

Concentração regional da produção de lenha nativa em Pernambuco

Regional concentration of native firewood production in Pernambuco

DOI: 10.55905/ijsmtv9n3-014

Recebimento dos originais: 05/06/2023

Aceitação para publicação: 03/07/2023

Juliana Fernandes Ferreira Pádua

Graduanda em Engenharia de Energias Renováveis pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: juliana.padua@cear.ufpb.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6213-4958>

Edvaldo Pereira Santos Júnior

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares (PROTEN) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Endereço: Recife - Pernambuco, Brasil, CEP: 50740-545

E-mail: edvaldo.junior@ufpe.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1316-2247>

Clarisse Freire Barboza Maurício

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis (PPGER) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: clarisse.mauricio@cear.ufpb.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0433-1803>

Anna Manuella Melo Nunes

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis (PPGER) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: annamanuellam@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0433-1803>

Josicleide de Moura Pereira

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis (PPGER) da
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970
E-mail: josicleide_moura@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5807-266X>

Flávio da Silva Vitorino Gomes

Doutor em Engenharia Elétrica
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970
E-mail: flavio@cear.ufpb.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-3563-9161>

Camila Seibel Gehrke

Doutora em Engenharia Elétrica
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970
E-mail: camila@cear.ufpb.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7839-6349>

Luiz Moreira Coelho Junior

Doutor em Engenharia Florestal
Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970
E-mail: luiz@cear.ufpb.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5528-7799>

RESUMO

A lenha é um produto bioenergético capaz de reduzir a emissão dos Gases do Efeito Estufa e diversificar a matriz energética brasileira. Diante a importância ambiental e energética deste recurso e para compreender a distribuição de sua produção, este artigo analisou a concentração regional da produção de lenha do extrativismo vegetal em Pernambuco, no período de 1990 a 2018. As informações utilizadas foram extraídas da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A concentração regional (municípios, microrregiões e mesorregiões) da produção da lenha foi mensurada utilizando os indicadores: Razão de Concentração [CR(k)], índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), Entropia de Theil (E), Coeficiente de Gini (G) e Índice de Concentração Compreensiva (CCI). O CR(k) apresentou concentração moderadamente alta para microrregiões e moderadamente baixa para municípios. O HHI demonstrou baixa concentração para municípios e microrregiões e maior concentração para as mesorregiões. A E apresentaram comportamento de concentração baixa para municípios, moderada para microrregiões e alta para as mesorregiões. O CCI demonstrou alta concentração para as mesorregiões e baixa para os municípios e microrregiões. O G apresentou desigualdade média para municípios e

microrregiões e forte para as mesorregiões. Conclui que há uma concentração moderadamente baixa a média para lenha em Pernambuco.

Palavras-chave: economia florestal, caatinga, bioenergia, competitividade.

ABSTRACT

Firewood is a bioenergetic product capable of expanding the aspiration of reducing the emission of Greenhouse Gases and diversifying the Brazilian energy matrix. This article analyzed the regional concentration of firewood production from plant extraction in Pernambuco, from 1990 to 2018. The information used was extracted from the Production of Vegetable Extraction and Silviculture, available at the Brazilian Institute of Geography and Statistics. It measured the regional concentration (municipalities, microregions and mesoregions) using the indicators: Concentration Ratio [CR(k)], Herfindahl-Hirschman index (HHI), Theil entropy (E), Gini coefficient (G) and Index of Comprehensive Concentration (CCI). The CR(k) showed a moderately high concentration for microregions and moderately low for municipalities. HHI demonstrated low concentration for municipalities and micro-regions and greater concentration for mesoregions. E showed a low concentration behavior for municipalities, moderate for microregions and high for mesoregions. The CCI showed high concentration for the mesoregions and low for the municipalities and microregions. The G showed average inequality for municipalities and microregions and strong for the mesoregions. It concludes that there is a moderately low to average concentration for firewood in Pernambuco.

Keywords: forest economy, caatinga, bioenergy, competitiveness.

1 INTRODUÇÃO

A biomassa florestal possibilitou a sobrevivência de civilizações antigas e auxilia na subsistência das populações modernas, sob forma de energia. Devido a disponibilidade e baixo custo comparado a outras fontes energéticas, principalmente quando utilizada in natura, a lenha é utilizada em diversos países, principalmente nos subdesenvolvidos, e em regiões emergentes. Desde a década de 1960, a atividade florestal brasileira experimentou uma extraordinária evolução a partir de novas técnicas de formação, condução e exploração [colheita, extração (baldeio) e transporte] em florestas nativas e plantadas, promovendo melhorias em eficiência e diminuindo perdas (REZENDE *et al.*, 2008; TOMALSQUIM, 2016).

A partir de 2015, o Brasil, membro da Convenção das Nações Unidas para Combate às Mudanças Climáticas, objetivou a redução das emissões de Gases do Efeito

Estufa, buscando uma meta de queda em sua parcela poluente igual a 38% do emitido em 2005, até 2030. Para cumprimento dessas exigências, uma das ações almejadas é o aumento da parcela de bioenergéticos na matriz energética nacional, com forte participação dos recursos agroindustriais e florestais (BRASIL, 2018). Em 2020, a participação de renováveis na matriz energética brasileira foi de 42,9% e manteve-se entre as mais elevadas no mundo, sendo 8% desse total proveniente de energia primária da biomassa florestal, constituída principalmente de lenha e carvão vegetal. A produção de lenha chegou a $69.997 \times 10^3 \text{ m}^3$, sendo 27,60% do extrativismo vegetal ($19.321 \times 10^3 \text{ m}^3$) e 72,40% da silvicultura ($5.067,60 \times 10^3 \text{ m}^3$). A região Nordeste produziu $12.610 \times 10^3 \text{ m}^3$, correspondente a 18,01% do total nacional, com a produção madeireira superior ao Sudeste ($11.186,25 \text{ m}^3$), Centro-Oeste ($7.438,16 \times 10^3 \text{ m}^3$) e Norte ($3.821,37^3 \text{ m}^3$) (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2018; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2021).

Os estados nordestinos com maior produção foram Ceará com $2.941 \times 10^3 \text{ m}^3$ (23,33%), Piauí com $2.335,103 \text{ m}^3$ (18,52%), Bahia com $2.485 \times 10^3 \text{ m}^3$ (16,81%) e Pernambuco com 1.999×10^3 (15,86%). A produção de lenha através da silvicultura no Nordeste foi de $924,11 \times 10^3 \text{ m}^3$, correspondente a 1,82% da produção nacional, o baixo valores esteve associado à fatores como escassez hídrica, o que impossibilita a redução da exploração de lenha nativa com finalidade energética para uso domiciliar, comercial e industrial. Por sua vez, o acumulado de lenha do extrativismo foi de $11.685,90 \times 10^3 \text{ m}^3$, correspondente a 60,48% do nacional, a partir desta forma de produção, evidenciando o potencial produtivo regional (IBGE, 2021, SIMIONI *et al.*, 2017).

Em razão da exploração ilegal e desequilibrada de lenha nativa, dos assentamentos e pela transformação de áreas para pastagens e agricultura, a vegetação da Caatinga, no semiárido nordestino foi degradada e reduzida em mais de 47%, resultando na diminuição de disponibilidade dos recursos florestais, cobertura dos solos (taxa anual de retirada de 0,33%), desertificação e maior vulnerabilidade socioambiental regional (CARVALHO, 2012; GIODA, 2018; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, 2017). Semelhante aos demais estados do semiárido brasileiro, que se destacam pela densidade populacional, como Rio Grande do Norte e Paraíba, o Pernambuco utiliza intensamente os recursos florestais em

sua matriz energética. Este consumo vem sendo analisados pelos órgãos florestais, a fim de compreender a demanda futura e orientar as políticas ambientais e de energias sustentáveis que garantam a disponibilidade do recurso para os fins que são destinados e a preservação ambiental (GIODA, 2018; MARTINS *et al.*, 2018).

A produção de lenha no Pernambuco é orientada à elevada demanda de calor das indústrias têxteis, uma vez que o Estado é o segundo maior produtor do segmento no Brasil, necessitando de grande quantidade da matéria prima para, por exemplo, aquecimento de caldeiras (BRASIL, 2018). Há outras atividades que demandam o uso intenso da lenha no estado, como a produção de gesso. A exemplo, o Polo Gesseiro do Araripe em Pernambuco, que faz mau uso da lenha como combustível, impulsionando um processo de degradação da biodiversidade regional por utilizar o recurso sem planejamento florestal, uma vez que apenas 3% da lenha utilizada é oriunda de áreas sob manejo florestal e o restante de áreas sem planejamento e licenciamento ambiental (CAMPELLO, 2013).

A economia de uma determinada região está associada à sua diversificação, e para analisá-las, é necessário quantificar o controle exercido por um determinado grupo sobre o mercado (COELHO JUNIOR, 2016). A concentração é um importante parâmetro para o estudo de mercado em determinado setor, sendo que, uma vez que incorpora o tamanho, as condições de entrada e saída das firmas e dos compradores, em um único indicador. Segundo Resende (1994), para avaliar a concentração e a competição existente em determinada estrutura mercadológica, são necessários indicadores que comprovem teoricamente o grau de concentração que existe e a estrutura de mercado no setor em questão. Dentre os principais ensaios que utilizaram os métodos de concentração estão Coelho Junior, Rezende e Oliveira (2013) para as exportações mundiais de produtos florestais e Coelho Junior *et al.* (2019) para as exportações de celulose, os quais geraram maior visibilidade para o estudo e análise da competição no setor; Simioni *et al.* (2017) analisaram a concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil; Coelho Junior *et al.* (2021) avaliaram a concentração das usinas de biomassa do licor negro, no Brasil, em 2020; Coelho Junior, Burgos e Santos Júnior (2018) para a distribuição e concentração da produção de lenha no estado da Paraíba e Martins *et al.*

(2018) analisaram a disparidade dos produtos do extrativismo vegetal do Nordeste vis-à-vis Brasil.

A elevada demanda pelo combustível lenhoso no estado pernambucano, que visa suprir os setores residenciais e industriais, torna necessária à análise da estrutura do mercado de produção de lenha estadual, a fim de compreender a distribuição do recurso, auxiliar a tomada de decisão e orientar políticas públicas voltadas ao setor. Assim, este artigo analisou a concentração regional da produção da lenha nativa em Pernambuco, Brasil, no período de 1990 a 2018.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DADOS UTILIZADOS

Os dados da produção de lenha nativa do estado do Pernambuco (PE) para o período de 1990 a 2018 foram retirados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2021). As informações foram obtidas em 2019 e avaliou os recortes geográficos dos municípios, microrregiões e mesorregiões do estado, segundo classificação do IBGE, como exibido na Figura 1.

Analizou a conjuntura da produção de lenha nas mesorregiões de Pernambuco, em mil metros cúbicos ($\times 10^3 \text{ m}^3$) para 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2018. A fim de avaliar a produção de lenha em Pernambuco e suas mudanças durante o período, foi utilizada a Taxa Geométrica de Crescimento (TGC), Equação 1 (CUENCA; DOMPIERI, 2017). .

$$TGC[\%] = \left[\sqrt{\frac{V_F}{V_O}} - 1 \right] * 100 \quad (1)$$

Em que:

V_F refere-se à produção de lenha referente ao ano final; V_O refere-se a produção do ano inicial e Δt é a variação temporal da produção, expressa em anos.

Para análise descritiva, utilizou os quartis (Equação 2) classificando de acordo com a produção de lenha microrregional e municipal do Pernambuco para 1990, 2000, 2010, 2018.

$$Q_k = \frac{k \sum f_i}{4} \quad (2)$$

Em que:

k = número de ordem do quartil de lenha e $\sum f_i$ = somatório da produção de lenha dos municípios e microrregiões do Pernambuco.

Os quartis foram categorizados em: baixo (quartil um – Q1), médio (quartil dois – Q2), alto (quartil três – Q3) e muito alto (quartil quatro - Q4), sendo que o Q1 caracterizado pela primeira quarta parte ($0 < Q1 \leq 25\%$), pela segunda quarta parte para o Q2 ($25\% < Q2 \leq 50\%$), pela terceira quarta parte o Q3 ($50\% < Q3 \leq 75\%$) e pela quarta parte final o Q4 ($75\% < Q4 \leq 100\%$) (CRESPO, 1997).

Figura 1 - Localização do estado do Pernambuco no Nordeste e no Brasil.



Fonte: IBGE, 2017.

2.2 MEDIDAS DE CONCENTRAÇÃO E DESIGUALDADE

Charumbira e Sunde (2010) sugeriram que a análise da concentração deve ser incorporando diversos índices, abordando a complexidade e as dimensões associadas ao mercado. Logo, para mensurar a concentração da produção de lenha em Pernambuco foram utilizadas a Razão de Concentração [CR(k)], o Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), a Entropia de Theil (E), o Índice de Desigualdade de Gini (G) e o Índice de Concentração Compreensiva (CCI).

A Razão de Concentração [CR(k)], Equação 3, analisou a participação de mercado de k (k = 1, 2, n) regiões (municípios e microrregiões) produtoras de lenha no estado de Pernambuco.

$$CR(k) = \sum_{i=1}^k S_i \quad (3)$$

Em que:

CR(k) = razão de concentração de k regiões produtoras de lenha nativa; i = região (município, microrregião) e Si = participação (market share), em porcentagem, da região i na produção de lenha.

Utilizou os 4 maiores [CR (4)] e os 8 maiores [CR (8)] para municípios e microrregiões, seguindo classificação da Tabela 1. Também, observou os [CR (20)] e os [CR (30)] maiores municípios produtores de lenha (COELHO JUNIOR; BURGOS; SANTOS JÚNIOR, 2018).

Tabela 1 – Classificação da Razão de Concentração [CR(k)].

Grau de Concentração	CR(4)	CR(8)
Muito alto	75% ou mais	90% ou mais
Alto	65% - 74,99%	85% - 89,99%
Moderadamente alto	50% - 64,99%	70% - 84,99%
Moderadamente Baixo	35% - 54,99%	45% - 74,99%
Baixo	Menor que 35%	Menor que 45%

Fonte: Coelho Junior; Burgos; Santos Júnior (2018).

O Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) foi proposto por Hirschman (1945) e Herfindahl (1950), sendo que em 1964 o primeiro publicou uma obra reivindicando a posse original de quem havia o criado, chamada “The Paternity of the Index” (HIRSCHMAN, 1964). Por este índice, é possível mensurar a concentração industrial englobando todas as regiões em certa indústria, através da Equação 4.

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \quad (4)$$

Em que:

n= número de regiões com produção de lenha no estado de Pernambuco e S_i = participação (market share), em porcentagem da região i (município, microrregião) na produção de lenha.

O HHI varia entre seu limite inferior $1/n$ (concentração mínima) até 1 (concentração máxima). Resende (1994) propôs HHI ajustado (HHI'), Equação 5. Tal ajuste melhora a análise do índice, uma vez que possui o intervalo $0 \leq HHI' \leq 1$, seguindo classificação da Tabela 2.

$$HHI' = \frac{1}{n-1} (nHHI - 1); n > 1 \quad (5)$$

Tabela 2 – Classificação do grau de concentração do Índice Herfindahl-Hirschman ajustado (HHI').

Classificação do Mercado	Índice HHI'
Mercado altamente competitivo	$HHI' \leq 0,1$
Mercado não é concentrado	$0,1 < HHI' \leq 0,15$
Concentração moderada	$0,15 < HHI' \leq 0,25$
Alta concentração	$HHI' > 0,25$

Fonte: Coelho Junior *et al.* (2013).

O índice de Entropia de Theil (E), proposto por Theil (1967), foi desenvolvido com base na teoria da informação e pode ser utilizado como indicador de concentração. Segundo Resende (1994), o E (Equação 6) mede a concentração de forma inversa ao HHI.

$$E = - \sum_{i=1}^n \ln(S_i) \quad (6)$$

Em que:

n = número de regiões com produção de lenha no estado de Pernambuco e S_i = participação (market share), em porcentagem, da região (município, microrregião ou mesorregião) i na produção de lenha.

A E apresentam variação entre 0 e $\ln(n)$, sendo 0 para condição de monopólio e $\ln(n)$ para um mercado homogêneo. (RESENDE, 1994; BOFF, 2002). Tal como sugerido para o HHI, Resende indicou para análises atemporais, a Entropia ajusta (E') Equação 7. A E' varia nos intervalos 0 (monopólio) a 1 (mercado atomizado).

$$E' = - \frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n S_i \ln(S_i) \quad (7)$$

O Coeficiente da Desigualdade de Gini (G), Equação 8, proposto por Gini (1912) na obra “Variabilità e mutabilità” é uma medida de desigualdade. A princípio, foi concebido para medir a desigualdade de renda, mas pode ser utilizado para medir grau de desigualdade da quantidade de lenha produzida em uma região. O coeficiente varia de 0 a 1, sendo classificado de acordo com a Tabela 3.

$$G = \frac{[\sum_{i=1}^n (S_{ij} + S_i)]}{n} \quad (8)$$

Em que:

n = número de regiões com produção de lenha no estado de Pernambuco; S_i = participação (market share), em porcentagem, da região (município, microrregião ou mesorregião) i na produção de lenha e S_{ij} = a participação cumulativa (market share), em porcentagem, da região (município, microrregião ou mesorregião) i na produção de lenha.

Tabela 3 - Classificação do Coeficiente de Gini (G).

Grau de Concentração	Coeficiente de Gini
Desigualdade nula a fraca	0,101-0,250
Desigualdade fraca a média	0,251-0,500
Desigualdade média a forte	0,501-0,700
Desigualdade forte a muito forte	0,701-0,900
Desigualdade muito forte a absoluta	0,900-1,000

Fonte: Coelho Junior *et al.* (2019).

O Índice de Concentração Compreensiva (CCI), proposto por Horvarth (1970), mensura a dispersão relativa e a magnitude absoluta de uma estrutura de mercado, complementando os demais indicadores utilizados. O Indicador representa a soma do market share do principal produtor de lenha, com a soma dos quadrados dos tamanhos proporcionais de cada região, ponderada por um multiplicador, que reflete ao tamanho proporcional do resto do estado. O índice varia de 0 (concorrência perfeita) a 1 (monopólio) e pode ser calculado segundo a Equação 9:

$$CCI = S_1 + \sum_{i=2}^n S_i^2 (1(1 - S_i)) \quad (9)$$

Em que:

S₁= participação (market share) do principal produtor e S_i= participação (market share) dos demais produtores de lenha no Pernambuco no período designado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta a evolução da quantidade produzida de lenha nas mesorregiões de Pernambuco, em mil metros cúbicos (x10³ m³) para 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2018. A produção média da lenha no estado foi de 1.765,8714 x 10³ m³, para todo o período analisado, possuindo um desvio médio de 474,512 x 10³ m³, evidenciando a discrepância das produções anuais. Pôde-se constatar as seguintes mudanças no cenário de produção de lenha no período: decrescimento de 9,99% ao ano (a.a.) do ano de 1990 a 1995, decrescimento de 7,56% a.a., de 1995 a 2000, crescimento de 5,39% a.a. de 2000 a 2005, forte crescimento de 8,45% a.a. de 2005 a 2010,

decrescimento da produção de 0,06% de 2010 a 2015 e por fim, redução de 0,97% de 2015 a 2018, último ano da análise.

Apenas as mesorregiões do Sertão Pernambucano e do São Francisco Pernambucano não apresentaram redução da produção total de lenha, o que segundo o IBGE pode ser resultante de maior regulamentação e fiscalização dos órgãos ambientais nas demais regiões. Outra possível causa para esta queda foi a crise econômica de 2014/2017, que operou um grande choque entre a demanda e a oferta, uma vez que, em 2010 o estado teve sua maior produção de lenha e logo após este período de instabilidade econômica, houve um decréscimo produtivo (BARBOSA FILHO, 2017). O Sertão Pernambucano registrou a maior produção para este insumo, com produção média de $848,901 \times 10^3 \text{ m}^3$, apenas no ano 2000, a região não foi a principal produtora. Em seguida esteve o São Francisco Pernambucano com média de $570,102 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Tabela 4 – Evolução da quantidade produzida de lenha nas mesorregiões de Pernambuco, em mil metros cúbicos ($\times 10^3 \text{ m}^3$) para 1990,1995,2000,2005,2010,2015 e 2018.

Mesorregiões	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Sertão Pernambucano	766,4	589,3	370,8	692,7	1.340,70	1.194,30	988,3
São Francisco Pernambucano	727,7	454,7	406,5	444,4	513,1	672,8	771,7
Agreste Pernambucano	778,2	723,2	234,7	185,6	118,8	121,7	127,6
Mata Pernambucana	267,6	54,1	14,7	12,7	15,8	8	14,6
Metropolitana de Recife	35,9	0	0	0	14,8	0	0,07
Pernambuco	2.575,90	1.521,10	1.026,60	1.335,30	2.003,20	1.996,90	1.902

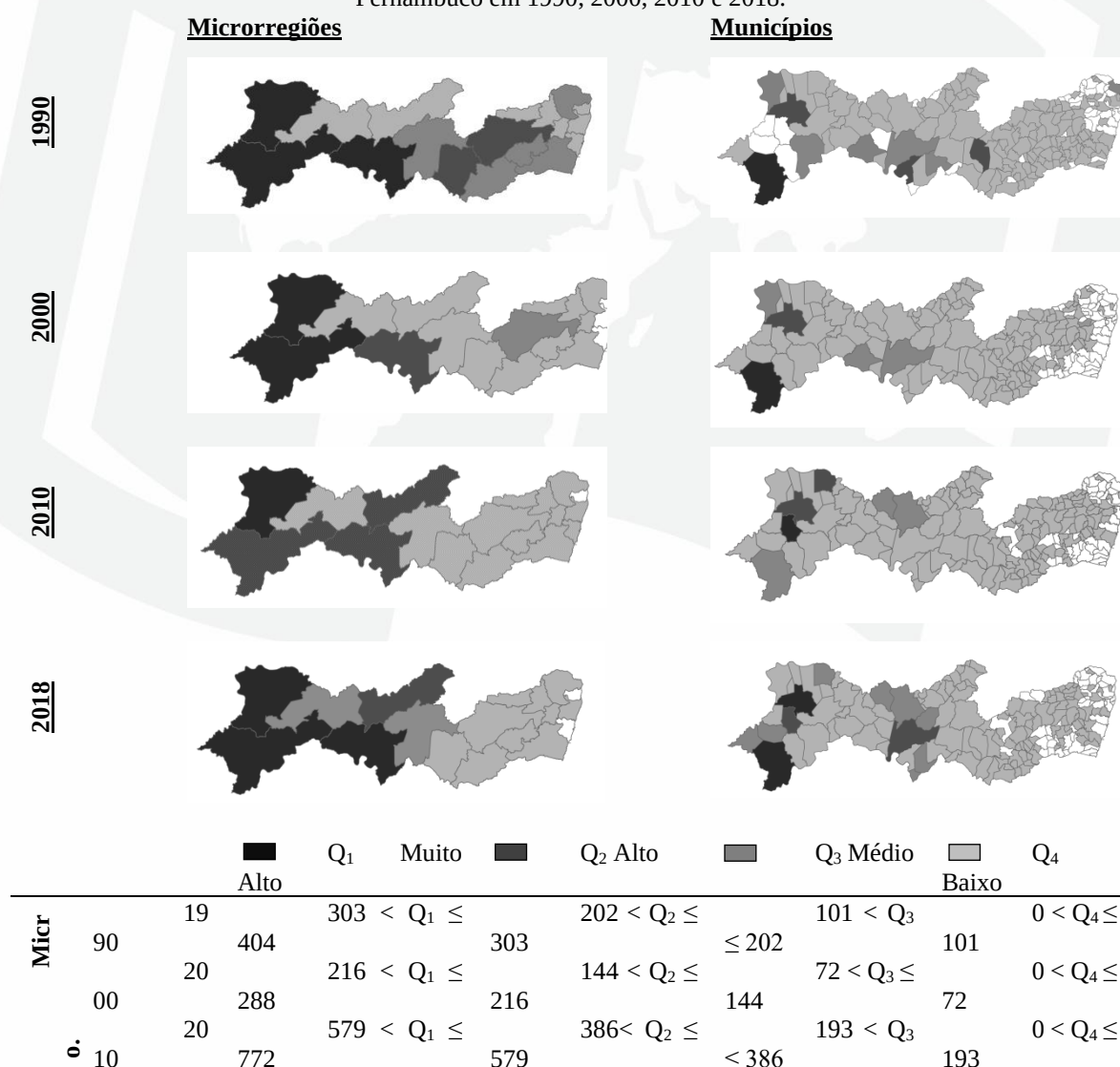
Fonte: IBGE (2020).

A Figura 2 apresenta os quartis da produção de lenha do extrativismo vegetal, das microrregiões e municípios de Pernambuco, para os anos 1990, 2000, 2010 e 2018. Os municípios, apresentaram certa variabilidade da produção, mas Ouricuri e Petrolina classificaram-se em três dos quatro anos mostrados no Q1, representando 3 de 180 municípios (1,67% do total). As microrregiões que estiveram no Q1 foram Araripina (média nos quatros anos de $474,52 \times 10^3 \text{ m}^3$), Petrolina (média $310,10 \times 10^3 \text{ m}^3$) e Itapirica (média $285,14 \times 10^3 \text{ m}^3$). O Q2 apresentou duas microrregiões (Vale do Ipojuca e Vale do Ipanema) participantes em 1990, uma em 2000 (Itaparica), nenhuma em 2010 e uma em 2018 (Pajéu), sendo ao total 18 microrregiões, percebendo que o Q2 em nenhum ano ultrapassou 11,11% do total. Já o Q1 integrou mais microrregiões em 1990, 5

participantes, que correspondeu a 27,78% do total, sendo o ano com participação de mais microrregiões, sendo nos anos seguintes constituído por apenas uma em 200, três em 2010 e apenas duas em 2018.

A Figura 3 apresenta a evolução da Razão de Concentração [CR(k)] para a produção de lenha no estado de Pernambuco, em níveis regionais, no período de 1990 a 2018. Da Figura 3.a, o [CR(4)Micro] apresentou uma média de 73,06% no período de 1990 a 2018, caracterizando uma produção de concentração alta (COELHO JUNIOR; BURGOS; SANTOS JÚNIOR, 2018).

Figura 2 – Quartis da produção de lenha do extrativismo vegetal das microrregiões e municípios de Pernambuco em 1990, 2000, 2010 e 2018.



	18	20	444	333 < Q ₁ ≤	333	222 < Q ₂ ≤	≤ 222	111 < Q ₃	111	0 < Q ₄ ≤
Munic.	90	19	252	189 < Q ₁ ≤	189	126 < Q ₂ ≤	126	63 < Q ₃ ≤	63	0 < Q ₄ ≤
	00	20	180	135 < Q ₁ ≤	135	90 < Q ₂ ≤	90	45 < Q ₃ ≤	45	0 < Q ₄ ≤
	10	20	288	216 < Q ₁ ≤	216	144 < Q ₂ ≤	144	72 < Q ₃ ≤	72	0 < Q ₄ ≤
	20	20	288	156 < Q ₁ ≤	156	104 < Q ₂ ≤	104	52 < Q ₃ ≤	52	0 < Q ₄ ≤
	18	20	208	156 < Q ₁ ≤	156	104 < Q ₂ ≤	104	52 < Q ₃ ≤	52	0 < Q ₄ ≤

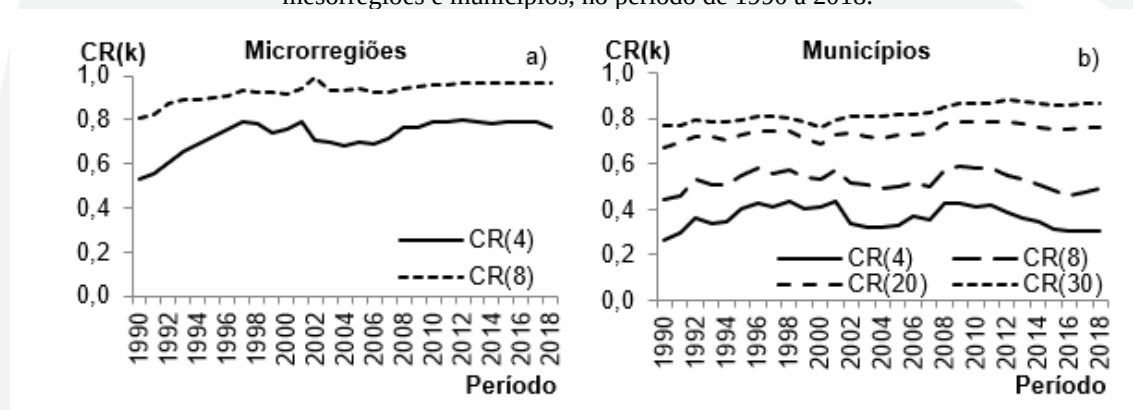
Fonte: Autores (2023)

Em 2012 apresentou maior concentração, com CR(4) = 80,16%, e a menor concentração foi de 53% em 1990. As microrregiões que mais participaram na composição do CR (4) durante o período da análise foram Araripina, Itaparica, Pajeú, Petrolina e Vale do Ipojuca, estando como os maiores produtores na maior parte dos anos, principalmente a partir dos anos 2000. Outras microrregiões também se destacaram em anos específicos, como Brejo Pernambucano, Garanhuns, Salgueiro, Sertão do Moxotó e Vale do Ipanema. O [CR (8) Micro] apresentou média de 93,00%, caracterizando uma concentração alta para a produção da lenha. A maior concentração registrada foi 99,40%, em 2002, e a menor 80,72%, em 1990. O desvio padrão foi de 0,0422 e a variância de 0,00179, que indicou variações pequenas na distribuição. As microrregiões que colaboraram com o CR (8) Micro foram Araripina, Garanhuns, Itaparica, Pajeú, Petrolina, Salgueiro, Sertão do Moxotó e Vale do Ipojuca, tendo outras que se destacaram em anos aleatórios como Brejo Pernambucano e Vale do Ipanema.

Na Figura 3.b, o [CR (4) Munic] apresentou média de 36,49%, desvio padrão de 0,0481 e variância de 0,0023 no período estudado, refletindo uma concentração baixa a média (BAIN, 1959). O ano com maior concentração foi 1998, com 43,72% e a menor concentração foi de 26,79%, em 1990. Os municípios que mais contribuíram para o CR (4) foram: Exu, Floresta, Ouricuri, Petrolina, Santa Cruz, São José do Belmonte e Serra Talhada, e alguns dos que apareceram com bastante frequência foram Inajá e Petrolândia. A razão de concentração dos 8 maiores municípios produtores, [CR (8) Munic] teve média 52,53%, desvio padrão 0,0402 e variância 0,0016. O maior [CR (8) Munic] foi para 58,83% (2009) e a menor concentração foi 1990 com 44,28%. Além dos municípios

citados, outros que tiveram participação foram: Araripina, Belém do São Francisco, Buíque, Taracatu, Triunfo. A razão de concentração dos 20 maiores municípios, [CR(20)Munic] apresentou média 73,89%, desvio padrão 0,0302 e variância 0,0009. A maior participação ocorreu em 2010 com 78,77% e a menor em 1990 com 67,25%. A razão de concentração dos 30 maiores municípios [CR(30)Munic] apresentou média 82,28%, desvio padrão 0,0369 e variância 0,0013. Os elevados valores mostraram que um grupo de municípios dominou a produção de lenha na região, tendo em vista que o Pernambuco contou com 127 municípios em 2018.

Figura 3 – Evolução da Razão de Concentração [CR(k)] para a produção de lenha do Pernambuco, mesorregiões e municípios, no período de 1990 a 2018.



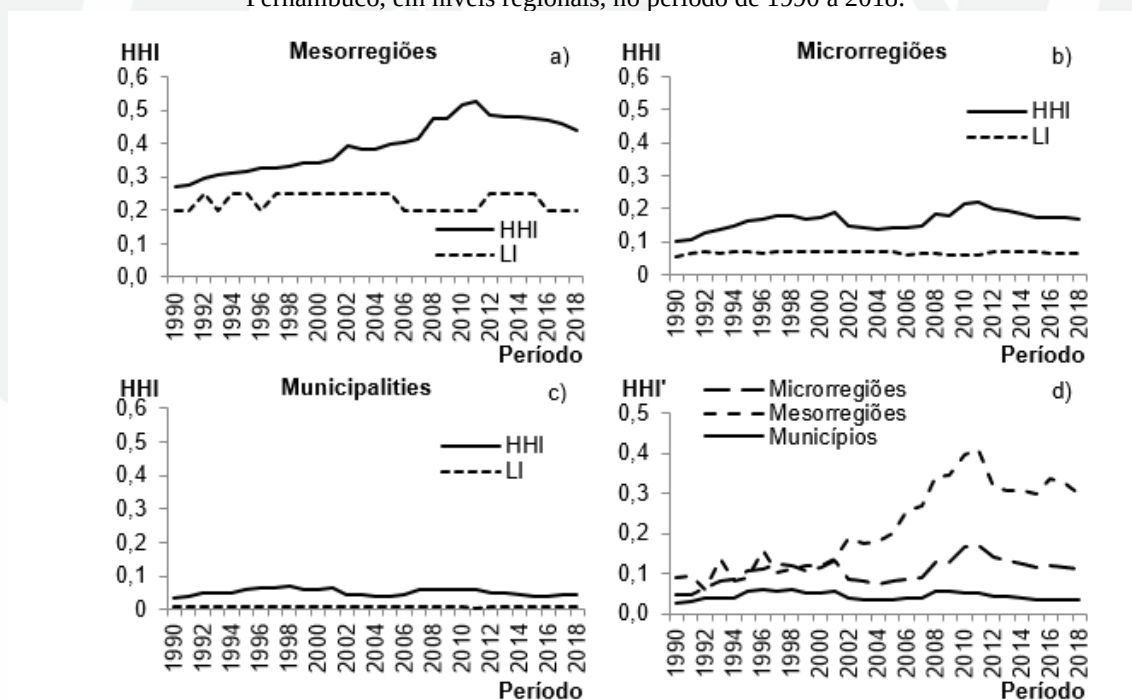
Fonte: Autores (2023)

A Figura 4 apresenta a evolução do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) para a produção de lenha no estado de Pernambuco, em níveis regionais, no período de 1990 a 2018. Para o nível mesorregional, Figura 4.a., registrou o mercado mais concentrado [HHImeso], observou média 0,3949, desvio padrão 0,0761 e variância 0,0058. A maior diferença constatada nesse índice entre as curvas de Limite inferior foi 0,3286, em 2011 e a menor de 0,0457, em 1992. Para LImeso, a média foi 0,2276, o desvio 0,0248 e a variância 0,00062. O HHImicro, Figura 4.b, apresentou média 0,1637, desvio padrão 0,0281 e variância 0,00079. Constatou-se que a maior diferença entre as curvas foi 0,1602 em 2011 e a menor foi 0,0439 em 1990, mostrando aumento da concentração com a evolução temporal.

Para o período estudado, o HHImunic, Figura 4.c, apresentou média 0,05102, desvio padrão 0,0100 e variância 0,0001. O ano de maior concentração foi 1998 com

diferença entre HHI e LI de 0,0607 e a menor concentração em 1990 com diferença de 0,0263. Foi calculada, igualmente, a média, desvio padrão e variância para os limites inferiores. Para LImunic, a média foi 0,00757, o desvio 0,003 e a variância infinitesimal. Para LImicro, a média foi 0,0640, o desvio 0,00328 e a variância 0,00001. A Figura 4.d apresentou a evolução do índice ajustado (HHI'), para as mesorregiões o valor médio foi de 0,35 com desvio 0,2747 e variância 0,07546, indicando um mercado altamente concentrado, de acordo com o intervalo de concentração do índice. Para os municípios, a média foi 0,05, desvio 0,0109 e variância 0,00012, o que corresponde a um mercado altamente competitivo. E para microrregiões, a média foi de 0,24, além de desvio 0,2930 e variância 0,08584, indicando um mercado concentrado moderadamente, com grande proximidade de alta concentração.

Figura 4 – Evolução do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) para a produção de lenha no estado de Pernambuco, em níveis regionais, no período de 1990 a 2018.

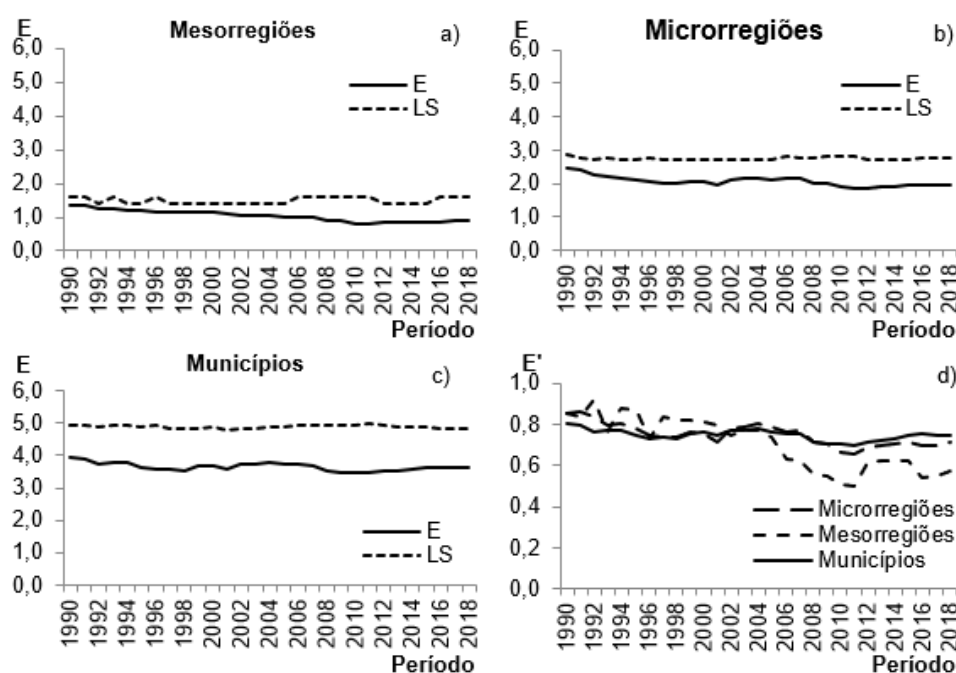


Fonte: Autores (2023)

A Figura 5 apresenta a evolução do Índice de Entropia (E) para a produção de lenha no estado de Pernambuco, em níveis regionais, no período de 1990 a 2018. Para as mesorregiões, Figura 5.a, as curvas de Entropia e Limite Superior (LS) indicaram

aumento da concentração com a evolução temporal. Para todo o período, o nível mesorregional apresentou Entropia média de 1,0430 e variância de 0,0262. Para os níveis microrregional (Figura 5.b) e municipal (Figura 5.c) houve proximidade dos valores de Entropia e do limite superior, indicando pouca concentração. A produção de lenha para os municípios de Pernambuco apresentou Entropia média de 3,6557. O nível de microrregião apresentou Entropia média de 2,062. A Entropia ajustada, Figura 5.d, para as mesorregiões apresentam a maior concentração entre os recortes analisados, com E' médio 0,70668, sendo que o maior valor de 0,9165 em 1992 e o menor de 0,5001 em 2011 (o que reforça a tendência de aumento na concentração). Os municípios e as microrregiões demonstraram um mercado próximo à concorrência ideal nos anos iniciais de análise, uma vez que não há quedas bruscas e estiveram próximos ao valor máximo do índice. O maior valor encontrado na região municipal foi de 0,8042, em 1990 e o menor foi de 0,7002, em 2011. Para a microrregião, o maior valor obtido foi de 0,8648, em 1991 e o menor foi de 0,6557 em 2011.

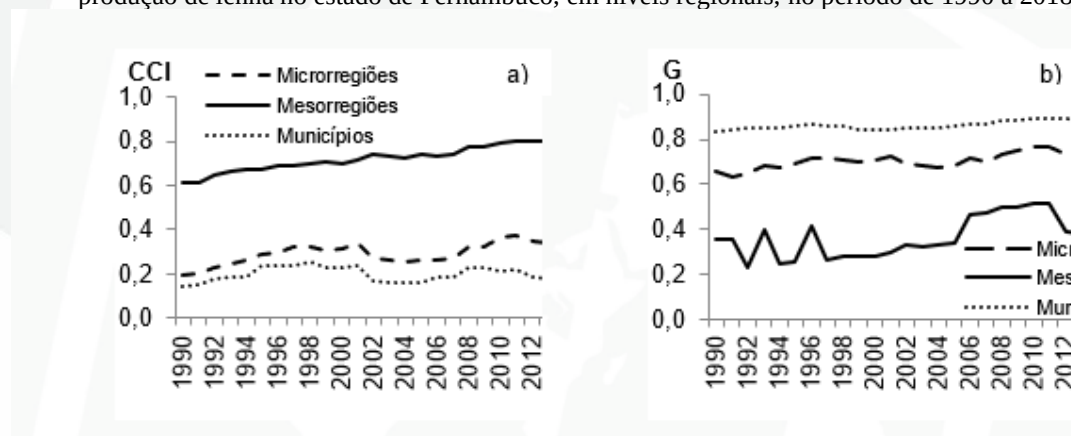
Figura 5 – Evolução do Índice de Entropia (E) para a produção de lenha no estado de Pernambuco, em níveis regionais, no período de 1990 a 2018.



Fonte: Autores (2023)

A Figura 6 apresenta a evolução do Índice de Concentração Compreensiva (CCI) e Coeficiente de Gini (G) para a produção de lenha no estado de Pernambuco, em níveis regionais, no período de 1990 a 2018. A partir do gráfico CCI, Figura 6.a, notou uma pequena variação para os municípios e microrregiões, enquanto uma variação maior para as mesorregiões. Para o nível mesorregional, constatou uma alta concentração industrial da produção de lenha, uma vez que o CCIMeso alcançou média 0,7308. Para CCIMunic, calculou média de 0,1943, sendo esta região a que possui menor concentração. O CCIMicro obteve média 0,2955, indicando um mercado pouco mais concentrado que o de nível municipal. Através do Coeficiente de Gini, Figura 6.b, obteve média 0,3793 para o GMeso, que indicou desigualdade fraca a média para a produção de lenha, média de 0,8640 para G_Micro apontando desigualdade muito forte a absoluta e média de 0,7088 para GMunic, sendo classificado como uma desigualdade forte a muito forte. A diferença nos valores obtidos encontrou associação ao baixo número de participantes para a mesorregião.

Figura 6 – Evolução do Índice de Concentração Compreensiva (CCI) e Coeficiente de Gini (G) para a produção de lenha no estado de Pernambuco, em níveis regionais, no período de 1990 a 2018.



Fonte: Autores (2023)

Como apresentado por Simioni *et al.* (2017), a produção da silvicultura é insuficiente para atender a demanda, e ao relacionar com os resultados obtidos neste trabalho, que evidencia certa concentração da produção de lenha no Pernambuco, apesar da queda de 1990 a 2018, é notória uma pressão pela produção a partir do extrativismo. Principalmente o Cerrado Brasileiro sofre essa pressão, e mais ainda, as regiões e

municípios que possuem maior concentração desta produção. Tal pressão existe pela utilidade da lenha, como relatado por Campello (2013) que retrata o Polo Gesseiro do Araripe em Pernambuco, associado às atividades extrativistas da mandiocultura, da pecuária e das indústrias cerâmicas como um dos principais consumidores da lenha. O Polo necessita de um bom planejamento florestal com valores sustentáveis que contribuam com o desenvolvimento regional, para que essas regiões que possuem maior concentração, não sejam alvo constante do extrativismo, uma vez que há manejo ainda, de lenha ilegal e sem licitação. Essa atividade pode ainda, contribuir com a diminuição da produção da lenha, uma vez que não é relatado o seu uso.

4 CONCLUSÃO

Fundamentado nas análises realizadas, pode-se concluir que houve uma intensa queda na produção de lenha no estado de Pernambuco, entre os anos de 1990 a 2018. O CR(k) da produção em Microrregiões apresentou concentração moderadamente alta, tanto para as 4 e para as 8 maiores microrregiões produtoras. Já para os 4 e os 8 maiores municípios produtores, observou-se uma concentração moderadamente baixa. O Índice de Herfindahl-Hirschman demonstrou baixa concentração para os municípios, o que indica uma alta competitividade para estes recortes. Enquanto para as mesorregiões e microrregiões, houve maior concentração, com destaque para as mesorregiões de Sertão Pernambucano e São Francisco Pernambucano, com produção elevada. O Índice de Entropia ajustada observou comportamento de baixa concentração para municípios, concentração moderada para as microrregiões e concentração alta para as mesorregiões. O Índice de Concentração Compreensiva apresentou alta concentração para as mesorregiões e baixa concentração para os municípios e microrregiões, indicando maior concorrência nestas duas últimas. O Coeficiente de Gini acompanhou os demais índices e apresentou desigualdade média para municípios, média para as microrregiões e forte para as mesorregiões. Os níveis de contração mais alto estiveram associadas aos recortes geográficos mais abrangentes, ou seja, as mesorregiões, seguida das microrregiões e por último dos municípios. Em geral, as medidas apontaram para concentração de média a alta na produção de lenha do extrativismo no estado pernambucano, com aumento dos indicadores a partir do ano 2000. Os principais fatores são a distribuição natural do

recurso no estado, a escassez da madeira nas mesorregiões da Mata Atlântica e metropolitana, fruto do uso indiscriminado, e a maior fiscalização ambiental na zona costeira. Os resultados encontrados indicam locais com maior demanda da lenha e auxiliam a orientação de políticas públicas para melhor utilização do recurso. Também foram indicados hotspots da produção, onde podem ser aplicados planos de manejo sustentáveis e, se necessário, medidas mais rígidas de controle ambiental.



REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, F. H. B. A crise econômica de 2017/2017. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 51 – 60, Jan.Apr. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Biomassa para energia no Nordeste: atualidade e perspectivas. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Programa MMA/ Programa das Ações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)/ BRA/14/G32 – Manejo do Uso Sustentável da Terra no Semiárido do Nordeste Brasileiro (Sergipe). Brasília, DF: MMA, 2018. Disponível em: <
https://www.mma.gov.br/phocadownload/gestao_territorial/desertificacao/Livro_APNE_NE_AGO20.pdf>. Acesso em 02 abr. 2020.

CAMPELLO, F. C. B. O consumo específico de lenha como índice técnico para o ordenamento florestal no Araripe em Pernambuco. *Revista dos Mestrados Profissionais*, Recife, v.2, n.1, p 23 – 43, jan./jun. 2013.

CARVALHO, P. P. A convivência com o semiárido como estratégia para o combate à desertificação: uma experiência no Sertão do Araripe. *Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, dez. 2012.

CHARUMBIRA, M.; SUNDE, T. Seller concentration in the grain milling industry. *American Journal of Economics and Business Administration*, [s.l.], v. 2, n.3, p.247-252, 2010.

COELHO JUNIOR, L. M.; BURGOS, M.C.; SANTOS JÚNIOR, E.P. Concentração regional da produção de lenha da Paraíba. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.28, n.4. out/dez. 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; BURGOS, M.C.; SANTOS JÚNIOR, E.P.; PINTO, P. A. L. A. Regional concentration of the gross value of production of firewood in Paraíba. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 26, n.3, jul/set. 2019.

COELHO JUNIOR, L. M. Concentração regional do valor bruto de produção do pinhão no Paraná. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.26, n.3, p.853-861, jul/set 2016.

COELHO JUNIOR L. M.; SELVATTI, T. S.; ALENCAR, F. V.; SANTOS JUNIOR, E. P.; BORGES, L. A. C.; REZENDE J. L. P. Global concentration of pulp exports. *Floresta*, Curitiba, v. 48, n. 4, p. 443-452, out/dez 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE J. K. O.; OLIVEIRA, A. D. Concentração das exportações mundiais de produtos florestais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 4, out/dez 2013.

COELHO JUNIOR, L. M.; SANTOS JUNIOR, E. P. ; NUNES, A. M. M. ; SOUZA, A. N. ; BORGES, L. A. C. ; SIMIONI, F. J. . Concentration and clusters of black liquor

thermoelectric plants in Brazil. IEEE Latin America Transactions, v. 19, p. 2122-2129, mai 2021.

CRESPO, A. A. Estatística Fácil. 15 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, Fortaleza, v. 47, n.4, p.91-106, out./dez. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Balanço Energético Nacional. 2019. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>>. Acesso em 15 fev. 2020.

GINI, C. Variabilità e mutuabilità. Contributo allo studio delle distribuzioni e delle relazioni statistiche. Bologna: C. Cuppini, 1912.

GIODA, A. Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. Estudos Avançados, São Paulo, v. 33 n. 95, São Paulo. Jan./Abr. 2019.

HERFINDAHL, O. C. Concentration in the steel industry. 1950. Ph.D Thesis, Columbia University, New York, 1950.

HIRSCHMAN, A. O. National power and the structure of foreign trade. Berkley: University of California Press, 1945.

HIRSCHMAN, A. O. The Paternity of an Index. The American Economic Review, Pittsburgh, v.54, n.5, p.761-762, set.1964.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Programa Mata Nativa: Ações para a Sustentabilidade da Caatinga e o Combate ao desmatamento. Recife, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Malhas digitais. Rio de Janeiro: IBGE, [S. l., 2017]. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Acesso em: 15 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da extração vegetal e silvicultura 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>>. Acesso em: 01 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da extração vegetal e silvicultura 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>>. Acesso em: 01 nov. 2021

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*, Seropédica, v.25, n.4, out/dez. 2018.

RESENDE, M. Medidas de concentração industrial: uma resenha. *Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 12, n.21, p.24-33, mar/set. 1994.

SIMIONI, F.G.; MOREIRA, J.M.M. A.P.; FACHINELLO, A.L.; BUSCHINELLI, C.C.A.;

THEIL, H. *Economics and information theory*. Amsterdam: North-Holland, 1967.

