

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES
AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES



Decimonovena reunión de la Conferencia de las Partes
Ciudad de Panamá (Panamá), 14 – 25 de noviembre de 2022

EXAMEN DE LAS PROPUESTAS DE ENMIENDA A LOS APÉNDICES I Y II

A. Propuesta

Transferir *Paubrasilia echinata* del Apéndice II al Apéndice I de conformidad con la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17), Anexo I, párrafo A), apartados i) el hábitat donde se encuentra la especie está disminuyendo y v) la especie es objeto de tala selectiva, y párrafo B), apartados iii) la especie es objeto de tala selectiva y iv) una disminución de la superficie y la calidad del hábitat y del número de individuos, y con la anotación siguiente.

Anotación

Todas las partes, derivados y productos acabados, incluidos arcos de instrumentos musicales, excepto los instrumentos musicales y sus partes, orquestas itinerantes y músicos solistas que porten “pasaportes musicales” de conformidad con la Res. 16.8.

B. Autor de la propuesta

Brasil*

C. Justificación

1. Taxonomía

1.1 Clase: Magnoliopsida

1.2 Orden: Fabales

1.3 Familia: Fabaceae

1.4 Género, especie o subespecie, incluido el autor y el año *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima y G.P.Lewis, 2016.

1.5 Sinónimos científicos: *Caesalpinia echinata* Lam., *Guilandina echinata* (Lam) Spreng, *Caesalpinia obliqua* Vog., *Caesalpinia vesicaria* Vell.

1.6 Nombres comunes: español: Palo brasil, Brasil, Palo pernambuco, Pernambuco, Palo rosado
francés: Bois de pernambouc
inglés: Brazilwood, Pernambuco, Pernambuco wood.

* Las denominaciones geográficas empleadas en este documento no implican juicio alguno por parte de la Secretaría CITES (o del Programa de las Naciones Unidas) para el Medio Ambiente sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La responsabilidad sobre el contenido del documento incumbe exclusivamente a su autor.

alemán: Pernambuckholz.
portugués: Arabutá, Arabutã, Árvore-do-brasil, Brasilete, Brasileto, Ibirapiranga, Ibirapita, Ibirapitã, Ibirapitanga, Ibirapitinga, Ibirapuíta, Ibiripitanga, Imirapiranga, Imirapitã, Imirapitanga, Muirapiranga, Orabutã, **Pau-brasil**, Pau-de-pernambuco, Pau-pernambuco, Pau-rosado, Pau-vermelho, Sapão (Camargos et al, 2001)

1.7 Número de código:

2. Visión general

El palo brasil (*Paubrasilia echinata*) es un árbol de tamaño mediano de la familia Fabaceae, con flores amarillas, y es una especie endémica de la Mata Atlántica del Brasil. Produce una madera de excelente calidad que es apreciada en todo el mundo para la fabricación de arcos para instrumentos musicales. Es un árbol símbolo nacional (Brasil, 1978), que ha sido sobreexplotado como uno de los principales productos comerciales durante la época colonial para la extracción de tintes (brasilina o brazileína), durante la ocupación portuguesa. Las estimaciones de datos de explotación del palo brasil apuntan a la eliminación de 527.182 árboles maduros durante cinco siglos de explotación económica (Rocha, 2008).

El uso del palo brasil en la industria musical comenzó a mediados del siglo XVIII, debido a sus características físico-mecánicas que le proporcionan un excelente sonido. Actualmente se considera la mejor especie para fabricar arcos de instrumentos musicales de cuerda. Más de cinco siglos de explotación intensa del árbol para la obtención de tintes y posteriormente para la industria musical, combinados con una gran presión de deforestación sobre el bioma costero, llevaron a la fragmentación de las poblaciones naturales, una reducción drástica de las poblaciones, la eliminación completa de la especie en varios lugares donde históricamente era abundante y la inclusión de la especie en la lista de la flora brasileña en peligro de extinción desde 1992, en la categoría “En Peligro”.

En los últimos cinco años, las investigaciones del Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA) y de la Policía Federal han demostrado que la industria brasileña ha estado utilizando madera autóctona prohibida para abastecer el creciente mercado internacional de arcos para instrumentos musicales en los Estados Unidos, Europa y Asia. Es necesario reprimir estas actividades delictivas, aumentando rigurosamente el control del comercio internacional de estas maderas. La inclusión del palo brasil en el Apéndice I de la CITES pretende aumentar estas restricciones al comercio internacional, con el objetivo de reducir las presiones sobre las poblaciones autóctonas que quedan de esta especie en la costa brasileña.

3. Características de la especie

3.1 Distribución

El palo brasil se da de forma espontánea exclusivamente en el territorio brasileño, en la franja costera entre los estados de Río de Janeiro y Río Grande del Norte, entre las latitudes 5° 30' (RN) y 23° (RJ), solo en el bioma de la Mata Atlántica. Pueden consultarse datos sobre la distribución de la especie en Rocha y Simabukuro (2008) y Rocha (2010). No existen estimaciones fiables sobre el tamaño de las poblaciones autóctonas.

Se cultivan ampliamente en el país árboles aislados como plantas ornamentales en calles y parques, y a veces en plantaciones comerciales (Gagnon *et al.*, 2016).

Los municipios con zonas donde se ha confirmado la presencia de poblaciones naturales en los últimos años se indican en el Cuadro 1 (Carvalho, 2003; Lima, 2004; Lobão, 2007; Rocha y Simabukuro, 2008; Rocha, 2010; Zani *et al.*, 2012; Sarnaglia Junior *et al.*, 2014).

Cuadro 1: Municipios con registros botánicos de presencia natural de palo brasil.

Estado	Zona de presencia
Río Grande del Norte -RN	Baía Formosa, Extremoz, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim y Tibau do Sul
Paraíba - PB	Camaratuba, Mamanguape y Rio Tinto.

Estado	Zona de presencia
Pernambuco - PE	São Lourenço da Mata hasta Vitória de Santo Antão, Nazaré da Mata, Tracunhaém, Pau d'Alho, Timbaúba y Goiana
Alagoas - AL	Junqueira y Coruripe
Sergipe - SE	No se conocen poblaciones autóctonas en el estado.
Bahía - BA	Barrolândia, Camacan, Caraíva, Eunápolis, Guaratinga, Ibirapitanga, Ipiaú, Itamaraju, Itapé, Jussari, Mascote, Pau-Brasil, Pirai do Norte, Porto Seguro Santa Luzia, Tapera, Ubaitaba, Una y Vitória da Conquista
Espírito Santo - ES	Aracruz y Vila Velha*
Río de Janeiro - RJ	Araruama, Arraial do Cabo, Búzios, Cabo Frio, Duque de Caxias, Iguaba Grande, Itaipuaçu, Japeri, Miguel Pereira, Niterói, Nova Iguaçu, Río de Janeiro, São Pedro da Aldeia y Saquarema

* Nuevos datos que aún no se han publicado

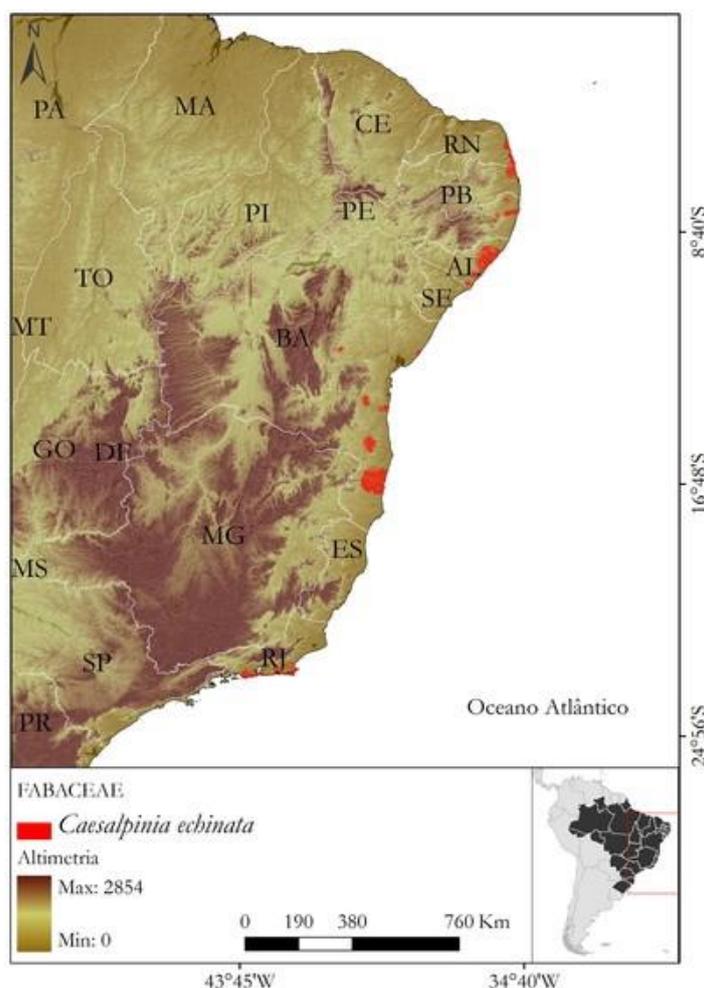


Figura 1 - Distribución geográfica actual de *Paubrasilia echinata*. (Fuente: CNCFlora, 2012).

3.2 Hábitat

Está presente en zonas de bosque estacional semidecíduo de las tierras bajas, en la pluviselva densa y en bosques de dunas y bancos de arena de la franja costera del bioma de la Mata Atlántica (Carvalho, 2003).

3.3 Características biológicas

Es un árbol perenne, una especie de clímax o seral tardía, de crecimiento lento y gran longevidad, que ocupa el estrato medio del bosque, normalmente de 5 a 15 metros de altura y de 15 a 50 cm de

diámetro a la altura del pecho (DAP), pero puede alcanzar hasta 30 metros de altura y 100 cm de DAP en la edad adulta. El tronco es corto, retorcido y filoso, con un tallo corto, que excepcionalmente alcanza los 15 m en el bosque primario, con pequeños contrafuertes en la base. Tiene una corona abierta y amplia, con follaje verde oscuro brillante y ramas puntiagudas. La corteza es de color marrón grisáceo o marrón rosado en los lugares donde se desprende en forma de placas. El duramen es rojo y el tronco exuda una savia roja cuando sufre lesiones. Es una planta hermafrodita, con flores fragantes de color amarillo dorado, polinizadas principalmente por abejas. Florece de septiembre a noviembre en el estado de Río de Janeiro y de diciembre a mayo en el estado de Pernambuco. Produce madera de color anaranjado o rojo anaranjado, con densidades altas (1,0 a 1,10 g/cm³), brillante, de grano irregular y textura media, muy resistente a los hongos (Carvalho, 2003).

3.4 Características morfológicas

Árboles de tamaño medio a grande, de 5 m más de 15 m de altura, protegidos con espinas entre pequeñas y grandes, que suelen surgir de protuberancias leñosas, de 1 a 20 mm de longitud (las espinas a menudo son escasas o no existen en los ejemplares más maduros y en las ramas más grandes y añosas); corteza de color marrón castaño a casi negro con lenticelas pustulosas grisáceas, descascarillada en grandes placas leñosas; duramen rojo; el tronco exuda una savia roja cuando sufre lesiones. Estípulas lanceoladas, de agudas a acuminadas, caducas. Hojas bipinnadas, terminadas en un par de pinnas; pecíolo y raquis finamente tomentosos; pinnas alternadas, con el par terminal opuesto o subopuesto, con 2-3 a 20 pares de pinnas por hoja; folíolos alternos, con 2-3 a 19-21 folíolos por hoja (generalmente el número de folíolos es inversamente proporcional a su tamaño), 0,9 a 5 cm × 0,5 a 3,6 cm (aunque algunos ejemplares tienen folíolos de hasta 12 cm de longitud), limbos coriáceos, entre generalmente oblongos a subromboidales, ápice redondeado, obtuso o emarginado, base asimétrica, eglandular, glabrosa; vena media excéntrica y venas secundarias broquidódromas. La inflorescencia es un racimo o panícula terminal, u ocasionalmente axilar, finamente tomentoso, con alrededor de 15 a 40 flores; brácteas generalmente ovadas-trianguulares, de ápice agudo a acuminado, de menos de 1 mm de longitud, pubescentes, caducas. Flores bisexuales, zigomorfas; el cáliz es un hipanto tomentoso con 5 sépalos, que son de aproximadamente de 5 a 9 mm de largo, el sépalo más bajo es cuculado y cubre los otros 4 en el capullo; todos los sépalos son caducos pero el hipanto persiste como un anillo libre alrededor del pedicelo cuando la vaina madura; 5 pétalos libres, amarillo brillante; el pétalo central tiene una mancha rojo sangre en la cara interna, de entre 11 a 15 mm × 4 a 10 mm; todos los pétalos son eglandulares, entre generalmente obovados a ligeramente espatulados; las garras de los pétalos son pubescentes; 10 estambres de 7 a 9 mm de largo, eglandulares, densamente pubescentes en la mitad inferior; ovario pubescente con pequeñas espinas entremezcladas, cámara estigmática subterminal con filamentos. El fruto es una vaina espinosa, finamente pubescente, sublunar, leñosa, de 5,5 a 7,3 cm × 1,9 a 2,6 cm, vaina elástica dehiscente con válvulas retorcidas, con 1 a 2 semillas. Semillas comprimidas lateralmente, de ovadas a obovadas (Gagnon *et al.*, 2016).

A pesar de estar reconocida como una sola especie en el género *Caesalpinia* que se separó en varios miembros recientemente, el palo brasil muestra una considerable variación en toda su área de distribución. Es posible reconocer al menos tres patrones morfológicos, que muestran diferencias en las hojas (fórmula foliar, forma del folíolo y tamaño) y en la estructura anatómica de la madera. Estos morfotipos son genéticamente separables (Juchum *et al.*, 2008); sin embargo, hasta ahora no se ha reconocido oficialmente ninguna subespecie o variedad.

3.5 Función de la especie en su ecosistema

Es una especie seral tardía y longeva que ocupa el estrato medio de los bosques costeros en suelos poco fértiles, con alto valor de dominancia e importancia en la composición arbórea en los fragmentos donde se la evaluó (Zani *et al.*, 2012; Sarnaglia Junior *et al.*, 2014). Desempeña un papel importante en el sistema agroforestal de cacao y cabucas (Lobão, 2007). Se sabe poco sobre la función de esta especie en el ecosistema o sobre otros aspectos ecológicos pertinentes.

4. Estado y tendencias

4.1 Tendencias del hábitat

La Mata Atlántica cubría originalmente cerca del 15% del territorio nacional, en 17 estados, y queda únicamente el 12,4% del bosque que existía hace 500 años. La distribución geográfica original del palo brasil y el tamaño de sus poblaciones autóctonas se han visto reducidos por la tala para la explotación de su madera, la apertura de zonas para actividades agrícolas y forestales y la expansión

de los centros urbanos (Rocha, 2010). Las poblaciones más grandes se encuentran ahora en zonas boscosas en unidades de conservación totalmente protegidas o en sistemas agroforestales de cacao y cabucas en el sur de Bahía. Están en rápida disminución debido a la acelerada transformación de las plantaciones de cacao en pastizales para el pastoreo.

4.2 Tamaño de la población

No hay datos concretos sobre el tamaño de las poblaciones naturales en los fragmentos restantes de la especie. Cuando se elaboró el Inventario Florístico Nacional realizado por el Servicio Forestal Brasileño, no se localizaron ejemplares de palo brasil en las parcelas donde se obtuvieron muestras en los estados de Espírito Santo (SFB, 2019), Sergipe (SFB, 2017), Paraíba (SFB, 2019) y Río Grande del Norte (SFB, 2018), zonas de presencia histórica de la especie. En Río de Janeiro (SFB, 2018) se encontró la especie en poblaciones naturales, pero no se realizaron estimaciones del tamaño de la población.

4.3 Estructura de la población

La estructura poblacional de uno de los últimos fragmentos de bosque nativo con palo brasil en Espírito Santo fue evaluada por Zani *et al.* (2012). Los datos fitosociológicos indican que el palo brasil tenía el mayor valor de importancia en ese fragmento de bosque ombrófilo denso basimontano (bosque de meseta), entre las 181 especies arbóreas de las que se obtuvieron muestras en la zona. También señalan que la especie tenía un gran número de regenerantes en el sotobosque, lo que se asociaba a la alta disponibilidad de luz en algunos tramos con claros. No se conocen otros estudios sobre la estructura poblacional del palo brasil en otros fragmentos donde se da la especie.

4.4 Tendencias de la población

La Mata Atlántica es uno de los biomas más amenazados del mundo, y el palo brasil se da en ambientes que han sido muy degradados desde la colonización hasta hoy, lo que provocó una intensa disminución de la calidad del hábitat y la extinción de subpoblaciones. Estas extinciones locales fueron responsables de la fragmentación de la especie, que pasó a presentar una distribución agregada, provocando una reducción de la variabilidad genética, con un flujo genético cada vez menor entre subpoblaciones (CNCFLORA, 2012). Ya no se encuentran poblaciones naturales en Sergipe. En Espírito Santo, hay un único fragmento de bosque con una población nativa de palo brasil en Aracruz. Recientemente se ha descubierto una nueva población en otro municipio de Espírito Santo. Hay una fuerte expansión urbana en los fragmentos donde se encuentra palo brasil en Río de Janeiro. En el sur de Bahía, la amenaza también se agrava por la disminución de las zonas de producción de cacao, donde la especie se mantuvo para dar sombra a *Theobroma cacao* en el sistema agroforestal de cacao y cabucas (Lobão, 2007). Incluso con toda la protección jurídica otorgada a la especie, hay registros actuales y recientes de tala selectiva de árboles centenarios, dentro y fuera de las áreas protegidas, en Paraíba, Río Grande del Norte (Rocha, 2008) y especialmente en el sur de Bahía, para abastecer el mercado de arcos para instrumentos musicales. Aunque las dos últimas décadas han estado marcadas por las inversiones en la sensibilización ambiental respecto la necesidad de conservar esta especie en particular, lo que incluye abundantes estudios sobre fenología, genética, germinación, anatomía de la madera, entre otros, las presiones negativas sobre las poblaciones naturales de la especie en los fragmentos de bosque restantes son evidentes. No existen experimentos formales que evalúen la tendencia poblacional de la especie en los fragmentos donde se presenta. Sin embargo, debido al avance de la deforestación, el desmantelamiento del sistema agroforestal de cacao y cabucas y el aumento de los casos de extracción selectiva, la tendencia es obviamente una fuerte disminución de la población.

4.5 Tendencias geográficas

La Mata Atlántica tiene solo el 12,4% de su cobertura original. Dado que *P. echinata* se presenta en ambientes de bosques estacionales semidecíduos, bosques ombrófilos densos y bancos de arena, su supervivencia se vuelve cada vez más limitada. Existen decenas de plantaciones experimentales, dentro y fuera del área de distribución natural de *P. echinata*, especialmente en el estado de São Paulo, que pueden ser útiles para la conservación *ex-situ* de la especie (Rocha y Simabukuro, 2008).

5. Amenazas

5.1 Deforestación

La deforestación de la Mata Atlántica se ha intensificado en los últimos años. En total, se deforestaron 21.642 ha entre 2020/2021, 13.053 ha entre 2019/2020 y 14.375 ha entre 2018/2019. El aumento en el último bienio fue preocupante en los estados costeros, donde se encuentran los últimos fragmentos naturales de palo brasil. Según la Fundación *SOS Mata Atlántica* (2022), hubo un aumento significativo de la pérdida de bosques en los estados de Pernambuco (569%), Alagoas (302%), Río de Janeiro (95%), Bahía (54%). El alto nivel sostenido de pérdida de vegetación autóctona es una verdadera amenaza para *Paubrasilia echinata*.

5.2 Tala ilegal y exportación de *Paubrasilia echinata*

En virtud de la Ley Federal n.º 11.428 de 2006 y el Decreto Federal n.º 6.660 de 2008, se prohíbe la explotación de las especies nativas incluidas en la Lista Oficial de Especies Amenazadas de la Flora Brasileña en la Mata Atlántica. Por lo tanto, la legislación nacional no permite la extracción de palo brasil en su hábitat natural.

La protección jurídica no ha impedido a los delincuentes talar ilegalmente árboles maduros en Bahía, Río Grande del Norte y Paraíba (Rocha, 2008). En 2019, el IBAMA capturó 102 troncos de palo brasil recién cortados y ocultos en una finca rural vinculada a un famoso *archetier* de Aracruz (ES), que exportaba legalmente arcos a Europa y los Estados Unidos. También se descubrió el transporte ilegal de palo brasil en la carretera BR 101 de São Mateus (ES) y la tala selectiva de árboles centenarios dentro del Parque Nacional Pau-brasil en Porto Seguro (BA). La extracción selectiva de palo brasil se sigue practicando activamente, tanto dentro como fuera de las unidades de conservación. En todos los casos detectados recientemente, el destino de estas maderas es la industria de fabricación de arcos para instrumentos musicales.

6. Utilización y comercio

6.1 Utilización nacional

El uso actual de *Paubrasilia echinata* es la fabricación de arcos para instrumentos musicales. La madera de palo brasil es ampliamente buscada en el extranjero, siendo considerada internacionalmente como la única que reúne características ideales de resonancia, densidad, durabilidad, belleza, además de la extensión de la curvatura, peso, espesor y preciosas cualidades tonales, para la confección de los mejores arcos de instrumentos de cuerda. Se comercializa casi exclusivamente en el extranjero (más del 92%) como arcos de violín, viola, violonchelo y contrabajo, bajo la denominación "Pernambuco" o "Brazilwood" (palo brasil).

Con el palo brasil se pueden fabricar arcos de alto valor y gran calidad, incluso arcos de bajo costo utilizados por aficionados y estudiantes (Angyalossy, 2005). Hemos observado que el mercado internacional busca principalmente arcos profesionales, clasificados como de categoría oro, plata y níquel, extremadamente exigentes en cuanto a la calidad de la madera utilizada para fabricarlos. Se calcula que estos requisitos eliminan más del 90% de la madera cortada, considerada como residuo en la línea de producción, no apta para la fabricación de arcos profesionales.

6.2 Comercio lícito

No existe un control formal de la comercialización internacional de arcos para instrumentos musicales, debido a la anotación #10 para la especie cuando se la incluyó en el Apéndice II en septiembre de 2007. Conforme a la legislación brasileña, la actividad que figura en el Documento de Origen Forestal (DOF, siglas en portugués) se controla únicamente hasta el nivel de las piezas en bruto para arcos, y los arcos también están fuera de los controles y registros de comercialización por parte de los organismos ambientales.

De manera informal, los datos recogidos durante las acciones de inspección llevadas a cabo en los últimos años por el IBAMA en las empresas productoras de arcos —seguramente infravaloradas— indican que en los últimos 20 años se han vendido 127.274 piezas de arcos en bruto y arcos en el extranjero. Los principales países consumidores de materia prima de palo brasil son Estados Unidos, Japón, Bélgica, Alemania, Países Bajos, Portugal, Italia y Francia.

6.3 Partes y derivados en el comercio

Los principales productos de *Paubrasilia echinata* comercializados son arcos para violín, viola, violonchelo y contrabajo. Ocasionalmente, los botones, las clavijas, las mentoneras y los cordales también son de palo brasil. Para los arcos de instrumentos musicales, se utiliza el código 920992 del SA (Sistema Armonizado) y el NCM (Número Común del MERCOSUR) 92099200 para los instrumentos musicales de cuerda.

Los principales países importadores de arcos y piezas en bruto para arcos son: Estados Unidos, Bélgica, Japón, Alemania, Países Bajos, Italia, Portugal, Francia, Provincia china de Taiwán, China, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Canadá, Singapur, Eslovenia, Corea del Sur, Polonia, España, Suiza, Australia, RAE de Hong Kong, Chile, Colombia, Argentina y Austria.

6.4 Comercio ilícito

El IBAMA detectó el transporte ilegal de arcos de instrumentos musicales de palo brasil sin ningún tipo de documento enviados como paquete por correo. Entre 2017 y principios de 2018, se retuvieron 10 envíos de piezas de arco de palo brasil y arcos sin ninguna prueba de origen legal en el aeropuerto de Guarulhos. En octubre de 2018, la "Operación Dó-Ré-Mi", que llevó a cabo el IBAMA, comenzó a combatir el comercio ilegal de madera de especies CITES, especialmente *Paubrasilia echinata* y *Dalbergia nigra*. En esta operación, se descubrieron decenas de delitos ambientales e infracciones administrativas que involucran a productores de arcos para instrumentos musicales, cuyas actividades se concentran especialmente en el estado de Espírito Santo, en los municipios de Aracruz, João Neiva, Linhares, Santa Teresa y Domingos Martins. En estos lugares, más de 30 fabricantes de arcos y empresas fueron multados por producir el instrumento con madera de origen ilegal, que fue sido extraída principalmente de restos de bosques del sur de Bahía. Los agentes del IBAMA incautaron de más de 200.000 piezas en bruto para arcos y arcos fabricados con madera sin origen legal. De acuerdo con la inspección, las existencias de palo brasil de las empresas se componen de materiales de desecho, ya evaluados en la línea de producción y abandonados debido a defectos físicos, grietas, fisuras, agujeros, desalineación de las fibras, piezas en bruto de arco con barrido/forma irregular, grano cruzado, nudos u otras imperfecciones que no sirven para la fabricación de arcos con la calidad requerida por el mercado de exportación. Se observó que las empresas han estado buscando activamente nuevas fuentes de materia prima, tratando de encontrar piezas en bruto de calidad para arcos que puedan cumplir los requisitos del mercado de exportación. En esta organización participan extractores que aprovechan los árboles dentro y fuera de las unidades de conservación, intermediarios que descomponen los troncos en piezas en bruto para arcos y los venden directamente a fabricantes de arcos nacionales y extranjeros, o a transportistas que entregan estos materiales a empresas de la región de Espírito Santo. La madera ilegal entra en los almacenes de las empresas y queda amparada por los documentos oficiales que estas ya poseen, lo que da un aire de legalidad al comercio de arcos que se realiza a partir de entonces. Con los datos remitidos por el IBAMA, la Policía Federal puso en marcha en noviembre de 2021 una operación destinada a combatir el contrabando de palo brasil, con órdenes de registro e incautación dirigidas a 20 objetivos. Los investigadores creen que la mayor parte de la madera se extrajo del Parque Nacional Pau-Brasil, en el sur de Bahía, que alberga la mayor cantidad de restos del árbol símbolo nacional, y que ha informado de la tala selectiva de estos árboles en varias ocasiones en la última década, todos ellos cortados a los tamaños de tronco estándar utilizados en la industria de los arcos. La policía calcula que los sospechosos se han beneficiado de más de 46 millones de dólares del contrabando en el mercado internacional.



Figura 2 - 400 arcos en bruto de origen ilegal enviados por correo a Francia, incautados en el aeropuerto de Guarulhos (SP) en 2017.



Figura 3 - 102 troncos de palo brasil de origen ilegal ocultos en la propiedad rural de un *archetier* conocido a nivel mundial, incautados en Aracruz (ES) durante la operación Dó-Ré-Mi en 2019.



Figura 4 - 20.747 piezas de arcos en bruto de origen ilegal escondidas en una propiedad rural en João Neiva (ES), incautadas durante la Operación Dó-Ré-Mi en 2018.

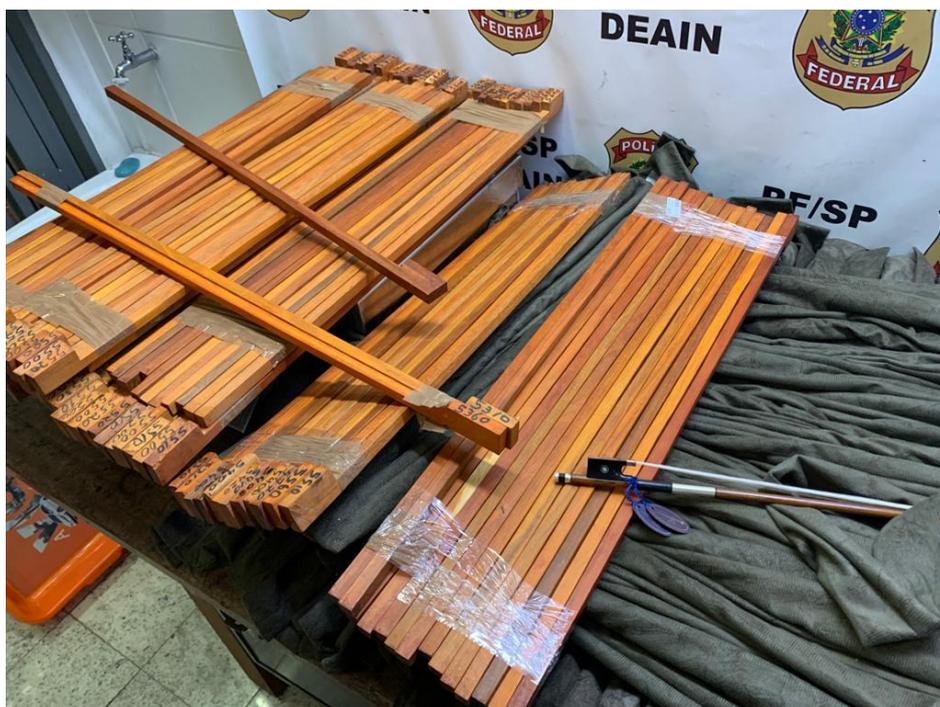


Figura 5 - 120 arcs en bruto y 114 arcs sin ninguna documentación de origen, capturados en una operación de contrabando que era transportada en maletas a Inglaterra por un famoso fabricante de arcs brasileño detenido en el aeropuerto de Guarulhos (SP) en abril de 2022.

A pesar de todos los esfuerzos realizados por el IBAMA y la Policía Federal, en los últimos meses se han detectado nuevos cargamentos de arcs y piezas en bruto que pasan de contrabando por los aeropuertos brasileños, enviados como paquetes o transportados por los propios fabricantes de arcs en sus equipajes facturados y de mano en sus viajes al extranjero.

6.5 Efectos reales o potenciales del comercio

A nivel nacional, la transferencia de *P. echinata* del Apéndice II al Apéndice I no supondrá grandes cambios, ya que la legislación brasileña no permite la explotación de la especie en la naturaleza, y permite únicamente la plantación registrada en el organismo ambiental o el material considerado preconvencción y obtenido de acuerdo con la legislación brasileña.

En la actualidad, solo existen permisos CITES para las piezas de arcs en bruto (producto sin terminar, antes de los arcs). La transferencia de la especie del Apéndice II al Apéndice I permitirá controlar también el comercio de arcs acabados. No se conoce ningún comercio internacional de plántulas, semillas o corteza.

Habrá repercusiones burocráticas para las empresas que comercializan los productos y subproductos de las especies, especialmente en las transacciones con arcs de los instrumentos musicales, que pretendemos que se incluyan en los controles CITES, debido a la necesidad de obtener los permisos de exportación en los organismos administrativos que los expiden en cada país, lo que generará retrasos en las transacciones comerciales o barreras comerciales definitivas para los casos en los que no haya prueba del origen o la cadena de custodia o un certificado preconvencción. Se espera que estas medidas restrictivas garanticen una mayor protección de la especie.

7. Instrumentos jurídicos

7.1 Nacional

La legislación relativa a la preservación de *P. echinata* consta de una serie de instrumentos jurídicos específicos y de medidas más generalizadas que rigen la explotación y el transporte de las plantas autóctonas brasileñas. Estos son:

Ley Federal n.º 6.607, de 7 de diciembre de 1978, que declara el palo brasil como árbol nacional y determina la realización de una campaña de divulgación sobre la importancia de esa especie en la

historia del Brasil y la implantación, en todo el territorio nacional, de viveros de palo brasil, con el objetivo de su conservación y distribución para fines cívicos.

Ley Federal n.º 11.428, de 22 de diciembre de 2006, que prevé el uso y la protección de la vegetación nativa del Bioma de la Mata Atlántica.

Decreto Federal n.º 6.660, de 21 de noviembre de 2008, que regula la Ley Federal n.º 11.428/2006.

Ordenanza MMA n.º 320/2012, de 21 de septiembre de 2012, que crea el Programa Nacional de Conservación del Palo Brasil.

Ordenanza MMA n.º 443, de 17 de diciembre de 2014, que incluye a *Paubrasilia echinata* como en peligro de extinción en Brasil, clasificada como “En Peligro” (EN) según los criterios de la UICN. Esta impone una protección total para las especies de las categorías Extinto en la naturaleza (EW), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU), lo que incluye la prohibición de su recolección, cosecha, transporte, almacenamiento, manipulación, procesamiento y comercialización, entre otros.

Instrucción Normativa del MMA n.º 01, de 12 de febrero de 2015, que detalla los procedimientos de aprobación de los planes estratégicos de gestión forestal para las especies vulnerables e indica un plazo para las restricciones de uso de las especies de las categorías En Peligro Crítico y En Peligro.

Ley Federal n.º 12.651, de 25 de mayo de 2012, que prevé la protección de la vegetación autóctona, facultando a las autoridades federales y estatales a prohibir o restringir la tala de especies en peligro de extinción.

Instrucción Normativa del IBAMA n.º 21, de 14 de diciembre de 2014, por la que se establece el sistema nacional de control de origen forestal (SINAFLOR).

Resolución CONAMA n.º 278, de 24 de mayo de 2001, que determina para el IBAMA la suspensión de las autorizaciones concedidas por acto propio o por delegación a los demás organismos del Sistema Nacional de Medio Ambiente (SISNAMA), para la tala y explotación de especies amenazadas, incluidas en la lista oficial de ese organismo, en poblaciones naturales en el bioma de la Mata Atlántica, hasta que se establezcan criterios técnicos, científicamente fundamentados, que garanticen la sostenibilidad de la explotación y la conservación genética de las poblaciones explotables.

Resolución CONAMA n.º 300, de 20 de marzo de 2002, que complementa los casos sujetos a autorización de tala previstos en el art. 2 de la Resolución n.º 278, de 24 de mayo de 2001.

La Resolución del CONAMA n.º 317 de 4 de diciembre de 2002 establece los criterios necesarios para la conservación genética y la sostenibilidad de la explotación de las especies de flora amenazadas de la Mata Atlántica, que deben sustanciarse en Planes Estatales de Conservación y Aprovechamiento basados en estudios técnicos y científicos.

7.2 Internacional

Paubrasilia echinata está incluida en el Apéndice II desde 2007 (CoP 14), con la anotación #10, que designa trozas, madera aserrada, láminas de chapa de madera, incluyendo artículos de madera no terminados utilizados para la fabricación de arcos para instrumentos musicales de cuerda para los permisos CITES. Los arcos acabados están exentos del permiso CITES.

8. Ordenación de la especie

8.1 Medidas de gestión

La legislación brasileña no permite la explotación de la especie en su hábitat natural. Sin embargo, sabemos que la explotación ilegal de la especie continúa, incluso dentro de las áreas protegidas. Las transacciones de madera entre las empresas y los fabricantes de arcos están controladas por el Documento de Origen Forestal (DOF) desde septiembre de 2006. Sin embargo, la evaluación de los orígenes de las poblaciones registradas inicialmente en este sistema presentaba graves fallos, que se han descubierto solo recientemente. Además, el sistema controla el desglose y el transporte solo hasta el punto en que la madera se divide en piezas de arco. Los arcos, como productos acabados, están exentos de ser declarados a las autoridades, y su transporte y comercialización no requieren documentos ambientales. El sistema tampoco requiere información sobre los residuos de subproductos inutilizables (piezas de arcos en bruto defectuosas). Por estas razones, los mecanismos

de control de las existencias preconvencción en los astilleros de las empresas son ineficaces y proporcionan datos incompletos a las autoridades ambientales. En cuanto a la conservación, el Programa Nacional para la Conservación del Palo Brasil creado en 2012 no ha mostrado avances significativos en cuanto a la adopción de medidas para proteger la especie. Hay proyectos en marcha que prevén la producción y distribución de plántulas de la especie. Sin embargo, se desconocen los mecanismos de control y seguimiento gubernamentales de estos programas, que aparentemente han sido utilizados más bien como herramientas de comercialización por actores vinculados a la industria de la fabricación de arcos, en un intento de dar un aparente marco de sostenibilidad a la actividad depredadora de la tala de árboles centenarios de palo brasil .

8.2 Supervisión de la población

No existe un seguimiento de la población de la especie *Paubrasilia echinata* por parte de las instituciones gubernamentales, ni hay datos sobre la viabilidad de la explotación de la madera del árbol autóctono en el medio natural.

8.3 Medidas de control

8.3.1 Internacional

Paubrasilia echinata está incluida en el Apéndice II de la CITES desde 2007. Sin embargo, debido a la anotación #10, los arcos acabados están exentos del control de la CITES, por lo que el comercio se controla solo hasta la fase de los arcos no acabados: las piezas en bruto.

8.3.2 Nacional

A pesar de la existencia de una legislación restrictiva y de la protección del bioma de la Mata Atlántica y de la especie *P. echinata*, sigue habiendo una explotación ilegal de la especie, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas. La legislación brasileña tampoco se pronuncia sobre la comercialización de productos acabados (arcos) debido a la exención del Documento de Origen Forestal (DOF) otorgada por la Instrucción Normativa n.º 21/2014. Por lo tanto, las autoridades brasileñas no saben cuántos arcos se venden al año. Existe una cifra estimada basada en las facturas presentadas por las empresas, pero este número no refleja necesariamente la realidad, teniendo en cuenta los diversos casos de comercialización que se detectan en el extranjero sin ninguna documentación aduanera. El Programa Nacional de Conservación Palo Brasil no está activo en el Ministerio de Medio Ambiente.

8.4 Cría en cautividad y reproducción artificial

No existen grandes plantaciones comerciales de esta especie. Hay solo algunas pequeñas plantaciones comerciales e iniciativas de conservación, como aquellas de IPCI - Iniciativa Internacional de Conservación de Pernambuco (<http://www.ipci-usa.org/index.html>), pero todavía no se comercializa la madera de las plantaciones (Groves y Rutherford, 2016). La mayoría de las plantaciones que existen hoy en día no cumplen los requisitos de registro exigidos por la legislación ambiental, y no figuran en el Sistema Nacional de Control de Origen de Productos Forestales (SINAFLOR) del IBAMA. Tampoco hay informes de plantaciones comerciales que se hayan gestionado y conducido correctamente para una futura cosecha que produzca materia prima con las características requeridas para las actividades de fabricación de arcos. Según las leyes brasileñas, las plantaciones existentes deben ser registradas oportunamente en los organismos ambientales, con proyectos técnicos elaborados por profesionales legalmente cualificados. Hubo algunos casos de autorización de la tala de árboles plantados con fines comerciales, pero la inspección encontró pruebas de que parecían ser solo movimientos fraudulentos para adquirir créditos virtuales en los sistemas de control para encubrir la madera de origen ilegal.

No hay consenso sobre la edad ideal para cosechar los árboles plantados. Carvalho (2003) indica que el palo brasil presenta un crecimiento muy lento e irregular, y que demora décadas en alcanzar el punto de corte ideal para la producción de arcos. Se dice que demora 80 años en estar lista para ser cosechada, pero no hay estudios que demuestren que esta edad sea la mínima para el uso de la madera plantada en arcos para instrumentos musicales. Los estados nororientales de Pernambuco, Río Grande del Norte y Alagoas tienen algunas plantaciones que están siendo monitoreadas por la ONG *Associação Plantas do Nordeste*, que indica una buena tasa media de incremento en altura y diámetro, pero aún no indica la posibilidad de cosechar los árboles plantados (Santana *et al.*, 2020).

Rolim y Piotto (2018) realizaron un amplio estudio en una plantación de palo brasil de 24 años y presentaron en una ficha técnica una evaluación detallada de los datos de crecimiento y productividad y los resultados de las evaluaciones físico-mecánicas de la madera (densidad aparente, densidad básica, contracción, coeficiente de anisotropía, módulo de rotura en flexión estática, resistencia máxima al cizallamiento, resistencia máxima a la compresión paralela a las fibras y dureza Janka). Indican que el palo brasil necesita ciclos prolongados, de 40 a 50 años, para alcanzar al menos 30 cm de DAP.

Pocos estudios han evaluado la calidad de la madera de las plantaciones de Aracruz (Marques, 2009; Marques *et al.*, 2012; Schimleck *et al.*, 2013). Algunos parámetros evaluados se consideraron prometedores; sin embargo, no había pruebas de que las cualidades de estas maderas fueran las mismas que aquellas de las maderas autóctonas. En una entrevista reciente, un experimentado fabricante de arcos de Aracruz que tuvo acceso a estas maderas de origen plantado dijo que las maderas eran “blandas”. Lichtemberg *et al.* (2022) informan de que, hasta la fecha, se ha cuestionado seriamente la calidad de la madera de los árboles plantados en comparación con la madera de alta calidad de los árboles de los hábitats naturales, así como la ambigüedad de la normativa para su uso comercial.

No tenemos información sobre plantaciones de *Paubrasilia echinata* fuera del Brasil.

8.5 Conservación del hábitat

Existen poblaciones de palo brasil en varias unidades de conservación totalmente protegidas y de uso sostenible. El Cuadro 2 muestra las áreas protegidas que tienen poblaciones de la especie (Rocha y Simabukuro, 2008; Rocha, 2010; CNTFlora, 2012).

Cuadro 2: Áreas protegidas con presencia registrada de poblaciones naturales de palo brasil.

Estado	Zona de presencia
Río Grande del Norte - RN	Parque Estadual das Dunas; RPPN Mata da Estrela; Parque Ecológico Água das Dunas; Parque Estadual Mata de Pipa;
Paraíba - PB	ESEC Pau-brasil; REBIO Guaribas;
Pernambuco - PE	ESEC Tapacurá
Alagoas - AL	ESEC Serra do Ouro; RPPN Usina Coruripe
Bahia - BA	ESEC Pau-brasil, RPPN Estação Veracruz, PARNA do Descobrimento, PARNA do Monte Pascoal, PARNA do Pau-brasil, REBIO de Una, RPPN Serra do Teimoso
Espírito Santo - ES	APA Lagoa Grande*
Rio de Janeiro - RJ	APA Serra da Capoeira Grande, REBIO Tinguá, APA Massambaba, RESEC Estadual de Jacarepiá, APA Serra de Sapatiba, APA do Pau-brasil, Parque Estadual Serra da Tiririca; Parque Municipal da Boca da Barra; Reserva Ecológica Darcy Ribeiro
Sergipe - SE	No se conocen poblaciones autóctonas en las áreas protegidas.

* Nuevos datos que aún no se han publicado

8.6 Salvaguardias

Véase 7.1.

9. Información sobre especies similares

La madera de palo brasil puede identificarse fácilmente por su coloración anaranjada/rojiza, los rayos estratificados en la cara tangencial y la presencia de brasilina, que aparece como un tinte rojizo en contacto con una solución básica.

Es posible separar *Paubrasilia echinata* de especies similares, como *Brosimum rubescens*, *Centrolobium* spp. y *Manilkara* spp. por el aspecto general y el color, y solo *Centrolobium* tiene estructuras estratificadas. También son similares algunas especies de *Handroanthus* spp. y *Dialium guianense*, debido a su uso para el mismo fin, la producción de arcos para instrumentos musicales. Ambas se distinguen del palo brasil por el color, los depósitos de ipeína en los vasos de duramen que son comunes

en *Handroanthus* y por el parénquima axial con bandas estrechas de *Dialium*. Ninguna de estas maderas similares al palo brasil exuda tinta.

Hay descripciones de la anatomía macroscópica del palo brasil disponibles en Mainieri (1960), Manieri *et al.*, (1983), Coradin *et al.* (2010), Alves *et al.*, (2013), Ruffinatto y Crivellaro (2019). Hay descripciones de la anatomía microscópica de la madera en Mainieri (1960), Richter y Dallwitz (2000) Insidewood (2004) Angyalossy *et al.* (2005), Alves *et al.* (2008), Gasson *et al.* (2009; 2011); Richter *et al.* (2014), Melo Júnior y Barros (2017), Macedo *et al.* (2019), Brandes *et al.* (2020).

10. Consultas

Paubrasilia echinata es endémica del Brasil. Por lo tanto, no hay razón para consultar datos de otros países.

11. Observaciones complementarias

Las investigaciones realizadas por el IBAMA y la Policía Federal descubrieron que la industria brasileña de fabricación de arcos está utilizando, al parecer, madera autóctona extraída ilegalmente para alimentar el creciente mercado internacional de arcos para instrumentos musicales en los Estados Unidos, Europa y Asia. Los graves fraudes descubiertos recientemente indican que las empresas y los fabricantes de arcos independientes han estado engañando a la inspección ambiental, introduciendo fraudulentamente datos en los sistemas de control e introduciendo material ilícito en las empresas, haciendo que materiales de origen ilegal parezcan legales.

Se necesitan medidas urgentes para reprimir estas actividades delictivas, no solo con acciones a nivel nacional, sino también con un mayor rigor y control del transporte internacional de estas maderas. La inclusión del palo brasil en el Apéndice I de la CITES pretende aumentar estas restricciones al comercio internacional, con la expectativa de que se reduzcan las presiones sobre las poblaciones autóctonas que quedan de esta especie en la costa brasileña.

12. Referencias

- Alves, E.S.; Longui, E.L.; Amano, E. 2008. Pernambuco wood (*Caesalpinia echinata*) used in the manufacture of bows for string instruments. IAWA J. 29: 323–335. DOI: 10.1163/22941932-90000190
- Alves R.C.; Oliveira, J.T.S.; Motta, J.P.; Paes, J.B. 2013. Elaboração de uma chave de identificação das principais madeiras comercializadas no estado do Espírito Santo. Enciclopédia Biosf. 9: 979–988.
- Angyalossy, V.; Amano, E. & Alves, E. S. 2005. Madeiras utilizadas na fabricação de arcos para instrumentos de corda: aspectos anatômicos. Acta bot. bras. 19(4): 819-834
- Brasil. Lei federal nº 6.607 de 07 de dezembro de 1978.
- Bueno, E. 2002. Pau-brasil. São Paulo, Axis Mundi.
- Brandes, A.F.N.; Novello, B.Q.; Lemos, D.N.; Nascimento, L.B.; Albuquerque, R.P., Tamaio, N.; Barros, C.F. 2020. Wood anatomy of endangered Brazilian tree species. IAWA Journal 41 (4). 510–576
- Camargos, J.A.A.; Coradin, V.T.R.; Czarneski, C.M.; Oliveira, D.; Meguerditchian, I. 2001. Catálogo de árvores do Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Laboratório de Produtos Florestais: Brasília, Ed. IBAMA. 896p.
- Carvalho, P.E.R. 2003. Espécies arbóreas brasileiras. Colombo: EMBRAPA Florestas. v. 1. 1040 p.
- CNCFlora. *Caesalpinia echinata* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Caesalpinia_echinata>. Accessed on 13 may 2022.
- Coradin VTR, Camargos JAA, Pastore TCM, Christo AG. 2010. Madeiras comerciais do Brasil: chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos. Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais, Brasília.
- Fontes, R. S. 1995. Pau-brasil, um sonho de resgate. Recife: FUNBRASIL. p.218.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 2022. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2020-2021 Relatório técnico. São Paulo: SOS Mata Atlântica/INPE. 72p. www.sosma.org.br

- Gagnon, E.; Bruneau, A.; Hughes, C.E.; De Queiroz, L.P.; Lewis, G.P. 2016 A new generic system for the pantropical *Caesalpinia* group (Leguminosae). *PhytoKeys* 71: 1–160. doi: 10.3897/phytokeys.71.9203
- Gasson, P.; Warner, K.; Lewis, G. 2009. Wood anatomy of *Caesalpinia* s.s., *Coulteria*, *Erythrostemon*, *Guilandina*, *Libidibia*, *Mezoneuron*, *Poincianella*, *Pomaria* and *Tara* (Leguminosae, Caesalpinioideae, Caesalpinieae). *IAWA J.* 30: 247–276. DOI: 10.1163/22941932-90000218.
- Gasson, P.; Baas, P.; Wheeler, E. 2011. Wood anatomy of CITES-listed tree species. *IAWA J.* 32: 155–198. DOI: 10.1163/22941932-90000050.
- Groves, M. & Rutherford, C. 2016. CITES and timber: a guide to CITES-listed tree species. Kew, Royal Botanical Gardens.
- Insidewood. 2004. Published on the Internet. <http://insidewood.lib.ncsu.edu> Accessed 31 May 2022.
- Juchum, F.S.; Costa, M.A.; Amorin, A.M.; Corrêa, R.X. 2008. Phylogenetic relationships among morphotypes of *Caesalpinia echinata* Lam. (Caesalpinioideae: Leguminosae) evidenced by trnL intron sequences. *Naturwissenschaften* 95:1085–1091. DOI 10.1007/s00114-008-0424-6
- Lichtenberg, S., E. Huber-Sannwald, J. Reyes-Agüero, D. Anhof, and U. Nehren. 2022. Pau-brasil and string instrument bows telecouple nature, art, and heritage. *Ecology and Society* 27(1):32. <https://doi.org/10.5751/ES-13047-270132>
- Lima, H.C.de, Lewis, G.P. & Bueno, E. 2002. Pau-brasil: uma biografia. *In*: Bueno, E. Pau-brasil, São Paulo, Axis Mundi Editora. p.39-76.
- Lima, H.C. de. 2004. As pesquisas sobre Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) no Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: situação atual e perspectivas. Oficina de Trabalho sobre Conservação do Pau-brasil. IBAMA, Diretoria de Florestas.
- Lobão, E.V.P. 2007. Agroecossistema cacauero da Bahia: cacau-cabruca e fragmentos florestais na conservação de espécies arbóreas. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal, 98 p.
- Macedo, T.M.; Lima, H.C.; Souza, N.D.; Gonçalves, A.C.; Costa, C.G.; Barros, C.F. 2019. Intraspecific variation of *Paubrasilia echinata* (Fabaceae) wood along a latitudinal gradient in Brazil. *Flora* 258: 151437. DOI: 10.1016/j.flora.2019.151437
- Mainieri, C. 1960. Estudo macro e microscópico de madeiras conhecidas por Pau-brasil. São Paulo, Publicação IPT 612p.
- Mainieri, C.; Chimelo, J.P. & Angyalossy, V. 1983. Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras. São Paulo, Promocet.
- Marques, S.S. 2009. Características de madeiras de *Caesalpinia echinata* Lam. proveniente de reflorestamento e de floresta natural para confecção de arco de arco de violino. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 127p.
- Marques, S.S.; Oliveira, J.T.S.; Paes, J.B.; Alves, E.S., Silva, A.G. e Fiedler, N. C. 2012. Estudo comparativo da massa específica aparente e retratibilidade da madeira de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) nativa e de reflorestamento. *Revista Árvore*, 36 (2). p. 373-380.
- Melo Júnior, J.C.F.; Barros, C.F. 2017. Madeiras históricas em embarcações tradicionais do baixo rio São Francisco. *Rev. do Mus. Arqueol. e Etnol.* 28: 109–123. DOI: 10.11606/issn.2448-1750.revmae.2017.125770
- Richter, H.G.; Gembruch, K.; Koch, G. 2014. CITESwoodID: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish. Version: 20th August 2019. deltaintkey.com.
- Richter, H.G.; Dallwitz, M.J. 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 9th April 2019. delta-intkey.com.
- Rocha, Y.T.; Simabukuro, E.A. Estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* do Pau-brasil. *In*: Pau-brasil, da semente à madeira: conhecer para conservar. Instituto de Botânica, São Paulo, p. 102-113, 2008.
- Rocha, Y.T. 2010. Distribuição geográfica e época de florescimento do Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam. – Leguminosae). *Revista do Departamento de Geografia*, 20. p 23-36

- Rolim, S.G. & Piotto, D. 2018. Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica. Belo Horizonte, Ed. Rona. 160p.
- Ruffinatto F, Crivellaro A. 2019. Atlas of macroscopic wood identification. Springer International Publishing, Cham.
- Santana, J.A.S.; Canto, J.L.; Pareyn, F.G.C.; Cabral, M.J.S.G. 2020. Comportamento de *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H. C. Lima & G. P. Lewis (Pau-brasil) em plantios homogêneos experimentais no Nordeste do Brasil. *Diversitas Journal*. Santana do Ipanema (AI). vol. 5, n. 4, p. 2422-2438. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i4-990
- Sarnaglia Junior, V.B.; Zani, L.B.; Gomes, J.M.L.; Thomaz, L.D. 2014. Estrutura e composição florística de um trecho de Mata Atlântica com *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau Brasil). *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* 34: 39-62.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Espírito Santo. Brasília, DF: MAPA, 2019. 81p. (Série Relatórios Técnicos - IFN)
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Paraíba. Brasília, DF: MAPA, 2019. 84p. (Série Relatórios Técnicos - IFN).
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Inventário Florestal Nacional: Rio de Janeiro: principais resultados. Brasília, DF: MMA, 2018. 111 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN)
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Inventário Florestal Nacional: Sergipe: principais resultados. Brasília, DF: MMA, 2017. 87 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN)
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Rio Grande do Norte. Brasília: MMA, 2018. 64 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN)
- Schimleck, L.R.; Matos, J.L.M.; Muniz, G.I.B., Espey, C.; Taylor, A; Harper, D. 2013. Examination of wood properties of plantation-grown Pernambuco (*Caesalpinia echinata*). *IAWA Journal* 34 (1), 34-48.
- Zani, L.B.; Sarnaglia Junior, V.B.; Gomes, J.M.L.; Thomaz, L.D. 2012. Estrutura de um fragmento de Floresta Atlântica em regeneração com ocorrência de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil). *Biotemas*, 25 (4), 75-89. doi: 10.5007/2175-7925.2012v25n4p75