

Temporal disparity of native timber production in Paraíba, Brazil

Disparidad temporal de la producción maderera nativa en Paraíba, Brasil

Edvaldo P. Santos Júnior¹; Anna M. Melo Nunes²; Felipe F. Diniz²; Luís A. Coimbra Borges³; Flávio J. Simioni⁴; Luiz M. Coelho Junior^{5*}

¹Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Tecnologías Energéticas e Nucleares, Recife, 50670-901, PE, Brasil.

²Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós Graduação em Energías Renováveis, João Pessoa, 58051-900, PB, Brasil.

³Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras, 37200-00, MG, Brasil.

⁴Universidade Estadual de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Lages, 88520-000, SC, Brasil.

⁵Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia de Energías Renováveis, João Pessoa, 58051-900, PB, Brasil.

*Corresponding author: luiz@cear.ufpb.br; tel.: +55 839 8138 6379.

Abstract

Introduction: Native Forest resources, mainly in the Brazilian caatinga biome, are important for the subsistence of the rural population as well as for the local red ceramic and gypsum industry.

Objective: To study the municipal disparity in the gross value of production of native timber products in Paraíba, Brazil.

Materials and methods: Data on the gross value of production (GVP) of forest products (firewood, charcoal and roundwood) of the municipalities of Paraíba, Brazil, from 1994 to 2017 were used. This information is available from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Location indicators (location and redistribution coefficients) and specialization indicators (specialization and restructuring coefficients) were used.

Results and discussion: Firewood was the main timber product in the municipalities of Paraíba and there was a substitution effect between firewood and charcoal; the latter showed the best state redistribution and roundwood the lowest municipal production. The greatest specialization occurred in the municipality of Baía da Traição, represented by the exclusive production of charcoal. The municipalities of Tacima, Salgado de São Félix and Itapororoca showed greater restructuring, resulting from the change from charcoal to firewood production.

Conclusions: Firewood is the most important product in the state of Paraíba, Brazil. This study becomes an important source of information for the use of this resource.

Keywords: Caatinga; charcoal; firewood; specialization indicators; location indicators.

Resumen

Introducción: Los recursos forestales nativos, principalmente en el bioma caatinga brasileño, son importantes para la subsistencia de la población rural como para la industria local de cerámica roja y yeso.

Objetivo: Analizar la disparidad municipal en el valor bruto de producción de productos madereros nativos en Paraíba, Brasil.

Materiales y métodos: Se utilizaron datos sobre el valor bruto de producción (VBP) de productos forestales (leña, carbón y madera en rollo) de los municipios de Paraíba, Brasil, de 1994 a 2017. Esta información está disponible en Instituto de Geografía y Estadística Brasileñas (IBGE). Se utilizaron indicadores de ubicación (coeficientes de ubicación y redistribución) y de especialización (coeficientes de especialización y de reestructuración).

Resultados y discusión: La leña era el principal producto maderero en los municipios de Paraíba y existía un efecto de sustitución entre leña y carbón vegetal; este mostró la mejor redistribución estatal, y la madera en rollo, la menor producción municipal. La mayor especialización se dio en el municipio de Baía da Traição, representado por la producción exclusiva de carbón vegetal. Los municipios de Tacima, Salgado de São Félix e Itapororoca presentaron mayor reestructuración, debido al cambio de la producción de carbón vegetal a la de leña.

Conclusiones: La leña es el producto más importante en el estado de Paraíba, Brasil. Este trabajo se convierte en una fuente importante de información para el uso del recurso maderero.

Palabras clave: Caatinga; carbón vegetal; leña; indicadores de especialización; indicadores de ubicación.

Please cite this article as follows (APA 7): Santos Júnior, E. P., Melo Nunes, A. M., F. Diniz, F., Coimbra Borges, L. A., Simioni, F. J., & Coelho Junior, L. M. (2023). Temporal disparity of native timber production in Paraíba, Brazil. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 29(2), 41-54. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.04.028>

Received: April 26, 2022 / Accepted: February 23, 2023



<https://revistas.chapingo.mx/forestales>

Introduction

Forest products (timber and non-timber) are a source of food, medicines, fuels and raw materials for the world's population (Coelho Junior et al., 2013). Timber materials from plant or forest extraction include firewood, charcoal, roundwood and processed wood. At the same time, non-timber products are goods of biological origin from forests and wooded lands, except timber (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2016).

According to the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), in Brazil, timber products (firewood, charcoal and roundwood) produced a gross value of production (GVP) of 17.22×10^9 BRL (Brazilian reals) in 2017. Of this total, 83.83 % (14.44×10^9 BRL) corresponded to forestry and 16.17% (2.78×10^9 BRL) to plant extraction. In forestry, the forest products were firewood with 15.82 % (2.28×10^9 BRL), charcoal with 17.80 % (2.57×10^9 BRL) and roundwood with 66.38 % (9.58×10^9 BRL). In vegetable extraction, the products were roundwood with 69.17 % (1.92×10^9 BRL), firewood with 19.43 % (540.99×10^6 BRL) and charcoal with 11.40 % (317.21×10^6 BRL). In 2017, the distribution of GVP of vegetable extracted timber products in Brazilian regions was found in the North (48.62 %), Midwest (25.85 %), Northeast (19.23 %), Southeast (5.20 %) and South (1.10 %) (IBGE, 2018).

In the Northeast region, the exploitation of native forest resources, mainly from the caatinga biome, is associated with the regional energy demand, both for the subsistence of the rural population and for the local red ceramic and gypsum industry (Coelho Junior et al., 2018, 2019a). In this region, according to IBGE (2018), the GVP of timber products from vegetal extraction was 535.32×10^6 BRL, represented by firewood (254.45×10^6 BRL) and charcoal (207.67×10^6 BRL), mainly; Paraíba ranked seventh in the Northeast and twenty-first in Brazil with a GVP of 12.92×10^6 BRL in timber production, from vegetal extraction composed of firewood (94.08 %) and charcoal (5.92 %).

Studies in regional economics help to understand the territorial space, establish strategies to reduce inequalities and stimulate the development of economic activities (Coelho Junior et al., 2018a, 2019). Measures of localization and specialization are indicators capable of identifying patterns of behavior of sectors or productive structures between regions. Tests by Escolano-Utrilla and Escalona-Orcao (2017), Fracasso and Marzetti (2018), Mattei and Mattei (2017), Mazur et al. (2013) and Morrissey (2016) used such measures. In the forestry sector, Martins et al. (2018) analyzed the disparity of plant extractivism in northeastern Brazil compared to the whole country and determined low

Introducción

Los productos forestales (maderables o no maderables) son fuente de alimentos, medicinas, combustibles y materias primas para la población mundial (Coelho Junior et al., 2013). Entre los materiales maderables de extracción vegetal o forestal se encuentran la leña, el carbón vegetal, la madera en rollo y la madera procesada. A su vez, los productos no maderables son bienes de origen biológico provenientes de bosques y tierras arboladas, excepto la madera (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2016).

Según el Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), en Brasil, los productos de madera (leña, carbón y madera en rollo) generaron un valor bruto de producción (VBP) de 17.22×10^9 BRL (reales brasileños) en el 2017. De este total, 83.83 % (14.44×10^9 BRL) correspondió a la silvicultura y 16.17% (2.78×10^9 BRL) a la extracción de plantas. En silvicultura, los productos forestales fueron leña con 15.82 % (2.28×10^9 BRL), carbón vegetal con 17.80 % (2.57×10^9 BRL) y madera en rollo con 66.38 % (9.58×10^9 BRL). En extracción vegetal, los productos fueron madera en rollo con 69.17 % (1.92×10^9 BRL), leña con 19.43 % (540.99×10^6 BRL) y carbón vegetal con 11.40 % (317.21×10^6 BRL). En 2017, la distribución de VBP de productos de madera de extracción vegetal en las regiones brasileñas se encontró en el Norte (48.62 %), Medio Oeste (25.85 %), Noreste (19.23 %), Sureste (5.20 %) y Sur (1.10 %) (IBGE, 2018).

En la región Noreste, la explotación de los recursos forestales nativos, principalmente del bioma caatinga, está asociada a la demanda energética regional, tanto para la subsistencia de la población rural como para la industria local de cerámica roja y yeso (Coelho Junior et al., 2018, 2019a). En esta región, de acuerdo con el IBGE (2018), el VBP de los productos de madera de extracción vegetal fue de 535.32×10^6 BRL, representado por leña (254.45×10^6 BRL) y carbón vegetal (207.67×10^6 BRL), principalmente; Paraíba ocupó el séptimo lugar en el Noreste y el vigésimo primero en Brasil con un VBP de 12.92×10^6 BRL en producción de madera, a partir de extracción vegetal compuesta por leña (94.08 %) y carbón vegetal (5.92 %).

Los estudios en economía regional permiten comprender el espacio territorial, establecer estrategias para reducir las desigualdades y estimular el desarrollo de las actividades económicas (Coelho Junior et al., 2018a, 2019). Las medidas de localización y especialización son indicadores capaces de identificar patrones de comportamiento de sectores o estructuras productivas entre regiones. Los ensayos de Escolano-Utrilla y Escalona-Orcao (2017), Fracasso y Marzetti (2018), Mattei y Mattei (2017), Mazur et al. (2013) y Morrissey (2016) utilizaron dichas medidas. En el

concentration, but regionally distributed and without structural change.

The objective of this study was to analyze the temporal municipal disparity of native timber products in Paraíba, Brazil, based on gross value of production, from 1994 to 2017. This research helps to understand local strategies of concentration and specialization of timber production in Paraíba and the results are useful for public managers and local investors. The methodology presented can be used in other regions, in order to understand the productive pattern of the timber resource.

Materials and methods

The state of Paraíba is located in the Northeast region of Brazil (Figure 1), has 222 municipalities, of which a large part uses wood for energy generation (Coelho Junior et al., 2018).

This study used data on gross value of production (GVP) of plant extraction timber products from the municipalities of Paraíba, for the period 1994 to 2017, collected from the IBGE's Plant Extraction and Forestry Production.

This study used data on gross value of production (GVP) of plant extraction timber products from the municipalities

sector forestal, Martins et al. (2018) analizaron la disparidad del extractivismo vegetal en el noreste de Brasil con respecto a todo el país y determinaron baja concentración, pero distribuida regionalmente y sin cambio estructural.

El objetivo de este estudio fue analizar la disparidad municipal temporal de productos de madera nativa en Paraíba, Brasil, con base en el valor bruto de producción, de 1994 a 2017. Este trabajo ayuda a comprender las estrategias locales de concentración y especialización de la producción maderera en Paraíba y los resultados son útiles para los gestores públicos e inversores locales. La metodología presentada puede ser utilizada en otras regiones, con el fin de comprender el patrón productivo del recurso maderable.

Materiales y métodos

El estado de Paraíba está ubicado en la región Noreste de Brasil (Figura 1), cuenta con 222 municipios, de los cuales gran parte utiliza madera para la generación de energía (Coelho Junior et al., 2018).

En este estudio se utilizaron datos de valor bruto de producción (VBP) de productos de madera de extracción vegetal de los municipios de Paraíba, para el periodo 1994 a 2017, obtenidos de la Producción de Extracción Vegetal y de la Silvicultura del IBGE.

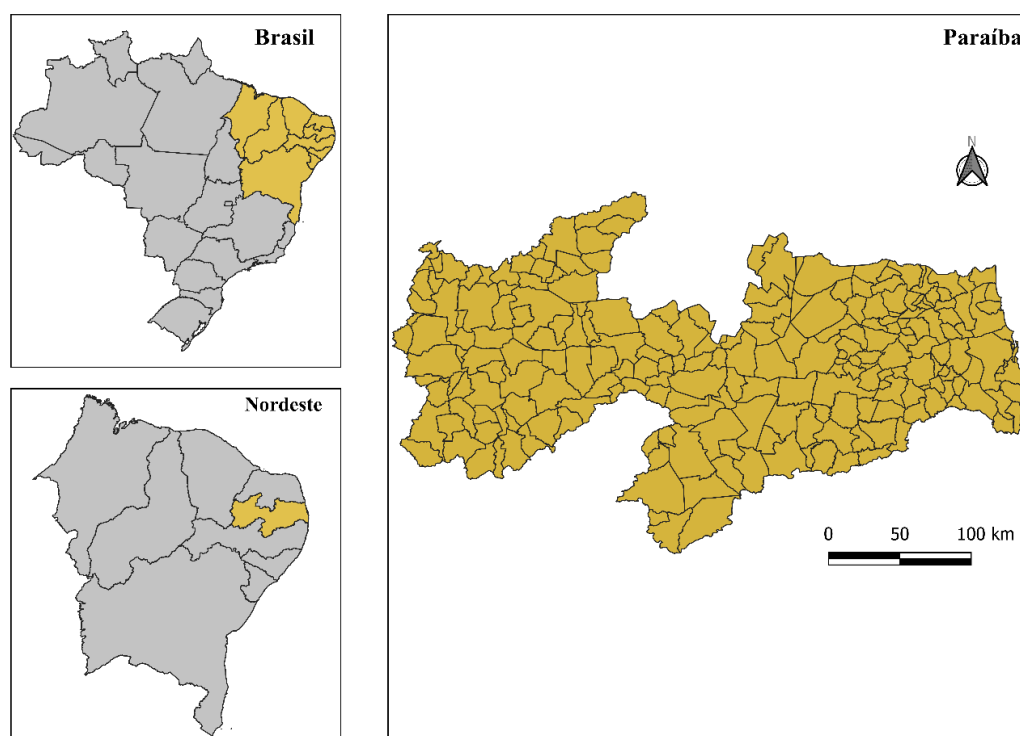


Figure 1. Geographical location of the state of Paraíba in the Northeast region in Brazil.

Figura 1. Ubicación geográfica del estado de Paraíba en la región Noreste de Brasil.

of Paraíba, for the period 1994 to 2017, collected from the IBGE's Plant Extraction and Forestry Production.

The GVP shows the evolution of the performance of the production of timber products and corresponds to the gross income within the producing region. Vegetable extracted timber products are the sum of the GVP of firewood, charcoal and roundwood. The municipalities included in this study were those with $GVP > 0$. The values used were deflated by the general internal price-availability index, base year 2017 = 100 (Fundação Getúlio Vargas, 2018).

The GVP situation of timber products and by-products (firewood, charcoal and roundwood) was analyzed for the years 1994 and 2017. Quartiles (Q) were used as descriptive analysis, classifying them according to municipal GVP: low (Q_1), medium (Q_2), high (Q_3) and very high (Q_4). Among municipalities, quartiles were categorized by first quarter GVP into Q_1 ($0 < Q_1 \leq 25\%$), Q_2 for the second quarter ($25\% < Q_2 \leq 50\%$), Q_3 for the third quarter ($50\% < Q_3 \leq 75\%$) and for the last quarter the Q_4 ($75\% < Q_4 \leq 100\%$) (Coelho Junior et al., 2021).

GVP profits or losses of timber products GVP in the municipalities of Paraíba, in 1994 and 2017, were determined with the Geometric Growth Rate (GGR) equation (Cuenca & Dompieri, 2017):

$$GGR = \left[\left(\Delta t \sqrt{\frac{V_F}{V_0}} \right) - 1 \right] * 100$$

where, V_F is the GVP of the total wood product (firewood, charcoal and roundwood) in the last year, V_0 is the GVP at the initial year and Δt is the time variation (years).

According to Alves (2012), location and specialization measures identify regional disparities and highlight areas of relevance for an economic activity. Location measures point to sectors or regions with a higher degree of specialization; that is, they have greater importance compared to the reference region. Specialization measures compare performance with a reference region. The location indicators were the location quotient (LQ) and the coefficient of redistribution (CRED). The specialization quotient (SQ) and the restructuring coefficient (Rc) were used as measures of specialization.

LQ shows the behavior of the GVP of timber products in the municipalities of Paraíba, comparing concentrations regarding the state:

$$LQ = \frac{E_{ij}/E_i}{E_j/E}$$

El VBP muestra la evolución del desempeño de la producción de productos madereros y corresponde al ingreso bruto dentro de la región productora. Los productos de madera de extracción vegetal están constituidos por la suma de los VBP de leña, carbón vegetal y madera en rollo. Los municipios considerados en este estudio fueron los que tuvieron $VBP > 0$. Los valores utilizados fueron deflactados por el índice general de precios-disponibilidad interna, año base 2017 = 100 (Fundação Getúlio Vargas, 2018).

La situación del VBP de productos de madera y sus subproductos (leña, carbón vegetal y madera en rollo) se analizó para los años 1994 y 2017. Se utilizaron los cuartiles (C) como análisis descriptivo, clasificándolos según el VBP municipal: bajo (C_1), medio (C_2), alto (C_3) y muy alto (C_4). Entre los municipios, los cuartiles se categorizaron por el primer trimestre del VBP en C_1 ($0 < C_1 \leq 25\%$), C_2 por el segundo trimestre ($25\% < C_2 \leq 50\%$), C_3 por el tercer trimestre ($50\% < C_3 \leq 75\%$) y para el último trimestre el C_4 ($75\% < C_4 \leq 100\%$) (Coelho Junior et al., 2021).

Las ganancias o pérdidas del VBP de productos de madera en los municipios de Paraíba, en 1994 y 2017, se determinaron con la ecuación de la Tasa de Crecimiento Geométrico (TGC) (Cuenca & Dompieri, 2017):

$$TGC = \left[\left(\Delta t \sqrt{\frac{V_F}{V_0}} \right) - 1 \right] * 100$$

donde, V_F es el VBP del producto de madera total (leña, carbón vegetal y madera en rollo) en el último año, V_0 es el VBP en el año inicial y Δt es la variación temporal (años).

Según Alves (2012), las medidas de localización y especialización identifican disparidades regionales y destacan áreas de relevancia para una actividad económica. Las medidas de ubicación apuntan a sectores o regiones con mayor grado de especialización; es decir, tienen mayor importancia en comparación con la región de referencia. Las medidas de especialización comparan el desempeño con una región de referencia. Los indicadores de localización fueron el cociente de ubicación (CU) y el coeficiente de redistribución (CRED). El coeficiente de especialización (CE) y el coeficiente de reestructuración (Cr) se utilizaron como medidas de especialización.

El CU demuestra el comportamiento del VBP de productos de madera en los municipios de Paraíba, comparando concentraciones con respecto al estado:

$$CU = \frac{E_{ij}/E_i}{E_j/E}$$

where, E_{ij} = GVP of wood product i in municipality j ; E_j = GVP of timber products in municipality j ; E_i = GVP of timber products i in Paraíba; and E = GVP of timber products in Paraíba. The location quotient is classified as: significant concentration ($LQ \geq 1.00$), medium concentration ($0.50 \leq LQ < 1.00$) or weak concentration ($LQ < 0.5$) (Santos Júnior et al., 2022). The years analyzed were 1994, 2000, 2006, 2012 and 2017.

CRED shows the dispersion or concentration of the GVP of timber products in Paraíba, in a given period:

$$CRED = \frac{\sum_j \left| \frac{E_{ijt_0}}{E_{it_0}} - \frac{E_{ijt_1}}{E_{it_1}} \right|}{2}$$

where, E_{ijt_0} = GVP of timber product i in municipality j at the initial year; E_{ijt_1} = GVP of timber product i in municipality j in the last year and E_{it_1} = GVP of timber product i in Paraíba in the last year. CRED ranges from 0 to 1; values close to 1 indicate change in the location pattern of GVP of product i , while values close to 0 indicate no change (Mattei & Mattei, 2017). Since it is a redistribution index, CRED must be analyzed by intervals, so the periods of 2000, 2006, 2012 and 2017 were observed based on 1994.

CE compares the productive structure of a municipality with that of Paraíba. The indicator lists the relative participation of the wood product:

$$CE = \frac{\sum_i \left| \frac{E_{ij}}{E_j} - \frac{E_i}{E} \right|}{2}$$

where, E_{ij} = GVP of wood product i in municipality j ; E_j = GVP of timber products in municipality j ; E_i = GVP of timber products i in Paraíba and E = GVP of timber products in Paraíba. CE varies between 0 and 1; values close to 0 indicate that the productive structure of the municipality was equally distributed as Paraíba, while with CE close to 1 the opposite is inferred (Coelho Junior et al., 2018). The years of analysis were 1994, 2000, 2006, 2012 and 2017.

Rc relates the participation of product i in municipality j at the initial year, and of the same product i at the final year. The coefficient evaluates the productive structure of a municipality between two periods, checking the degree of change in the GVP (Coelho Junior et al., 2018):

$$Rc = \frac{\sum_j \left| \frac{E_{ijt_1}}{E_{jt_1}} - \frac{E_{ijt_0}}{E_{jt_0}} \right|}{2}$$

where, E_{ijt_1} = GVP of timber product i in municipality j in the last year; E_{ijt_0} = GVP of timber product i in

donde, E_{ij} = VBP del producto de madera i en el municipio j ; E_j = VBP de productos de madera en el municipio j ; E_i = VBP de productos de madera i en Paraíba; y E = VBP de productos de madera en Paraíba. El cociente de localización se clasifica en: concentración significativa ($CU \geq 1.00$), concentración media ($0.50 \leq CU < 1.00$) o concentración débil ($CU < 0.5$) (Santos Júnior et al., 2022). Los años analizados fueron 1994, 2000, 2006, 2012 y 2017.

El CRED demuestra la dispersión o concentración del VBP de los productos de madera en Paraíba, en un periodo determinado:

$$CRED = \frac{\sum_j \left| \frac{E_{ijt_0}}{E_{it_0}} - \frac{E_{ijt_1}}{E_{it_1}} \right|}{2}$$

donde, E_{ijt_0} = VBP del producto de madera i en el municipio j en el año inicial; E_{it_0} = VBP del producto de madera i en Paraíba en el año inicial; E_{ijt_1} = VBP del producto de madera i en el municipio j en el último año y E_{it_1} = VBP de producto de madera i en Paraíba en el último año. El CRED oscila entre 0 y 1; valores cercanos a 1 indican cambio en el patrón de ubicación del VBP del producto i , mientras que valores cercanos a 0 señalan que no hay cambio (Mattei & Mattei, 2017). Al tratarse de un índice de redistribución, el CRED debe ser analizado por intervalos, por lo que se observaron los periodos de 2000, 2006, 2012 y 2017 con base en 1994.

El CE compara la estructura productiva de un municipio con la de Paraíba. El indicador enumera la participación relativa del producto de madera:

$$CE = \frac{\sum_i \left| \frac{E_{ij}}{E_j} - \frac{E_i}{E} \right|}{2}$$

donde, E_{ij} = VBP del producto de madera i en el municipio j ; E_j = VBP de productos de madera en el municipio j ; E_i = VBP de productos de madera i en Paraíba y E = VBP de productos de madera en Paraíba. El CE varía entre 0 y 1; valores cercanos a 0 indican que la estructura productiva del municipio se distribuyó por igual que Paraíba, mientras que con CE cercano a 1 se deduce lo contrario (Coelho Junior et al., 2018). Los años de análisis fueron 1994, 2000, 2006, 2012 y 2017.

El Cr relaciona la participación del producto i en el municipio j en el año inicial, y del mismo producto i en el año final. El coeficiente evalúa la estructura productiva de un municipio entre dos periodos, comprobando el grado de cambio en el VBP (Coelho Junior et al., 2018):

$$Cr = \frac{\sum_j \left| \frac{E_{ijt_1}}{E_{jt_1}} - \frac{E_{ijt_0}}{E_{jt_0}} \right|}{2}$$

municipality j at the initial year; E_{ijt1} = GVP of timber product i in Paraíba in the last year and E_{ijt0} = GVP of timber product i in Paraíba in the initial year. R_c varies between 0 and 1; values close to 1 indicate that the changes in the productive structure of the municipality were significant, and close to 0 indicate the opposite. Like CRED, R_c should be evaluated by intervals that show restructuring in the sector, the periods of 2000, 2006, 2012 and 2017 were evaluated based on 1994.

Results and Discussion

Figure 2 shows the quartiles for the GVP of timber products in the municipalities of Paraíba for 1994 and 2017. In 1994, plant extracted timber products generated 20.05×10^6 BRL and decreased to 12.92×10^6 BRL in 2017, which represented a decreasing rate of 1.89 % per year. For the initial year, the PVB of the municipalities ranged from 6210 BRL to 1.35×10^6 BRL and involved 152 of the 222 municipalities. It was observed that only two municipalities (Pombal and Souza) were in the fourth quarter (very high), three in the third quarter (high), nine in the second quarter (medium) and 138 in the first quarter (low) showing low municipal revenues in this segment. The four largest GVPs accounted for 20.42 % of total state timber products: Pombal (1.35×10^6 BRL), Sousa (1.15×10^6 BRL), Sumé (807580 BRL) and Princesa Isabel (732860 BRL).

For 2017, the GVP timber products of Paraíba's municipalities ranged from 1000 BRLS to 861000 BRL and counted with the participation of 189 municipalities. Despite the increasing number of municipalities in forest production in Paraíba, this participation was concentrated in Q_1 (low) with 175 municipalities, 13 municipalities in Q_2 (medium) and only 1 (Olho d'Água) in Q_4 (very high), representing 6.66 % for Paraíba's timber products GVP. In the state, Piancó had the highest average annual growth (17.90 % p.a.), starting from 6210 BRL (1994) to 274000 BRL (2017). There were also other municipalities that grew such as Itaporanga (16.46 % p.a.), Emas (16.40 % p.a.) and Conceição (15.78 % p.a.) focused mainly on firewood supply. On the other hand, there were municipalities that lowered their GVP such as Solânea (-16.40 % p. a.), Salgadinho (-16.36 % p. a.), Natuba (-14.85 % p. a.) and Lastro (-13.88 % p. a.), due to retraction in firewood production. The decrease in state production was related to the performance of the inspection and environmental agencies, in addition to the reduction of the labor force available for extractive activities (IBGE, 2016).

Firewood had a similar behavior to total timber products; in 1994, the GVP of firewood was 16.10×10^6 BRL (80.30 % of the total) and reached 12.16×10^6 BRL (94.12 % of the total) in 2017, with an average decrease

donde, E_{ijt1} = VBP del producto de madera i en el municipio j en el último año; E_{ijt0} = VBP del producto de madera i en el municipio j en el año inicial; E_{ijt1} = VBP del producto de madera i en Paraíba en el último año y E_{ijt0} = VBP del producto de madera i en Paraíba en el año inicial. R_c varía entre 0 y 1; valores cercanos a 1 indican que los cambios en la estructura productiva del municipio fueron significativos, y cercanos a 0 señalan lo contrario. Al igual que el CRED, el R_c debe evaluarse por intervalos que demuestren reestructuración en el sector, siendo evaluado los periodos de 2000, 2006, 2012 y 2017 con base en 1994.

Resultados y discusión

La Figura 2 muestra los cuartiles para el VBP de productos de madera en los municipios de Paraíba para 1994 y 2017. En 1994, los productos de madera de extracción vegetal generaron 20.05×10^6 BRL y disminuyó a 12.92×10^6 BRL en 2017, lo que representó una tasa decreciente de 1.89 % anual. En el año inicial, el PVB de los municipios osciló entre 6210 BRL y 1.35×10^6 BRL y contó con la participación de 152 de los 222 municipios. Se observó que solo dos municipios (Pombal y Souza) estuvieron en el cuarto trimestre (muy alto), tres en el tercer trimestre (alto), nueve en el segundo trimestre (medio) y 138 en el primer trimestre (bajo) mostrando bajos ingresos municipales en este segmento. Los cuatro VBP más grandes representaron 20.42 % del total de productos madereros estatales: Pombal (1.35×10^6 BRL), Sousa (1.15×10^6 BRL), Sumé (807580 BRL) y Princesa Isabel (732860 BRL).

Para 2017, los productos de madera del VBP de los municipios de Paraíba oscilaron entre 1000 BRL y 861000 BRL y contaron con la participación de 189 municipios. A pesar del número creciente de municipios en producción forestal en Paraíba, esta participación se concentró en el C_1 (bajo) con 175 municipios, 13 municipios en el C_2 (medio) y solo 1 (Olho d'Água) en el C_4 (muy alto), lo que representa 6.66 % para el VBP de productos de madera de Paraíba. En el estado, Piancó tuvo el mayor crecimiento promedio anual (17.90 % p.a.), empezando desde 6210 BRL (1994) a 274000 BRL (2017). También hubo otros municipios que crecieron como Itaporanga (16.46 % p. a.), Emas (16.40 % p. a.) y Conceição (15.78 % p. a.) enfocados principalmente en el suministro de leña. Por su parte, algunos municipios bajaron su VBP como Solânea (-16.40 % p. a.), Salgadinho (-16.36 % p. a.), Natuba (-14.85 % p. a.) y Lastro (-13.88 % p. a.), debido a la retracción en la producción de leña. La disminución de la producción estatal se relacionó con el desempeño de los organismos de fiscalización y ambientales, además de la reducción de la mano de obra disponible para trabajar en actividades extractivas (IBGE, 2016).

La leña tuvo un comportamiento similar al total de productos de madera; en 1994, el VBP de la leña

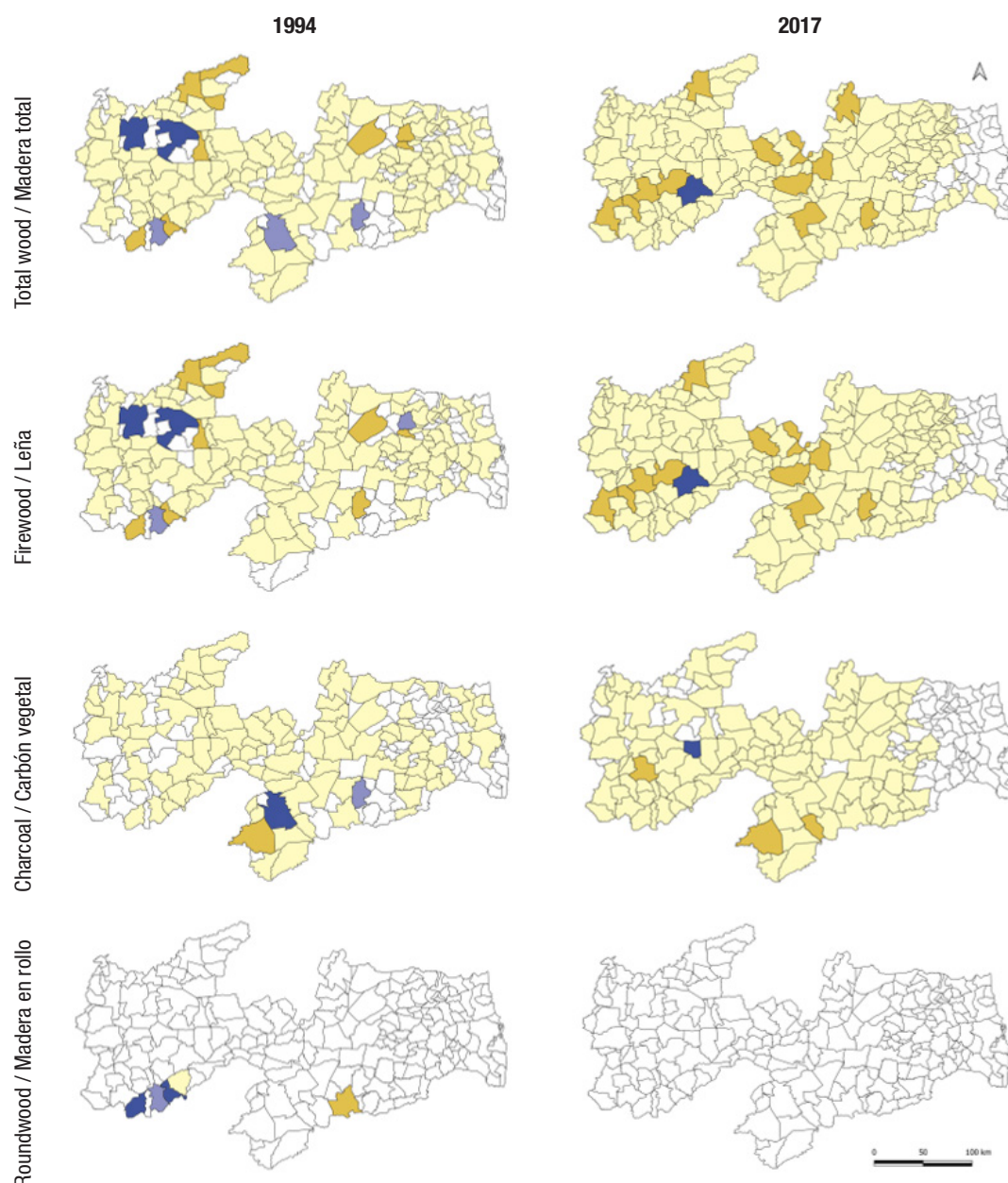


Figure 2. Quartile distribution of the gross production value of timber products in the municipalities of Paraíba, Brazil, for 1994 and 2017. ■ Q1 - Low, ■ Q2 - Medium, ■ Q3 - High, ■ Q4 - Very high.

Figura 2. Distribución de cuartiles del valor bruto de producción de productos de madera en los municipios de Paraíba, Brasil, para 1994 y 2017. ■ C₁ - Bajo, ■ C₂ - Medio, ■ C₃ - Alto, ■ C₄ - Muy alto.

of 1.21 % per year. In the same year, 129 municipalities (58.10 %) were distributed in the quartile with low GVP, nine in the medium (4.05 %), two in the high (0.90 %) and two in very high (0.90 %). Pombal, Souza, Princesa Isabel and Solânea were the municipalities with the highest contribution, most located in the northeast of the Sertão, where much of the state's timber production is concentrated as shown by Coelho Junior et al. (2018). For 2017, in the GVP of firewood, the municipality of Olho d'Água stood out (7.06 %). The composition was 175 municipalities (78.83 %) with low GVP (Q₁), 12 (5.40 %) in the medium (Q₂) and one

fue 16.10 x 10⁶ BRL (80.30 % del total) y llegó en 2017 con 12.16 x 10⁶ BRL (94.12 % del total), con una disminución promedio de 1.21 % anual. En el mismo año, 129 municipios (58.10 %) se distribuyeron en el cuartil con VBP bajo, nueve en el medio (4.05 %), dos en el alto (0.90 %) y dos en muy alto (0.90%). Pombal, Souza, Princesa Isabel y Solânea fueron los municipios con mayor contribución, la mayoría ubicados en el noreste del Sertão, donde se concentra gran parte de la producción maderera del estado como muestran Coelho Junior et al. (2018). Para el 2017, en el VBP de leña destacó el municipio de Olho d'Água (7.06 %).

(0.45 %) in the very high quartile (Q_4). The municipality with the highest annual growth in firewood GVP was Itaporanga, from 6210 BRL (1994) to 390 000 BRL (2017), with 19.72 %, due to the development of the red ceramic. Industrial demand, availability of labor in harvesting and price are the factors that explain the oscillations in the production of plant extractivism. In this activity it is common to observe significant fluctuations in production (IBGE, 2016). The largest drop in firewood GVP was for Salgadinho (-17.97 % per year), which went from 285 690 BRL (1994) to 3 000 BRL (2017). One aspect that may have motivated the decline in fuelwood production is the growth in the number of households served by an electrification network, especially in the 2000s. In this context, more Brazilian households started to have electricity, replacing firewood for heating or cooking (Guerra et al., 2015).

For charcoal, the GVP decreased from 3.65×10^6 BRL (1994) to 763 000 BRL (2017) and an annual decrease of 6.57 % of concentrated production was observed, as noted by Coelho Junior et al. (2019a). In 1994, 106 municipalities were classified with low GVP (45.75 %), one with medium (0.45 %), two with high (0.90 %) and one with very high (0.45 %). The most prominent were Sumé (676 970 BRL), Boqueirão (372 640 BRL) and Monteiro (242 220 BRL) which contributed 3.654×10^6 BRL to the state GVP; more than 50 % of the municipalities produced no charcoal. For 2017, BRL 765 000 was collected and the municipality with the highest participation was Emas with BRL 82 000, as a result of the implementation of the Ecocarvão company, a charcoal producer. There were 131 municipalities with low GVP (59.01 %), two with medium (0.90 %), one with high (0.45 %) and one with very high (0.45 %).

Roundwood production was recorded in Paraíba between 1994 and 2003, a period in which the GVP decreased. In 1994, 298 110 BRL were recorded and only Manaíra (31.25 %), Tavares (31.25 %), Princesa Isabel (20.83 %), Barra de São Miguel (14.58 %) and Juru (4.17 %) had production. These municipalities, except for Barra de São Miguel, are located in the Serra de Teixeira micro-region, the main roundwood production center in the state.

Figure 3 shows the evolution of the location quotient (LQ) of the GVP of timber products in the municipalities of Paraíba, for the period 1994 to 2017. In 1994, firewood had a strong concentration in 45.04 % of the municipalities in Paraíba, 15.77 % of the municipalities had average concentration and only 7.65 % had values of $LQ < 0.50$. The maximum LQ value was 1.24, identified in 43 municipalities. For the municipalities with production, the lowest LQ corresponded to Monteiro (0.116), due to its high charcoal production. From 2000, the number of municipalities with strong concentration of firewood GVP increased to 59.01 %,

La composición fue de 175 municipios (78.83 %) con VBP bajo (C_1), 12 (5.40 %) en el mediano (C_2) y uno (0.45 %) en el cuartil muy alto (C_4). El municipio con mayor crecimiento anual en VBP de leña fue Itaporanga, de 6210 BRL (1994) a 390 000 BRL (2017), con 19.72 %, debido al desarrollo del polo cerámico rojo. La demanda industrial, la disponibilidad de mano de obra en la recolección y el precio son los factores que explican las oscilaciones en la producción del extractivismo vegetal. En esta actividad es común observar importantes fluctuaciones en la producción (IBGE, 2016). La mayor caída del VBP de leña fue para Salgadinho (-17.97 % anual) que pasó de 285 690 BRL (1994) a 3 000 BRL (2017). Un aspecto que puede haber motivado la disminución de la producción de leña es el crecimiento en el número de hogares atendidos por una red de electrificación, especialmente en la década del 2000. En este contexto, más hogares brasileños comenzaron a tener electricidad, reemplazando la leña para calefacción o cocina (Guerra et al., 2015).

En el caso del carbón vegetal, el VBP disminuyó de 3.65×10^6 BRL (1994) a 763 000 BRL (2017) y se observó una disminución anual de 6.57 % de la producción concentrada, como lo señalan Coelho Junior et al. (2019a). En 1994, 106 municipios se clasificaron con VBP bajo (45.75 %), uno con medio (0.45 %), dos con alto (0.90 %) y uno con muy alto (0.45 %). Los mas destacados fueron Sumé (676 970 BRL), Boqueirão (372 640 BRL) y Monteiro (242 220 BRL) que aportaron 3.654×10^6 BRL al VBP del estado; más del 50 % de los municipios no producían carbón vegetal. Para 2017 se recaudaron 765 000 BRL y el municipio con mayor participación fue Emas con 82 000 BRL, como resultado de la implementación de la empresa Ecocarvão, productora de carbón ecológico. Hubo 131 municipios con VBP bajo (59.01 %), dos con medio (0.90 %), uno con alto (0.45 %) y uno con muy alto (0.45 %).

La producción de madera en rollo se registró en Paraíba entre 1994 y 2003, periodo en el que el VBP disminuyó. En 1994 se obtuvieron 298 110 BRL y solo Manaíra (31.25 %), Tavares (31.25 %), Princesa Isabel (20.83 %), Barra de São Miguel (14.58 %) y Juru (4.17 %) tuvieron producción. Estos municipios, a excepción de Barra de São Miguel, están ubicados en la microrregión de Serra de Teixeira, el principal polo de producción de madera en rollo del estado.

La Figura 3 muestra la evolución del cociente de ubicación (CU) del VBP de productos de madera en los municipios de Paraíba, para el periodo 1994 a 2017. En 1994, la leña tenía una fuerte concentración en 45.04 % de los municipios en Paraíba, 15.77 % de los municipios tenían concentración promedio y solo 7.65 % presentó valores de $CU < 0.50$. El valor máximo del CU fue 1.24, identificado en 43 municipios. Para los municipios con producción, el CU más bajo correspondió a Monteiro

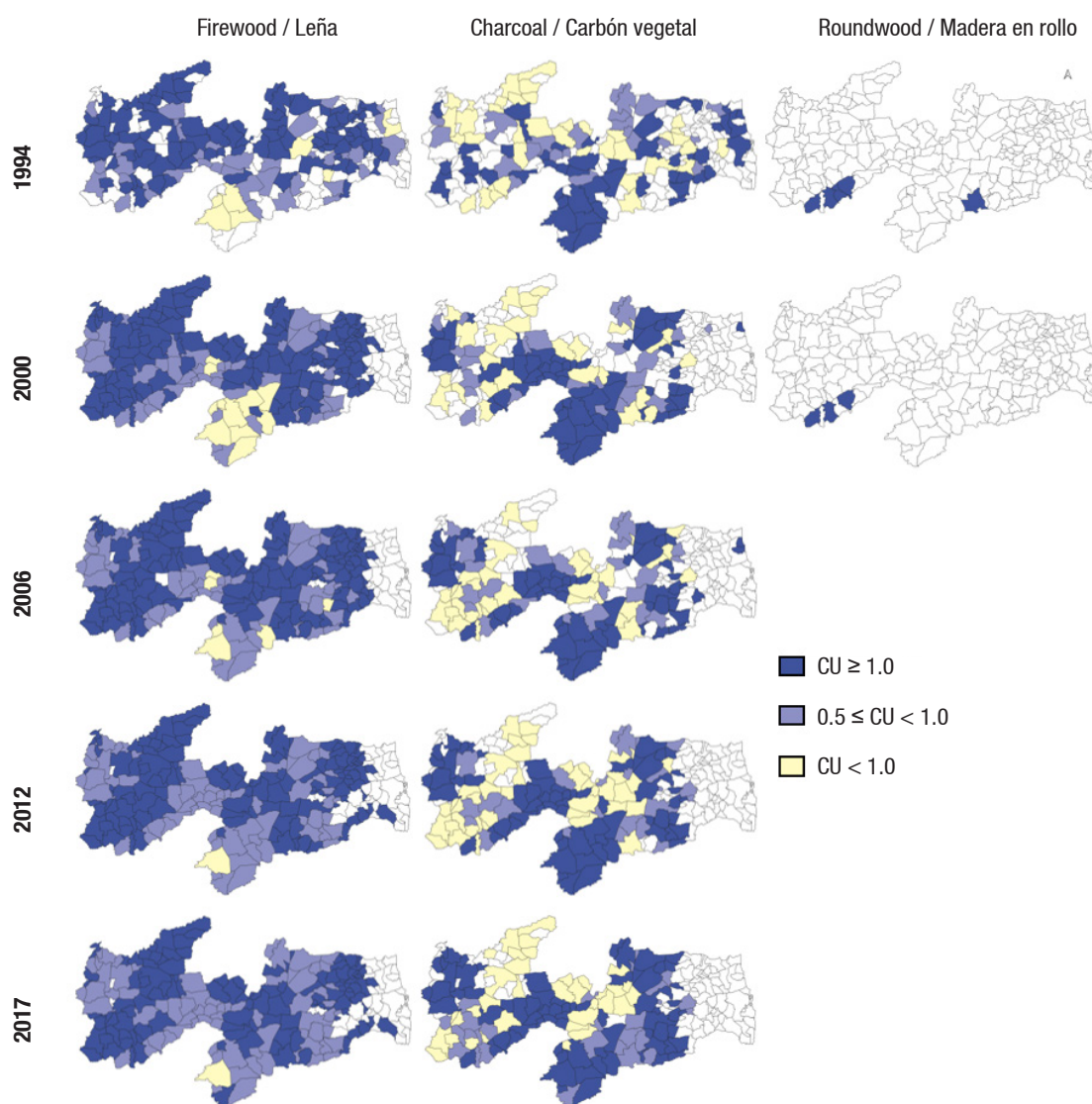


Figure 3. Evolution of the location quotient (LQ) of gross value of production of timber products in the municipalities of Paraíba, Brazil, for the period 1994-2017.

Figura 3. Evolución del cociente de ubicación (CU) del valor bruto de la producción de productos maderables en los municipios de Paraíba, Brasil, para el periodo 1994-2017.

21.17 % with medium concentration and 19.82 % with weak concentration or no wood GVP. In 2006, the number of municipalities with strong (58.56 %) and weak (16.22 %) concentration decreased with a consequent increase in the average ranking (25.22 %), mainly in municipalities inserted in the Western and Eastern Cariri micro-regions, as shown by Travassos and Souza (2014). In 2012 and 2017, the number of municipalities with strong firewood concentration decreased in relation to previous years and municipalities with average concentration increased, highlighting a greater proximity between firewood and charcoal production.

Regarding charcoal, 50 municipalities with high concentrations were identified in 1994. The highest LQ

(0.116), debido a su producción alta de carbón vegetal. A partir del 2000, el número de municipios con fuerte concentración de VBP de leña incrementó a 59.01 %, 21.17 % con concentración media y 19.82 % con concentración débil o sin VBP de madera. En 2006, el número de municipios con concentración fuerte (58.56 %) y débil (16.22 %) disminuyó con el consecuente aumento en la clasificación promedio (25.22 %), principalmente en los municipios insertados en las microrregiones de Cariri Occidental y Oriental, como lo demuestran Travassos y Souza (2014). En 2012 y 2017, el número de municipios con fuerte concentración de leña disminuyó en relación con los años anteriores y los municipios con concentración promedio aumentaron, destacando una mayor proximidad entre la producción de leña y carbón vegetal.

was 5.49 in 10 municipalities (Baía da Traição, Emas, Itapororoca, Itatuba, Ouro Velho, Salgado de São Félix, Santana dos Garrotes, São Paulo João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro and Tacima), all producing only charcoal. For the year 2000, the LQ showed an increase in the number of municipalities with high and medium concentration compared to 1994. Strong concentration was identified in 61 municipalities (27.48 %), medium concentration in 24 (10.81 %) and weak concentration in 137 localities (61.72 %). In 2006, the number of municipalities with strong classification increased and the number in the medium and weak levels decreased, showing a substitution effect between firewood and charcoal in some municipalities. In 2012, the highest LQ was in Puxinanã (12.02), located in the Borborema mesoregion, while Assunção had the lowest (0.092). As reported by Martins et al. (2018), for the same region and in the same year, the number of municipalities with strong (30.18 %) and average (13.51 %) concentration in charcoal production increased, given the increase in the control of illegal firewood production (IBGE, 2016). In 2017, there was a slight increase in the number of cities with strong concentration, again highlighting Puxinanã with LQ of 16.89.

By 1994, roundwood in the municipalities of Manaíra, Tavares, Barra de São de Miguel, Princesa Isabel and Juru showed high concentration. In 2000, the municipalities of Manaíra, Princesa Isabel and Juru remained the same, while in 2004, IBGE reported no log production data for Paraíba.

Table 1 shows the coefficient of redistribution (CRED) of GVP of timber products for the municipalities of Paraíba, for the periods 2000, 2006, 2012 and 2017 based on 1994. Charcoal production had the highest redistribution in all periods, showing that there were significant changes in the extraction pattern; the 1994-2006 interval had the highest redistribution with a value of 0.597. CRED also pointed to a significant redistribution of firewood, between 1994 and 2017, with a value of 0.591. For roundwood there was no information available to make the analysis.

In addition to the regulation that prohibited timber exploitation in the coastal zone, this restructuring was observed by the change of producers in the interior of the state. The change in the productive pattern of the municipalities was influenced by the desertification process identified by Tomasella et al. (2018). Alves et al. (2009) associated the desert nuclei, among other reasons, to the exploitation of vegetation for firewood and charcoal production.

For the period from 1994 to 2006, the redistribution of firewood occurred mainly due to increased production in the municipalities of Borborema and Agreste do

Con respecto al carbón vegetal, en 1994 se identificaron 50 municipios con fuerte concentración. El CU más alto fue 5.49 en 10 municipios (Baía da Traição, Emas, Itapororoca, Itatuba, Ouro Velho, Salgado de São Félix, Santana dos Garrotes, São Paulo João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro y Tacima), todos productores solo de carbón vegetal. Para el año 2000, el CU mostró aumento en el número de municipios con concentración fuerte y media con relación a 1994. La concentración fuerte se identificó en 61 municipios (27.48 %), concentración media en 24 (10.81 %) y débil en 137 localidades (61.72 %). En 2006 aumentaron los municipios con clasificación fuerte y disminuyó el número en los niveles medio y débil, evidenciando un efecto de sustitución entre leña y carbón vegetal en algunos municipios. En el 2012, el mayor CU lo tuvo Puxinanã (12.02), ubicado en la mesorregión de Borborema, mientras que Assunção presentó el menor (0.092). Según lo presentado por Martins et al. (2018), para la misma región y en el mismo año, el número de municipios con concentración fuerte (30.18 %) y promedio (13.51 %) en la producción de carbón vegetal aumentó, dado el incremento en la fiscalización de la producción ilegal de leña (IBGE, 2016). En el 2017 hubo un ligero aumento en el número de ciudades con fuerte concentración, destacando nuevamente Puxinanã con CU de 16.89.

Para 1994, la madera en rollo en los municipios de Manaíra, Tavares, Barra de São de Miguel, Princesa Isabel y Juru mostró alta concentración. En el 2000, los municipios de Manaíra, Princesa Isabel y Juru se mantuvieron, mientras que, en el 2004, el IBGE no presentó datos de producción de trozas en Paraíba.

El Cuadro 1 muestra el coeficiente de redistribución (CRED) del VBP de productos de madera para los municipios de Paraíba, en los periodos 2000, 2006, 2012 y 2017 con base en 1994. La producción de carbón vegetal fue la de mayor redistribución en todos los periodos, mostrando que hubo cambios significativos en el patrón de extracción; el intervalo 1994-2006 fue el de mayor redistribución con un valor de 0.597. El CRED también señaló una redistribución importante de leña, entre 1994 y 2017, con un valor de 0.591. Para la madera en rollo no hubo información disponible para hacer el análisis.

Además de la normativa que prohibía la explotación de madera en la zona costera, la reestructuración se observó por el cambio de productores en el interior del estado. El cambio en el patrón productivo de los municipios estuvo influenciado por el proceso de desertificación identificado por Tomasella et al. (2018). Alves et al. (2009) asociaron los núcleos desérticos, entre otras razones, a la explotación de la vegetación para la producción de leña y carbón vegetal.

Para el periodo de 1994 a 2006, la redistribución de leña se dio principalmente por el aumento de

Table 1. Redistribution coefficient (CRED) of the gross value of the production of timber products for the municipalities of Paraíba, Brazil, in the analyzed periods.

Cuadro 1. Coeficiente de redistribución (CRED) del valor bruto de la producción de productos de madera para los municipios de Paraíba, Brasil, en los periodos analizados.

CRED	1994-2000	1994-2006	1994-2012	1994-2017
Firewood / Leña	0.523	0.543	0.575	0.591
Charcoal / Carbón vegetal	0.536	0.597	0.548	0.584
Roundwood / Madera en rollo	0.010	-	-	-

Estado; in addition, production in the municipalities of Mata Paraibana decreased due to the prohibition of exploitation (Paupitz, 2010). Itaporanga, Conceição and Algodão de Jandaíra stood out for their high redistribution, with a strong increase in firewood production, and the municipalities of Pombal, Souza and Solânea were characterized by a decrease.

The redistribution of charcoal between 1994 and 2017 was justified by the increase in productivity in Paraíba and the decrease in the municipalities comprising Borborema and Mata Paraibana. The municipality of Sumé contributed the most to the redistribution, with a decrease in GVP from 109 000 BRL in 1994 to 11 000 in 2017 BRL. Redistribution by charcoal had the highest average value (0.566), thus similar to that found by Martins et al. (2018) for the northeastern states, although greater intensity was noted.

Table 2 presents the ranking of the 10 municipalities in Paraíba with the highest specialization coefficients (SC) of the timber products GVP from 1994 to 2017. Puxinanã had the highest SC in 2017 (0.941) with 100 % of its GVP coming from charcoal, i.e., a high degree of specialization. Baía da Traição had higher average SC value (0.692), only with charcoal production. The municipality of Monteiro also stood out with a high average SC (0.675), with charcoal production as the main contribution. Among the 10 municipalities with the highest SC, none had an average value lower than 0.500.

Table 3 presents the ranking of the 10 municipalities of Paraíba with higher restructuring coefficients (Rc) of the GVP of timber products, in the periods 2000, 2006, 2014 and 2017 compared to 1994. The Rc evidenced important changes in the productive structures of some municipalities of Paraíba. The municipalities of Itapororoca, Salgado de São Félix and Tacima had a maximum value (1.000), which indicated a complete reorganization of the structure. For these municipalities, in 1994, wood production consisted only of charcoal and only firewood starting in 1996.

The municipality of Emas underwent a continuous restructuring from 1994 onwards, becoming a firewood

la producción en los municipios de Borborema y Agreste do Estado; además, la producción en los municipios de Mata Paraibana disminuyó debido a la prohibición de explotación (Paupitz, 2010). Itaporanga, Conceição y Algodão de Jandaíra destacaron por su alta redistribución, con un fuerte aumento en la producción de leña, y los municipios de Pombal, Souza y Solânea se caracterizaron por la disminución.

La redistribución del carbón vegetal entre 1994 y 2017 se justificó por el aumento de la productividad en Paraíba y la disminución en los municipios que integran Borborema y Mata Paraibana. El municipio de Sumé fue el que más contribuyó a la redistribución, con una disminución en el VBP de 109 000 BRL en 1994 a 11 000 BRL en 2017. La redistribución por carbón tuvo el valor promedio más alto (0.566), por lo que se asemeja al encontrado por Martins et al. (2018) para los estados del noreste, aunque se notó mayor intensidad.

El Cuadro 2 presenta la clasificación de los 10 municipios de Paraíba con los coeficientes de especialización (CE) más altos del VBP de productos de madera de 1994 a 2017. Puxinanã tuvo el CE más alto en 2017 (0.941) con 100 % de su VBP procedente del carbón vegetal; es decir, un alto grado de especialización. Por su parte, Baía da Traição tuvo mayor valor de CE promedio (0.692), solo con la producción de carbón. También destacó el municipio de Monteiro con una CE media alta (0.675), con la producción de carbón vegetal como principal aporte. Entre los 10 municipios con mayores CE, ninguno tuvo un valor promedio menor de 0.500.

El Cuadro 3 presenta la clasificación de los 10 municipios de Paraíba con mayores coeficientes de reestructuración (Cr) del VBP de productos de madera, en los periodos 2000, 2006, 2014 y 2017 con respecto a 1994. El Cr evidenció cambios importantes en las estructuras productivas de algunos municipios de Paraíba. Los municipios de Itapororoca, Salgado de São Félix y Tacima tuvieron un valor máximo (1.000), el cual indicó una reestructuración completa de la estructura. Para estos municipios, en 1994, la producción de madera consistía únicamente en carbón vegetal y solo leña a partir de 1996.

Table 2. Ranking of the 10 municipalities of Paraíba, Brazil, with the highest specialization coefficients (SC) of the gross value of timber products production, for the years 1994, 2000, 2006, 2012 and 2017.

Cuadro 2. Clasificación de los 10 municipios de Paraíba, Brasil, con los mayores coeficientes de especialización (CE) del valor bruto de la producción de productos de madera, para los años 1994, 2000, 2006, 2012 y 2017.

Rank/ Posición	Municipality/ Municípios	1994	2000	2006	2012	2017
1°	Puxinanã	0.318	0.500	0.500	0.500	0.941
2°	Monteiro	0.725	0.765	0.721	0.631	0.571
3°	Alhandra	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
4°	Baía da Traição	0.818	0.880	0.881	0.500	0.500
5°	Bayeux	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
6°	Caaporã	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
7°	Capim	0.500	0.130	0.500	0.500	0.500
8°	Carrapateira	0.197	0.130	0.119	0.073	0.500
9°	Conde	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
10°	Cruz do Espírito Santo	0.197	0.500	0.500	0.500	0.500

Table 3. Ranking of the 10 municipalities with the highest restructuring coefficients (Rc) of the gross value of the production of timber products in Paraíba, Brazil, in the periods studied.

Cuadro 3. Clasificación de los 10 municipios con mayores coeficientes de reestructuración (Cr) del valor bruto de la producción de productos de madera de Paraíba, Brasil, en los periodos analizados.

Rank/ Posición	Municipality/ Municípios	1994-2000	1994-2006	1994-2012	1994-2017
1°	Itapororoca	1.000	1.000	1.000	1.000
2°	Salgado de São Félix	1.000	1.000	1.000	1.000
3°	Tacima	1.000	1.000	1.000	1.000
4°	Santana dos Garrotes	0.957	0.957	0.962	0.959
5°	São Sebastião do Umbuzeiro	0.667	0.735	0.934	0.947
6°	São João do Tigre	0.286	0.457	0.857	0.885
7°	Ouro Velho	0.429	0.862	0.798	0.826
8°	Sumé	0.012	0.527	0.664	0.693
9°	Camalaú	0.286	0.545	0.653	0.647
10°	Emas	0.667	0.500	0.784	0.598

producer from 1995 onwards, with a decrease in charcoal production. Another municipality that stood out was Santana dos Garrotes which, like Tacima, produced only charcoal in 1994; from 1996, firewood was the main source among timber products.

Conclusions

This paper presented the gross value disparity analysis of the production of timber products in Paraíba, Brazil. Firewood was the main timber product in the municipalities, charcoal was the product with the

El municipio de Emas experimentó una reestructuración continua a partir de 1994, convirtiéndose en productor de leña a partir de 1995, con disminución de la producción de carbón vegetal. Otro municipio que destacó fue Santana dos Garrotes que, al igual que Tacima, producía solo carbón vegetal en 1994; a partir de 1996, la leña fue la principal fuente entre los productos madereros.

Conclusiones

Este artículo presentó el análisis de disparidad de valor bruto de la producción de productos de madera

highest redistribution and roundwood had the lowest participation in the municipalities. The highest average specialization was identified in the municipality of Baía da Traição, while Tacima, Salgado de São Félix and Itapororoca presented the highest restructuring. This study provided information on timber production in Paraíba, which is useful for public managers and local investors, and contributes to the better use of this resource. Future studies could expand the geographical delimitation, mainly at the national level, which will indicate areas with higher productivity and profitability of the timber resource.

Acknowledgments

The authors thank the support of the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development - CNPq (grants: 310871/2021-2), Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - CAPES (grants: 88882.440994/2019-01) and the Federal University of Paraíba - UFPB, Brazil.

End of English version

References / Referencias

- Alves, J. J. A., Nascimento, S. S., & Souza, E. N. (2009). Núcleos de desertificação no estado da Paraíba. *Revista RAEGA*, 17(17), 139-152. <https://revistas.ufpr.br/raega/article/download/12314/11409>
- Alves, L. R. (2012). Indicadores de localização, especialização e estruturação regional. In C. A. Piacenti, & J. F. Lima (Ed.), *Análise Regional: metodologias e indicadores* (pp. 3350). Ed. Camões.
- Coelho Junior, L. M., Burgos, M. C., & Santos Júnior, E. P. (2018). Concentração regional da produção de lenha da Paraíba. *Ciência Florestal*, 28(4), 1729-1740. <https://doi.org/10.5902/1980509835332>
- Coelho Junior, L. M., Burgos, M. C., Santos Júnior, E. P., & Pinto, P. A. L. A. (2019). Regional concentration of the gross value of production of firewood in Paraíba. *Floram*, 26, e20170887. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.088717>
- Coelho Junior, L. M., Martins, K. L. C., Pinto, P. A. L. A., & da Silva, M. V. B. (2018a). Spatial distribution of firewood production in Northeastern Brazil (1994-2013). *Revista Árvore*, 42, e420402. <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000400002>
- Coelho Junior, L. M., Santos Júnior, E. P., Nunes, A. M. M., Souza, A. N., Borges, L. A. C., & Simioni, F. J. (2021). Concentration and clusters of black liquor thermoelectric plants in Brazil. *IEEE Latin America Transactions*, 19(12), 2122-2129. <https://doi.org/10.1109/TLA.2021.9480155>
- Coelho Junior, L. M., Rezende, J. L. P., & Oliveira, A. D. (2013). Concentração das exportações mundiais de produtos florestais. *Ciência Florestal*, 23(4), 691-701. <https://doi.org/10.5902/1980509812353>
- en Paraíba, Brasil. La leña fue el principal producto maderero en los municipios, el carbón vegetal fue el producto con mayor redistribución y la madera en rollo fue la de menor participación en los municipios. La mayor especialización promedio se identificó en el municipio de Baía da Traição, mientras que Tacima, Salgado de São Félix e Itapororoca presentaron la mayor reestructuración. Este trabajo generó información de la producción de madera en Paraíba, útil para los gestores públicos e inversores locales, y contribuye al mejor uso del recurso. Futuros estudios podrían ampliar la delimitación geográfica, principalmente a nivel nacional, lo cual indicará zonas con mayor productividad y rentabilidad del recurso maderable.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Brasil-CNPq (beca: 310871/2021-2), Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior-CAPES (becas: 88882.440994/2019-01) y la Universidad Federal de Paraíba-UFPB, Brasil.

Fin de la versión en español

- Coelho Junior, L. M., Santos Júnior, E. P., Nunes, A. M. M., Souza, A. N., Borges, L. A. C., & Simioni, F. J. (2021). Concentration and clusters of black liquor thermoelectric plants in Brazil. *IEEE Latin America Transactions*, 19(12), 2122-2129. <https://doi.org/10.1109/TLA.2021.9480155>
- Cuenca, M. A. G., & Dompieri, M. H. G. (2017). Dinâmica espacial da canavieira e análise dos efeitos sobre o valor bruto da produção, na região dos tabuleiros costeiros da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. *Revista Econômica do Nordeste*, 47(4), 91-106. <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/620>
- Escolano-Utrilla, S., & Escalona-Orca, A. I. (2017). Especialización, concentración y aglomeración espacial de los servicios intensivos en conocimiento en España. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 63(1), 55-80. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.328>
- Fundação Getúlio Vargas (2018). *Índices Gerais de Preços - IGP*. <https://portalibre.fgv.br/igp>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. FAO. https://www.bivica.org/files/bosques-estado_2018.pdf
- Fracasso, A., & Marzetti, G. V. (2018). Estimating dynamic localization economies: the inadvertent success of the specialization index and the location quotient. *Regional Studies*, 52(1), 119-132. <https://doi.org/10.1080/00343404.2017.1281388>
- Guerra, J. B. S. O. A., Dutra, L., Schwinden, N. B. C., & De Andrade, S. F. (2015). Future scenarios and trends in

- energy generation in Brazil: supply and demand and mitigation forecasts. *Journal of Cleaner Production*, 103, 197-210. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.082>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2016). *Produção da extração vegetal e da silvicultura*. [https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_\[anual\]/2016/indice_de_tabelas_pevs2016.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_[anual]/2016/indice_de_tabelas_pevs2016.pdf)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2018). *Produção da extração vegetal e da silvicultura*. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>
- Martins, K. L. C., Melquiades, T. F., Rezende, J. L. P., & Coelho Junior, L. M. (2018). Plant extractivism production disparity between Northeast Brazil and Brazil. *Floram*, 25(4), e20160456. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.045616>
- Mattei, T. F., & Mattei, T. S. (2017). Métodos de análise regional: um estudo de localização e especialização para a Região Sul do Brasil. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 38(133), 227-243. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6245375.pdf>
- Mazur, A. I., Romero, E. A., & Ecker, A. E. A. (2012). Análise locacional da produção das principais culturas na microrregião de Campo Mourão – Paraná. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 6(1), 31-45. <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/download/2011/1833>
- Morrissey, K. (2016). A location quotient approach to producing regional production multipliers for the Irish economy. *Papers in Regional Science*, 95(3), 491-506. <https://doi.org/10.1111/pirs.12143>
- Paupitz, J. (2010). Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semi-árido brasileiro. In E. Sampaio, L. A. Cestaro, M. A. Gariglio, & P. Y. Kageyama (Eds.), *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga* (pp. 49-64). Ministério do Meio Ambiente.
- Santos Júnior, E. P., Silva, M. V. B., Simioni, F. J., Rotela Junior, P., Menezes, R. S. C., & Coelho Junior, L. M. (2022). Location and concentration of the forest bioelectricity supply in Brazil: A space-time analysis. *Renewable Energy*, 199, 710-719. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.09.001>
- Tomasella, J., Vieira, R. M. S. P., Barbosa, A. A., Rodriguez, D. A., Santana, M. O., & Sestini, M. F. (2018). Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000–2016. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 73, 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.06.012>
- Travassos, I. S., & Souza, B. I. (2014). Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, 18(2), 329–340. <https://doi.org/10.11606/jissn.2179-0892.geousp.2014.84536>