DER, CGCIPE, 2017. 49 p.
- RESENDE, M. Medidas de concentração industrial: uma resenha. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 12, n. 21, p. 24-33, jul./set. 1994.
- ROCHA F. Dinâmica da concentração de mercado na indústria brasileira,1996-2003. **Economia e Sociedade**, Campinas, SP, v. 19, n. 3 (40), p. 477-498, dez. 2010.
- SELVATTI, T. S. **Concentração da produção e da exportação mundial de celulose e de Medium Density Fiberboard (MDF)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- SINDICER - Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha. Disponível em: <http://www.sindicerpb.com.br/setorceramico/>. Acesso em 24 nov. 2018.
- SILVA, A. C.; MEXAS, M. P.; QUELHAS, O. L. G. Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 441 – 451, 2017.
- SILVA FILHO, M. D. P. **Análise da Sustentabilidade Empresarial de Indústrias do setor de Cerâmica Vermelha do Estado da Paraíba**. 145 p. Dissertação (Curso de Mestrado Acadêmico em Administração). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.
- SIMIONI, F. J.; MOREIRA, J M. M. A. P.; FACHINELLO, A. L.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MATSUURA, M. I. S. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 731-742, 2017.

5. ARTIGO 4 - ANÁLISE AMBIENTAL DO CONSUMO DE LENHA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NA PARAÍBA

RESUMO

A lenha é um dos insumos mais utilizados como fonte energética na indústria de cerâmica vermelha. Este estudo realizou uma análise ambiental do consumo de lenha na indústria de cerâmica vermelha no estado da Paraíba. Observou-se a procedência da lenha, consumo específico, qualidade e perdas de produção, e os impactos da queima de lenha. Posteriormente, estimou-se as áreas de reflorestamento necessárias para a efetiva mitigação das emissões de dióxido de carbono (CO₂). Os principais resultados foram: A lenha utilizada pelas empresas é procedente de florestas nativas com plano de manejo, e poda frutífera, sendo a maior parte oriunda do extrativismo vegetal. A média do consumo específico foi de 0,75 st/milheiro. Os fornos cedan (indústria B) e caieira (indústria I) apresentaram maiores perdas de produção e as indústrias C, D e F produziram maiores quantidades de produtos cerâmicos de primeira qualidade. Os tipos de fornos, como também o tipo de lenha utilizada são fatores que determinam a variação no consumo específico. As empresas emitiram um total de 890.293 kgCO₂-eq/ano. As áreas necessárias para mitigação de CO₂ por empresa, variaram entre 1.093 a 15.452 ha de reflorestamento, a depender da espécie florestal utilizada. Conclui-se que os órgãos ambientais do estado da Paraíba devem ser mais atuantes na fiscalização das indústrias de cerâmica vermelha e melhorar a eficiência dos instrumentos de controle de reposição florestal.

Palavras-chave: Impacto; Reflorestamento; Mitigação.

ARTICLE 4 - ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF LENHA CONSUMPTION IN THE RED CERAMICS INDUSTRY IN PARAÍBA

ABSTRACT

Wood is one of the most used inputs as an energy source in the red ceramic industry. This study carried out an environmental analysis of firewood consumption in the red ceramic industry in the state of Paraíba. It was observed the wood origin, specific consumption, quality and production losses, and the impacts of firewood burning. Subsequently, the areas of reforestation necessary for the effective mitigation of carbon dioxide (CO_r) emissions were estimated. The main results were: The wood used by the industries comes from native forests with a management plan, and fruit pruning, most of which comes from vegetable extractivism. The average of the specific consumption was 0.75 st / mil. Cedar kilns (industry B) and caieiras (industry I) showed higher production losses and industries C, D and F produced higher quantities of high quality ceramic products. The types of kilns, as well as the type of firewood used, are factors that determine the variation in specific consumption. The industries issued a total of 3,449.9 kgCO₂-eq / year. The areas required for CO₂ mitigation per industry varied between 1,093 and 15,452 ha of reforestation depending on the forest species used. It is concluded that the environmental agencies of the state of Paraíba should be more active in the inspection of the red ceramic industries and to improve the efficiency of the control tools of forest restoration.

Keywords: Impact; Reforestation; Mitigation.

5.1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da sociedade os recursos florestais são utilizados como fonte de energia em atividades domésticas e produtivas (FAO, 2009; HAO et al., 2019). O uso da lenha apresenta relação com o nível de desenvolvimento do país, com a disponibilidade de florestas, com as questões ambientais e com a competitividade com outras fontes energéticas (COELHO JUNIOR; MARTINS; CARVALHO, 2018).

A média do consumo de lenha é da ordem de 1,5 bilhão de m³, o uso deste recurso é mais intenso nos países em desenvolvimento, principalmente em regiões com florestas tropicais, representando um suprimento de até 80% total de energia (KEAM; MCCORMICK, 2008). Das diversas formas de obtenção da lenha, notadamente, a principal vem da produção florestal (NISHIGUCHI; TABATA, 2016; LOPES; BRITO; MOURA, 2016).

No Brasil a indústria de cerâmica é um dos setores que mais utilizam a lenha para produção de energia térmica consumindo em média 6.711 toneladas/ano (SIMIONI et al., 2017). Segundo a Associação Nacional da Indústria de Cerâmica - ANICER (2017), no Brasil existem 6.903 empresas de cerâmicas vermelha. O Nordeste Brasileiro representa 21% da indústria de cerâmica vermelha nacional e mostra crescimento deste segmento, devido a disponibilidade de matéria-prima e energia de baixo custo (lenha).

Para o Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha da Paraíba – SINCER-PB (2017), o setor cerâmico participa ativamente da economia do estado. Foram estimados para o ano de 2017, 140 milhões de reais em aproximadamente 150 empresas em todo o estado, o que representa 0,8% do faturamento anual do setor cerâmico no Brasil. A produção anual é de 600 milhões de peças de cerâmica, utilizando 1,5 milhões de toneladas de argila (SINDICER, 2017).

No estado da Paraíba, a produção de lenha usada no setor cerâmico é um dos principais agentes degradantes da Caatinga. O extrativismo vegetal desenfreado deste bioma como fonte de energia, ocasiona o desflorestamento acelerando e conseqüentemente o processo de desertificação da região semiárida (LINARD; KHAN; LIMA, 2015). Quando se pratica a atividade de manejo florestal sustentável a produção de lenha passa a apresentar menores impactos ambientais negativos. Os resíduos utilizados como fonte energética deixam de se constituir como um problema ambiental e passam a ser solução para uma fonte de energia de baixo custo e que se caracteriza como renovável (PREILIPPER et al., 2016).

Diante deste cenário e das preocupações ambientais, a combustão da lenha (biomassa) resulta em emissões diretas consideradas neutras, pois o dióxido de carbono

CO₂ se origina de um ciclo biológico (GHG, 2014), que foi fixado ou sequestrado pela fotossíntese durante a fase de crescimento da vegetação lenhosa. Nos termos do Protocolo de Quioto, o uso sustentável de lenha como combustível pode ser considerado uma importante contribuição para a redução nas emissões de GEE (GHG, 2014; ABRAHÃO; CARVALHO, 2018).

Atualmente, existem vários estudos relacionados tanto ao consumo de produtos florestais de forma inadequada, quanto a possíveis medidas de mitigação de seus impactos ambientais. Capello (2011) analisou o consumo específico de lenha nas indústrias gesseiras no polo do Araripe (Pernambuco). Machado; Gomes e Mello, (2010) caracterizaram o consumo de lenha pela atividade de cerâmica no estado de Sergipe. Coelho Junior; Martins e Carvalho (2018) estimaram a pegada de carbono associada ao consumo de lenha no Nordeste do Brasil. Lima; Leite e Lima, (2015) estimaram as emissões de CO₂ e as áreas necessárias para mitigação de dióxido de carbono.

Com base no exposto, e tendo em vista a Resolução CONAMA nº 237/1997, anexo 1 (BRASIL, 1997), na qual a produção de material cerâmico compõe a lista das atividades potencialmente poluidoras e na Lei nº 12.651/2012, artigo 1 e princípio 1 (BRASIL, 2006), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, este estudo realizou uma análise ambiental do consumo de lenha na indústria de cerâmica vermelha no estado da Paraíba.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Objeto de estudo

Em 2017, a Paraíba possuía uma população estimada em 3.769.977 habitantes, ocupando 56.584,6 km² da área territorial brasileira e englobando 223 municípios (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2016). A vegetação predominante no interior do estado é característica do bioma Caatinga, aproximadamente 90% do seu território é característico desse bioma, no qual as principais espécies florestais encontradas na região são angico, aroeira, baraúna, catingueira, jurema, juazeiro, marmeleiro, mandacaru, umbuzeiro, imburana e pau-branco. São espécies que se adaptam a longos períodos de escassez de chuva. Em decorrência das atividades antrópicas, o meio biótico encontra-se com elevado grau de degradação (RICARDO et al., 2018).

Os dados foram obtidos da Prestação de capacitação e assistência técnica para a promoção do uso sustentável de recursos florestais da Caatinga em polos industriais, Chamada Pública FNDP/FNMC 09/2012 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

A Fundação Parque Tecnológico da Paraíba executou uma pesquisa em um grupo

de 18 cerâmicas localizadas nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco com a finalidade principal de promover o uso eficiente dos recursos naturais bem como aperfeiçoar o processo produtivo. Porém, neste estudo foram consideradas apenas 11 empresas de cerâmica vermelha localizadas no estado da Paraíba, para o ano de 2013, distribuídas nos municípios conforme a Figura 5.1.

Por questões de confidencialidade as firmas foram simbolizadas por letras do alfabeto e estão localizadas nos municípios de Taperoá (empresa A e B), Pombal (empresa C), Juazeirinho (empresa D, E e F), Soledade (empresa G), Itaporanga (empresa H) e Santa Luzia (empresa I, J e K).

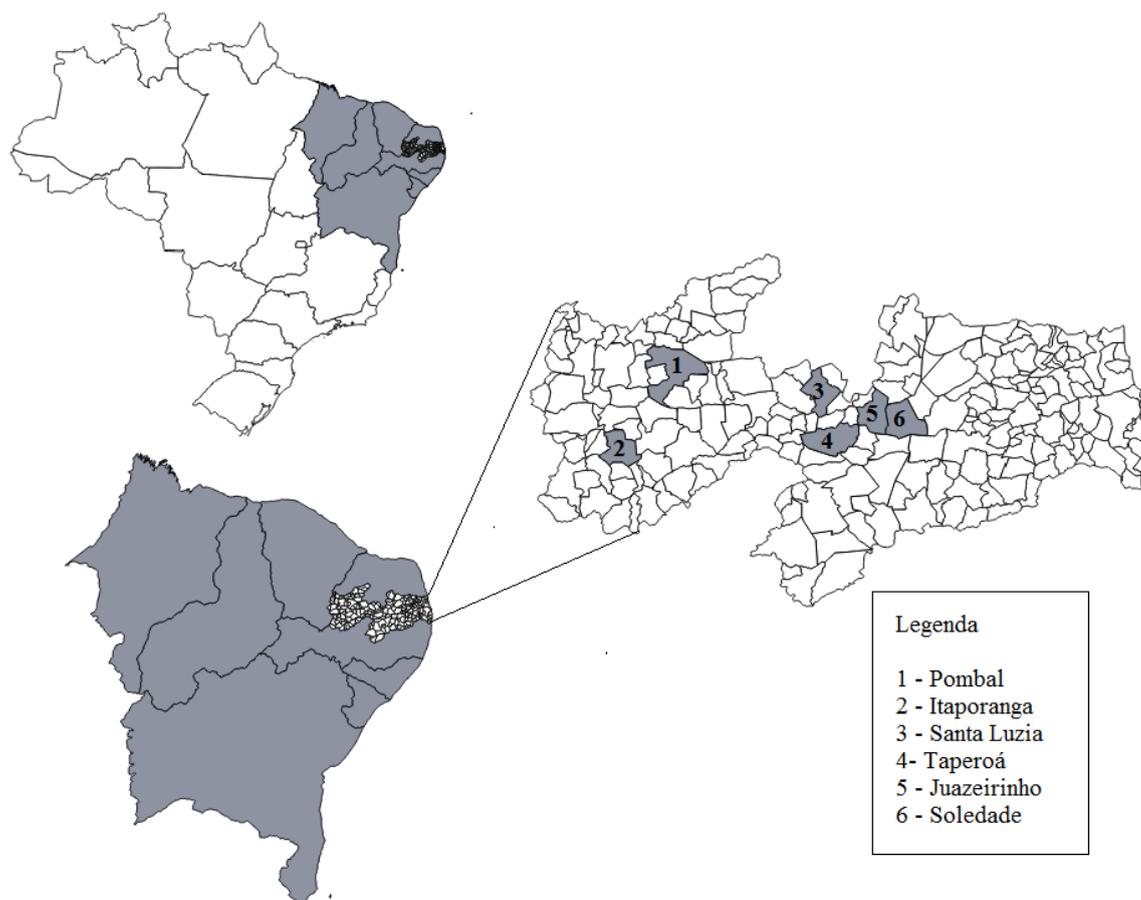


Figura 5.1. Localização dos municípios de Taperoá, Pombal, Juazeirinho, Soledade, Itaporanga e Santa Luzia, do estado da Paraíba.

Fonte: IBGE (2017).

Os dados estavam-se dispostos em estéreo (st) de lenha consumida, porém, para estimar a quantidade de CO₂ emitida pelas empresas utilizou-se a unidade de medida metros cúbicos (m³). De forma que 1,00 st correspondeu a 0,50 m³ de lenha utilizada para geração de energia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2008).

5.2.2. Procedência da lenha, consumo específico e qualidade de produção das empresas de cerâmica vermelha na Paraíba

Foi realizada uma análise de conjuntura nas indústrias. Relacionou-se o consumo anual e procedência da lenha, consumo específico, qualidade e perdas de produção por tipo de forno no último ano de registro. Todas as empresas analisadas possuem como recurso de entrada de seus processos argila e lenha, tendo como produtos principais telhas, blocos e lajotas.

Os dados de procedência da lenha utilizada pelas empresas de cerâmica vermelha foram analisados de acordo com a origem da lenha, sendo esta oriunda de floresta nativa com plano de manejo florestal sustentável ou sem plano de manejo florestal, incluindo a poda de frutíferas (principalmente cajueiros) e a algaroba.

O consumo específico foi caracterizado pela quantidade de lenha consumida (st) por quantidade de peças produzidas (milheiro) e tipo de forno utilizado pelas empresas de cerâmica vermelha. Os fornos em análise foram o caieira, cedan, semicontínuo, caipira, hoffman e charutão. Para a qualidade das peças cerâmica vermelha produzidas, analisou-se a produção de primeira, segunda e terceira qualidade, bem como as perdas de produção relacionadas ao tipo de forno utilizado por cada empresa. Tais dados forneceram uma abordagem mais detalhada do desenvolvimento técnico dos fornos em questão.

5.2.3. Pegada de carbono associada ao consumo de lenha

Foram realizadas estimativas de emissões de CO₂ equivalente. Através das estimativas foi possível identificar quanto cada empresa de cerâmica vermelha emite de CO₂ equivalente anualmente.

Coelho Junior, Martins e Carvalho (2018) estimaram que a pegada de carbono da queima de 1 m³ de lenha no extrativismo vegetal da Caatinga na Paraíba para o ano de 2013, foi de 16 kgCO₂-eq e o impacto das cinzas de -5.460 kgCO₂-eq, pelo método IPCC 2013 GWP 100a (IPCC 2013). Estes valores foram utilizados como referência para estimativa das emissões de CO₂ no processo de combustão de lenha pelas empresas de cerâmica vermelha, e as respectivas áreas reflorestadas. Neste estudo não foram consideradas as etapas da Avaliação de Ciclo de Vida, foi realizado apenas uma aproximação da emissão de kgCO₂-eq por empresa estudada.

5.2.4. Mitigação das emissões de CO₂ do setor de cerâmica vermelha via reflorestamentos no estado da Paraíba

Para as medidas de mitigação das emissões de CO₂ foram utilizadas variáveis de

três espécies florestais nativas da Caatinga: Jurema Preta, Sabiá e Angico. A Tabela 5.1 apresenta os dados referentes às taxas de sequestro de CO₂ para cada uma das espécies, com os dados expressos em toneladas de CO₂ ha⁻¹.ano⁻¹.

Foi considerado o ciclo de corte das espécies florestais como sendo de 15 anos consecutivos. Assim, um mesmo hectare ficará durante 15 anos sequestrando CO₂ atmosférico via fotossíntese, logo a taxa de sequestro anual foi multiplicada por 15 para se obter as toneladas sequestradas durante o ciclo florestal (MEUNIER; SILVA; LUIZ, 2014). O percentual médio de carbono na madeira foi de 0,45% (LIMA; LEITE; LIMA, R., 2015). O coeficiente CO₂/C representa a massa dos elementos químicos que compõem as moléculas de carbono e oxigênio.

Tabela 5.1. Valores das variáveis silviculturais e tecnológicas das espécies Jurema Preta, Sabiá e Angico utilizadas para as determinações das estimativas de áreas de reflorestamentos necessárias para a efetiva mitigação das emissões de CO₂.

Variáveis	Unidades	Jurema Preta	Sabiá	Angico
Ciclo de Corte	Anos	15	15	15
IMA	mst/ha ano ⁻¹	18,56	20,51	13,37
Massa	t/mst	0,23	0,78	0,64
Percentual de C	%	0,45	0,45	0,45
Coeficiente (CO ₂ /C)	-	3,66	3,66	3,66

Ciclo = ciclo florestal adotado; IMA = incremento médio anual; Massa = massa do metro estéreo de madeira; C = Carbono; CO₂ = Dióxido de Carbono; mst = metro estéreo (metro de madeira empilhada) e ha = hectare (área).

Fonte: Adaptado de Meunier; Silva e Luiz (2014); Lima; Leite; Lima, C. (2015); Coelho Junior; Martins e Carvalho (2018).

Para o cálculo das estimativas de áreas de reflorestamentos necessárias para a efetiva mitigação das emissões anuais de CO₂ utilizou-se como base as equações mostradas na Tabela 5.2.

Tabela 5.2. Variáveis de saída Estoque volumétrico, Estoque mássico, Estoque de carbono, estoque de gás carbônico CO₂, Taxa de sequestro de CO₂ e, área de reflorestamento estimada em função das espécies Jurema Preta, Sábria e Angico.

Variáveis de saída	Equações
Estoque volumétrico	Ciclo de Corte x IMA
Estoque de massa	Massa x Estoque Volumétrico
Estoque de carbono	Percentual de carbono x Estoque mássico
Estoque de CO ₂	Coeficiente (CO ₂ /C) x Estoque de carbono
Taxa de sequestro de CO ₂	Estoque de CO ₂ / Ciclo de corte
Área de reflorestamento estimada	Impacto da queima / Taxa de sequestro de CO ₂

Fonte: LIMA; LEITE; LIMA, (2015).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Procedência e consumo de lenha utilizada pelas empresas e qualidade de produção

A lenha utilizada pelas empresas foi procedente de espécies nativas, com plano de manejo florestal sustentável e na maioria das empresas não foi realizada a atividade de plano de manejo. As empresas em estudo também utilizaram algaroba e poda frutífera (principalmente cajueiro) (Tabela 5.3). Nove das onze empresas analisadas não consomem lenha proveniente de plano de manejo florestal sustentável, somente as indústrias B e D possuem esse tipo de atividade. De acordo com Lopes e Canto (2018), vale ressaltar que, mesmo permitida, a exploração da Caatinga deve ocorrer mediante plano de manejo, e quando originada de autorização de desmatamento para uso alternativo do solo, deverá ser realizada a devida reposição florestal.

Tabela 5.3. Consumo anual (m³) e Participação (%) da procedência da lenha utilizada nas empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba.

Empresa	Consumo anual (m³)	Plano de Manejo (%)	Nativa (%)	Algaroba (%)	Poda Frutífera (%)
A	4.500	0	50	50	0
B	5.400	15	20	65	0
C	1.800	0	0	100	0
D	6.780	12	48	40	0
E	6.060	0	0	0	100
F	6.204	0	27	73	0
G	4.200	0	7	90	3
H	4.500	0	0	100	0
I	5.400	0	100	0	0
J	4.800	0	60	40	0
K	6.000	0	43,7	56,3	0

Fonte: CEPIS (2013).

A exploração extrativista tem levado o bioma Caatinga a uma rápida degradação ambiental e desertificação, como consequência desta degradação algumas espécies florestais já figuram na lista de espécies ameaçadas de extinção (ARAUJO, SOUSA, 2011). A algaroba foi caracterizada como uma das principais fontes de geração de energia das empresas estudadas. Na indústria A 50% da lenha consumida para queima das cerâmicas vem da espécie florestal algaroba. Nas demais empresas os percentuais de participação da algaroba são: 65% na B, 100% na C, 40% na D, 73% na F, 90% na G, 100% na H, 40% na J e 56,3% na K.

A algaroba possui uma madeira de excelente qualidade, em especial no que diz respeito às características tecnológicas. Além disso, este tipo de espécie florestal apresenta bom desenvolvimento na região da Caatinga (ERYILMAZ et al., 2016).

A poda frutífera foi utilizada como recurso energético por duas empresas E e G, na empresa E, 100% da fonte energética (lenha) utilizada em seus processos produtivos é proveniente desta. A poda frutífera é considerada um dos principais tipos de biomassa para geração de energia (WINZER et al., 2017). Tomando-se como base o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), o fato da exploração de poda frutífera não ser contrária à lei não se torna um fato menos preocupante, visto que qualquer exploração feita sem o devido licenciamento de desmatamento torna-se ilegal.

A Figura 5.2 apresenta o consumo específico de lenha por tipo de forno das indústrias de cerâmica vermelha estudadas. O desempenho da indústria C apresentou um consumo específico de 0,3 st/milheiro, considerado eficiente quando comparado às demais. Tal eficiência relacionou-se à espécie florestal utilizada, sendo ela e a empresa H as únicas a utilizarem lenha 100% derivada de algaroba. Segundo Eryilmaz et al. (2016) a algaroba apresenta características tecnológicas de suma eficiência. O material lenhoso é um dos fatores que causa variação no consumo específico, pois espécies com maior poder calorífico são mais eficientes, apresentam maior tempo de queima, e geram um menor consumo específico (ZAKIA; VERSLYPE, 1992).

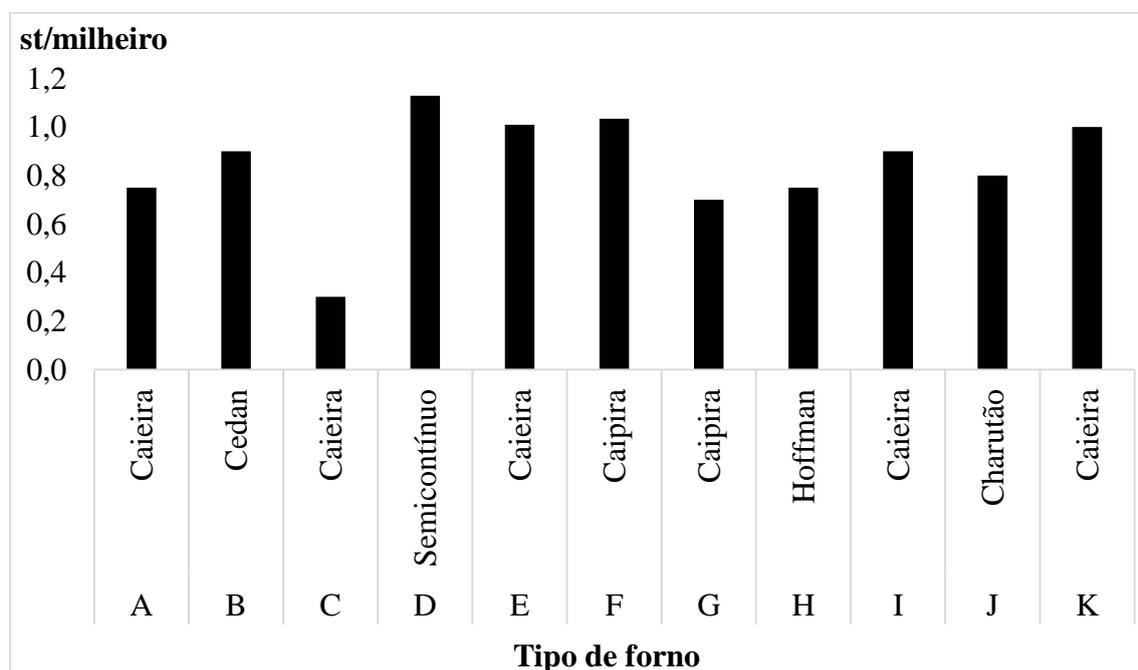


Figura 5.2. Consumo específico de lenha por tipo de forno das indústrias de cerâmica vermelha no estado da Paraíba.

Fonte: CEPIS (2013).

Os fornos das empresas E e K apresentaram-se com mesmo valor de consumo específico. A não variação de consumo está relacionada ao tipo de forno e a densidade das espécies florestais algaroba e poda frutífera usadas no processo de geração de energia. A média de consumo específico nos fornos caieira das indústrias A, C, E, I e K foi de 0,79

st/milheiro, enquanto que o consumo específico médio nos fornos caipira chegou a 0,85 st/milheiro.

A média geral de consumo específico foi baixa (0,75 st/milheiro) quando comparada ao estudo de Machado; Gomes e Mello (2010), onde o valor do consumo específico foi de 0,98 st/milheiro. Em um estudo realizado no Rio Grande do Norte, foi encontrado um consumo de 2,9 st/milheiro para o forno Hoffmann na produção de cerâmica (ZAKIA; VERSLYPE, 1992).

A Figura 5.2 mostra que os melhores índices de desempenho foram determinados quando a espécie florestal em uso apresenta maior densidade como é o caso da utilização da algaroba na indústria C (CIACCO; ROCHA; COUTINHO, 2017). Por sua vez, os índices mudam de patamar, baixando sua eficiência quando são utilizadas espécies de baixa densidade em seu processo de queima (DALANHOL et al., 2017).

Os produtos cerâmicos (telhas, blocos e lajotas) das empresas em estudo foram classificados em primeira, segunda e terceira qualidade (Tabela 5.4). Houve uma variação nos fornos cedan (empresa B), caipira (empresa G) e caieira (empresa I) com os demais fornos, estes apresentaram baixa produção de primeira qualidade. Essas variações foram devido à falta de controle e padronização do processo de produção. A empresa B mesmo fazendo uso da algaroba, espécie florestal com elevada densidade e conseqüentemente com maior tempo de queima, apresentou elevadas perdas de produção devido à falta de manutenção dos equipamentos. Os fornos cedan (indústria B) e caieira (indústria I) apresentaram perda de produção de 20% e 10% respectivamente.

Os demais fornos apresentaram-se eficientes, havendo pequenas perdas ao final do processo produtivo, variando de 1 a 7%. Isto se deve ao fato de que os responsáveis implementaram soluções de boas práticas para que houvesse melhora no processo de queima.

Tabela 5.4. Qualidade e perdas de produção (%) de materiais cerâmicos nas indústrias de cerâmica vermelha no estado da Paraíba.

Indústrias	Fornos	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Perdas de Produção
		Qualidade	Qualidade	Qualidade	
A	Caieira	93	0	6	1
B	Cedan	50	28	2	20
C	Caieira	98	0	0	2
D	Semicontínuo	97,5	0	1,5	1
E	Caieira	90	0	5	5
F	Caipira	98	0	0	2
G	Caipira	30	63	5	2
H	Hoffman	93	0	0	7
I	Caieira	20	65	5	10
J	Charutão	95	0	3	2
K	Caieira	93	0	5	2

Fonte: CEPIS (2013).

5.3.2. Pegada de carbono associada ao consumo de lenha pelas empresas de cerâmica vermelha

A Tabela 5.5 apresenta a quantidade de kg CO₂-eq emitido pela queima de lenha nas indústrias para o ano de 2013. Em 2013 houve uma emissão de 890.293 kg CO₂-eq para a atmosfera. A indústria D apresentou o maior percentual de emissão (12,2%), seguida da indústria F (11,1%), E (10,88%), K (10,7%), B (9,7%), I (9,7%), J (8,6), A (8,0), H (8,08), G (7,5) e a indústria C (3,2) apresentou menores emissões de CO₂.

Tabela 5.5. Consumo anual de lenha e quantificação dos impactos associados a queima de lenha e impacto das cinzas em kg CO₂-eq para as indústrias A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K no ano de 2013.

Indústrias	Consumo anual de lenha (m ³)	Queima	Cinzas (x10 ⁶)
A	4.500	71.999	- 24,56
B	5.400	86.399	- 29,49
C	1.800	28.799	- 98,27
D	6.780	108.479	- 37,01
E	6.060	96.959	- 33,08
F	6.204	99.263	- 33,87
G	4.200	67.199	- 22,93
H	4.500	71.999	- 24,56
I	5.400	86.399	- 29,48
J	4.800	76.799	- 26,20
K	6.000	95.999	- 32,75
Total	55.644	890.293	- 392,20
Média	5.059	80.930	- 35,65

Os impactos das cinzas foram positivos, tendo em vista que o resíduo do processo foi lançado ao solo. Segundo Vaske (2012), as cinzas proveniente da combustão vegetal contêm cálcio, magnésio, fósforo e outros elementos que podem ter influência no

desenvolvimento das plantas.

A lenha utilizada pelas indústrias, em sua maior parte, é proveniente do extrativismo vegetal. Segundo Coelho Junior; Martins e Carvalho (2018) o extrativismo vegetal apresenta maior pegada de carbono que a lenha proveniente da silvicultura. O uso da lenha (biomassa) como fonte de combustível é uma importante contribuição para a redução de emissões de GEE (THORNLEY et al., 2015).

5.3.3. Mitigação de CO₂ via reflorestamento

A Tabela 5.6 mostra que as taxas de sequestros das espécies foram de 7,02 tCO₂.ha⁻¹.ano⁻¹ para Jurema Preta, de 26,34 tCO₂.ha⁻¹.ano⁻¹ para o Sabiá e 14,09 tCO₂.ha⁻¹.ano⁻¹ do Angico.

As áreas de reflorestamento necessárias para mitigação das emissões de CO₂ anuais variaram de 4.102 a 15.452 ha para a espécie florestal Jurema Preta; 1.093 a 4.118 ha caso a mitigação seja realizada pelo reflorestamento fazendo uso da espécie florestal Sabiá e 2.043 a 7.044 ha para o Angico. Em função dos fatores positivos do IMA das espécies florestais Sabiá e Angico, estas possuem uma maior taxa de sequestro de CO₂, e, como consequência, necessitam de áreas de reflorestamento menores quando comparadas com a espécie Jurema Preta. Vale ressaltar que estas espécies fazem parte da composição florística do semiárido.

Em um estudo realizado por Lima; Leite e Lima (2015), foi estimada a emissão de 174.615.210 toneladas/ano de CO₂ para combustíveis automotivos no estado da Paraíba, as áreas de reflorestamentos propostas pelos autores foram de 251.883 ha/ano para a Jurema Preta, de 54.109 ha/ano para o Eucalipto e de 41.529 ha/ano para o clone comercial de *E. Urograndis*.

Tabela 5.6. Estimativa das áreas reflorestadas para as empresas de cerâmica vermelha no estado da Paraíba utilizando a espécie florestal Jurema Preta, Sabia e Angico.

Variáveis	Unidades	Jurema Preta	Sabia	Angico
Estoque Vol.	(m ³ /ha ano ⁻¹)	278,4	307,65	200,55
Estoque Mássico	(t/ha ano ⁻¹)	64,03	239,96	128,35
Estoque Carbono	(t/ha ano ⁻¹)	28,81	107,98	57,75
Estoque de CO ₂	(tCO ₂ /ha)	105,44	395,2	211,36
Taxa de Seq. CO ₂	(tCO ₂ /ha ano ⁻¹)	7,02	26,34	14,09
Área reflorestada				
A	ha	10.256	2.733	5.109
B	ha	12.307	3.280	6.131
C	ha	4.102	1.093	2.043
D	ha	15.452	4.118	7.699
E	ha	13.811	3.681	6.881
F	ha	14.140	3.768	7.044
G	ha	9.572	2.551	4.769
H	ha	10.256	2.733	5.109
I	ha	12.307	3.280	6.131
J	ha	10.940	2.915	5.450
K	ha	13.675	3.644	6.813

Riffel et al. (2008) estimaram que a população do município de Toribaté localizado no estado de Minas Gerais, emite anualmente 617.000 tCO₂ para uma população de 600.806 habitantes (ano de 2012) e que serão necessários 180 ha de reflorestamento, que deverá absorver todo o gás carbônico emitido pelo município.

De acordo o Instituto Brasileiro de Florestas – IBF (2014), cada hectare de floresta em desenvolvimento é capaz de absorver de 150 a 200 t de carbono. Com a atividade de reflorestamento a indústria irá garantir matéria prima para o setor produtivo sem precisar retirar matas nativas e ainda contribuir para a redução das emissões, passando a ser um “ciclador” de CO₂. Para regiões semiáridas, é primordial a implantação de florestas com rápido crescimento e com espécies que sejam tolerantes aos baixos índices pluviométricos.

5.4. CONCLUSÃO

Das onze empresas de cerâmica vermelha analisadas, apenas duas possuem lenha proveniente de plano de manejo florestal sustentável, as demais encontram-se em um cenário insustentável sem plantio de reposição.

O consumo específico foi considerado satisfatório quando comparado a outras indústrias do mesmo segmento. Ao considerar os tipos de fornos, o maior consumo específico foi no tipo de forno semi-contínuo. Dentro das condições estudadas, o forno caieira se mostrou mais eficiente, com baixo consumo específico. Os melhores índices de

desempenho são determinados quando a espécie florestal apresenta maior densidade, por exemplo a Algaroba. Os fornos cedan (indústria B) e caieira (indústria I) foram os que apresentaram maiores perdas de produção, e fabricação de produtos de menor qualidade.

As indústrias de cerâmicas estudadas contribuíram com 890.293 kgCO₂-eq no ano de 2013 decorrentes da queima de lenha. A espécie florestal Sabiá em regiões semiáridas apresenta maior potencial para mitigação das emissões de CO₂ em função do IMA e a massa do metro estéreo de madeira nas condições avaliadas.

Embora a Jurema Preta tenha um resultado bastante inferior quando comparada às demais, ela é a mais indicada para o semiárido, que apresenta solos rasos e pedregosos, muitas vezes com afloramentos rochosos, pluviosidade baixa e irregular. A Jurema Preta, por ser uma espécie nativa, pode ser utilizada em toda a região do Sertão Paraibano.

Apesar dos passos dados no sentido de minimizar os impactos e melhorar o processo produtivo, há necessidade de investir em políticas de produção mais limpa, otimizar o uso de combustíveis reaproveitáveis e a substituição de fornos com baixa eficiência energética por fornos que representem significativa economia de energia.

O segmento deve buscar organização e diálogo, com a finalidade de estabelecer formas sustentáveis de obter o material combustível, como, por exemplo, investir na produção florestal local com espécies de rápido crescimento para suprir tal demanda.

Os órgãos ambientais atuantes no estado da Paraíba devem implantar políticas públicas com a finalidade de melhorar a eficiência dos instrumentos de controle da reposição florestal, bem como fiscalização e procedimentos rotineiros, para que se torne possível a realização de planos de manejo da Caatinga.

REFERÊNCIAS

ABRAHAO, R. ; CARVALHO, M. Environmental Impacts of the Red Ceramics Industry in Northeast Brazil. **International Journal of Emerging Research in Management and Technology**, v. 6, p. 310, 2018.

ANICER - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. **Diversificação Energética**. Disponível em: <<http://anicer.com.br/biomassa/>>. Acesso em: 15 set. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 237**, de 19 dez. 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação de procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial, Brasília, 22 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção de vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em: <<http://www.botuvera.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/Lei-12651-2012-C%C3%B3digo-Florestal.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

CAPELLO, F. C. B. **Análise do consumo específico de lenha nas indústrias gesseiras: a questão florestal e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável da Região do Araripe – PE**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011).

CEPIS. Centro de Produção Industrial Sustentável. Prestação de capacitação e assistência técnica para a promoção do uso sustentável de recursos florestais da caatinga em polos industriais. **Relatório Final da Prestação de Serviços da Assistência Técnica**. João Pessoa, PB, 2013.

CIACCO, E. F. S.; ROCHA, J. R.; COUTINHO, A. R. The energy consumption in the ceramic tile industry. In: Brazil. **Applied Thermal Engineering**. n. 113 p. 1283 – 1289, 2017.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L.; CARVALHO, M. Carbon Footprint Associated with Firewood Consumption in Northeast Brazil: An Analysis by the IPCC 2013 GWP 100y Criterion. **Waste and Biomass Valorization**, v. 4, n. 3, 2018.

DALANHOL, S. J., NOGUEIRA, A. C., GAIAD, S., KRATZ, D. Efeito de micorrizas e da fertilização no crescimento de mudas produzidas em diferentes substratos de *Campomanesia xanthocarpa* (MART.) O.BERG. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 931-945, 2017.

ERYILMAZ, T.; YESILYUR, M. K.; CESUR, C.; GOKDOGAN, O. Biodiesel production potential from oil seeds in Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 842 – 851, 2016.

FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Sustainable charcoal production, trade and use in Europe**. Proceedings of International Expert Consultation, Zagreb, Croatia. Rome. 2009.

GHG PROTOCOL DA AGRICULTURA. **Metodologia GHG protocol para agricultura**. São Paulo: Unicamp; WRI Brasil, 2014. Disponível em: <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Metodologia.pdf>. Acesso em: 06 jul 2018.

HAO, Y., XU, Y.; ZHANG, J.; HU, X.; HUANG, J.; CHANG, C. P.; Relationship between forest resources and economic growth: Empirical evidence from China. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, n. 20, p. 848 – 859, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016**. Síntese Paraíba. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas digitais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

IFB - Instituto Brasileiro de Florestas. Sequestro de carbono. 2014. Disponível em:<<https://www.ibflorestas.org.br/blog/sequestro-decarbono/>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

KEAM, S.; MCCORMICK, N. Implementing Sustainable Bioenergy Production; A Compilation of Tools and Approaches, IUCN. **Gland Switzerland**, p. 1-32, 2008.

LIMA, A. C. B.; LEITE, V. D.; LIMA, R. C. Custos para mitigação das emissões de CO₂ do setor de transporte da Paraíba via reflorestamentos. **Revista Nativa**, v. 3, n. 4, p. 258-262, 2015.

LINARD, Z. Ú. S. D. A.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Percepções dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no município de Crato estado do Ceará, Brasil. **Economía, sociedad y Territorio**, v. 15, n. 48, p. 397-423, 2015.

LOPES, G. A., BRITO, J. O., MOURA, L. F. Uso energético de resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 679-686, 2016.

LOPES, E. A., CANTO, J. L. Produtividade e custos de dois sistemas de exploração e transporte de lenha na Caatinga. **Revista Nativa**, v.6, n.2, p. 207-212, 2018.

LUCIER, A.; MINER, R. Biomass Carbon Neutrality in the Context of Forest-based. 2010.

MACHADO, M. F.; GOMES, L. J.; MELLO, A. A. Caracterização do consumo de lenha pela atividade de cerâmica no estado de Sergipe. **Revista Científica Eletrônica em Engenharia Florestal**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 507-514, 2010.

MEUNIER, I. M. J.; SILVA, JÁ. A. A.; LUIZ, R. Planos de Manejo Florestal em Pernambuco, Brasil. *In: VIII SIMPOSIO BRASILEIRO DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIENCIAS FLORESTAIS*, 2014, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2014. p. 356-360.

NISHIGUCHI, S., TABATA, T. Assessment of the social, fatal and environmental effects of the use of woody biomass: direct burning and wood pellets. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 57, p. 1279-1286, 2016.

PREILIPPER, U. E. M., DALFOVO, W. C. T., ZAPPAROLI, I. D., MAROUBO, L.A A., MAINARDES, E. L. Aproveitamento do resíduo madeireiro na produção de energia termelétrica no município de Marcelândia-MT. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 411 – 428, 2016.

RICARDO, S. D. F.; COE, H. H. G.; DIAS, R. R.; SOUSA, L. O. F.; GOMES, E. Reference collection of plant phytoliths from the Caatinga biome, Northeast Brazil. **Flora**, v. 249, p. 1-8, 2018.

RIFEEL, B. Y. F.; FLORÊNCIO, B. A. B.; PRUDENTE, T. D.; ALVES, A. L. Aritmética ambiental aplicada à análise dos impactos das plantações de biocombustíveis e florestas. **Revista agrária**, n. 8, p. 49 – 72, 2008.

SIMIONI, J. F.; MAGALHÃES, J. M.; MOREIRA, A. P.; FACHINELLO, A. L.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MATSUURA, M. I. S. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 731-742, 2017.

SINDICE/PB - SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA DA PARAÍBA, 2017. Disponível em: <<http://www.sindicerpb.com.br/setorceramico/>>. Acesso em: 20 set. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/sbs-2008.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

THORNLEY, P.; GILBERT, P.; SHACKLEY, S.; HAMMOND, J. Maximizing the greenhouse gas reductions from biomass: the role of life cycle assessment. **Biomass Bioenergy**, v.81, p. 35 – 43, 2015.

VASKE, N. R. **Estudo preliminar da viabilidade do aproveitamento da cinza pela combustão de lenha de Eucalipto como adição ao concreto**. 2012. (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

WINZER, F.; KRASKA T.; ELSENBERGER, C.; KOTTER, T. PUDE, R. Biomass from fruit trees for combined energy and food production. **Biomass and Bioenergy**, v. 107, p. 279 – 286, 2017.

ZAKIA, M. J. B.; VERSLYPE, C. **Guia para levantamento do consumo e fluxo de produtos florestais**. Fortaleza: PNUD/FAO/IBAMA, 1992. 77 p.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises realizadas na dissertação chegou-se as seguintes considerações finais:

No primeiro artigo, foi possível constatar que: o estado da Paraíba apresenta-se com decréscimo de produção de lenha no extrativismo vegetal com redução de 75,16% ao longo dos anos de 1990 a 2015. Os municípios pertencentes as mesorregiões do Sertão e da Borborema são os que mais exploraram lenha no decorrer dos 25 anos em estudo.

Para o ano de 1990 a produção de lenha concentrou-se basicamente na mesorregião do Sertão e Borborema. Os municípios inseridos nestas regiões produzem na ordem de 12.750 a 194.688 m³ de lenha anualmente. Neste ano foram identificados cinco clusters espaciais. Em 2000 além do Sertão e Borborema, a mesorregião do Agreste também contribuiu com os valores de exploração de lenha, os municípios inseridos nestas mesorregiões tiveram uma produção de lenha que variou entre 49.825 e 90.400 m³. A Mata Paraibana foi caracterizada com produção muito baixa variando entre 0 a 791 m³ de lenha produzidos anualmente.

No ano de 2010, o cluster mais representativo encontrou-se na mesorregião da Borborema cujo o município de Juazeirinho é o ponto central de identificação da localização geográfica dos 39 municípios que compôs o cluster primário.

Os municípios de Santa Rita, Rio Tinto, Mulungu e Guarabira foram os que mais representaram o $CR(4)_{Munic.}$ ao longo dos anos estudados. O grau de concentração das empresas de cerâmica vermelha para o $CR(4)_{Munic}$ variou de 30% a 40% o que indica um grau de concentração moderadamente baixo. Para a avaliação das quatro maiores microrregiões $CR(4)_{Micro}$ que variaram de 50% a 70% indicou grau de concentração moderadamente alto.

O $CR(8)_{Munic}$ variou entre 40% a 60% ao longo dos anos em estudo, indicou grau de concentração moderadamente alto. A nível de microrregião o $CR(8)_{Micro}$ variou de 80% a 100% com concentração muito alta nas microrregiões de Guarabira, Seridó Oriental, Seridó ocidental, Cariri Ocidental, Litoral Norte, João Pessoa, Sousa e Itaporanga.

Entre 2006 e 2016 em nível municipal HHI_{Munic} houve uma desconcentração da quantidade de empresas de cerâmica vermelha, variando entre 4% e 6%. HHI_{Micro} foi crescente em que teve o maior índice de concentração de 15% no ano de 2016.

Inferiu-se que entropia E_{Munic} , E_{Micro} e E_{Meso} permaneceu estacionária com nível de concentração baixo. O índice de Gini para os municípios e microrregiões mantiveram com valores aproximados e foram classificados com nível de desigualdade muito forte.

Com relação as consumo de lenha pelas empresas de cerâmica vermelha na Paraíba,

concluiu-se que: os tipos de fornos, como também o tipo de lenha utilizada são fatores que determinam a variação no consumo específico. As empresas emitiram um total de 890.293 kgCO₂-eq/ano. As áreas necessárias para mitigação de CO₂ por empresa, variaram entre 1.000 a 15.549 ha de reflorestamento a depender a espécie florestal utilizada.

Os resultados obtidos nesse estudo reforçam a necessidade de planejamento considerando efeitos que possam vir a causar redução nos níveis de vulnerabilidade e adaptabilidade às mudanças climáticas, principalmente para aquelas regiões em que a economia depende de forma direta dessas variáveis climáticas. Os órgãos ambientais do estado da Paraíba devem ser mais atuantes na fiscalização das indústrias de cerâmica vermelha e melhorar a eficiência dos instrumentos de controle de reposição florestal.

7. REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. Utilização de cerâmica vermelha na construção civil. In: **Tecnologia de edificações**. Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI; Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Divisão de Edificações, 1988. p. 107-110.

ABRAHAO, R. ; CARVALHO, M. Environmental Impacts of the Red Ceramics Industry in Northeast Brazil. **International Journal of Emerging Research in Management and Technology**, v. 6, p. 310, 2018.

ALTHOFF, T. D.; MENEZES, R. S. C.; CARVALHO, A. L.; PINTO, A. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; OMETTO, J. P. H. B.; RANDOW, C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Climate change impacts on the sustainability of the firewood harvest and vegetation and soil carbon stocks in a tropical dry forest in Santa Teresinha Municipality, Northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 360, p. 367-375, 2016.

ANICER - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. **Diversificação Energética**. Disponível em: <<http://anicer.com.br/biomassa/>>. Acesso em: 15 set. 2017.

ANICER - Associação Nacional da Industria Cerâmica. Relatório Trienal 2016 – 2018. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/relatorio-anual/>. Acesso em: 20 set. 2018.

ANICER - Associação Nacional da Industria Cerâmica. **Relatório Trienal 2016 – 2018**. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/relatorio-anual/>. Acesso em: 20 set. 2018.

ANICER - Associação nacional da Industria de Cerâmica. Disponível em: <<https://www.anicer.com.br/>>. Acesso em 17 out. 2018.

ANSELIN, L; VARGA, A; ACS, Z. Geographical Spillovers and University Research: A Spatial Econometric Perspective. **GrowthandChange**, v. 31, 2000.

ARAUJO, G.; STEDMON, C.; HEIM, B.; DUBINENKOV, I.; KRABERG, A.; MOISEEV, D.; BRACHER, A. From fresh to marine waters: Characterization and Fate of Dissolved Organic Matter in the Lena River Delta Region, Siberia. **Frontiers in Marine Science**, v. 2, p. 1 – 13, 2015.

ARAUJO, K. D.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; PARENTE, H. N.; ALENCAR, M. L. S. Caracterização do sistema de exploração da Caatinga em São João do Cariri – PB. **Geográfica (Londrina)**, v. 19, n. 2, p. 175 – 189, 2010.

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

ASSALI, A.; KHATIB, T.; NAJJAR, A. Renewable energy awareness among future generation of , Palestine. **Renewable Energy**, v. 7, p. 1 – 17, 2019.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. **Florestas energéticas no Brasil: demandas e potencialidades**. Belo Horizonte: AMS, 2009. Disponível em: <http://silviminas.com.br/wp-content/uploads/2012/12/publicacao_585.pdf>. Acesso em: 19 dez 2017.

ASSUNÇÃO, R. M.; DUCZMAL, A. R. A simulated annealing strategy for the detection

of arbitrary shaped spatial clusters. **Computational Statistics and data analysis**, v. 45, p. 269-286, 2004.

BAIN, J. **Industrial Organization**. New York: J. Wiley, 274 p. 1959.

BALIEIRO, A. A. S. **Detecção de conglomerados dos alertas de desmatamento do Amazonas usando Estatística de varredura espaço-temporal**. 2008. 87f. Dissertação (mestrado em Estatística Aplicada e Biometria). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008.

BALIEIRO, A. A. S. **Detecção de conglomerados dos alertas de desmatamento do Amazonas usando Estatística de varredura espaço-temporal**. 2008. 87f. Dissertação (mestrado em Estatística Aplicada e Biometria). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008.

BALTAGI, B. B. **Econometric analysis of panel data**. 3. ed. New Delhi, Índia: John Wiley & Sons, 2005.

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

BATISTA, João Paulo de Lima. **Diagnóstico produtivo e estudo comparativo de três tipos de fornos utilizados em indústrias de cerâmica vermelha do Município de Parelhas, Rio Grande do Norte, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014.

BELL, A.; JONES, K. Explaining Fixed Effects: Random Effects Modeling of Time-Series Cross-Sectional and Panel Data. **Political Science Research and Methods**, v. 3, n. 1, p. 133 – 153, 2015.

BESAG, J.; NEWELL, J. The detection of clusters in rare diseases. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 154, p. 143-155, 1991.

BOFF, H.; RESENDE, M. Concentração Industrial. In: HASENCLEVER, L.; KUPFER, D. (Org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 73-90.

BOFF, H.; RESENDE, M. Concentração Industrial. In: HASENCLEVER, L.; KUPFER, D. (Org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 73-90.

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção de vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em: <<http://www.botuvera.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/Lei-12651-2012-C%C3%B3digo-Florestal.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2015 – Ano Base 2014: Relatório Síntese**. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 237**, de 19 dez. 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação de procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial**, Brasília, 22 dez. 1997. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de ação nacional de combate a desertificação em mitigação dos efeitos da seca PAN-Brasil**. Brasília, 2004.

BRITO, J. O.; CINTRA, T. C. Madeira para energia no Brasil: realidade, visão estratégica e demanda de ações. **Biomassa & Energia**, Viçosa. v. 1, n. 2, p. 157-163, 2004.

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.

BRITO, S. S. Tópicos atuais. Energia, economia, meio-ambiente: as fontes renováveis de energia no Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, v. 1, n. 3, 2007.

BULUT, U.; MURATOGLU, G. Renewable energy in Turkey: Great potential, low but increasing utilization, and an empirical analysis on renewable energy-growth nexus. **Energy Policy**, v. 123, p. 240 – 250.

BURKE, M.; HSIANG, S. M.; MIGUEL, E. Global non-linear effect of temperature on economic production. **Nature international journal of science**, v. 527, p. 235–239, 2015.

CAI, W.; BORLACE, S.; LENGAINNE, M.; VAN R. P.; COLLINS, M.; VECCHI, G.; WANG, G.; SANTOSO, A.; MCPHADEN, M. J.; WU, L.; JIN F.; TIMMERMANN, A.; COLLINS, A.; VECCHI, G.; LENGAINNE, M.; ENGLAND, M. H.; DOMMENGET, D.; TAKAHASHI, K.; GUILYARDI, E. Increased frequency of extreme La Niña events under greenhouse warming. **Nature Climate Change**, v. 5, p. 132 – 137, 2015.

CAPELLO, F. C. B. **Análise do consumo específico de lenha nas indústrias gesseiras: a questão florestal e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável da Região do Araripe – PE**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

CARVALHO, M. **Análise energo-exergética da indústria de cerâmica vermelha: estudo de caso na Cerâmica Santa Cecília Ltda./João Pessoa**, 2005. 167p. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

CCD - Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação. Trad. Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental, 1994.

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

CEPIS - Centro de Produção Industrial Sustentável. Prestação de capacitação e assistência técnica para a promoção do uso sustentável de recursos florestais da caatinga em polos industriais. **Relatório Final da Prestação de Serviços da Assistência Técnica**. João Pessoa, PB, 2013.

CHIAPINOTO, F. V.; MARION FILHO, P, J.; CORONEL, D. A.; Bender filho, r. Concentração e o poder de mercado no setor de telefonia móvel brasileiro (2009-2014). **Revista eletrônica de administração e turismo**, v.1, n. 5, p. 1553 – 1172, 2017.

CHRISTOPHERSON, S.; MICHIE, J.; TYLER, P. Regional Resilience: theoretical and empirical perspectives. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 3, p. 3 - 10, 2010.

CIACCO, E. F. S.; ROCHA, J. R.; COUTINHO, A. R. The energy consumption in the ceramic tile industry. In: Brazil. **Applied Thermal Engineering**. n. 113 p. 1283 – 1289, 2017.

COELHO JUNIOR, L. M. **Análise temporal dos preços do carvão vegetal, no Estado de Minas Gerais**. 2004. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

COELHO JUNIOR, L. M. Concentração regional do valor bruto de produção do pinhão no Paraná. **Ciência florestal**, v. 26, p. 853 - 861, 2016.

COELHO JUNIOR, L. M. et al. Analysis of the brazilian cellulose industry concentration (1998 a 2007). **Cerne**, Lavras, v.16, n.2, p. 209 - 216, 2010.

COELHO JUNIOR, L. M., REZENDE, J. L. P; OLIVEIRA, A. D. Concentração das exportações mundiais de produtos florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 691-701. 2013.

COELHO JUNIOR, L. M.; BURGOS, M. C.; SANTOS JÚNIOR, E. P. Concentração regional da produção de lenha da Paraíba. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1729 – 1740, 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; BURGOS, M. C.; SANTOS JÚNIOR, E. P. Concentração regional da produção de lenha da Paraíba. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1729 – 1740, 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L. C.; CARVALHO, M. Carbon Footprint Associated with Firewood Consumption in Northeast Brazil: An Analysis by the IPCC 2013 GWP 100y Criterion. **Waste and Biomass Valorization**, p. 1 - 9, 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L. C.; SILVA, M. V. B.; PINTO, P. A. L. A. Spatial distribution of firewood production in Northeastern Brazil (1994-2013). **Revista Árvore**, v. 42, n. 4, 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; MARTINS, K. L.; CARVALHO, M. Carbon Footprint Associated with Firewood Consumption in Northeast Brazil: An Analysis by the IPCC 2013 GWP 100y Criterion. **Waste and Biomass Valorization**, v. 4, n. 3, 2018.

COLEMAN, M.; MABUZA, A. M.; KOK, G.; COETZEE, M.; DURRHEIM, D. N. Using the SatScan method to detect local malaria clusters for guiding malaria control programmes. **Malaria Journal**, v. 8, n. 1, p. 68, 2009.

COSTA, M. A.; ASSUNÇÃO, R. M. Uma Análise de Desempenho dos Métodos SCAN e BESAG&NEWELL na Detecção de Clusters Espaciais. In: *GeoInfo*. 2003.

COULSTON, J. W. RITTERS, K. H. Geographic analysis of forest health indicators using spatial scan statistics. **Environmental Management**, v. 31, n. 6, p. 764 - 773, 2003.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 15^o ed. São Paulo: Saraiva, 1997. 224p.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 15^o ed. São Paulo: Saraiva, 1997. 224p.

CRESPO, A. A. Medidas de posição. In: ROCHA, R.A.D. **Estatística fácil**. 1997, p. 100 – 101.

CRU - University of East Anglia Climatic Research Unit. Climatic Research Unit, University of East Anglia. **Data**. Norwich: UEA, 2018. Disponível em: <<http://www.cru.uea.ac.uk/>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

CUENCA, M. A. G.; DOMPIERI, M. H. G. Dinâmica espacial da canavicultura e análise dos efeitos sobre o valor bruto da produção, na região dos tabuleiros costeiros da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. **Revista Econômica do Nordeste**, v.47, n. 4, p. 91-106, 2017.

DALANHOL, S. J., NOGUEIRA, A. C., GAIAD, S., KRATZ, D. Efeito de micorrizas e da fertilização no crescimento de mudas produzidas em diferentes substratos de *Campomanesia xanthocarpa* (MART.) O.BERG. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 931-945, 2017.

DAVIS, M. B.; SHAW, R. G. Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change. **Science**. v. 292, p. 673–679, 2001.

DELGADO, D.B.M., CARVALHO, M., COELHO JUNIOR, L.M., CHACARTEGUI, R. Analysis of biomass-fired boilers in a polygeneration system for a hospital. **Frontiers in Management Research**, v. 2, n. 1, p. 1 – 13, 2018.

DENIZ, P.; STENGOS, T.; YAZGAN, M. E. Identification of common factors in panel data growth model. **Economics Letters**, v. 168, p. 94 – 97, 2018.

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather. **The American Economic Review**, v. 97, n. 1, p. 354-385, 2007.

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather Olivier Deschênes. **American Economic Review**, v. 97, n. 1, p. 354-385, 2007.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CAMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. Análise espacial de dados geográficos. EMBRAPA, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 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 - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Panorama atual da produção de carvão vegetal no Brasil e no cerrado. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 37.
EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional Séries Completas**. Edição 2016. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

ERYILMAZ, T.; YESILYUR, M. K.; CESUR, C.; GOKDOGAN, O. Biodiesel production potential from oil seeds in Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58,

p. 842 – 851, 2016.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations 2016. **State of the world's forests**. Rome. 107 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Sustainable charcoal production, trade and use in Europe**. Proceedings of International Expert Consultation, Zagreb, Croatia. Rome. 2009.

FARIAS, L.; SELBITTO, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, v. 12, n. 17, p. 01 - 106, 2011.

FELIPE, J. L. A. **Economia Rio Grande do Norte: estudo geo-histórico e econômico**. João Pessoa-PB: Grafset, 2002.

FERREIRA, L. A. **Consumo e fluxo de produtos florestais no setor industrial/comercial do estado da Paraíba**. João Pessoa: Pnud/FAO/UFPB/GOV. Paraíba: 1994.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D.; MATOS, R. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba (Köppen's and Thornthwaite Climate Classification for Paraíba State). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1006 – 1016, 2015.

GAN, T.Y.; I, M., HÜLSMANN, S., Q, X.; LU, X.X., LIONG, S.Y.; RUTSCHMAN, P.; DISSE, M. K. Possible climate change/variability and human impacts, vulnerability of drought-prone regions, water resources and capacity building for Africa. **Hydrological Sciences Journal**, v. 61, p. 37 – 41, 2016.

GHG PROTOCOL DA AGRICULTURA. **Metodologia GHG protocol para agricultura**. São Paulo: Unicamp; WRI Brasil, 2014. Disponível em: <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Metodologia.pdf>. Acesso em: 06 jul 2018.

GIDDENS, A. **A política da Mudança Climática**. Tradução Vera Ribeiro; revisão técnica André Piani, Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GINI, C. Variabilità e mutabilità (1912). In: PIZETTI, E.; SALVEMINI, T. (Ed.). **Reprinted in memorie di metodologica statistica**. Rome: Libreria Eredi Virgilio Veschi, 1955.

GINI, C. Variabilità e mutabilità (1912). In: PIZETTI, E.; SALVEMINI, T. (Ed.). **Reprinted in memorie di metodologica statistica**. Rome: Libreria Eredi Virgilio Veschi, 1955.

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

GUERRA, M. P. Sustained yield management in tropical forest: a proposal based on the auto ecology of the species. **Sellowia**, v. 42, p. 25 – 33, 1992.

GUJARATI, D. M. **Econometria Básica**. 4ª Ed. Rio de Janeiro. Elsevier. P. 812. 2006.
HAES, H. U. (Ed.). **Life-Cycle Impact Assessment: Striving Towards Best Practice**. [S.l.]:

SETAC, 2002.

HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. **Revista Economia Contemporânea**. vol.16, n.1, p. 146 -176, 2012.

HAKAMADA, R. E.; STAPE, J.L.; LEMOS, C.C.Z.; EMANUEL, A.; ALMEIDA, A.; SILVA, L.F. Uso do inventário florestal e da uniformidade entre árvores como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultural em plantios clonais de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 27-39, 2015.

HAO, Y., XU, Y.; ZHANG, J.; HU, X.; HUANG, J.; CHANG, C. P.; Relationship between forest resources and economic growth: Empirical evidence from China. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, n. 20, p. 848 – 859, 2019.

HEIMANN, J. P.; GONÇALVES, K.; DRESCH, A. R.; SILVA, J. C. G. L. Concentração de mercado de molduras (frame) importadas pelos Estados Unidos, período de 2005 a 2009. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 59-65, 2015.

HIRSCHMAN, A. O. The paternity of an index. **The American Economic Review**, v. 54, n. 5, p 761-762, 1964.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. 2 ed. Nova York: Cambridge University Press, 2003.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

HSIAO, C. Panel data analysis - advantages and challenges. **Test**, v. 16, n. 1, p. 1 – 22, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016. **Síntese Paraíba**. 2016. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>. Acesso em: 25 mai. 2018.

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 Estatística. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016**. Síntese Paraíba. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas digitais**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas digitais**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas**

digitais. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas digitais.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Extração Vegetal e da Silvicultura.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pevs/default.asp>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA,** 2018. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp> Acessado em: 25 mai. 2018.

IFB - Instituto Brasileiro de Florestas. Sequestro de carbono. 2014. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/blog/sequestro-decarbono/>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Key world energy statistics 2016. 2016. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/>>. Acesso em: 15 nov 2018.

IBA - Indústria Brasileira de Árvores. Relatório IBÁ 2015. Brasília: IBÁ, 2015. Disponível em: <https://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 13 set. 2015.

INSA – Instituto Nacional do Semiárido. **Delimitação do semiárido.** Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/noticias/1070-nova-delimitacao-expande-o-semiarido-ate-o-maranhao-73-novos-municipios-foram-incluidos>> Acesso em: 01 mar. 2019.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Análise das anomalias das temperaturas no ano de 2015.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/2015/nota_tecnica_temperaturas_2015.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2018.

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.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis.** Cambridge University Press, NY, USA, 1535 p. 2013. Disponível em: <www.ipcc.ch/report/ar5/wg1> Acesso em: 23 mai. 2018.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Rethinking Energy 2017. Abu Dhabi: Irena, 2017. Disponível em: <https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REthinking_Energy_2017.pdf>. Acesso em 24 nov. 2018.

JONG, P.; TANAJURA, C. A. S.; SANCHEZ, A. S.; DARGAVILLE, R.; KIPERSTOK, A.; TORRES, E. A. Hydroelectric production from Brazil's São Francisco River could cease due to climate change and inter-annual variability. **Science of The Total**

Environment, v. 634, p. 1540-1553, 2018.

KARKANIA, V.; FANARA, E.; ZABANIOTOU, A. Review of sustainable biomass pellets production – A study for agricultural residues pellets' market in Greece. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 3, p. 1426-1436, 2012.

KEAM, S.; MCCORMICK, N. Implementing Sustainable Bioenergy Production; A Compilation of Tools and Approaches, IUCN. **Gland Switzerland**, p. 1-32, 2008.

KNOX, E.G. **Detection of clusters**. Em Methodology of enquiries into disease clustering. London, Small Area Health Statistics Unit, 1989.

KRAPOVICKAS, J.; SACCHI, L. V.; HAFNER, R. Firewood supply and consumption in the context of agrarian change: the Northern Argentine Chaco from 1990 to 2010. **International Journal of the Commons**, v. 10, n. 1, p. 220 – 243, 2016.

KULLDORF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease *cluster*: detection and inference. **Statistics in Medicine**, v.14, p. 799-810, 1995.

KULLDORFF, M. A. Spatial scan statistic. **Communications in Statistics: Theory and Methods**, v. 26, p.1481-1496, 1997.

KULLDORFF, M. **SaTScan™ User Guide**, version 9.6. 2018.

KULLDORFF, M.; ATHAS W.; FEUER, E.; MILLER, B.; KEY C. 1998. *Evaluating cluster alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos*. **American Journal of Public Health**, v.88,1377-1380, 1998.

KULLDORFF, M.; ATHAS, W.; FEUER, E.; MILLER, B.; KEY, C. Evaluating *cluster* alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos. **American Journal of Public Health**, v. 88, p. 1377–1380, 1998.

KULLDORFF, Martin. A spatial scan statistic. **Communications in Statistics-Theory and methods**, v. 26, n. 6, p. 1481 - 1496, 1997.

LEE, D. H. Econometric assessment of bioenergy development. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 42, n. 45, p. 27701-27717, 2017.

LEWKOWICZ, R. **Detecção de Clusters, uma análise de sazonalidade de surtos de dengue nos municípios do Brasil de 2007 a 2011**. 2013. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2013.

LIMA, A. C. B.; LEITE, V. D.; LIMA, C. R.; Custos para mitigação das emissões de CO₂ do setor de transporte da Paraíba via reflorestamentos. **Revista Nativa**, v. 3, n. 4, p. 258-262, 2015.

LIMA, R.C. C.; CAVALCANTE, A. M.B.; MARIN, A. M. P. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011. 209 p.

LINARD, Z. Ú. S. D. A.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Percepções dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no município de Crato estado do Ceará, Brasil. **Economía, sociedad y Territorio**, v. 15, n. 48, p. 397-423, 2015.

LIU, G.M.; Ali, V. S.; The impact of bank competition and concentration on industrial growth. **Economics Letters**, v. 124, n. 1, p. 60 - 63, 2014.

LOPES, E. A., CANTO, J. L. Produtividade e custos de dois sistemas de exploração e transporte de lenha na Caatinga. **Revista Nativa**, v.6, n.2, p. 207-212, 2018.

LOPES, G. A., BRITO, J. O., MOURA, L. F. Uso energético de resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 679-686, 2016.

LORA, E. E. S.; ANDRADE, R. V. Geração de energia e gaseificação de biomassa. **Biomassa e Energia**, v. 1, n. 3, p. 311-320, 2004.

LUCENA, S. E. D. F.; MORAES, R. M. D. Detecção de agrupamentos espaço-temporais para identificação de áreas de risco de homicídios por arma branca em João Pessoa, PB. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 18, n. 4, 2012.

LUCENA, S. E. F.; MORAES R. M. Análise do desempenho dos métodos scan e besag e Newell para identificação de conglomerados espaciais do dengue no município de João Pessoa entre os meses de janeiro de 2004 e dezembro de 2005. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2008, Recife. **Anais...** Recife, set. 2008.

LUCIER, A.; MINER, R. Biomass Carbon Neutrality in the Context of Forest-based. 2010.

MACHADO, M. F.; GOMES, L. J.; MELLO, A. A. Caracterização do consumo de lenha pela atividade de cerâmica no estado de Sergipe. **Revista Científica Eletrônica em Engenharia Florestal**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 507-514, 2010.

MAKRIDAKIS, S.; ANDERSEN, A.; CARBONE, R.; FILDES, R.; HIBON, M.; LEWANDOWSKI R.; NEWTON, J.; PARZEN, E.; WINKLER, R. The Accuracy of Extrapolation (Time Series) Methods: Results of a Forecasting Competition. **Journal of Forecasting**, v.1, p. 111-153, 1982.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149 – 176, 2008.

MARQUES, E. A. T.; OLIVEIRA, L. J. Mudanças climáticas no Nordeste Brasileiro e refugiados ambientais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 4, p. 965 – 984, 2016.

MARTIN, R.; SUNLEY, P. On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. **Journal of Economic Geography**, v. 15, p. 1 - 42, 2015.

MARTINS, K. L. C. **Disparidades regionais da produção de lenha nativa no Nordeste brasileiro**. 2015. (Mestrado em energias renováveis) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

MARTINS, K. L. C.; MELQUIADES, T. F.; REZENDE, J. L. P.; COELHO JUNIOR, L. M. Plant Extractivism Production Disparity Between Northeast Brazil and Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 25, p. 1 – 9, 2018.

MARTINS, K. L. C.; MELQUÍADES, T. F.; REZENDE, J. L. P.; COELHO JUNIOR, L. M. Plant extractivism production disparity between Northeast Brazil and Brazil. **Floram**, n. 25, p. 1 – 9, 2018.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (2007). **Plano de Desenvolvimento do Arranjo Produtivo Local das Indústrias Cerâmicas de Tatupi e Região – São Paulo**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1248288157.pdf>. Acesso em: 01 out 2017.

MENDELSON, R.; NORDHAUS, W. D.; SHAW, D. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. **The American Economic Review**, v. 84, n. 4, p. 753-771, 1994.

MENEZES, R.S. C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GIONGO, V.; PÉREZ, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 643 – 653, 2012.

MEUNIER, I. M. J.; SILVA, JÁ. A. A.; LUIZ, R. Planos de Manejo Florestal em Pernambuco, Brasil. In: VIII SIMPOSIO BRASILEIRO DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIENCIAS FLORESTAIS, 2014, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2014. p. 356-360.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Atlas de áreas susceptíveis a desertificação no Brasil. Santana, M.O. (Org.). Brasília: MMA, 2007. 134 p.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional**. Brasília: MME, 2015. 100 p. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal.aspx?anoColeta=2016&anoFimColeta=2015>>. Acesso em: 25 mai 2018.

MOURA, F. R. **Detecção de clusters espaciais via algoritmo scan multi-objetivo**. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MOURA, F. R. Detecção de clusters espaciais via algoritmo Scan multi-objetivo. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

NASA - Analyses reveal record-shattering global warm temperatures in 2016. **National Aeronautics and Space Administration**. Disponível em: <<https://www.giss.nasa.gov/research/news/20160120/>>. Acesso em: 29 mai. 2018.

NISHIGUCHI, S., TABATA, T. Assessment of the social, fatal and environmental effects of the use of woody biomass: direct burning and wood pellets. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 57, p. 1279-1286, 2016.

NISHIGUCHI, S.; TABATA, T. Assessment of social, economic, and environmental aspects of woody biomass energy utilization: direct burning and wood pellets. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 57, p. 1279–1286, 2016.

PAUPITZ, JÚLIO. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no Semiárido brasileiro. In: GARIGLIO, MARIA AUXILIADORA; SAMPAIO, EVERARDO VALADARES DE SÁ BARRETO; CESTARO, LUIS ANTÔNIO & KAGEYAMA, PAULO YOSHIO. (orgs.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro, p. 49-64, 2010.

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas** [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp. 2014.

PEREIRA, A, P. J. T.; MORAES, R. M.; VIANNA, R. P. T. Aplicação do método scan para a detecção de conglomerados espaciais dos acidentes de trânsito ocorridos em João Pessoa-PB. **Hygeia**, v. 10, n. 18, p. 82-97, 2014.

PEREIRA FILHO, J. M. Produção de forragens de espécies herbáceas da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. Cap. 03, p. 145-156.

PIKE, A.; DAWLEY, S.; TOMANEY, J. Resilience, adaptation and adaptability. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v.3, p. 59-70, 2010.

POLDER, M. E. V.; DIRK, B.; PIJLL, E. “Micro and macro indicators of competition: comparison and relation with productivity change”. **Discussion paper 09024**. Statistics Netherlands, The Hague/Heerlen, 2009.

PORTER, M. E. **Clusters and the New Economics of Competition**. Harvard Business School, 1998.

POSSAS, M. L. **Estruturas de Mercado em Oligopólio: economia e planejamento**. 2ª ed. São Paulo: Hucitec, 1999. 191 p.

PREILIPPER, U. E. M., DALFOVO, W. C. T., ZAPPAROLI, I. D., MAROUBO, L.A A., MAINARDES, E. L. Aproveitamento do resíduo madeireiro na produção de energia termoelétrica no município de Marcelândia-MT. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 411 – 428, 2016.

RAIS. Relação Anual de Informações Sociais. **Manual de Orientação da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS): ano base 2017**. – Brasília: MTb, SPPE, DER, CGCIPE, 2017. 49 p.

RAMOS, M. A.; ALBUQUERQUE, U.; P. The domestic use of firewood in rural communities of the Caatinga: How seasonality interferes with patterns of firewood collection. **Biomass and Bioenergy**, v. 39, p. 147 – 158, 2012.

REINALDO FILHO, L. L.; BEZERRA, F. D. **Informe setorial cerâmica vermelha**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2010. 22 p.

REN 21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Renewables 2013: Global Status Report. 2013. Disponível em <www.ren21.net>. Acesso em 24 nov. 2018.

RESENDE, M. Medidas de concentração industrial: uma resenha. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 12, n. 21, p. 24-33, jul./set. 1994.

RIAHI, K.; VUUREN, D. P. V.; KRIEGLER, E.; EDMONDS, J.; NEILL, B. C. O. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 153 – 168, 2017.

RICARDO, S. D. F.; COE, H. H. G.; DIAS, R. R.; SOUSA, L. O. F.; GOMES, E. Reference collection of plant phytoliths from the Caatinga biome, Northeast Brazil. **Flora**, v. 249, p. 1-8, 2018.

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.

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

RIFEEL, B. Y. F.; FLORÊNCIO, B. A. B.; PRUDENTE, T. D.; ALVES, A. L. Aritmética ambiental aplicada à análise dos impactos das plantações de biocombustíveis e florestas. **Revista agrária**, n. 8, p. 49 – 72, 2008.

ROCHA F. Dinâmica da concentração de mercado na indústria brasileira, 1996-2003. **Economia e Sociedade**, Campinas, SP, v. 19, n. 3 (40), p. 477-498, dez. 2010.

SANTANA, A. G. Cluster Madeireiro: o Eucalipto, a Celulose e o Desenvolvimento do Extremo Sul da Bahia. **Revista econômica do Nordeste**, v. 40, n. 4, p. 726 – 749, 2009.

SANTOS, F. T. Resiliência estratégica para um desenvolvimento regional sustentável. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, 2010. Disponível em: <http://www.apdr.pt/siteRPER/numeros/RPER20/20.3.pdf>. Acesso em 01 jun 2017.

SCHMITZ, H. **Collective Efficiency and Increasing Returns**. University of Sussex, 1997.

SCHMITZ, H. Global Competition and Local Cooperation: Success and Failure in the Sinos Valley. **Brazil. World Development**, v. 27, n. 9, p. 1627 – 1650, 1999.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Cerâmica vermelha: estudos de mercado. Disponível em: <http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/>. Acesso em: 10 out. 2017.

SELVATTI, T. S. **Concentração da produção e da exportação mundial de celulose e de Medium Density Fiberboard (MDF)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SILVA FILHO, M. D. P. **Análise da Sustentabilidade Empresarial de Indústrias do setor de Cerâmica Vermelha do Estado da Paraíba**. 145 p. Dissertação (Curso de Mestrado Acadêmico em Administração). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, A. C.; MEXAS, M. P.; QUELHAS, O. L. G. Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 441 – 451, 2017.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p.131–138, 2011.

SIMIONI, F. J.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; FACHINELLO, A. L.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MATSUURA, M. I. S. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 731-742, 2017.

SIMIONI, J. F.; MAGALHÃES, J. M.; MOREIRA, A. P.; FACHINELLO, A. L.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MATSUURA, M. I. S. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 731-742, 2017.

SIMIONI, J. F.; MAGALHÃES, J. M.; MOREIRA, A. P.; FACHINELLO, A. L.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MATSUURA, M. I. S. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 731-742, 2017.

SINDICE/PB - SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA DA PARAÍBA, 2017. Disponível em: <<http://www.sindicerpb.com.br/setorceramico/>>. Acesso em: 20 set. 2018.

SINDICER - Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha. Disponível em: <http://www.sindicerpb.com.br/setorceramico/>. Acesso em 24 nov. 2018.

SOARES, S. N.; LOPES, S. M.; REZENDE, J. L. P.; GOMES, M. F. M. Competitividade da cadeia produtiva da madeira de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 917 - 928, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/sbs-2008.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

SOHN, A. P. SILVESTRINI, C.; FIUZA, T. F.; LIMBERGE, P. F. Os elementos que caracterizam o Cluster Turístico em Balneário Camboriú, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 11, n. 1, p. 154 – 174, 2017.

SOUZA, B. I. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

SU, L.; ZHANG, Y.; WEI, J. A practical test for strict exogeneity in linear panel data models with fixed effects. **Economics Letters**, v. 147, p. 27 – 31, 2016.

SUDEMA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba. **Atualização do diagnóstico florestal da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. 268 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. Recuperação e desenvolvimento sustentável. GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, p. 249-289, 1996.

THORNLEY, P.; GILBERT, P.; SHACKLEY, S.; HAMMOND, J. Maximizing the greenhouse gas reductions from biomass: the role of life cycle assessment. **Biomass Bioenergy**, v.81, p. 35 – 43, 2015.

TIMMERMANN, A.; SANTOSO, A.; MCPHADEN, M.J.; WU, L. Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. **Nature Climate Change**, v. 4, p. 111–116, 2014.

TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M. S. P.; BARBOSA, A.; RODRIGUEZ, D. A.; SANTANA, M. O.; SESTINI, M. F. Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000–2016. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 79, p. 197 – 2006, 2018.

TRAVASSOS, I. S. **Florestas brancas do semiárido nordestino: desmatamento e desertificação no Cariri paraibano**. 2012. 148 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo**, v. 18, n. 2, p. 329-340, 2014.

TSUTSUI, A.; YAHARA, K.; CLARK, A.; FUJIMOTO, K.; KAWAKAMI, S.; CHIKUMI, H.; IGUCHI, M.; YAGI, T.; BAKER, M. A.; O'BRIEN, T.; STELLING, J. Automated detection of outbreaks of antimicrobial-resistant bacteria in Japan. **Journal of Hospital Infection**, v. 12, p. 1 – 12, 2018.

VALERIEN, O.; FLORAX, R. J. G. M.; LAMBERT, D. M.; Spatial econometric star models: Lagrange multiplier tests, Monte Carlo simulations and an empirical application. **Regional Science and Urban Economics**, v. 49, p. 118 – 128, 2014.

VASKE, N. R. **Estudo preliminar da viabilidade do aproveitamento da cinza pela combustão de lenha de Eucalipto como adição ao concreto**. 2012. (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

VENZETTI, N.; CORSANO, G.; MONTAGNA, J. A comparison between individual factories and industrial clusters location in the forest supply chain. **Forest Policy and Economics**, v. 83, p. 88 – 98, 2017.

VIEIRA, R. M. S. P.; TOMASELLA, J.; ALVALÁ, R. C. S.; SESTINI, M. F.; AFFONSO, A. G.; RODRIGUEZ, D. A.; BARBOSA, A. A.; CUNHA, A. P. M. A.; VALLES, G. F.; CREPANI, E.; OLIVEIRA, S. B. P.; SOUZA, M. S. B.; CALIL, P. M.; CARVALHO, M. A.; VALERIANO, D. M.; CAMPELLO, F. C. B.; SANTANA, M.O. Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v. 6, p. 347 – 360, 2015.

VILAÇA, J. G, NETO, M. A. D L, THOMAZ, M. R. P. CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 49, 2005, São Pedro. Resumos... São Paulo: Desenvolvimento Sustentável da Cerâmica, da Região de Parelhas-RN no Combate à Desertificação, p. 8-9, 2005.

WEISS, C, R.; SCHULTZ, G.; OLIVEIRA, L. Clusters e competitividade: Um levantamento sobre a produção científica na base Web of Science. **Espacios**, v. 38, n. 6, 2017.

WINZER, F.; KRASKA T.; ELSENBERGER, C.; KOTTER, T. PUDE, R. Biomass from fruit trees for combined energy and food production. **Biomass and Bioenergy**, v.

107, p. 279 – 286, 2017.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics: A modern approach**. 5. ed. Thomson: South-Western, 2013.

WU, G. Fast and scalable variational Bayes estimation of spatial econometric models for Gaussian data. **Spatial Statistics**, v. 24, p. 32-53, 2018.

YOUNG, J.; PARR, T.; HEIP, C.; WATT, A. D. Climate Change and Biodiversity Conservation: Knowledge needed to support development of integrated adaptation strategies, Report of an e-conference. Londres, Inglaterra. 2005.

ZAKIA, M. J. B.; VERSLYPE, C. **Guia para levantamento do consumo e fluxo de produtos florestais**. Fortaleza: PNUD/FAO/IBAMA, 1992. 77 p.

ZHANG, P.; ZHANG, J.; CHEN, M. Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 83, p. 8 – 31, 2017.

ZHAO, Z.; WEI, X.; WANG, X.; MA, T.; HUANG, L.; GAO, H.; FAN, J.; LI, X.; JIA, X. Concentration and mineralization of organic carbon in forest soils along a climatic gradient. **Forest Ecology and Management**, v. 432, n. 15, p. 246 – 255, 2019.