

CONVENTION SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL DES ESPÈCES
DE FAUNE ET DE FLORE SAUVAGES MENACÉES D'EXTINCTION



Dix-neuvième session de la Conférence des Parties
Panama (Panama), 14 – 25 novembre 2022

EXAMEN DES PROPOSITIONS D'AMENDEMENT DES ANNEXES I ET II

A. Proposition

Transférer *Paubrasilia echinata* de l'Annexe II à l'Annexe I conformément à la résolution Conf. 9.24 (Rev. CoP17), annexe I, paragraphe A) i) l'habitat où l'espèce est présente est en déclin et v) l'espèce souffre d'une exploitation sélective et paragraphe B) iii) l'espèce souffre d'une exploitation sélective et iv) la superficie et la qualité de l'habitat sont en déclin ainsi que le nombre d'individus, avec l'annotation suivante.

Annotation

Toutes les parties, produits et produits finis, y compris les archets pour instruments de musique, sauf les instruments de musique et leurs parties composant des orchestres en tournée, et les musiciens solistes munis de passeports musicaux, conformément à la résolution Conf. 16.8.

B. Auteur de la proposition

Brésil*

C. Justificatif

1. Taxonomie

1.1 Classe : Magnoliopsida

1.2 Ordre : Fabales

1.3 Famille : Fabaceae

1.4 Genre, espèce ou sous-espèce, et auteur et année : *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P.Lewis, 2016.

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

1.6 Noms communs : français : Bois de Pernambuco
anglais : Brazilwood, Pernambuco, Pernambuco wood.

* Les appellations géographiques employées dans ce document n'impliquent de la part du Secrétariat CITES (ou du Programme des Nations Unies pour l'environnement) aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires ou zones, ni quant à leurs frontières ou limites. La responsabilité du contenu du document incombe exclusivement à son auteur.

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

1.7 Numéros de code :

2. Vue d'ensemble

Le bois de Pernambouc, *Paubrasilia echinata*, est un arbre de taille moyenne, aux fleurs jaunes, de la famille des Fabaceae, endémique de la forêt atlantique du Brésil. Il produit un bois d'excellente qualité, apprécié dans le monde entier pour la facture des archets pour instruments de musique. Arbre national du Brésil (Brazil, 1978), il a été surexploité pour l'extraction de teintures (brazilein) et fut l'un des principaux produits commerciaux de l'époque coloniale portugaise. Les données d'exploitation estimées du bois de Pernambouc font état de l'abattage de 527 182 arbres adultes en cinq siècles d'exploitation économique (Rocha, 2008).

C'est au milieu du 18^e siècle que le bois de Pernambouc a commencé à être utilisé par l'industrie de la musique, pour la qualité de ses caractéristiques physicomécaniques qui produisent une excellente sonorité. On considère aujourd'hui que c'est la meilleure espèce pour la fabrication d'archets pour instruments musicaux à cordes. 520 ans d'exploitation intense de l'arbre pour obtenir des teintures, puis pour l'industrie musicale, se sont conjugués avec d'importantes pressions de déboisement sur le biome côtier et ont entraîné le morcellement des populations naturelles, une réduction spectaculaire des populations et l'élimination de l'espèce en plusieurs endroits où elle était historiquement abondante puis, en 1992, à l'inscription de l'espèce sur la liste de la flore brésilienne menacée, dans la catégorie « En danger ».

Depuis cinq ans, des études d'IBAMA (Institut brésilien pour l'environnement et les ressources naturelles renouvelables) et de la police fédérale ont démontré que l'industrie brésilienne a exploité un bois natif dont l'utilisation est interdite pour approvisionner le marché international en expansion des archets pour instruments de musique aux États-Unis, en Europe et en Asie. Ces activités criminelles doivent être réprimées par un contrôle plus rigoureux du commerce international de ces bois. L'inscription du bois de Pernambouc à l'Annexe I de la CITES a pour objet de renforcer ces restrictions sur le commerce international, en vue de réduire les pressions sur les dernières populations natives de l'espèce, sur le littoral brésilien.

3. Caractéristiques de l'espèce

3.1 Répartition géographique

Le bois de Pernambouc ne pousse spontanément que sur le territoire brésilien, sur la bande côtière qui s'étend entre les États de Rio de Janeiro et du Rio Grande do Norte, entre les latitudes 5° 30' (RN) et 23° (RJ), uniquement dans le biome de la forêt atlantique. On peut trouver des données sur l'aire de répartition de l'espèce dans Rocha & Simabukuro (2008) et Rocha (2010). Il n'y a pas d'estimations fiables de la taille des populations natives.

Des arbres isolés sont largement cultivés dans le pays en tant que plantes ornementales, le long des rues et dans les parcs, et parfois dans des plantations commerciales (Gagnon *et al.*, 2016).

Les municipalités où des populations naturelles ont été confirmées depuis quelques années sont indiquées dans le tableau 1 (Carvalho, 2003 ; Lima, 2004 ; Lobão, 2007 ; Rocha & Simabukuro, 2008 ; Rocha, 2010 ; Zani *et al.*, 2012 ; Sarnaglia Junior *et al.*, 2014).

Tableau 1 : Municipalités possédant des archives botaniques sur l'occurrence naturelle du bois de Pernambouc

État	Zone d'occurrence
Rio Grande do Norte - RN	Baía Formosa, Extremoz, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim et Tibau do Sul
Paraíba - PB	Camaratuba, Mamanguape et Rio Tinto.
Pernambuco - PE	São Lourenço da Mata jusqu'à Vitória de Santo Antão, Nazaré da Mata, Tracunhaém, Pau d'Alho, Timbaúba et Goiana
Alagoas - AL	Junqueira et Coruripe
Sergipe - SE	Il n'y a pas de populations natives connues dans cet État.
Bahia - BA	Barrolândia, Camaçan, Caraíva, Eunápolis, Guaratinga, Ibirapitanga, Ipiaçu, Itamaraju, Itapé, Jussari, Mascote, Pau-Brasil, Pirai do Norte, Porto Seguro Santa Luzia, Tapera, Ubaitaba, Una et Vitória da Conquista
Espírito Santo - ES	Aracruz et Vila Velha*
Rio de Janeiro - RJ	Araruama, Arraial do Cabo, Búzios, Cabo Frio, Duque de Caxias, Iguaba Grande, Itaipuaçu, Japeri, Miguel Pereira, Niterói, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, São Pedro da Aldeia et Saquarema

* Nouvelles données n'ayant pas encore été publiées

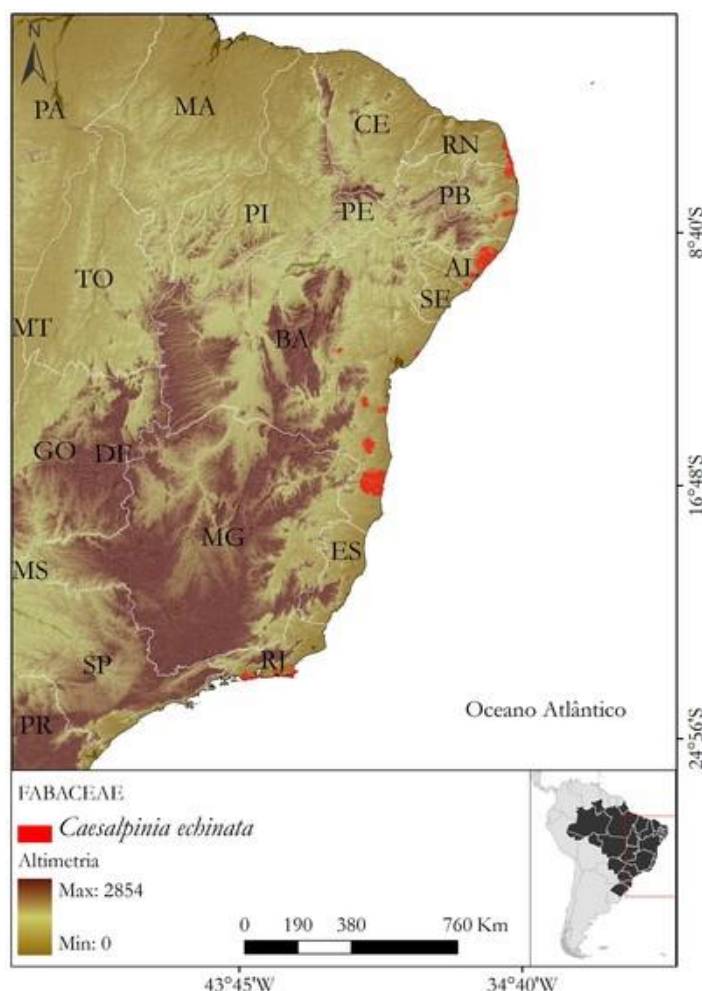


Figure 1 – Répartition géographique actuelle de *Paubrasilia echinata*. (Source : CNCFlora, 2012).

3.2 Habitat

On trouve le bois de Pernambouc dans la forêt semi-décidue saisonnière de plaine, la forêt dense humide, les forêts de dunes et sur les berges sableuses de la bande côtière du biome de la forêt atlantique (Carvalho, 2003).

3.3 Caractéristiques biologiques

C'est un arbre pérenne, une espèce climacique, à la croissance lente, à longue durée de vie, occupant la strate moyenne de la forêt ; il mesure généralement 5 à 15 mètres de haut avec 15 à 50 cm de DHP, mais peut atteindre 30 mètres de haut et 100 cm de DHP à l'âge adulte. Le tronc est court, tordu, a des excroissances épineuses, une tige courte, et atteint exceptionnellement 15 m en forêt primaire, avec un petit contrefort à la base. La couronne est ouverte et large, avec un feuillage vert foncé brillant et des branches épineuses. L'écorce est brun grisâtre ou brun rosé là où elle se détache sous forme de plaques. Le bois de cœur est rouge et le tronc exsude une sève rouge par ses blessures. Plante hermaphrodite, présentant des fleurs jaune doré odorantes, essentiellement pollinisées par les abeilles. L'arbre fleurit de septembre à novembre dans l'État de Rio de Janeiro et de décembre à mai dans l'État de Pernambouc. Il produit un bois coloré, orange ou rouge orangé, à la densité élevée (1,0 à 1,10 g/cm³), brillant, au grain irrégulier, à la texture moyenne, très résistant aux champignons (Carvalho, 2003).

3.4 Caractéristiques morphologiques

Arbre de taille moyenne à grande, 5 à 15 m+ de haut, armé d'épines petites à grandes, tournées vers le haut, qui jaillissent généralement de protubérances ligneuses, 1 à 20 mm de long (les épines sont souvent éparses ou absentes sur les spécimens plus âgés et sur les branches plus grosses et plus anciennes) ; écorce châtain à presque noir, avec lenticelles pustuleuses grisâtres, se détachant en grandes plaques ligneuses ; bois de cœur rouge, et tronc exsudant une sève rouge par ses blessures. Stipules lancéolées, aiguës à acuminées, caduques. Feuilles bipennées, se terminant par une paire de pennes ; pétiole et rachis finement tomenteux ; pennes alternes, la paire terminale étant opposée à subopposée, avec (2–) 3–20 paires de pennes par feuille ; folioles alternes, avec (2–) 3–19 (–21) folioles par penne (généralement le nombre de folioles est inversement proportionnel à leur taille), 0,9–5 × 0,5–3,6 cm (bien que certains spécimens aient des folioles pouvant atteindre 12 cm de long), limbe des folioles coriace, largement oblongue à subrhombique, apex arrondi, obtus ou émarginé, base asymétrique, é glanduleuse, glabre, nervure centrale excentrique, nervures secondaires brochidodromes. Inflorescence terminale, ou occasionnellement axillaire, racème ou panicule finement tomenteux, avec environ 15–40 fleurs ; bractées largement ovées-triangulaires, apex aigu à acuminé, moins de 1 mm de long, pubescent, caduc. Fleurs bisexuelles, zygomorphes ; calice à hypanthium tomenteux avec 5 sépales d'environ 5 à 9 mm de long, le sépale inférieur est cucullé et couvre les 4 autres dans le bourgeon, tous les sépales caducs mais hypanthium persistant en tant qu'anneau libre autour de la pédicelle, à mesure que la gousse mûrit ; 5 pétales, libres, jaune brillant, le pétale du milieu portant une tache rouge sang sur la face intérieure, environ 11–15 × 4–10 mm, tous les pétales é glanduleux, largement obovés à légèrement spatulés, les onglets du pétale pubescents ; 10 étamines, libres, 7–9 mm de long, é glanduleuses, densément pubescentes sur la partie inférieure ; ovaire pubescent avec de petites épines entremêlées, stigmaté à chambre frangée subterminale. Le fruit est épineux, finement pubescent, quasi en forme de croissant, ligneux, 5,5–7,3 × 1,9–2,6 cm, gousse déhiscente élastique avec valves tordues, 1–2 graines. Les graines sont comprimées latéralement, ovales-obovales (Gagnon *et al.*, 2016).

Bien qu'étant reconnue comme espèce à part entière dans le genre récemment divisé des *Caesalpinia*, le bois de Pernambouc présente des variations considérables dans son aire de répartition. Il est possible de reconnaître au moins trois formes morphologiques avec des différences dans leurs feuilles (structure des feuilles, forme de la foliole, et taille) et dans la structure anatomique du bois. Ces morphotypes sont génétiquement séparables (Juchum *et al.*, 2008), toutefois, à ce jour, aucune sous-espèce ou variété n'a été officiellement reconnue.

3.5 Rôle de l'espèce dans son écosystème

C'est une espèce climacique à longue vie qui occupe la strate moyenne des forêts côtières, sur des sols peu fertiles, ayant une valeur de domination et une importance élevées dans la composition des arbres, sur les parcelles où l'espèce a été évaluée (Zani *et al.*, 2012 ; Sarnaglia Junior *et al.*, 2014). Elle joue un rôle notable dans le système agroforestier cacao-cabruca (Lobão, 2007). On connaît peu sa fonction dans l'écosystème et peu d'autres aspects écologiques pertinents.

4. État et tendances

4.1 Tendances de l'habitat

À l'origine, la forêt atlantique couvrait environ 15 % du territoire national, dans 17 États. Il ne reste plus aujourd'hui que 12,4 % de la forêt qui existait il y a 500 ans. La distribution géographique d'origine du bois de Pernambouc et la taille des populations natives ont été réduites par l'exploitation pour le bois, l'ouverture d'espaces pour l'agriculture et les activités forestières, et l'expansion des centres urbains (Rocha, 2010). Aujourd'hui, on trouve les plus grands peuplements dans les zones boisées d'aires de conservation protégées ou dans les systèmes agroforestiers cacao-cabruca, dans le sud de l'État de Bahia, en déclin rapide compte tenu de la transformation accélérée des plantations de cacao en pâturages.

4.2 Taille de la population

Il n'y a pas de données concrètes sur la taille des populations naturelles dans les fragments où survit l'espèce. Lors de la constitution de l'Inventaire national de la flore, par le Service brésilien des forêts, aucun spécimen de bois de Pernambouc n'a été repéré dans les lots échantillonnés des États d'Espírito Santo (SFB, 2019), Sergipe (SFB, 2017), Paraíba (SFB, 2019) et Rio Grande do Norte (SFB, 2018), zones d'occurrence historique de l'espèce. Dans l'État de Rio de Janeiro (SFB, 2018), l'espèce a été observée en peuplements naturels mais il n'y a pas eu d'estimations de la taille de la population.

4.3 Structure de la population

La structure de la population, pour l'un des derniers fragments de forêt native contenant du bois de Pernambouc dans l'État d'Espírito Santo, a été évaluée par Zani *et al.* (2012). Les données phytosociologiques indiquent que, parmi les 181 espèces d'arbres échantillonnées dans la région, le bois de Pernambouc a la plus grande valeur dans ce fragment de forêt dense ombrophile de plaine (forêt de plateau). Les auteurs notent aussi que l'espèce possédait le plus grand nombre de nouvelles pousses dans le sous-étage, ce qui tiendrait à la grande disponibilité de lumière dans les zones de clairières. Aucune autre étude de la structure de la population de bois de Pernambouc dans d'autres fragments où l'espèce est présente n'est connue.

4.4 Tendances de la population

La forêt atlantique est un des biomes les plus menacés du monde et le bois de Pernambouc est présent dans des milieux qui ont été gravement dégradés, de l'époque de la colonisation à ce jour, ce qui a entraîné un déclin marqué de la qualité de l'habitat ainsi que l'extinction de sous-populations. Ces extinctions locales sont responsables de la fragmentation de l'espèce qui a commencé à présenter une distribution agrégée, causant une réduction de la variabilité génétique avec un flux génétique de plus en plus faible entre sous-populations (CNCFLORA, 2012). On ne trouve plus de populations naturelles dans le Sergipe. Dans l'État d'Espírito Santo, il ne reste qu'un seul fragment forestier avec une population native de bois de Pernambouc à Aracruz. Récemment, une nouvelle population a été découverte dans une autre municipalité d'Espírito Santo. On note une expansion urbaine rapide dans les fragments où est présent le bois de Pernambouc, dans l'État de Rio de Janeiro. Dans le sud de Bahia, la menace est aussi aggravée par le déclin des zones de production de cacao où l'espèce était conservée pour ombrager *Theobroma cacao*, dans le système agroforestier cacao-cabruca (Lobão, 2007). Malgré toute la protection juridique offerte à l'espèce, on relève des cas actuels et récents de coupes sélectives d'arbres centenaires à l'intérieur et à l'extérieur des aires protégées dans les États de Paraíba, Rio Grande do Norte (Rocha, 2008) et en particulier dans le sud de l'État de Bahia, pour approvisionner le marché des archets pour instruments de musique. Bien que les deux dernières décennies aient été marquées par des investissements dans la sensibilisation à l'environnement et la nécessité de conserver cette espèce en particulier, avec de nombreuses études sur la phénologie, la génétique, la germination, l'anatomie du bois, entre autres, les pressions négatives sur les populations naturelles de l'espèce dans les derniers fragments forestiers, sont évidentes. Il n'y a pas d'études formelles évaluant les tendances de la population de l'espèce dans les fragments où on la trouve. Néanmoins, compte tenu de l'avancée du déboisement, du démantèlement du système agroforestier cacao-cabruca, et de l'augmentation des cas d'extraction sélective, la tendance est bien évidemment à un déclin marqué de la population.

4.5 Tendances géographiques

La forêt atlantique ne couvre plus que 12,4 % de sa superficie d'origine. *P. echinata* est présent dans des forêts saisonnières semi-décidues, forêts denses ombrophiles et sur les berges sableuses de sorte que sa survie est de plus en plus compromise. Il existe des dizaines de plantations expérimentales, à l'intérieur et à l'extérieur de l'aire de répartition naturelle de *P. echinata*, en particulier dans l'État de São Paulo, qui peuvent contribuer à la conservation *ex situ* de l'espèce (Rocha & Simabukuro, 2008).

5. Menaces

5.1 Déforestation

Ces dernières années, la déforestation de la forêt atlantique s'est intensifiée. Au total, 21 642 ha ont été déboisés entre 2020 et 2021, 13 053 ha entre 2019 et 2020 et 14 375 ha entre 2018 et 2019. Dans les deux dernières années, la progression de la déforestation a inquiété les États côtiers où se trouvent les derniers fragments naturels de bois de Pernambouc. Selon la Fondation SOS Mata Atlântica (2022), il y a eu un recul important des forêts dans les États de Pernambouc (569 %), Alagoas (302 %), Rio de Janeiro (95 %), Bahia (54 %). Le niveau élevé de perte constante de la végétation indigène est une menace réelle pour *Paubrasilia echinata*.

5.2 Exploitation et exportation illégales de *Paubrasilia echinata*

Selon la Loi fédérale n° 11,428 de 2006 et le Décret fédéral n° 6,660 de 2008, l'exploitation d'espèces indigènes figurant sur la Liste officielle des espèces menacées de la flore brésilienne dans la forêt atlantique est interdite. En conséquence, la législation nationale n'autorise pas l'extraction du bois de Pernambouc dans son habitat naturel.

La protection juridique n'a pas empêché les criminels d'exploiter illégalement les arbres adultes dans les États de Bahia, Rio Grande do Norte et Paraíba (Rocha, 2008). En 2019, IBAMA a saisi 102 grumes récemment coupées de bois de Pernambouc, dissimulées dans une propriété rurale liée à un archetier célèbre d'Aracruz (ES), qui exportait légalement des archets vers l'Europe et les États-Unis. On a également saisi un transport illégal de bois de Pernambouc sur la route BR 101 de São Mateus (ES) et des arbres centenaires coupés sélectivement à l'intérieur du Parc national Pau-Brasil de Porto Seguro (BA). L'extraction sélective de bois de Pernambouc est toujours active, à l'intérieur et à l'extérieur des aires de conservation. Dans tous les cas récemment détectés, ce bois est destiné à la manufacture d'archets pour instruments de musique.

6. Utilisation et commerce

6.1 Utilisation au plan national

Actuellement, *Paubrasilia echinata* est utilisé pour la manufacture d'archets pour instruments de musique. Le bois de Pernambouc est extrêmement recherché à l'étranger, car il est considéré, au niveau international, comme le seul qui rassemble les caractéristiques idéales de résonance, densité, durabilité, beauté, en plus de l'extension de la courbe, du poids, de l'épaisseur et de la qualité tonale précieuse pour fabriquer les meilleurs archets pour instruments à cordes. Il est presque exclusivement commercialisé à l'étranger (> 92 %) sous forme d'archets de violon, viole, violoncelle et contrebasse, sous la dénomination « pernambouc ».

Avec le bois de Pernambouc, on peut fabriquer des archets de grande valeur et de grande qualité, et même des archets à petit prix utilisés par les amateurs et les étudiants (Angyalossy, 2005). Nous avons observé que le marché international recherche surtout des archets professionnels, classés or, argent et nickel, et est extrêmement exigeant du point de vue de la qualité du bois utilisé. De ce fait, on estime que plus de 90 % du bois coupé est considéré comme déchet dans la ligne de production, ne convenant pas à la manufacture des archets professionnels et est éliminé.

6.2 Commerce légal

Il n'y a pas de contrôle officiel du commerce international des archets pour instruments de musique en raison de l'annotation #10 attribuée à l'espèce lors de son inscription à l'Annexe II, en septembre 2007. Selon la législation brésilienne, l'activité, dans le document établissant la forêt

d'origine (DOF, acronyme en portugais) n'est contrôlée qu'au niveau de la baguette ; les archets ne font pas l'objet de contrôles et ne figurent pas dans les archives sur le commerce des agences environnementales.

À titre informel, les données rassemblées durant les activités d'inspection menées ces dernières années par IBAMA dans les entreprises qui produisent des archets – certainement sous-estimées – indiquent que, depuis 20 ans, 127 274 pièces de baguettes et d'archets ont été vendues à l'étranger. Les principaux pays consommateurs du bois brut de *Paubrasilia echinata* sont les États-Unis, le Japon, la Belgique, l'Allemagne, les Pays-Bas, le Portugal, l'Italie et la France.

6.3 Parties et produits commercialisés

Les principaux produits commercialisés de *Paubrasilia echinata* sont les baguettes d'archet et les archets pour violon, viole, violoncelle et contrebasse. À l'occasion, des boutons, pincés, mentonnières et cordiers sont aussi fabriqués en bois de Pernambouc. Pour les archets d'instruments de musique, les codes SH (Système harmonisé) 920992 et NCM (Numéro commun MERCOSUR) 92099200 sont utilisés pour les instruments de musique à cordes.

Les principaux pays importateurs d'archets et de baguettes d'archet sont : États-Unis, Belgique, Japon, Allemagne, Pays-Bas, Italie, Portugal, France, Taiwan province de Chine, Chine, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Canada, Singapour, Slovaquie, République de Corée, Pologne, Espagne, Suisse, Australie, RAS de Hong Kong, Chili, Colombie, Argentine et Autriche.

6.4 Commerce illégal

IBAMA a détecté un commerce illégal, sans documents, d'archets de bois de Pernambouc pour instruments de musique envoyés par la poste. Entre 2017 et le début de 2018, 10 envois ont été retenus à l'aéroport de Guarulhos qui contenaient des baguettes et des archets en bois de Pernambouc, sans aucune preuve d'origine légale. En octobre 2018, l'« Opération Dó-Ré-Mi », menée par IBAMA, a commencé à lutter contre le commerce illégal du bois d'espèces inscrites aux Annexes de la CITES, en particulier *Paubrasilia echinata* et *Dalbergia nigra*. Cette opération a mis en évidence des dizaines de cas de criminalité liée aux espèces sauvages et d'infractions administratives impliquant des archetiers dont les activités étaient concentrées plus particulièrement dans l'État d'Espírito Santo, municipalités d'Aracruz, João Neiva, Linhares, Santa Teresa et Domingos Martins. Dans ces localités, plus de 30 archetiers et entreprises fabriquant des archets se sont vus infliger des amendes pour la fabrication d'instruments avec du bois d'origine illégale, principalement extrait des vestiges forestiers du sud de l'État de Bahia. Les agents d'IBAMA ont saisi plus de 200 000 baguettes et archets en bois qui n'avaient pas d'origine légale. Selon l'inspection, le stock de bois de Pernambouc des entreprises se compose de matériel mis au rebut, déjà évalué dans la ligne de production et abandonné en raison de défauts physiques, de fentes, de fissures, de trous, de mauvais alignement des fibres, de baguettes à la forme courbée/irrégulière, de fibres transversales, de nœuds et d'autres imperfections qui empêchent de fabriquer des archets à la qualité requise pour le marché d'exportation. Il a été noté que les entreprises cherchent activement de nouvelles sources de matière première, tentant de trouver, pour les baguettes, une qualité pouvant satisfaire aux exigences du marché d'exportation. À cette recherche participent des exploitants qui coupent les arbres à l'intérieur et en dehors des aires de conservation, des intermédiaires qui coupent les grumes pour en faire des baguettes et les vendent directement à des archetiers nationaux et étrangers, ou à des transporteurs qui livrent ce matériel à des entreprises de la région d'Espírito Santo. Le bois illégal est mélangé aux stocks des entreprises et couvert par des documents officiels que ces entreprises possèdent déjà, ce qui donne un air de légalité au marché des archets. Avec les données communiquées par IBAMA, en novembre 2021, la police fédérale a lancé une opération contre la contrebande de bois de Pernambouc, délivrant des avis de recherche et de saisie pour 20 cibles. Les enquêteurs estiment que la majorité du bois a été prélevée dans le Parc national de Pau-Brasil, dans le sud de l'État de Bahia, où l'on trouve la plus grande quantité de vestiges de cet arbre qui est un symbole national et signalent une exploitation sélective de ces arbres à plusieurs reprises dans la décennie écoulée, tous coupés en grumes de taille normalisée utilisées par l'industrie de fabrication des archets. La police estime que les suspects de contrebande ont amassé plus de 46 millions USD sur le marché international.



Figure 2 – 400 baguettes d'archets d'origine illégale envoyées par poste en France, saisies à l'aéroport de Guarulhos (SP) en 2017.



Figure 3 – 102 grumes de bois de Pernambuco d'origine illégale cachées dans la propriété rurale d'un archetier mondialement célèbre, saisies à Aracruz (ES) durant l'Opération Dó-Ré-Mi en 2019.



Figure 4 – 20 747 baguettes d'archets de source illégale cachées dans une propriété rurale de João Neiva (ES), saisies durant l'Opération Dó-Ré-Mi en 2018.

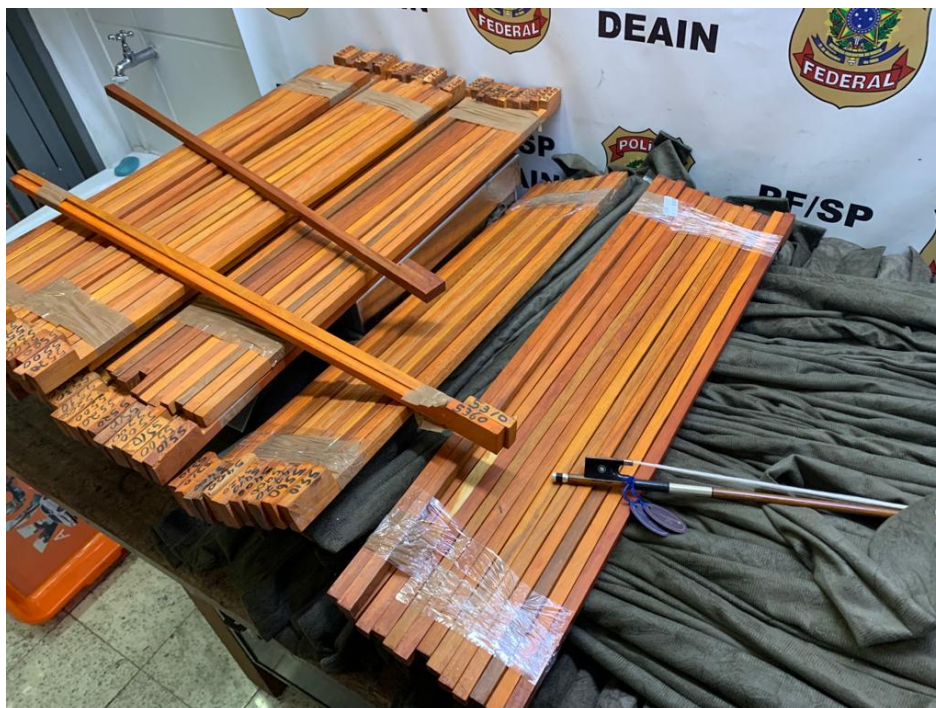


Figure 5 – 120 baguettes d'archets et 114 archets sans documentation d'origine saisis dans une opération de lutte contre la contrebande et transportés dans des valises en Angleterre par un archetier brésilien célèbre, arrêté à l'aéroport de Guarulhos (SP) en avril 2022.

Malgré tous les efforts déployés par IBAMA et la police fédérale, ces derniers mois, de nouveaux envois de baguettes et d'archets ont été saisis alors qu'ils étaient passés en contrebande dans les aéroports brésiliens, envoyés dans des colis ou transportés par des fabricants d'archets eux-mêmes dans leurs bagages enregistrés et dans leurs bagages de cabine en partance pour l'étranger.

6.5 Effets réels ou potentiels du commerce

Au niveau national, le transfert de *P. echinata* de l'Annexe II à l'Annexe I n'apportera pas de grands changements car la législation brésilienne n'autorise pas l'exploitation de l'espèce dans la nature, ne permettant que celle de l'espèce plantée et enregistrée auprès de l'agence chargée de l'environnement, ou du matériel considéré pré-Convention et obtenu conformément à la législation brésilienne.

Actuellement, nous n'avons que des permis CITES délivrés pour des baguettes (produit non fini, avant la réalisation des archets). Le transfert de l'espèce de l'Annexe II à l'Annexe I mettra également le commerce des archets finis sous contrôle. On ne connaît aucun commerce international de plantules, de graines ou d'écorce.

Pour les entreprises qui commercialisent les produits et les sous-produits de l'espèce, il y aura des incidences bureaucratiques, en particulier pour les transactions impliquant les archets pour instruments de musique que nous souhaitons voir inclus dans les contrôles CITES, car il faudra obtenir des permis d'exportation auprès des organismes administratifs qui les délivrent dans chaque pays, ce qui entraînera des retards dans les transactions commerciales ou mettra des obstacles définitifs au commerce lorsqu'il n'y a pas de preuve de l'origine, de la chaîne de responsabilité ou de certificat pré-Convention. Ces mesures restrictives devraient garantir une protection améliorée de l'espèce.

7. Instruments juridiques

7.1 Au plan national

La législation relative à la protection de *P. echinata* se compose d'une série d'instruments juridiques spécifiques et de mesures plus généralisées qui régissent l'exploitation et le transport des plantes brésiliennes indigènes, notamment :

Loi fédérale n° 6.607 du 7 décembre 1978 – déclare *P. echinata* arbre national et décide de réaliser une campagne explicative, à des fins civiques, sur l'importance de l'espèce dans l'histoire du Brésil et de l'implantation, sur tout le territoire national, de pépinières de bois de Pernambouc, en vue de sa conservation et de sa distribution.

Loi fédérale n° 11.428 du 22 décembre 2006 – prévoit l'utilisation et la protection de la végétation indigène du biome de la forêt atlantique.

Décret fédéral n° 6,660 du 21 novembre 2008 – sur les règlements d'application de la loi fédérale n° 11,428/2006.

Ordonnance MMA n° 320/2012 du 21 septembre 2012 – crée le Programme national de conservation du bois de Pernambouc.

Ordonnance MMA n° 443 du 17 décembre 2014 – inscrit *Paubrasilia echinata* comme menacé d'extinction au Brésil, classé sous le critère UICN En danger (EN). Elle prévoit une protection intégrale de l'espèce dans les catégories Éteinte à l'état sauvage (EW), En danger critique d'extinction (CR), En danger (EN) et Vulnérable (VU) ainsi que l'interdiction du prélèvement, de la récolte, du transport, du stockage, de la manutention, de la transformation et de la commercialisation, entre autres.

Instrução Normativa MMA n° 01 du 12 février 2015 – décrit les procédures d'approbation SFMP pour les espèces VU et indique un calendrier pour restreindre l'utilisation des espèces CR et EN.

Loi fédérale n° 12,651 du 25 mai 2012 – prévoit la protection de la végétation indigène, donnant pouvoir aux autorités fédérale et d'État d'interdire ou de limiter la coupe d'espèces en danger.

Instrução Normativa IBAMA n° 21 du 14 décembre 2014 – établissant le système de contrôle national de la forêt d'origine (SINAFLOR).

Résolution n° 278 de CONAMA du 24 mai 2001 – qui donne à IBAMA le droit de suspendre les autorisations accordées, par elle-même ou par délégation à d'autres agences du Système national de l'environnement – SISNAMA, pour la coupe et l'exploitation d'espèces en danger, inscrites sur la liste officielle de cette agence, dans les populations naturelles du biome de la forêt atlantique, jusqu'à ce que des critères techniques soient établis avec une base scientifique garantissant la durabilité de l'exploitation et la conservation génétique des populations exploitables.

Résolution n° 300 de CONAMA du 20 mars 2002 – qui complète les cas soumis à autorisation de coupe prévue dans l'article 2 de la résolution n° 278 du 24 mai 2001.

Résolution n° 317 de CONAMA du 4 décembre 2002 – établit les critères nécessaires à la conservation génétique et à la durabilité de l'exploitation d'espèces en danger de la flore dans la forêt atlantique, et doit être soutenue par des plans d'état de conservation et d'utilisation fondés sur des études techniques et scientifiques.

7.2 Au plan international

Paubrasilia echinata est inscrit à l'Annexe II de la CITES depuis 2007 (CoP14), avec l'annotation #10 concernant les grumes, les bois sciés, les placages, y compris les articles en bois non finis utilisés dans la fabrication d'archets d'instruments de musique. Les archets finis sont exemptés de permis CITES.

8. Gestion de l'espèce

8.1 Mesures de gestion

La législation brésilienne ne permet pas l'exploitation de l'espèce dans son habitat naturel. Toutefois, nous savons que l'exploitation illégale se poursuit, même dans les aires protégées. Les transactions relatives au bois, entre les entreprises et les archetiers, sont contrôlées par le document établissant la forêt d'origine (DOF) depuis septembre 2006. Cependant, il y a eu de sérieuses lacunes dans l'évaluation des origines des stocks enregistrés à l'origine dans ce système, qui n'ont été découvertes que depuis peu. En outre, le système ne contrôle la répartition et le transport que du point de vue du bois tranché en baguettes d'archets. Les archets, qui sont un produit fini, bénéficient d'une dérogation, n'ont pas à être déclarés aux autorités et ne nécessitent pas de documents relatifs à l'environnement pour être transportés et commercialisés. Le système ne nécessite pas non plus d'informations sur les résidus de sous-produits inutilisables (baguettes défectueuses). Pour ces

raisons, les mécanismes de contrôle des stocks pré-Convention se trouvant dans les entreprises sont inefficaces, fournissent des données incomplètes aux autorités chargées de l'environnement. Du point de vue de la conservation, le Programme national pour la conservation du bois de Pernambuco créé en 2012 n'a pas démontré de progrès significatifs du point de vue des mesures prises pour protéger l'espèce. Il y a des projets en cours qui prévoient la production et la distribution de plantules de l'espèce. Cependant, les mécanismes permettant la surveillance et le suivi de ces programmes par le gouvernement sont inconnus et ont surtout été utilisés en tant qu'outils de marketing par des acteurs liés à l'industrie de fabrication des archets, afin de donner un aspect de durabilité à l'activité prédatrice consistant à abattre des arbres centenaires de bois de Pernambuco.

8.2 Surveillance continue de la population

Les institutions gouvernementales ne conduisent pas de suivi des populations de *Paubrasilia echinata* et il n'y a pas de données sur la faisabilité de la récolte de bois provenant d'arbres indigènes en milieu naturel.

8.3 Mesures de contrôle

8.3.1 Au plan international

Paubrasilia echinata est inscrit à l'Annexe II de la CITES depuis septembre 2007. Mais, compte tenu de l'annotation #10, les archets finis sont exemptés des contrôles CITES de sorte que le commerce n'est contrôlé que jusqu'à l'étape non finie des archets : les baguettes.

8.3.2 Au plan interne

Malgré l'existence d'une législation restrictive et de mesures de protection pour le biome de la forêt atlantique et pour l'espèce *P. echinata*, l'exploitation illégale de l'espèce persiste, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des aires protégées. La législation brésilienne est également silencieuse sur la commercialisation des produits finis (archets) en raison d'une dispense accordée au document établissant la forêt d'origine (DOF) par l'Instrução Normativa n° 21/2014. En conséquence, les autorités brésiennes ignorent le nombre d'archets vendus par année. On estime ce nombre en fonction des factures soumises par les entreprises mais il ne reflète pas nécessairement la réalité, si l'on tient compte des nombreux cas de commercialisation à l'étranger sans aucun document douanier. Le Programme national de conservation du bois de Pernambuco, sous l'égide du Ministère de l'environnement, n'est pas actif.

8.4 Élevage en captivité et reproduction artificielle

Il n'y a pas de grandes plantations de cette espèce, uniquement de petites plantations commerciales et des initiatives de conservation telles que celles qui sont menées par IPCI – International Pernambuco Conservation Initiative (<http://www.ipci-usa.org/index.html>), mais il n'y a pas de bois commercialisé à partir de plantations (Groves & Rutherford, 2016). La plupart des plantations qui existent aujourd'hui ne remplissent pas les critères d'enregistrement énoncés dans la législation sur l'environnement et ne sont pas sur la liste du Système national d'IBAMA sur le contrôle d'origine des produits forestiers (SINAFLOR). Il n'y a pas non plus de rapports présentés par des plantations commerciales correctement gérées en vue d'une récolte future visant à produire une matière première ayant les caractéristiques requises pour les activités de fabrication d'archets. Selon les lois brésiennes, les plantations actuelles doivent être enregistrées en temps voulu auprès des agences chargées de l'environnement et disposer de projets techniques préparés par des professionnels légalement qualifiés. Il y a eu quelques autorisations d'exploitation d'arbres plantés à des fins commerciales mais l'inspection a établi que cela semblait être uniquement des activités frauduleuses avec pour objet d'obtenir des crédits virtuels dans les systèmes de contrôle en vue de couvrir du bois d'origine illégale.

Il n'y a pas de consensus sur l'âge idéal de récolte des arbres plantés. Carvalho (2003) indique que le bois de Pernambuco a une croissance très lente et irrégulière et qu'il lui faut des décennies pour atteindre le point de coupe idéal pour la production d'archets. On dit qu'il faut 80 ans pour préparer la récolte mais il n'y a aucune étude prouvant que ce soit l'âge minimum pour l'utilisation de bois planté afin de fabriquer des archets pour instruments de musique. Les États du Nord-Est, Pernambuco, Rio Grande do Norte et Alagoas, ont quelques plantations surveillées par l'ONG

Associação Plantas do Nordeste, qui indique un bon taux moyen de croissance en hauteur et en diamètre mais n'indique pas la possibilité d'exploiter les arbres plantés (Santana *et al.*, 2020).

Rolim & Piotto (2018) ont mené une étude extensive sur une plantation de bois de Pernambouc âgée de 24 ans et ont présenté, dans une fiche technique, une évaluation détaillée des données sur la croissance et la productivité et des résultats des évaluations physicomécaniques du bois – densité de masse, densité de base, retrait, coefficient d'anisotropie, modules de rupture en flexion statique, résistance maximale au cisaillement, résistance maximale à la compression parallèle aux fibres et échelle de dureté Janka. Ils indiquent que le bois de Pernambouc a besoin de longs cycles, 40 à 50 ans, pour atteindre au moins 30 cm DHP.

Peu d'études ont évalué la qualité du bois des plantations d'Aracruz (Marques, 2009 ; Marques *et al.*, 2012 ; Schimleck *et al.*, 2013). Certains paramètres évalués ont été considérés prometteurs, néanmoins, il n'y a pas de preuve que la qualité de ces bois soit la même que celle des bois indigènes. Dans un entretien récent, un archetier expérimenté d'Aracruz qui avait accès aux bois d'arbres plantés a déclaré qu'ils étaient « mous ». Lichtemberg *et al.* (2022) rapportent que jusqu'à aujourd'hui, la qualité du bois des arbres plantés comparée à la haute qualité du bois des arbres dans leur milieu naturel, a été sérieusement remise en question tout comme les réglementations ambiguës portant sur leur utilisation commerciale.

Nous n'avons pas d'informations sur des plantations de *Paubrasilia echinata* en dehors du Brésil.

8.5 Conservation de l'habitat

Il existe des populations de bois de Pernambouc dans plusieurs aires de conservation intégralement protégées et d'utilisation durable. Le tableau 2 montre les aires protégées possédant des populations de l'espèce (Rocha & Simabukuro, 2008 ; Rocha, 2010 ; CNTFlora, 2012).

Tableau 2 : Aires protégées où l'on a enregistré des populations naturelles de bois de Pernambouc.

État	Zone d'occurrence
Rio Grande do 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	Il n'y a pas de populations natives connues dans les aires protégées.

* Nouvelles données n'ayant pas encore été publiées

8.6 Mesures de sauvegarde

Voir 7.1.

9. Information sur les espèces semblables

Le bois de Pernambouc peut être facilement identifié par sa couleur orange/rougeâtre, ses rayures étagées sur la face frontale tangentielle et la présence de brazilin qui, au contact d'une solution basique, prend l'aspect d'une teinture rougeâtre.

Il est possible de distinguer *Paubrasilia echinata* d'espèces semblables telles que *Brosimum rubescens*, *Centrolobium* spp. et *Manilkara* spp. par l'aspect général et la couleur, et seul *Centrolobium* possède des structures étagées. Certaines espèces de *Handroanthus* spp. et *Dialium guianense* sont également semblables en raison de leur utilisation aux mêmes fins, la production d'archets pour instruments de

musique. Toutes deux se distinguent par la couleur du bois de Pernambouc, les dépôts de lapachol communs dans les vaisseaux du bois de cœur d'*Handroanthus*, et le parenchyme axial en bandes étroites de *Dialium*. Aucun de ces bois, semblables au bois de Pernambouc, n'exsude de teinture.

Les descriptions macroscopiques de l'anatomie du bois de *Paubrasilia echinata* sont disponibles dans Mainieri (1960), Manieri *et al.* (1983), Coradin *et al.* (2010), Alves *et al.* (2013), Ruffinato & Crivellaro (2019). Les descriptions microscopiques de l'anatomie du bois dans Mainieri (1960), Richter & Dallwitz (2000) Insidewood (2004), Angyalossy *et al.* (2005), Alves *et al.* (2008), Gasson *et al.* (2009 ; 2011); Richter *et al.* (2014), Melo Júnior & Barros (2017), Macedo *et al.* (2019), Brandes *et al.* (2020).

10. Consultations

Paubrasilia echinata est endémique du Brésil, il n'y a donc aucune raison de consulter les données d'autres pays.

11. Remarques supplémentaires

Les études faites par IBAMA et la police fédérale ont établi que l'industrie de fabrication d'archets brésilienne utiliserait des bois indigènes coupés illégalement pour alimenter le marché international en expansion des archets pour instruments de musique aux États-Unis, en Europe et en Asie. De graves fraudes ont récemment été découvertes indiquant que les entreprises et les archetiers indépendants ont trompé l'inspection de l'environnement, inscrivant frauduleusement des données dans les systèmes de contrôle et recevant du bois illégal pour le faire passer pour du bois légal.

Des mesures urgentes sont nécessaires pour réprimer ces activités criminelles non seulement par des mesures prises au niveau national mais aussi par une rigueur et un contrôle accru du transport international de ces bois. L'inscription du bois de Pernambouc à l'Annexe I de la CITES vise à renforcer ces restrictions du commerce international dans le but de réduire les pressions sur les dernières populations indigènes de l'espèce sur le littoral brésilien.

12. Références

- 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