

# Análise da concentração de extração da lenha nativa na microrregião de Petrolina, Pernambuco – Brasil de 2002 a 2019

Antonio de Pádua Monteiro Barros<sup>1\*</sup> , Claudemiro Lima Júnior<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade de Pernambuco. BR 203, KM 2- S/N - Vila Eduardo - CEP 56328-900 - Petrolina - PE - Brasil

\*Autor para correspondência: [claudemiro.lima@upe.br](mailto:claudemiro.lima@upe.br)

Recebido em 27 de janeiro de 2022.

Aceito em 21 de julho de 2022.

Publicado em 23 de setembro de 2022.

**Resumo** - A demanda por madeira como fonte de energia é acentuada na região do Semiárido brasileiro, devido à sua utilização como lenha e na produção de carvão. Este trabalho analisou a desigualdade e a concentração da produção de lenha nativa pelos municípios da microrregião de Petrolina, entre os anos de 2002 e 2019. Os dados utilizados para esse estudo foram da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A concentração foi determinada pelos seguintes indicadores: Razão de Concentração [CR(k)], Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), Índice de Concentração Compreensiva (CCI) e o coeficiente de Gini (G). Os resultados mostraram um crescimento de 4,13% a.a. na produção de lenha. O G indicou maior desigualdade em 2002. O CCI apresentou alta concentração em 2002, com queda ao longo do período analisado. O CR(k) exibiu concentração muito alta, com média de 89%, indicando mercado oligopolista. O HHI indicou um mercado concentrado no início do período analisado e competitivo no final. Por fim, os municípios que apresentavam baixa extração, aumentaram a produção, assim, desconcentrando o mercado que passou a ser competitivo.

**Palavras-chave:** Biomassa. Caatinga. Recursos renováveis. Impacto ambiental.

## Analysis of native firewood extraction concentration in the microregion of Petrolina, Pernambuco - Brazil from 2002 to 2019

**Abstract** - The demand for wood as an energy source is accentuated in the Brazilian semiarid region, due to its use as firewood and in the production of charcoal. This work analyzed the inequality and the concentration of native firewood production by municipalities in the microregion of Petrolina, between 2002 and 2019. The data used for this study were from Vegetal Extraction and Forestry Production (PEVS), provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Concentration was determined by the following indicators: Concentration Ratio [CR(k)], Herfindahl-Hirschman Index

(HHI), Comprehensive Concentration Index (CCI) and Gini coefficient (G). The results showed a growth of 4.13% p.a. in the production of firewood. The G indicated greater inequality in 2002. The CCI showed a high concentration in 2002, with a decrease over the analyzed period. CR(k) exhibited very high concentration, averaging 89%, indicating an oligopolistic market. HHI indicated a market concentrated at the beginning of the period analyzed and competitive towards the end. The municipalities with low extraction increased production, thus deconcentrating the market, making it more competitive.

**Keywords:** Biomass. Caatinga. Renewable resources. Environmental impact.

### **Análisis de la concentración de extracción de leña nativa en la microrregión Petrolina, Pernambuco – Brasil de 2002 a 2019**

**Resumen** - La demanda de madera como fuente de energía está muy alta en el semiárido brasileño, debido a su uso como leña y en la producción de carbón vegetal. Este trabajo analizó la desigualdad y concentración de la producción de leña nativa por los municipios de la microrregión de Petrolina, entre 2002 y 2019. Los datos utilizados para este estudio fueron de Producción de Extracción Vegetal y de la Silvicultura (PEVS), proporcionados por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). La concentración se determinó mediante los siguientes indicadores: índice de concentración [CR (k)], índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), índice de concentración integral (CCI) y coeficiente de Gini (G). Los resultados mostraron un crecimiento del 4,13% anual en la producción de leña. La G indicó una mayor desigualdad en 2002. La CCI mostró una alta concentración en 2002, con una disminución durante el período analizado. El CR (k) exhibió una concentración muy alta, con un promedio del 89%, lo que indica un mercado oligopolístico. La HHI indicó un mercado concentrado al inicio del período analizado y competitivo al final. Por último, los municipios que tenían baja extracción aumentaron la producción, desconcentrando así el mercado, que pasó a ser competitivo.

**Palabras llave:** Biomasa. Caatinga. Recursos renovables. Impacto ambiental.

### **Introdução**

A biomassa florestal sempre teve grande relevância na matriz energética brasileira, cujo principal uso é o carvão e a lenha. Seu aproveitamento energético se realiza através das rotas tecnológicas de transformação termoquímica mais simples, como combustão direta e carbonização. Entretanto, rotas mais complexas podem ser empregadas para a produção de combustíveis líquidos e gasosos, como metanol, etanol, gases de síntese e licor negro (Silva et al. 2021; Gioda 2019).

Existe uma grande dependência energética dos recursos florestais no Nordeste do Brasil, especialmente da floresta de Caatinga. A lenha da Caatinga é utilizada para o consumo industrial e residencial, na construção de cercas, produção de energia térmica no cozimento de alimentos, produção de carvão vegetal, peças artesanais esculpidas, dentre outros usos, e essa prática coloca em risco esse bioma por conta da extração, que normalmente é realizada de forma predatória (Rocha 2018; Silva

et al. 2017a; Lopes et al. 2020). Em substituição à forma de exploração atual da biomassa, é preciso adotar um sistema de manejo florestal sustentável, no qual esteja incluída a preservação dos recursos naturais e do meio físico (Lima Júnior et al. 2015).

Em 2020, com uma produção de lenha de 1.868.289 m<sup>3</sup>, Pernambuco ocupou o 3º lugar entre os estados do Nordeste, ficando abaixo dos estados do Ceará com 2.938.753 m<sup>3</sup>, e do Piauí com 2.167.330 m<sup>3</sup>, principais estados produtores de lenha da região (IBGE 2022). Dentro do estado de Pernambuco, o município de Petrolina se destaca como o maior produtor de lenha com 212.000 m<sup>3</sup>, seguido pelos municípios de Santa Cruz e Ouricuri, ambos com 155.000 m<sup>3</sup>, Floresta com 91.000 m<sup>3</sup> e Exu com 80.000 m<sup>3</sup> (IBGE 2022).

A concentração industrial é associada ao poder de mercado, como um processo que reflete no aumento do controle exercido pelas empresas e suas atividades econômicas. Há uma relação inversa entre a concentração e a concorrência, à medida que se acentua a concentração, diminui o grau de competição e cresce o poder de mercado. O poder de mercado indica a participação de uma determinada indústria ou região em uma estrutura de mercado e pode ser mensurado por meio de cálculos dos indicadores de concentração que oferecem elementos materiais essenciais para evidenciar o grau de concentração e a possibilidade de análise da estrutura competitiva da indústria na região, tais como, distribuição da oferta ou demanda, condições de entradas ao mercado, entre outras (Coelho Júnior et al. 2018).

Alguns estudos importantes sobre a concentração no setor florestal foram realizados: Coelho Junior, Rezende e Oliveira (2013) estudaram a concentração das exportações mundiais de produtos florestais; Lima Júnior et al. (2014) desenvolveram um aproveitamento energético de fontes de biomassa no Nordeste; Lima Júnior et al. (2015) realizaram uma análise econômica sobre a possibilidade de diversas rotas tecnológicas para o aproveitamento energético da lenha; Schettini et al. (2016) avaliaram a concentração do mercado mundial de pellets de madeira e as oportunidades para o Brasil; Simioni et al. (2017) avaliaram a evolução e a concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil; Coelho Junior et al. (2018) discutiram sobre a concentração global das exportações mundiais de celulose; Coelho Júnior et al. (2022) analisaram a concentração regional da produção de lenha nativa no Rio Grande do Norte. Dentre os estudos realizados com a lenha no Nordeste Brasileiro, podemos ainda destacar os estudos realizados por Souza e Travassos (2014).

As medidas de concentração no setor florestal auxiliam na tomada de decisão, na orientação de políticas públicas que visem ao crescimento e à competitividade do setor. Em busca de uma melhor compreensão da oferta de lenha em Pernambuco, ao longo dos últimos anos, este estudo teve como objetivo analisar a concentração na extração de lenha nativa na Microrregião de Petrolina-PE no período de 2002 a 2019, área com maior produção de lenha do estado,

## Material e métodos

### Características da área de estudo

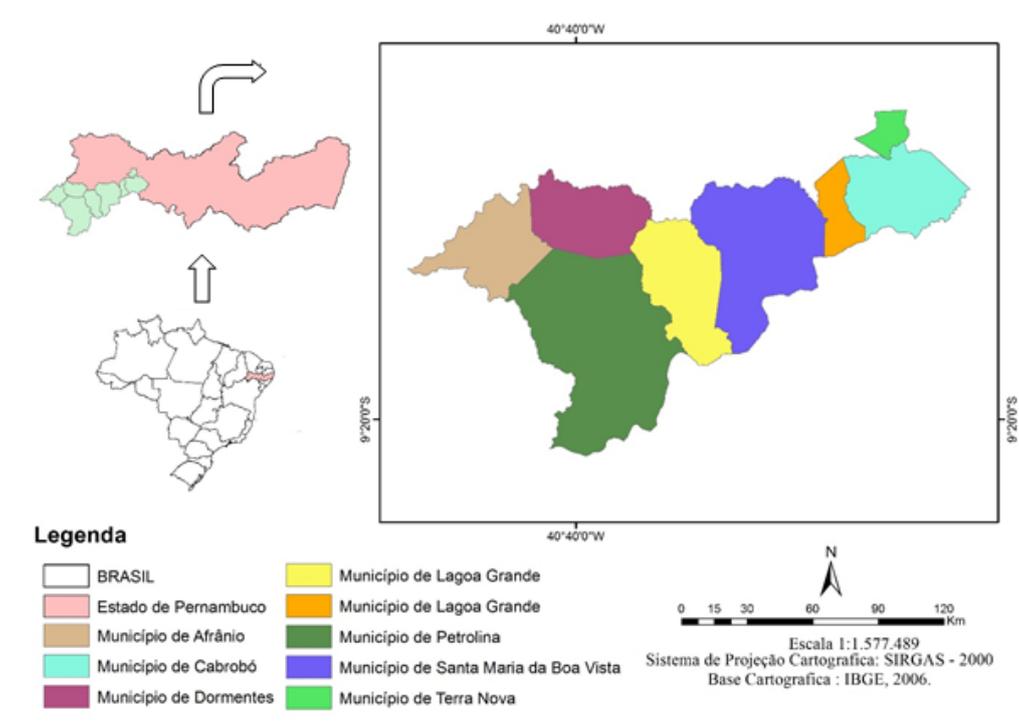
A área de estudo foi a microrregião de Petrolina-PE, cuja posição geográfica está localizada entre as coordenadas geográficas 9°20'0"S e 40°40'0"W, no sertão Pernambucano, a 712 km de Recife, capital do estado de Pernambuco (Figura 1), formada por 8 municípios: Afrânio, Cabrobó, Dormentes, Lagoa Grande, Orocó, Petrolina, Santa Maria da Boa Vista e Terra Nova. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a população dessa microrregião é de 514.528 habitantes, com uma área territorial de 14.974 Km<sup>2</sup>, densidade populacional de 34,4 hab. Km<sup>2</sup> e altitude de 412 m.

Essa microrregião fica localizada no oeste do Estado de Pernambuco, no bioma Caatinga. Com relação às características físicas dos municípios de Petrolina, a cobertura vegetal é formada por Caatinga Hiperxerófila com partes de Floresta Caducifólia, o clima é semiárido, com classificação Koppen (BSh), com chuvas concentradas no período de verão. A época chuvosa começa em novembro se estendendo até abril, com uma precipitação pluviométrica anual de 431,8 mm (Silva et al. 2017).

O maior município dessa microrregião é Petrolina, com uma população de 349.145 habitantes e área territorial de 4.558,4 Km<sup>2</sup>; e o menor município, Terra Nova, com 15.000 habitantes e área territorial de 321,4 Km<sup>2</sup> (IBGE 2022).

Os dados sobre a extração de lenha nativa em metros cúbicos, de 2002 a 2019, foram coletados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), disponíveis na base de dados do IBGE. Foi analisado a microrregião de Petrolina, que é constituída por 8 municípios: Afrânio, Cabrobó, Dormentes, Lagoa Grande, Orocó, Petrolina, Santa Maria da Boa Vista e Terra Nova.

**Figura 1** - Mapa da localização da microrregião de Petrolina.



**Fonte:** IBGE (2021)

Para análise de conjuntura da extração da lenha, foram observados os municípios nos anos de 2002, 2005, 2008, 2011, 2014, 2017 e 2019. Foram analisados os quartis ( $Q_k$ ) da extração da lenha nativa para os municípios dos referidos anos, utilizando a Equação 1:

$$Q_k = \frac{k \sum f_i}{4} \quad (1)$$

Em que:  $K$  = número de ordem do quartil;  $\sum$  = somatório da extração de lenha nativa dos municípios e microrregião de Petrolina. Os quartis foram categorizados em: primeiro quartil ( $Q_1$ ) baixa, valor de uma quarta parte ( $0\% \leq Q_1 \leq 25\%$ ); segundo quartil ( $Q_2$ ) média, que corresponde à mediana ( $25\% < Q_2 \leq 50\%$ ); terceiro quartil ( $Q_3$ ) alta, valor correspondente à terceira quarta parte ( $50\% < Q_3 \leq$

75%); e o quarto quartil (Q4) muito alta, valor referente à quarta parte ( $75\% < Q4 \leq 100\%$ ) (Coelho Júnior et al. 2022; Coelho Júnior et al. 2018b).

Para análise da evolução da extração da lenha proveniente das florestas da Caatinga, foi levada em conta a quantidade extraída por município e pela microrregião, verificando as tendências de crescimento e participação percentual. A taxa de crescimento foi definida a partir da taxa geométrica de crescimento (TGC), representa pela letra (g), por meio da equação:

$$g = \sqrt[n]{\frac{V_n}{V_0}} - 1 \quad (2)$$

em que:  $V_n$  = último valor observado da série;  $V_0$  = primeiro valor observado da série; e  $n$  = número de período da série (Simioni et al. 2017).

Para o cálculo do índice da extração da lenha pelos municípios da microrregião de Petrolina, foi relacionado à quantidade de lenha extraída ( $m^3$ ) com a área de mata nativa (ha), disponível por cada um dos municípios, no ano de 2017 (IBGE 2022).

Para estimar a concentração da extração da lenha, foram utilizados, como parâmetros, o coeficiente de Gini, o Índice de Concentração Compreensiva, o Índice de Herfindhal-Hirschman e a Razão de Concentração.

O coeficiente de Gini (Hoffmann 1998) é uma medida de desigualdade desenvolvida pelo estatístico italiano Corrado Gini e publicada no documento “Variabilità e Mutabilità”, em 1912. Esse índice é comumente utilizado para calcular a desigualdade de distribuição de renda, mas, podendo ser empregado para mensurar o grau de desigualdade da produção de lenha em uma região (Hoffmann 1998). O índice de Gini (G) é um dos instrumentos subsidiários para determinar a medida de concentração, observando-se que, uma concentração alta, indica, no caso desse estudo, uma desigualdade de extração maior. Para o cálculo do índice de Gini, foi usada a equação:

$$G = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (S_{ij} - S_i)}{n} \quad (3)$$

Em que,  $n$  = número dos municípios produtores de lenha na microrregião de Petrolina;  $S_{ij}$  = participação cumulativa da quantidade de lenha produzida em ordem crescente;  $S_i$  = Market share, em porcentagem, da área em estudo (municípios e microrregião)  $i$ , na produção de lenha na microrregião. A desigualdade indicada pelo o índice de Gini (G), oscila em um número contido no intervalo de  $[0,1]$ , onde foi ordenado da seguinte maneira: nula a fraca (entre 0 e 0,25); fraca a média (entre 0,25 e 0,5); média a forte (entre 0,5 a 0,7); forte a muito forte (entre 0,7 e 0,9) e muito forte a absoluta (entre 0,9 e 1) (Coelho Júnior et al. 2017).

O Índice de Concentração Compreensiva (CCI) mensura tanto a dispersão relativa quanto à magnitude absoluta como meio de solucionar algumas lacunas dos indicadores expostos (Coelho Júnior et al. 2017).

$$CCI = S_1 \sum_{i=2}^n S_1^2 (1 + (1 - S_i)) \quad (4)$$

Em que:  $S_1$ , é o maior Market share dentre os produtores de lenha, organizados em ordem decrescente.  $\sum_{i=2}^n S_1^2 (1 + (1 - S_i))$  representa a soma dos quadrados dos tamanhos proporcionais de cada região. O índice será 1 em caso de monopólio, indicando alta concentração (Coelho Júnior et al. 2022).

O Índice de Herfindhal-Hirschman (HHI) é um instrumento de análise de concentração de mercado proposto por Hirschman e Herfindahl. Em 1964, Hirschman publicou a obra “The Paternity of an Index” que reivindicou a posse original do índice. O HHI indica a participação de cada município no valor bruto de produção da lenha na microrregião de Petrolina (Coelho Júnior et al. 2018).

O HHI calculou por meio do somatório do quadrado do Si de i até n produtores de lenha da microrregião de Petrolina, por meio da expressão:

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \quad (5)$$

Em que, n é o número de participantes da produção de lenha na microrregião de Petrolina;  $S_i$  é o Market share, em porcentagem, da região (municípios) i, produtores de lenha na microrregião de Petrolina. O índice varia entre  $1/n$  (limite inferior) com participação iguais de cada município e 1 (concentração máxima), quando há uma situação de monopólio. Para análises comparativas intertemporais, Resende (1994) sugeriu o índice Herfindahl-Hirschman ajustado, com a seguinte equação:

$$HHI' = \frac{1}{n-1} (nHHI - 1) \quad (6)$$

sendo  $n > 1$ . O HHI' implica em um intervalo de variação entre 0 e 1. Assim, à medida que o índice se afasta de zero, a concentração será maior. Ou seja, um índice  $HHI' < 0,1$  indica um mercado altamente competitivo. Um índice no intervalo  $0,10 \leq HHI' < 0,15$  indica um mercado não concentrado. Um índice no intervalo  $0,15 \leq HHI' \leq 0,25$  indica concentração moderada. E, um índice  $HHI' > 0,25$  indica alta concentração (Resende e Boff 2002).

A Razão de Concentração [CR(k)] analisa a participação no mercado das k (sendo  $k = 1, 2, \dots, n$ ) regiões produtoras de lenha da microrregião de Petrolina, obtida pela seguinte equação (Coelho Júnior et al. 2018b):

$$CR(k) = \sum_{i=1}^k S_i \quad (7)$$

Em que,  $CR(k)$  = razão de concentração de k regiões produtoras de lenha nativa;  $S_i$  = Market share, em porcentagem, dos municípios i na produção de lenha da microrregião de Petrolina. Para o cálculo da razão de concentração, as participações dos municípios foram ordenadas de forma decrescente. De acordo com a classificação de Bain (Coelho Júnior et al. 2018b), a Tabela 1 apresenta os diferentes níveis de concentração e as respectivas classificações às participações dos quatro maiores [(CR(4)].

**Tabela 1** - Classificação da Razão de Concentração [CR(k)]

Grau de Concentração	CR (4)
Muito Alto	75% ou mais
Alto	65% - 75%
Moderadamente Alto	50% - 65%
Moderadamente Baixo	35% - 50%
Baixo	35% ou menos

Grau de Concentração

## Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta a evolução da extração da lenha proveniente de florestas da Caatinga e a TGC dos municípios e da microrregião de Petrolina de 2002 a 2019. Nesse período, ocorreu um crescimento na produção de lenha de 4,13% a.a., na microrregião, passando de 210.880 m<sup>3</sup>, em 2002, para 419.600 m<sup>3</sup>, em 2019, conforme dados apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Evolução da extração de lenha e da TGC dos municípios e microrregião de Petrolina – PE, em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de 2002 a 2019.

Municípios	2002	2005	2008	2011	2014	2017	2019	TGC (%)
Afrânio	11.000	12.000	13.700	15.000	55.000	61.000	65.000	11,02
Cabrobó	4.000	4.665	7.600	8.700	10.500	9.800	9.300	5,09
Dormentes	11.000	12.500	13.650	14.600	59.000	65.000	70.000	11,50
Lagoa Grande	12.000	14.000	16.200	14.900	18.100	19.000	22.000	3,63
Orocó	6.500	7.000	8.650	8.600	10.000	10.500	13.000	4,16
Petrolina	150.000	133.000	171.400	166.000	201.000	204.000	209.000	1,97
Santa Maria Boa Vista	16.000	16.200	20.880	23.600	28.000	21.000	25.000	2,66
Terra Nova	380	470	7.000	7.000	7.300	7.150	6.300	17,96
Microrregião	210.880	199.835	259.080	258.400	388.900	397.450	419.600	4,13

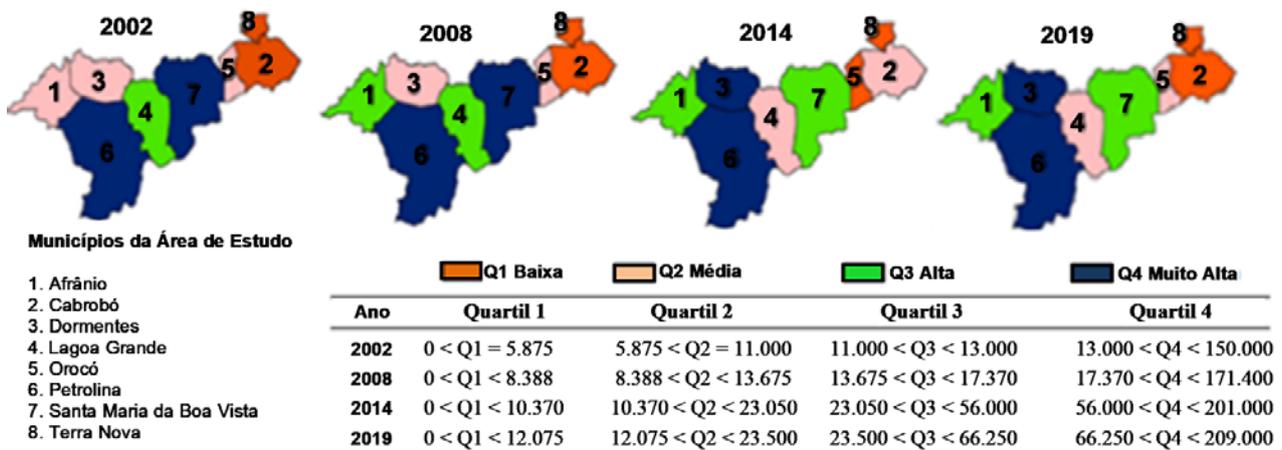
**Fonte:** IBGE (2022)

Esse crescimento é corroborado pelos resultados dos estudos realizados por Lima Júnior et al. (2015) que identificaram a grande dependência energética, no Nordeste do Brasil, dos recursos florestais, sobretudo, da Caatinga, onde a lenha é utilizada tanto para o consumo doméstico quanto no consumo industrial. Sendo também corroborado pela pesquisa de Drumond et al. (2000), que observaram a exploração extensiva das espécies da Caatinga, para lenha e carvão, destinada à demanda de indústrias alimentícias, curtume, cerâmica, olarias, reformadoras de pneus, panificadoras e pizzarias. Entretanto, difere dos estudos de Martins et al. (2018) e Coelho Júnior et al. (2022), que identificaram um decréscimo médio anual na região Nordeste (-3,82% ao ano) e no estado do Rio Grande do Norte (-3,82% ao ano), respectivamente. Nestes estudos, a retração do extrativismo florestal foi atribuída à escassa disponibilidade de recursos florestais devido à expansão agrícola e urbana e à maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais (Coelho Junior et al., 2018).

A Figura 2 mostra a microrregião de Petrolina, que é constituída por oito municípios, e a categorização da produção de lenha em quartis nos anos de 2002, 2008, 2014 e 2019. A produção, em 2002, de Cabrobó e Terra Nova, ficou abaixo de 5.875 m<sup>3</sup>, classificada dessa forma como baixa; Afrânio e Dormentes apresentaram uma produção de 11.000 m<sup>3</sup>, classificada como média; Lagoa Grande, localizada no terceiro quartil, teve uma extração variando entre 11.000 m<sup>3</sup> e 13.000 m<sup>3</sup>, classificada como uma alta extração e, no quarto quartil, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, ficaram com uma extração muito alta, localizadas no intervalo de 13.000 m<sup>3</sup> a 150.000m<sup>3</sup>.

Em 2008, apenas Afrânio apresenta evolução na extração, deslocando-se do 2º Quartil para o 3º Quartil, anteriormente com uma produção de 11.000 m<sup>3</sup>, foi para o intervalo de 11.000 m<sup>3</sup> a 13.000 m<sup>3</sup>. Os demais municípios permaneceram estabilizados. Em 2014, há um crescimento na produção de lenha nos municípios de Cabrobó e Dormentes. Cabrobó sai do 1º quartil para o 2º quartil, sua produção anterior era de 7.600 m<sup>3</sup> e foi para 10.500 m<sup>3</sup>. Dormentes saiu do 2º quartil para o 4º quartil, aumentando a produção de 13.650 m<sup>3</sup> para 59.000 m<sup>3</sup>. É importante observar que alguns municípios não mudaram de quartil, mas aumentaram a sua produção.

**Figura 2.** Categorização da produção da lenha dos municípios de Petrolina pelos quartis, em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), para 2002, 2008, 2014 e 2019.



Fonte: IBGE (2021)

Porém, os municípios de Lagoa Grande, Orocó e Santa Maria da Boa Vista apresentaram uma nova classificação. Lagoa Grande sai do 3º quartil para o 2º quartil, a sua produção saiu de 16.200 m<sup>3</sup> para 18.100 m<sup>3</sup>, Orocó sai do 2º quartil para o 1º quartil, a produção que era de 8.650 m<sup>3</sup> foi para 10.000 m<sup>3</sup>. Santa Maria da Boa Vista caiu do 4º quartil para o 3º quartil, sua produção era de 20.880 m<sup>3</sup> se elevando para 28.000 m<sup>3</sup>. Os municípios de Lagoa Grande, Orocó e Santa Maria da Boa Vista, apresentaram crescimento nas suas produções, crescimento esse, inferior ao crescimento da microrregião no mesmo intervalo de tempo analisado. Os demais municípios permaneceram com a mesma classificação de produção.

Em 2019, a produção de lenha de Cabrobó cai de 10.500 m<sup>3</sup> para 9.300 m<sup>3</sup>, saindo do 2º quartil para o 1º quartil. Orocó, apresentou crescimento de 10.000 m<sup>3</sup> para 13.000 m<sup>3</sup>, saindo do 1º quartil para o 2º quartil, classificado como média produção. Os demais municípios permaneceram com a produção estabilizada.

A Figura 2 apresenta, ainda, um aumento na amplitude dos limites dos quartis, ao longo do período analisado da produção de lenha pelos municípios de Petrolina. Sendo ainda mais acentuada, no intervalo de 2014 a 2019. Em 2019, os municípios incluídos no 4º quartil foram Dormentes e Petrolina. Dormentes, como mostra a Tabela 2, sai de uma produção de 11.000 m<sup>3</sup>, em 2002, par 70.000 m<sup>3</sup>, em 2019. Petrolina também dentro do 4º quartil, apresenta uma produção de lenha discrepante dos demais municípios da microrregião, sendo de 150.000 m<sup>3</sup>, em 2002, elevando-se para 209.000 m<sup>3</sup>, 2019.

A Tabela 2 mostra a evolução da TGC dos municípios e microrregião de Petrolina, no período, de 2002 a 2019. Os maiores produtores da lenha do extrativismo vegetal foram Afrânio, Dormentes e

Petrolina. Porém os municípios que apresentaram o maior índice da TGC, foram Afrânio, Dormentes e Terra Nova, com as respectivas TGC, 11,02%, 11,50% e 17,96%, no período analisado. Os municípios Afrânio, Dormentes e Terra Nova ficaram acima da média da microrregião. Os demais municípios também apresentaram crescimento da TGC, sendo que, para os municípios de Lagoa Grande, 3,63%; Petrolina, 1,97% e Santa Maria da Boa Vista, 2,66%, esses ficaram abaixo do índice da microrregião que foi de 4,13%.

Apesar da produção de lenha do município de Petrolina está acima de todos os outros municípios da microrregião, a sua TGC foi de apenas 1,97%, a menor da área de estudo. Terra Nova, apresentou a maior TGC, de 17,96%.

A TGC corrobora para a elevada extração do município de Dormentes, que apesar de ter área de mata nativa superior apenas a de Cabrobó, apresentou uma crescente e elevada extração de lenha no período do estudo realizado. O município de Terra Nova, que apresentou o maior índice da TGC, no entanto, é o que teve a menor extração dentre os municípios da microrregião. A alta TGC apresentada por ele, deu-se por conta de sua extração sair de 380 m<sup>3</sup>, em 2002, para 6.300 m<sup>3</sup>, em 2019.

Observa-se na Tabela 3, que os municípios que apresentaram os maiores índices de extração de lenha foram Dormentes, Petrolina e Cabrobó. Resultados encontrados pela relação da quantidade de lenha extraída (m<sup>3</sup>) com a área de mata nativa (ha), que cada um município da microrregião de Petrolina dispunha no ano de 2017, ano em que foram disponibilizados os dados pelo IBGE (IBGE, 2022). Já os municípios de Lagoa Grande e Terra Nova, esses foram os que apresentaram os menores índices, levando em consideração que foi observada a relação da extração desses municípios pela área de mata nativa disponível por cada um deles. Ressaltando que Petrolina, além de ser o maior produtor de lenha da microrregião, também, exibe o maior índice de extração na relação extração m<sup>3</sup>/área nativa (ha).

**Tabela 3** - Área de mata nativa dos municípios e microrregião de Petrolina, e relação de extração (m<sup>3</sup>)/Área (ha), em 2017.

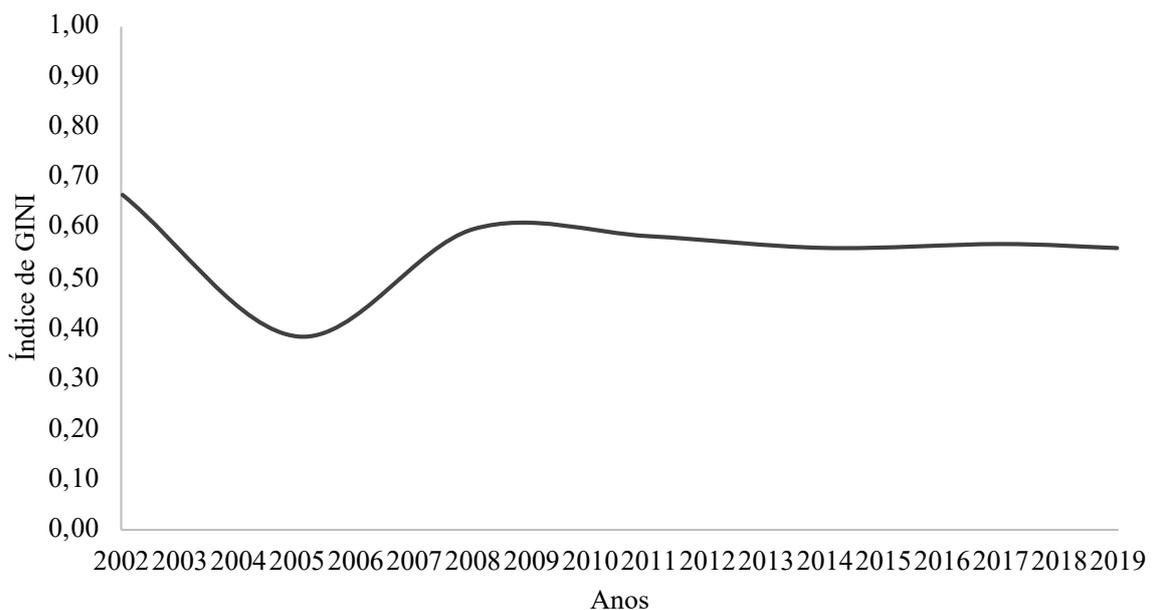
Município	Área mata nativa (ha)	Extração (m <sup>3</sup> )	Índice de Extração (m <sup>3</sup> /ha)
Afrânio	4.026	61.000	15,152
Cabrobó	356	9.800	27,528
Dormentes	2.066	65.000	31,462
Lagoa Grande	14.789	19.000	1,285
Orocó	Indisponível	10.500	Indisponível
Petrolina	7.406	204.000	27,545
Santa Maria	3.183	21.000	6,598
Terra Nova	5.209	7.150	1,373
Microrregião	37.035	397.450	10,732

**Fonte:** IBGE (2017)

A evolução do índice de Gini é apresentada na Figura 3. Durante todo o período estudado, o Índice de Gini calculado indica um nível de desigualdade classificado como “de médio a forte, onde o ano de 2002 aparece com a maior desigualdade. Isso se deve ao fato da produção de lenha do município de Petrolina ser bem maior, superando o dobro da produção total dos demais municípios. No decorrer da série dos anos analisados, o crescimento da produção de lenha de Petrolina é menor do que da microrregião, e também, de todos os outros municípios, diminuindo a diferença entre a sua produção e dos demais dos municípios estudados.

Conforme a Figura 3, em 2005, houve uma queda no índice de Gini, em decorrência da queda na produção de lenha do município de Petrolina. De 2006 a 2009, ocorre crescimento desse índice, seguindo-se de leve queda de 2009 até 2019. Isso se deve ao aumento na produção dos municípios, exceto Petrolina, que apesar de apresentar crescimento, este, é menor do que o índice dos demais municípios. Com isso, diminui a distância da produção entre Petrolina e os demais municípios da microrregião. Com base no CCI apresentado na Figura 4, ocorreu uma alta concentração na produção da lenha em 2002, atingindo a média de 0,7418, porém, no decorrer da série analisada ocorre queda nessa concentração, chegando a 0,6089, em 2019.

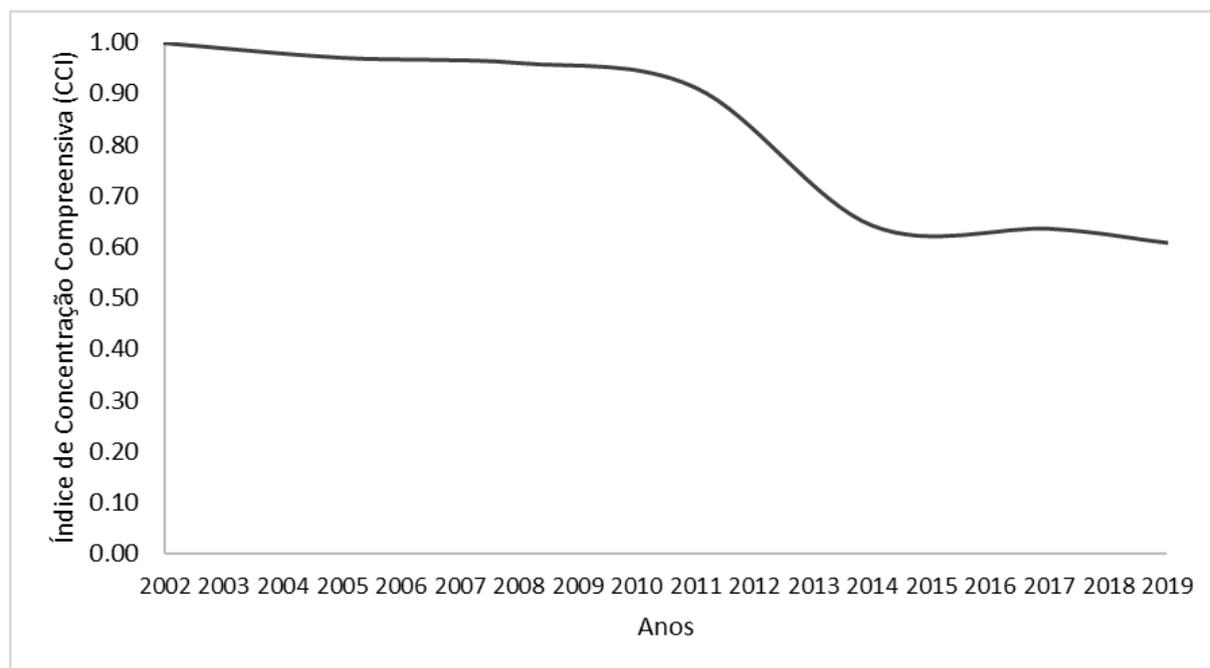
**Figura 3.** Evolução do Índice de Gini da produção de lenha dos municípios da microrregião de Petrolina, no período de 2002 a 2019.



**Fonte:** IBGE (2022)

Os valores do coeficiente de Gini indicam uma menor desigualdade da produção de lenha nativa nos municípios da microrregião de Petrolina em relação aos municípios do Rio Grande do Norte, entretanto, superior em relação à Paraíba (Coelho Junior et al. 2018; Coelho Junior et al. 2022).

**Figura 4.** Evolução do Índice de Concentração Compreensiva, para produção de lenha da microrregião de Petrolina, no período de 2002 a 2019.



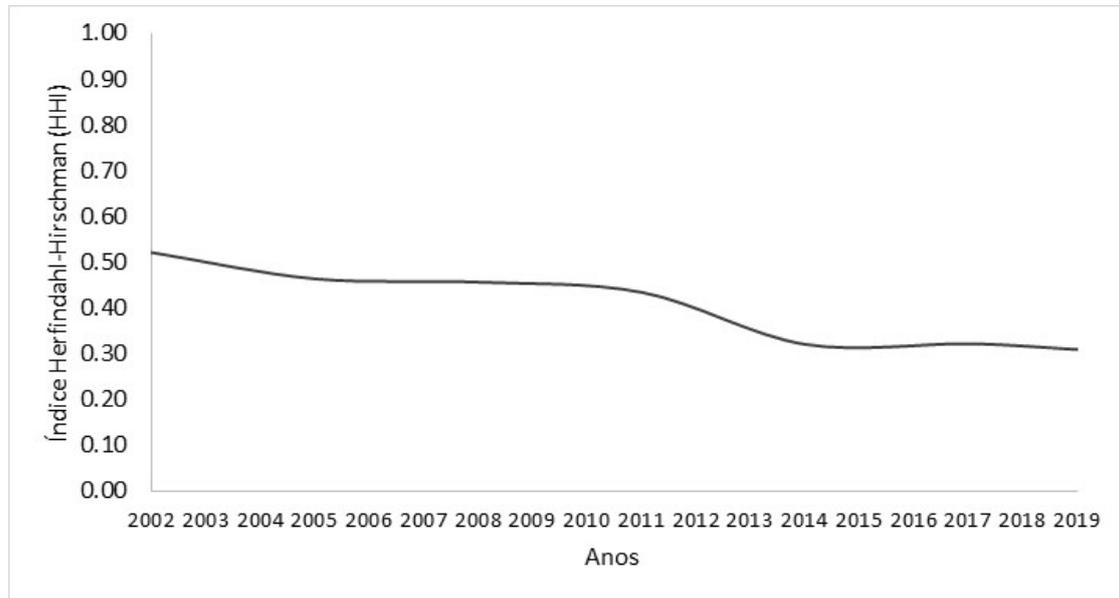
**Fonte:** IBGE (2022)

A Figura 5 apresenta a evolução do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) da quantidade produzida de lenha na microrregião de Petrolina no período de 2002 a 2019. O HHI da microrregião, no período de 2002 a 2005, apresentou um mercado concentrado. Observando a diferença entre o HHI e LI, o ano de maior concentração foi 2002, a diferença foi de 0,2138. Essa concentração ocorre, por conta da elevada produção de lenha do município de Petrolina, bastante distanciada, inclusive, dos demais municípios da microrregião.

Durante o período de 2014 a 2019, o índice se manteve bem próximo do limite inferior, chegando a se igualar em 2019 com o limite inferior. Nesse período, a produção da lenha apresentou um mercado altamente competitivo, decorrente do aumento da produção de lenha dos municípios que estavam distanciados da produção do município de Petrolina, e que apresentaram um incremento expressivo em suas produções no decorrer do período analisado, 2002 a 2019.

Estes resultados diferem dos encontrados por Coelho Júnior et al. (2022), que o HHI demonstrou um mercado desconcentrado na produção de lenha nativa do estado do Rio Grande do Norte, e de Coelho Júnior et al. (2018), que analisou o HHI para produção de lenha na Paraíba, e o indicador apresentou maior estabilidade em um mercado moderadamente concentrado.

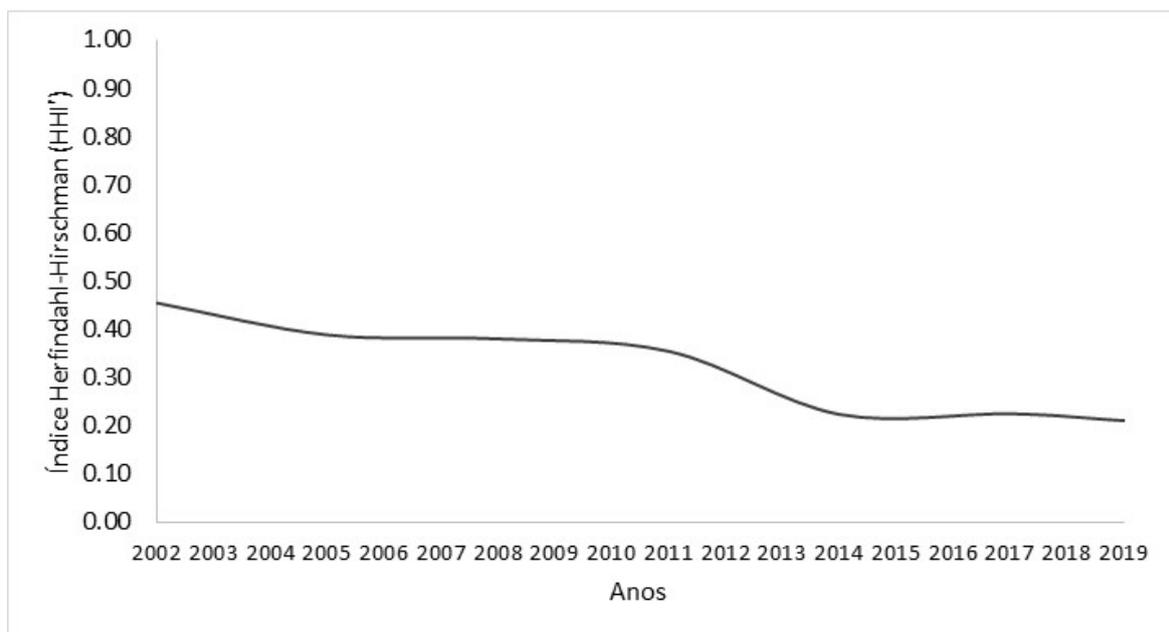
**Figura 5** - Evolução do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) para produção de lenha da microrregião de Petrolina, no período de 2002 a 2019



Fonte: IBGE (2022)

Para o HHI' ajustado (Figura 6) da produção de lenha dos municípios da microrregião de Petrolina, o período de 2002 a 2012, foi o que apresentou uma alta concentração. Nesse período, o índice HHI' variou de 0,4534, em 2002, a 0,3530, em 2011. Já no período de 2014 a 2019, a concentração passou a ser moderada, com os índices, respectivamente, em 0,2220 e 0,2090.

**Figura 6.** Evolução do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI') para a produção de lenha dos municípios na microrregião de Petrolina, no período de 2002 a 2019.

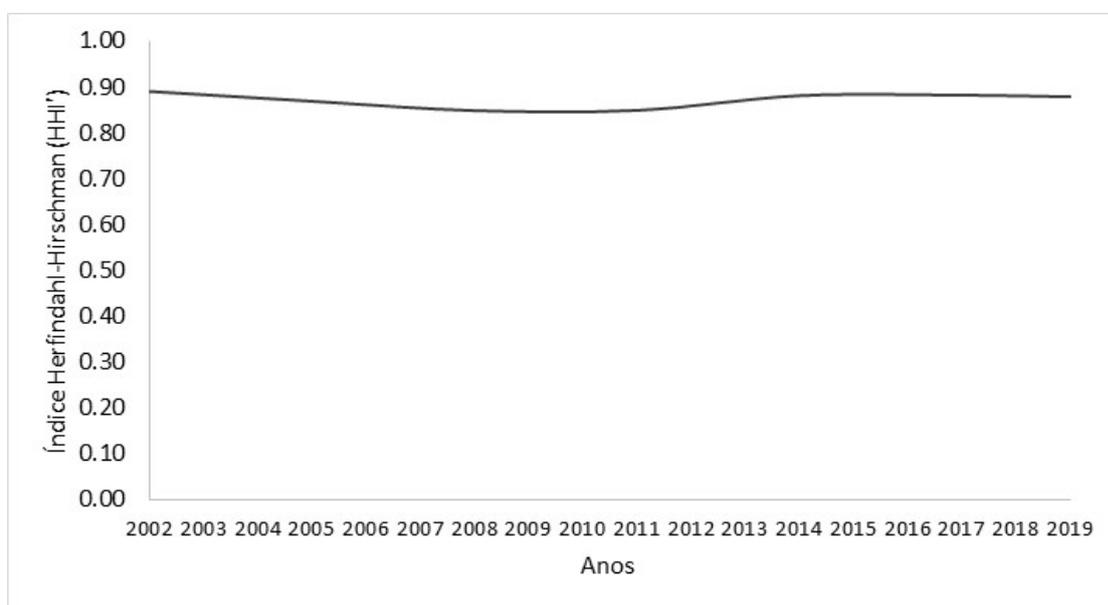


Fonte: IBGE (2022)

A Figura 7 mostra a razão de concentração da quantidade produzida de lenha dos 4 maiores municípios, Petrolina, Santa Maria da Boa Vista, Cabrobó e Lagoa Grande, no período de 2002 a 2019. A razão de concentração dos 4 maiores municípios [CR(4)], no período analisado, indicou média de 87%, considerado uma concentração muito alta. Nesse período, a razão de concentração, sempre, esteve acima de 84%. O ano que exibiu maior concentração foi 2002, com 89% e o menor 2008, com aproximadamente, 85%. O maior percentual de extração de lenha da microrregião de Petrolina ficou concentrado em quatro municípios, com uma média de extração de 87%, no período analisado.

A razão de concentração dos encontrados por Coelho Júnior et al. (2022) e Coelho Júnior et al. (2018) apresentou uma concentração moderadamente baixa sem alterações no padrão de concentração para a produção de lenha nativa do estado do Rio Grande do Norte do estado da Paraíba.

**Figura 7.** Evolução da razão de concentração [CR(k)] da quantidade produzida de lenha na microrregião de Petrolina, no período de 2002 a 2019



Fonte: IBGE (2022)

## Conclusão

Os resultados desse estudo mostraram a alta extração de lenha da microrregião de Petrolina, no período analisado, passando de 210.880 m<sup>3</sup>, em 2002, para 419.600 m<sup>3</sup>, em 2019. Destacando-se, com um crescimento acima da média da microrregião, os municípios de Afrânio, Cabrobó, Dormentes, Orocó e Terra Nova.

O índice de Gini mostrou um nível de desigualdade “de médio a forte” em todo período analisado da extração. Em 2005, houve uma diminuição provocada pela redução da extração do município de Petrolina se elevando novamente em 2009, permanecendo quase constante até 2019.

O Índice de concentração Compreensiva mostrou uma alta concentração na extração de lenha em 2002, porém, reduzindo de 0,7418 para 0,6089 no final da série analisada. O Índice Herfindahl-Hirschman demonstrou um mercado concentrado no início do período estudado, tornando-se competitivo no final.

O Índice de Herfindahl-Hirschman ajustado apontou uma variação na extração de lenha de alta concentração para concentração moderada no período analisado e o CR(k) da extração de lenha para os quatro maiores municípios apresentou uma concentração muito alta.

Baseando-se nos resultados obtidos, verificou-se que existe uma grande dependência da extração de lenha na microrregião de Petrolina, fato que é corroborado pelos resultados dos índices utilizados nesse estudo, tendo Petrolina como o município da microrregião com a maior extração de lenha durante o período analisado, seguidos pelos municípios de Dormentes e Cabrobó. Mesmo com a disponibilidade e oferta de diversas matrizes energéticas, existe uma grande dependência do produto florestal, e a pesquisa mostrou que a microrregião de Petrolina apresenta uma elevada extração de lenha.

Como trabalhos futuros, sugere-se que seja investigado o uso da lenha produzida na microrregião de Petrolina, principalmente, o do município de Petrolina, que se destaca como o maior produtor de lenha da microrregião, e os impactos ambientais causados por essa atividade extrativista.

Assim, pesquisas futuras poderão esclarecer a destinação da produção da lenha da microrregião de Petrolina e as relações econômicas e socioambientais dessa atividade para essa região, além de verificar possibilidades alternativas à substituição do uso da lenha, visando minimizar a extração com a implantação de um Plano de Manejo Florestal Sustentável, garantindo a preservação do Bioma Caatinga.

Dessa forma, o conhecimento do uso da lenha na microrregião de Petrolina, poderá ajudar na definição de políticas públicas que ajudem os produtores dessa região e minimizem impactos ambientais causados pelo uso de produtos madeireiros da Caatinga.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade de Pernambuco e da Secretaria de Educação, Cultura e Esportes – SEDUCE, Petrolina – PE.

**Participação dos autores:** CLJ – Idealização, orientação, escrita e revisão do manuscrito; ABMB - Cálculos dos índices e escrita do manuscrito

**Aprovação ética ou licenças de pesquisa:** Não se aplica ao estudo.

**Disponibilidade dos dados:** A dissertação já foi enviada para o repositório institucional da UPE, mas ainda não está disponível on line. Futuramente, estará disponível pelo link: <http://pergamum.upe.br/pergamum/biblioteca/index.php>

**Fomento:** Verba PROAP da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

**Conflito de Interesses:** os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

Coelho Junior LM, Rezende JLP, Oliveira, AD 2013. Concentração das exportações mundiais de produtos florestais. *Ciência Florestal* 23: 693-703. <https://doi.org/10.5902/1980509812353>

Coelho Júnior LM, Alencar FV, Santos Júnior EP, Pinto PALA. 2017. Análise da concentração energética na indústria química Brasileira. *Enciclopédia Biosfera* 14 (26): 13-32. [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2017B111](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2017B111)

Coelho Júnior LM, Burgos MC, Santos Júnior EP. 2018. Concentração regional da produção de lenha da Paraíba. *Ciência Florestal* 28 (4): 1729-1740. <https://doi.org/10.5902/1980509835332>

Coelho Junior LM, Selvatti TS, Alencar FV, Júnior EPS, Borges LAC, Rezende JLP. 2018. Global concentration of pulp exports. *Floresta* 48(4): 443-452. <https://doi.org/10.21576/pa.2021v19i2.2306>

Coelho Junior LM, Burgos, JVDC, Nunes, AMM, Joaquim, MS, Souza, AND, Borges, LAC. 2022. Concentração regional da produção de lenha nativa no Rio Grande do Norte, Brasil. *Ciência Rural* 52: 1990-2017. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200357>

Drumond MA, Kiill LHP, Lima PCF, Oliveira MC, Oliveira VR, Albuquerque SG, Nascimento CES, Cavalcanti J. 2000. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. Petrolina: Embrapa Semiárido. 21 p. Documento para discussão em Grupo de Trabalho- GT Estratégias para o uso sustentável, apresentado no Seminário Biodiversidade da Caatinga, Petrolina.

Gioda A. 2019. Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. *Estudos Avançados* 33 (95). <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3395.0009>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), Disponível em: [www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=downloads](http://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=downloads). Acesso em: 03 de jun. 2022.

Lima Júnior C, Sampaio EVSB, Lima, RLF, Menezes, RSC. 2014. Potencial de Aproveitamento Energético de Fontes de Biomassa no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 7 (2): 207-221. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.2.p207-221>.

Lima Júnior C, Lima RLF, Liberal BG, Guerrero JRH, Sampaio EVSB, Menezes RSC. 2015. Viabilidade econômica do uso energético de lenha da Caatinga sob manejo sustentável. *Revista Brasileira de Geografia Física* 8 (1): 156-166. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.1.p156-166>

Lopes RJC, Santos AM, Zlatar T, Lima Júnior C. 2020. Uso de índices de vegetação por sensoriamento remoto para estudos da Caatinga: uma revisão sistemática. *Gaia Scientia* 4(1): 104-116. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n1.48862>

Resende M. 1994. Medidas de concentração industrial: uma resenha. *Revista Análise Econômica* 12 (21): 24-33. <https://doi.org/10.22456/2176-5456.10488>

Resende M, Boff H. 2002. Concentração industrial. In: *Economia industrial: Fundamentos teóricos e práticos no Brasil, Campus...* Rio de Janeiro: Kupfer D.; Hasenclever, L. (Org.), p. 73-90.

Rocha ELB. 2018. Indicação de madeiras da caatinga para uso na produção de brinquedo. *Natural Resources* 8 (1): 9-16. <https://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2018.001.0002>

Schettini B, Silva M, Jacovine LA, Alves E, Villanova PH. 2016. Avaliação da Concentração do Mercado Mundial de Pellets de Madeira e as Oportunidades para o Brasil. *Enciclopédia Biosfera* 13(23). Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1176>

Silva JNB, Silva JLB, Santos AM, Silva AC, Galvêncio JD. 2017a. Índice de vegetação como subsídio na identificação de áreas com potenciais a desertificação. *Journal of Environmental Analysis and Progress* 2(4): 358–367. <https://doi.org/10.24221/jeap.2.4.2017.1469.358-367>

Silva RCS, Ferreira RLC, Silva JAA, Meunier IMJ, Berger R. 2017. Aspectos fitossociológicos e de crescimento de *Commiphora leptophloes* no semiárido brasileiro. *Pesquisa Florestal Brasileira*. Colombo 37 (89): 11-18. <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.89.1224>

Silva, SP, da Costa, ASV, dos Santos, SLB, Laia, ML. 2021. A Importância da Biomassa na Matriz Energética Brasileira. *Pensar Acadêmico* 19(2): 557-583. <https://doi.org/10.21576/pa.2021v19i2.2306>

Simioni JF, Moreira JMMAP, Fachinello AL, Buschinelli CCA, Matsuura MIS. 2017. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. *Ciência Florestal* 27 (2): 731-742. <https://doi.org/10.5902/1980509827758>

Souza BI, Travassos IS. (2014) Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. *GEOUSP - Espaço e Tempo (Online)* 18 (2): 329-340. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2014.84536>



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.