

PRODUÇÃO DE MADEIRA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ARBÓREAS EXPLORADAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: SITUAÇÃO ATUAL E RECOMENDAÇÕES PARA O SETOR FLORESTAL ¹

Autores: Maryane Andrade, Herbert dos Santos, Fernando Nunes, Julia N. Costa e Marco W. Lentini

RESUMO

Durante toda a história brasileira, as espécies madeireiras valiosas foram exploradas indiscriminadamente até a beira da extinção. O próprio nome do país vem de uma espécie pesadamente explorada na Mata Atlântica brasileira desde os tempos da colonização portuguesa, o Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*). Isso ocorre ainda na Amazônia nos dias atuais, enquanto mais da metade da produção de madeira oriunda de florestas naturais de produção está baseada na exploração de 15-20 espécies. Se bem utilizada, a ampla diversidade de espécies madeireiras da Amazônia oferecerá uma alternativa para que não venhamos a exaurir outras madeiras valiosas, embora haja uma lacuna de informação sobre até mesmo quantas espécies são exploradas atualmente. Este manuscrito objetiva apresentar as informações quantitativas e qualitativas das espécies exploradas na Amazônia brasileira que foram cadastradas ao menos uma vez nos registros dos sistemas oficiais de controle florestal (DOF/SINAFLO, SISFLORA Mato Grosso e SISFLORA Pará) entre 2007 e 2020. Também realizamos uma ampla revisão das espécies existentes nestes bancos de dados para remover inconsistências e replicações representadas por sinônimos botânicos. Estimamos que 998 espécies foram exploradas pela indústria madeireira da Amazônia entre 2007 e 2020, o que implica que é utilizada uma proporção significativamente maior da diversidade regional de espécies arbóreas do que estudos anteriores estimaram. As análises apresentadas neste manuscrito também demonstram que as fronteiras mais recentes de exploração possuem um conjunto menor de espécies ofertadas ao mercado em comparação às fronteiras mais antigas, sugerindo que o esgotamento de madeiras de alto valor estimulou a inserção de novas essências nas velhas fronteiras. Em seguida, investigamos os padrões espaciais de exploração de cinco espécies importantes para o setor madeireiro da Amazônia ao longo do tempo, demonstrando que tais padrões podem variar significativamente dependendo de fatores como o nível de exploração da espécie, sua aceitação nos mercados e o tempo decorrido desde o início de sua exploração em escala. A concentração da exploração em um conjunto limitado de espécies demonstra a grave fragilidade estratégica existente na indústria madeireira da Amazônia em relação aos estoques futuros de madeiras valiosas. Ou seja, mesmo que uma base florestal ampla e estável fosse estabelecida para a indústria madeireira regional, esta indústria teria de evoluir substancialmente em termos do uso de maiores volumes de uma gama maior de espécies comerciais, além de investimentos em tecnologia e no desenvolvimento de novos produtos. Como recomendações, discutimos sobre a importância de avanços para uma melhor identificação das espécies exploradas, com a adoção efetiva de procedimentos de cunho técnico-científicos na elaboração dos inventários florestais, medida já prevista desde 2009 através da Resolução Conama 406. Em seguida, é necessária uma maior robustez nos sistemas de cadastro de espécies, evitando inserções incorretas ou de sinônimos botânicos. Terceiro, é preciso uma maior transparência dos dados oriundos dos sistemas de controle, o que permitiria não apenas um planejamento setorial robusto por parte das lideranças do setor industrial madeireiro, como uma maior participação da sociedade civil no monitoramento e na proposição de soluções de mercados e no combate à exploração ilegal. Finalmente, é crucial apoiar a geração de informação sobre a ocorrência das espécies pouco exploradas, incluindo pesquisas sobre o comportamento ecológico de tais espécies.

¹ Produzido pelo IMAFLORA em abril de 2022. Produto gerado no âmbito do projeto Forest Legality and Transparency in the Brazilian Amazon, apoiado pela Good Energies Foundation. Os autores agradecem aos comentários providos por Leonardo Sobral e Marcelo de Medeiros em versões anteriores deste manuscrito. As análises, reflexões e recomendações contidas neste estudo são de responsabilidade dos autores, e não representam necessariamente a opinião dos revisores e apoiadores do estudo.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



APRESENTAÇÃO E ANTECEDENTES

Embora a atividade madeireira seja praticada há mais de três séculos na Amazônia brasileira, foi a abertura de estradas oficiais, realizada a partir das décadas de 1960-70, que propiciou o acesso a amplos estoques de madeiras nas florestas de terra-firme da região. Foi a partir deste ponto que a indústria madeireira regional ganhou escala em uma velocidade pouco observada em outros setores econômicos. Também foi a partir deste ponto que o setor florestal passou a ter à sua disposição uma gama muito maior de essências madeireiras. No final da década de 1980, havia mais de três mil empresas madeireiras na Amazônia (Angelo, 1998; Barros e Uhl, 1996).

Em grande medida a taxa de crescimento notável da indústria madeireira regional foi beneficiada por fatores como a ampla disponibilidade de matéria-prima e diversidade de espécies, os incentivos públicos à destruição das florestas para o estabelecimento de atividades agropecuárias subsidiadas, além da demanda crescente por matérias primas úteis à construção civil nos mercados internos do sul do país e nos mercados internacionais. Nas décadas subsequentes, esta indústria se concentrou ao longo do 'arco do fogo e do desmatamento' de maneira desordenada, estabelecendo um padrão de uso predatório das florestas. Em meados da década de 1990, mais de 90% da atividade madeireira estava concentrada nos três principais estados produtores – Pará, Mato Grosso e Rondônia – com as empresas agregadas em 60 polos produtores.

Não apenas na Amazônia, mas em todo o histórico de desenvolvimento do setor madeireiro brasileiro, os estoques de espécies madeireiras de crescimento lento, que contêm maior valor de mercado, foram intensamente explorados à exaustão em detrimento da conservação dos estoques futuros destas espécies. O próprio nome do nosso país remete a uma espécie de povoamentos endêmicos da Mata Atlântica brasileira, o Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), que teve sua madeira massivamente explorada durante séculos, levando a espécie à beira de sua extinção. Em seguida, repetimos este modelo predatório com outras espécies madeireiras, como o Mogno (*Swietenia macrophylla*) e a Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*). Esta superexploração em um grupo restrito de árvores de valor comercial ainda permanece no setor florestal e é um dos principais entraves para sua sustentabilidade. Por exemplo, em edições passadas deste seriado de boletins, discorremos sobre a questão do Ipê (*Handroanthus spp.*), que devido ao seu alto valor de mercado, é alvo de uma superexploração na floresta, correndo risco de extinção (Lentini et al. 2021). De fato, hoje a literatura científica especializada conhece uma série de casos de espécies altamente exploradas na Amazônia que, devido a suas características ecológicas, correm o risco de serem exploradas em excesso nas florestas de produção, sendo que sua ocorrência em futuros ciclos de corte podem ser comprometida².

² De fato, uma série de instrumentos foram editados no Brasil com o intuito de regular ou mesmo restringir a exploração de espécies madeireiras consideradas como ameaçadas e/ou vulneráveis, destacando a Portaria MMA 443/2014, a Instrução Normativa 01/2014 e, mais recentemente, a Portaria MMA 561/2021. Voltaremos ao tema das espécies vulneráveis e ameaçadas do setor florestal da Amazônia em um fascículo futuro desta série de boletins técnicos.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



Apesar deste contexto e destas preocupações, ainda não sabemos quantas espécies madeireiras são exploradas nos dias atuais na Amazônia brasileira. Estudos sugerem que a Amazônia abriga de 6.000 a 16.000 espécies florestais (Cardoso et al., 2017; Hopkins, 2007; ter Steege et al., 2016, 2013, 2019). Apesar desta notável biodiversidade, autores como Martini et al. (1994) estimam que apenas cerca de 350 espécies de madeiras são comercializadas na região. Fontes mais recentes, como Richardson et al. (2016), analisaram 824 empreendimentos florestais e chegaram em um número similar, concluindo que apenas 314 espécies florestais são exploradas com fins madeireiros na Amazônia brasileira. De fato, devido às inconsistências na identificação das espécies (Ferreira et al., 2004) e a falta de qualidade das informações disponíveis nos bancos de dados de controle florestal, é indiscutível a incerteza sobre a quantidade de espécies exploradas na Amazônia com fins de produção de madeira. Neste boletim, tentamos avançar nesta lacuna de informação ao compilarmos e analisarmos uma série histórica de dados de produção da Amazônia brasileira (2007 a 2020) extraídos dos sistemas oficiais de controle florestal do país.

OBJETIVOS DESTA BOLETIM

Esta publicação faz parte de uma série editada pelo IMAFLORA com o objetivo de divulgar informações atualizadas sobre o setor florestal da Amazônia. Os boletins fazem parte de um esforço de construir uma plataforma de transparência para o setor florestal, apoiar a legalidade, encorajar o bom manejo de florestas e promover mercados para os produtos florestais de origem responsável.

Neste estudo pretendemos elucidar sobre a diversidade e a volumetria das espécies exploradas na Amazônia brasileira e analisar a distribuição espacial destas informações. Por fim, discutiremos sobre as 15 espécies mais exploradas da Amazônia e seus principais mercados, com o objetivo de tecer recomendações para o desenvolvimento sustentável do setor florestal, altamente dependente da extração intensa de uma diversidade pequena de espécies madeireiras atualmente.

Para este boletim, analisamos uma base de dados desenvolvida pelo IMAFLORA a partir de guias florestais (de transporte, comercialização e processamento de madeira e de outros produtos) disponibilizadas pelo IBAMA, através do sistema DOF/SINAFLOR (documento de origem florestal), SISFLORA Mato Grosso³ e SISFLORA Pará, no período entre janeiro de 2007 a dezembro de 2020⁴. Tais bases de dados foram submetidas a rotinas de sanitização para retirar eventuais erros de digitação e de compilação.

³ Dados para as guias florestais autorizadas no sistema de controle florestal do SISFLORA do Estado de Mato Grosso foram obtidos através do termo de cooperação 0303/2018 firmado entre Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso e o IMAFLORA.

⁴ Dados do sistema DOF/SINAFLOR, SISFLORA/MT e SISFLORA/PA sistematizados e analisados pelo IMAFLORA. É digno de nota informar que os dados para o ano de 2021 não foram incluídos nesta análise pois ainda não foram disponibilizados publicamente.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



Em seguida, revisamos as sinonímias botânicas existentes com base no banco de dados do Flora do Brasil 2020 disponibilizado pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Definimos aqui como sinonímias as espécies que possuem uma ou mais nomenclaturas desatualizadas nos bancos de dados dos sistemas oficiais de controle. Ao final, devido ao amplo volume de dados oficiais, assim como às incertezas advindas dos produtos madeireiros que não foram cadastrados ao nível de gênero, realizamos uma estimativa do número de espécies existentes com base em uma amostra das espécies cadastradas nos DOFs e guias florestais⁵. Por fim, para entender a distribuição geografia das espécies, associamos as coordenadas geográficas com base no centroide⁶ dos municípios de origem da exploração e desenvolvemos mapas de calor com as espécies e os respectivos volumes explorados.

QUANTAS ESPÉCIES SÃO EXPLORADAS NA AMAZÔNIA?

Estimamos que 998 espécies foram exploradas pela indústria madeireira da Amazônia brasileira entre 2007 e 2020⁷. Vale, em relação a este resultado, algumas ressalvas importantes. Primeiro, sobre as próprias limitações dos bancos de dados em relação à maneira como as espécies são declaradas, permitindo que muitas espécies não sejam declaradas ou que sejam declaradas incorretamente. Segundo, sobre o próprio fato de que este número se baseia em espécies que foram declaradas pelos próprios empreendimentos, havendo poucas checagens independentes sobre a exploração de tais espécies, e que ainda há poucos avanços no que se refere à adoção de procedimentos robustos para a identificação de espécies nas operações de manejo florestal. De qualquer maneira, este número sugere um uso da diversidade de espécies florestais pela indústria madeireira regional muito superior a estudos conduzidos anteriormente, destacando Martini et al. (1994) e Richardson et al. (2016), como apresentamos na seção anterior deste manuscrito.

As ações de identificação e posterior cadastro de espécies exploradas são fundamentais para a sustentabilidade do manejo florestal, uma vez que estas informações fornecem os subsídios para que as agências reguladoras emitam a permissão de quais árvores serão exploradas ou protegidas com base na manutenção dos estoques futuros da floresta de produção. De fato, o artigo 20 da Resolução Conama 406/2009 estabelece a obrigatoriedade da adoção de procedimentos técnico-científicos que garantam a identificação das espécies manejadas pelos seus respectivos nomes científicos e populares.

⁵ Com base na amostra de espécies tomada, calculamos um fator de correção igual a 0,48 entre a quantidade de espécies cadastradas nos bancos de dados oficiais e a quantidade real de espécies após a identificação de sinonímias botânicas.

⁶ O centroide do município de exploração foi utilizado como ponto de referência, pois as coordenadas geográficas das florestas de produção não se encontram disponíveis para uma parcela significativa dos DOFs e guias florestais dos bancos de dados dos sistemas oficiais de controle.

⁷ Foram contabilizadas inicialmente 3.248 espécies exploradas no período da análise. Deste total, 41% das espécies (1.325) apresentavam nomenclaturas cadastradas nos bancos de dados dos sistemas oficiais de controle com erros grosseiros de digitação, a exemplo de nomes escritos com gênero e epíteto sem espaçamento. Após a correção dos erros de digitação, este número baixou para 1.923 espécies e, ao aplicar o fator de correção de sinonímias, reduziu-se à 998 espécies florestais, sendo que 203 espécies foram identificadas apenas em nível de gênero.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



Deste modo, a despeito da identificação botânica das espécies florestais tropicais manejadas ser obrigatória para a emissão das autorizações de exploração, esse procedimento ainda enfrenta inúmeras dificuldades que vão desde a coleta inadequada no campo, até a permissibilidade da inserção de nomes desatualizados e com erros de digitação nos cadastros oficiais, como os verificados neste estudo⁸. Tais condições demonstram a necessidade em avançar na identificação correta das espécies nos inventários florestais, como sugere Obermuller et al. (2011), sendo que os autores encontraram que a identificação incorreta em campo poderia gerar um erro de até 70% nos inventários florestais. Fora ser apenas um item de cumprimento de um requerimento legal, avanços na identificação de espécies são fundamentais de um ponto de vista de inteligência e estratégia de mercado pois permitem projeções mais acuradas de tendência e ações de promoção de espécies de menor utilização atual em mercados. Além disso, a identificação correta é elementar para o avanço da pesquisa e desenvolvimento de tecnologia da madeira para utilização adequada pelo mercado.

DIVERSIDADE DE ESPÉCIES MADEIREIRAS EXPLORADAS

No período estudado, o setor madeireiro da Amazônia brasileira manteve um padrão relativamente estável do número de espécies exploradas anualmente, com uma média de 292⁹. Neste mesmo período, não encontramos um aumento do número de espécies exploradas ao longo do tempo, o que constituía, a princípio, uma das hipóteses que formulamos para a análise (Figura 1).

Entretanto, ao analisarmos a tendência por Estado, observamos dois casos distintos de evolução do setor florestal em relação à diversidade de espécies exploradas no Amazonas e em Mato Grosso. No Amazonas, o número de espécies exploradas foi diminuindo ao longo do período analisado. Em 2007, foram exploradas 328 espécies, sendo que este número reduziu para 249 em 2014 e para 240 em 2020. Por outro lado, em Mato Grosso, essa tendência foi oposta, sendo que em 2007 foram 471 espécies exploradas, passando para 510 em 2015 e alcançando 481 espécies em 2020. Além disso, os dados mostram que os principais Estados produtores historicamente, como Mato Grosso, Rondônia e Pará, apresentaram uma média maior de diversidade de espécies exploradas do que os demais Estados, havendo, portanto, uma correlação positiva entre a produção de madeira em tora por Estado e o número de espécies exploradas¹⁰.

⁸ É digno de nota observar que, aparentemente, existe um progresso, embora lento, na qualidade dos registros de espécies realizados nos bancos oficiais de controle florestal. Ao observar as espécies que mais perderam volumetria ao longo do tempo, destacam-se as espécies cadastradas com identificação apenas ao nível de gênero. Por exemplo, das 10 espécies que mais perderam volume anual explorado ao longo das últimas décadas, seis são espécies descritas apenas a nível de gênero, como a *Vochysia* spp., *Hymenolobium* spp., *Qualea* spp., *Apuleia* spp., *Hymenaea* spp., e *Ocotea* spp. É possível que a diminuição no volume destas espécies esteja associada com o avanço da inclusão dos nomes científicos (gênero + epíteto) nos sistemas de controle florestal.

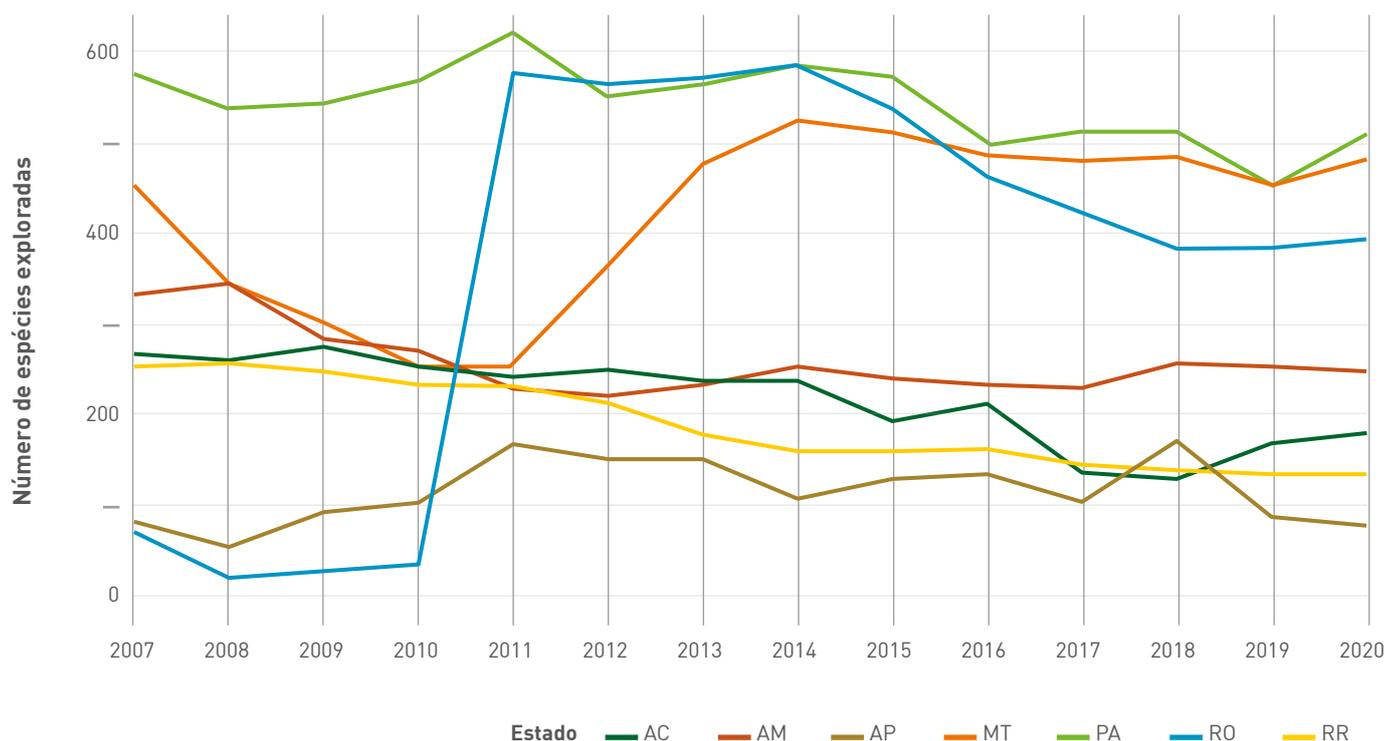
⁹ Sendo o desvio padrão desta estimativa calculado em 172.

¹⁰ É mérito de nota dizer que, até 2010, as bases de dados de Rondônia estavam incompletas e, portanto, não representam a realidade do número de espécies exploradas até este período, o que explica o súbito aumento da diversidade de espécies exploradas neste Estado nos anos posteriores.



Os valores médios por Estado apontam que fronteiras mais antigas de exploração madeireira¹¹ possuem um conjunto maior de espécies ofertadas ao mercado. Este fenômeno pode estar associado a uma estratégia para manter o suprimento da matéria prima diante do gradual esgotamento de madeiras de alto valor nestas regiões ao longo do tempo. Isto sugere que a redução das principais fontes de suprimento, ou seja, das madeiras mais valiosas, atua como um motor para a diversificação da produção com base em outras espécies alternativas. Apesar do aumento da diversificação de espécies madeireiras ser fundamental para a sustentabilidade do setor no longo prazo, é igualmente importante que esta estratégia seja posta em prática antes da exaustão das espécies de alto valor comercial.

Figura 1. Diversidade de espécies exploradas nos Estados da Amazônia brasileira, 2007-2020
(Fonte: bancos de dados dos sistemas oficiais de controle florestal, analisados e compilados pelo IMAFLORA).



¹¹ No primeiro fascículo desta série de boletins técnicos, classificamos como antiga fronteira as regiões nas quais a indústria madeireira se estabeleceu há mais de quatro décadas ao longo do 'arco do fogo e do desmatamento', passando nas últimas duas décadas para as porções mais centrais da Amazônia devido ao esgotamento de espécies de maior valor nestas regiões (Lentini et al. 2019).



TIMBERFlow A plataforma da madeira



VOLUME PRODUZIDO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES

Como identificamos em fascículos anteriores desta série de boletins técnicos, a produção e o mercado de madeira tropical oriunda da Amazônia se concentram em um conjunto pequeno de espécies de valor comercial, embora haja uma enorme diversidade, como reportamos neste manuscrito. Apesar de existir, conforme estimamos anteriormente, ao menos cerca de mil espécies exploradas nos bancos de dados oficiais de controle florestal, apenas 20 espécies correspondem a cerca de metade do volume de produção de madeira em tora entre 2007 e 2020 (~81 milhões de metros cúbicos) (Tabela 1).

Além disso, a despeito dos avanços técnicos e dos mercados voltados à tentativa de aumentar a diversidade de espécies exploradas nas florestas de produção, as principais espécies comerciais continuam sendo as mesmas das décadas passadas. As 20 espécies mais exploradas no último biênio de análise (2019-20) ainda representam mais de metade do volume de madeira explorada na Amazônia brasileira (57%) (Figura 2). Neste período de análise (2019-2020), quando comparado com os dados das últimas décadas (2007 a 2020), apenas duas novas espécies se destacaram entre as que demonstram maior volume de produção, o Amesclão (*Trattinnickia burseraefolia*) e o Marupá (*Simarouba amara*).

Tabela 1. Volume e participação relativa das principais espécies exploradas na Amazônia brasileira, 2007-2020 (Fonte: bancos de dados dos sistemas oficiais de controle florestal, analisados e compilados pelo IMAFLORA).

Posição relativa	Nome Científico	Nome popular	Volume acumulado (2007-2020) (m³)	% Total da produção (2007-2020)
1	<i>Manilkara huberi</i>	Maçaranduba	11.181.124,7	7,23
2	<i>Erisma uncinatum</i>	Cedrinho	8.950.737,9	5,79
3	<i>Goupia glabra</i>	Cupiúba	8.640.006,9	5,59
4	<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim vermelho	5.664.303,1	3,66
5	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	4.218.287,3	2,73
6	<i>Qualea spp.</i>	Cambará	4.141.291,9	2,68
7	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapeira	3.958.492,6	2,56
8	<i>Mezilaurus itauba</i>	Itaúba	3.653.779,0	2,36
9	<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú	3.529.624,6	2,28
10	<i>Couratari guianensis</i>	Tauari	3.453.812,5	2,23
11	<i>Qualea paraenses</i>	Cambará	3.342.602,5	2,16
12	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Ipê roxo	3.032.365,5	1,96
13	<i>Ruizterania albiflora</i>	Mandioqueiro	2.949.885,6	1,91



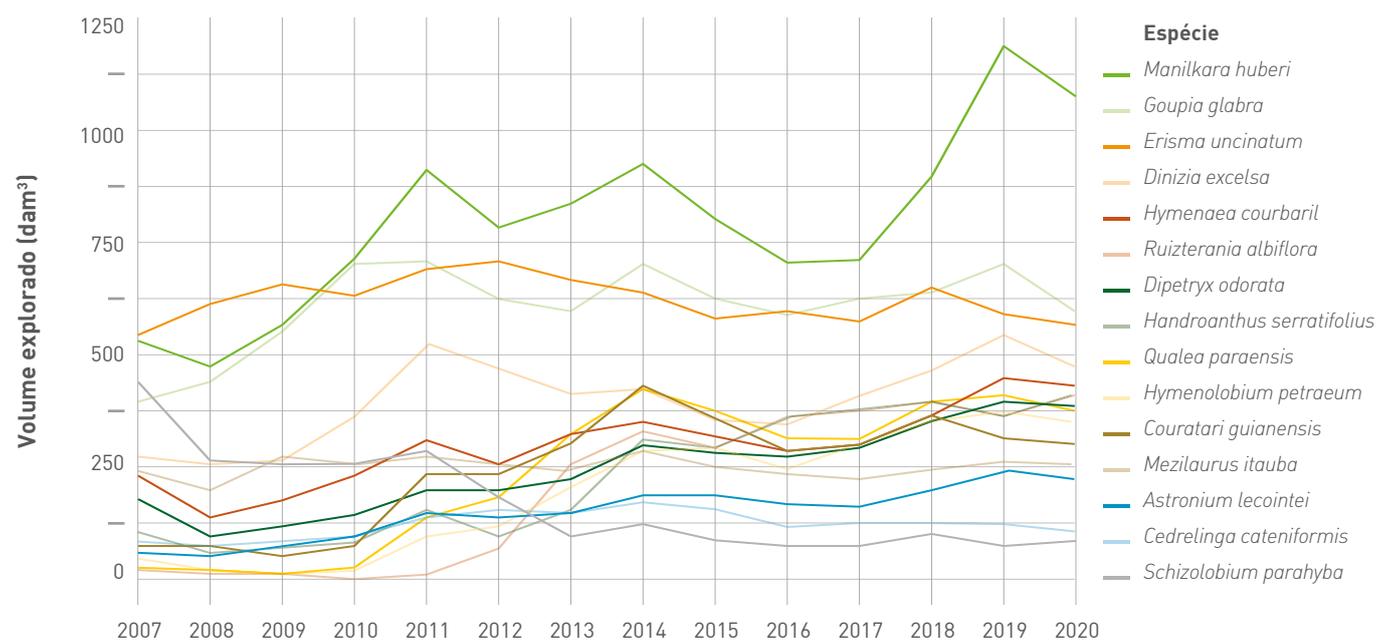
TIMBERFlow A plataforma da madeira



Tabela 1. Volume e participação relativa das principais espécies exploradas na Amazônia brasileira, 2007-2020
(Fonte: bancos de dados dos sistemas oficiais de controle florestal, analisados e compilados pelo IMAFLORA).

Posição relativa	Nome Científico	Nome popular	Volume acumulado (2007-2020) (m³)	% Total da produção (2007-2020)
14	<i>Hymenolobium petraeum</i>	Angelim pedra	2.747.361,1	1,78
15	<i>Schizolobium parahyba</i>	Paricá	2.444.969,5	1,58
16	<i>Astronium lecointei</i>	Muiracatiara	2.119.079,9	1,37
17	<i>Hymenolobium ssp.</i>	Angelim	1.968.692,6	1,27
18	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Cedrorana	1.749.366,8	1,13
19	<i>Cariniana micrantha</i>	Jequitibá	1.724.397,7	1,12
20	<i>Simarouba amara</i>	Marupá	1.531.860,7	0,99
Total explorado (2007/20)			81.002.042,5	52,4

Figura 2. Volume em tora das principais espécies exploradas na Amazônia brasileira, 2007-2020
(Fonte: bancos de dados dos sistemas oficiais de controle florestal, analisados e compilados pelo IMAFLORA).





TIMBERFlow A plataforma da madeira



As principais espécies madeireiras exploradas na Amazônia têm grande relevância para os mercados de produtos para a construção civil, tanto nos destinos nacionais como internacionais. Destas quinze principais espécies exploradas (Figura 2), todas, possuem uma ampla gama de estudos publicados sobre as características físicas, químicas e potenciais usos da madeira.

A Maçaranduba (*Manilkara huberi*), com uma média de 860 mil metros cúbicos em toras produzidas anualmente, é a espécie com maior volumetria de exploração da Amazônia brasileira, seguida pelo Cedrinho (*Erismia uncinatum*), Cupiúba (*Goupia glabra*), Angelim-vermelho (*Dinizia excelsa*) e o Jatobá (*Hymenaea courbaril*) (Tabela 1). Mesmo com sua notável relevância no mercado da madeira, a Maçaranduba é uma espécie que tem sido apontada em estudos com graves problemas em sua correta identificação botânica, o que constitui um risco para a manutenção de estoques futuros desta espécie nas florestas de produção.

Estudos como de Bieber et al. (2004) verificaram que, em planos de manejo florestal, indivíduos de outras espécies como *Manilkara bidentata* e *M. cavalcantei* são classificados como *Manilkara huberi* nos inventários florestais. Além da maçaranduba, ainda, espécies altamente exploradas como o Jatobá, o Cumaru (*Dypterix odorata*) e o próprio Ipê-roxo (*Handroanthus serratifolius*) são reportados em estudos especializados (a exemplo de Schulze et al., 2005) como ecologicamente sensíveis no manejo florestal, com grandes dificuldades em retornar aos estoques iniciais disponíveis na floresta mesmo que após ciclos de corte alongados, exigindo, portanto, medidas de conservação especiais em florestas de produção no longo prazo.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA EXPLORAÇÃO

Compreender a geografia econômica da indústria madeireira em função das espécies exploradas é fundamental para o monitoramento e planejamento do setor florestal. Para verificar a tendência de exploração geográfica por espécie, geramos mapas de calor em função do volume explorado ao longo do período de análise adotado (Figura 2). Escolhemos como temas para a confecção destes mapas, além das espécies de maior importância no setor madeireiro regional, a exemplo da Maçaranduba, espécies que apresentavam padrões de exploração ao longo do tempo que diferiam entre si. Ao observar tais padrões, concluímos que os mesmos podem variar significativamente dependendo de fatores como o nível de exploração da espécie, sua aceitação nos mercados e o tempo decorrido desde o início de sua exploração em escala.

A Maçaranduba, principal espécie explorada na Amazônia, em 2007, apresentava uma exploração mais concentrada na porção nordeste do Pará e na porção norte de Mato Grosso, também com algum destaque na região do médio Amazonas. Os padrões de exploração desta espécie demonstram uma notável dispersão de sua exploração na Amazônia no período subsequente. Ao passar dos anos, houve um aumento da exploração no Amapá e em Roraima. Após 2010, é notável um avanço para as regiões mais centrais da Amazônia, com destaque para o oeste do Pará e o sul do Amazonas, além do aumento da volumetria de exploração no norte de Mato Grosso e Rondônia.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



O Ipê-roxo, espécie com aumento emblemático de produção nos últimos anos, em 2007 apresentava uma geografia de exploração mais concentrada no nordeste/noroeste do estado do Pará e norte de Mato Grosso. Com o passar dos anos, o Pará continuou sendo o estado mais relevante na exploração da espécie, e embora tenha se mantido como o principal produtor, o norte de Mato Grosso, sul do Amazonas e Rondônia também apresentaram valores significativos no volume de exploração após 2010.

Já o Cambará (*Qualea paraensis*), por outro lado, comparativamente à evolução geográfica da exploração do Ipê e da Maçaranduba, apresentava baixa importância de produção em 2007. Neste período, apresentava uma exploração de cerca de 19,5 mil metros cúbicos em toras, que saltou em uma magnitude de 20 vezes até 2020, atingindo um total de 373 mil metros cúbicos. Este avanço de produção ficou mais restrito à antiga fronteira, como na porção centro-sul de Rondônia, norte de Mato Grosso e nordeste do Pará, ainda que seja possível observar um leve aumento na porção sul do Amazonas a partir de 2014¹². O padrão de evolução espacial da produção ao longo do tempo desta espécie representa um exemplo de inserção de novas essências em fronteiras nas quais os estoques de madeira valiosas foram exauridos ao longo tempo, principalmente nos polos localizados ao longo do 'arco do fogo e do desmatamento'.

Finalmente, o Paricá (*Schizolobium parahyba*) apresentou queda de produção ao longo dos anos, passando de 262 mil metros cúbicos de toras em 2010 e para 87 mil metros cúbicos em 2020. É possível observar que, nos primeiros anos desta análise, a exploração estava concentrada na região nordeste do Pará e norte de Mato Grosso e, ao decorrer dos anos, foi caindo no Pará, ficando mais restrita ao Mato Grosso e Rondônia. Tal condição provavelmente está associada ao aumento da produção e extração desta espécie em plantios florestais que não exigem a inclusão da volumetria explorada no sistema DOF/SINAFLOR e SISFLORA, apenas no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP).

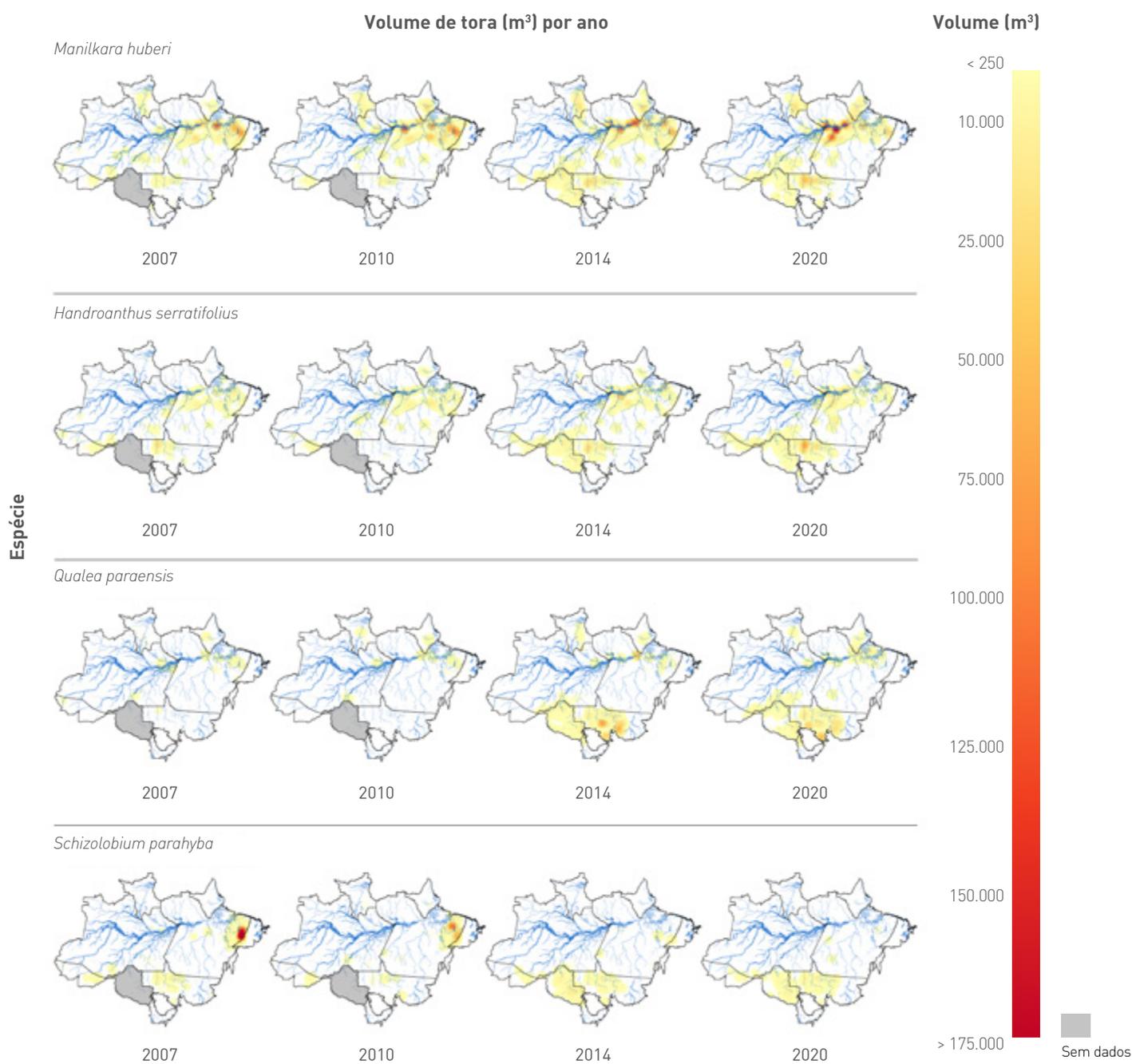
¹² O Cambará é uma espécie com densidade básica média, boa resistência mecânica e durabilidade moderada. Os indivíduos desta espécie têm ganhado espaço no mercado na madeira tropical, sobretudo, na construção civil. Estima-se que, apenas em Mato Grosso, onde a espécie apresentou maior volumetria de exploração, o Cambará gerou uma receita de R\$ 1 bilhão entre 2004 e 2010, representando 19% de toda a receita obtida no mercado de madeira tropical (Ribeiro et al., 2016).



TIMBERFlow A plataforma da madeira



Figura 2. Mapa de calor do volume explorado de *Manilkara huberi*, *Handroanthus serratifolius*, *Qualea paraensis* e *Schizolobium parahyba*, com base na geografia de exploração nos períodos de 2007, 2010, 2014 e 2020 ¹³ (Fonte: bancos de dados dos sistemas oficiais de controle florestal, analisados e compilados pelo IMAFLORA).



¹³Adotamos como raio de exploração a partir dos centroides dos municípios nos quais tais espécies foram exploradas de 100km, com base em dados compilados por Pereira et al. 2010.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



ESPÉCIES EXPLORADAS NAS FRONTEIRAS DE EXPLORAÇÃO MADEIREIRA

Ao longo desta série de boletins técnicos temos descrito, baseada na análise dos dados oficiais dos sistemas oficiais de controle florestal, a migração da indústria madeireira da Amazônia, outrora concentrada nas proximidades do 'arco do fogo e do desmatamento', ou nas antigas fronteiras de colonização da região, passando gradualmente para as regiões centrais amazônicas nos últimos 20 anos. De modo consistente com esta narrativa, no biênio 2019-20, as quinze espécies de maior produção estavam concentradas nas novas fronteiras de exploração madeireira da Amazônia. Observamos que 70% dos documentos emitidos (DOF ou GF) (965 mil) estão concentrados ao longo do oeste do Pará, norte/noroeste de Mato Grosso, norte de Rondônia e sul do Amazonas. Complementarmente, apenas 20% (273 mil) se originaram da antiga fronteira de exploração, e 10% (139 mil) estão em regiões fora destas fronteiras (Figura 4).

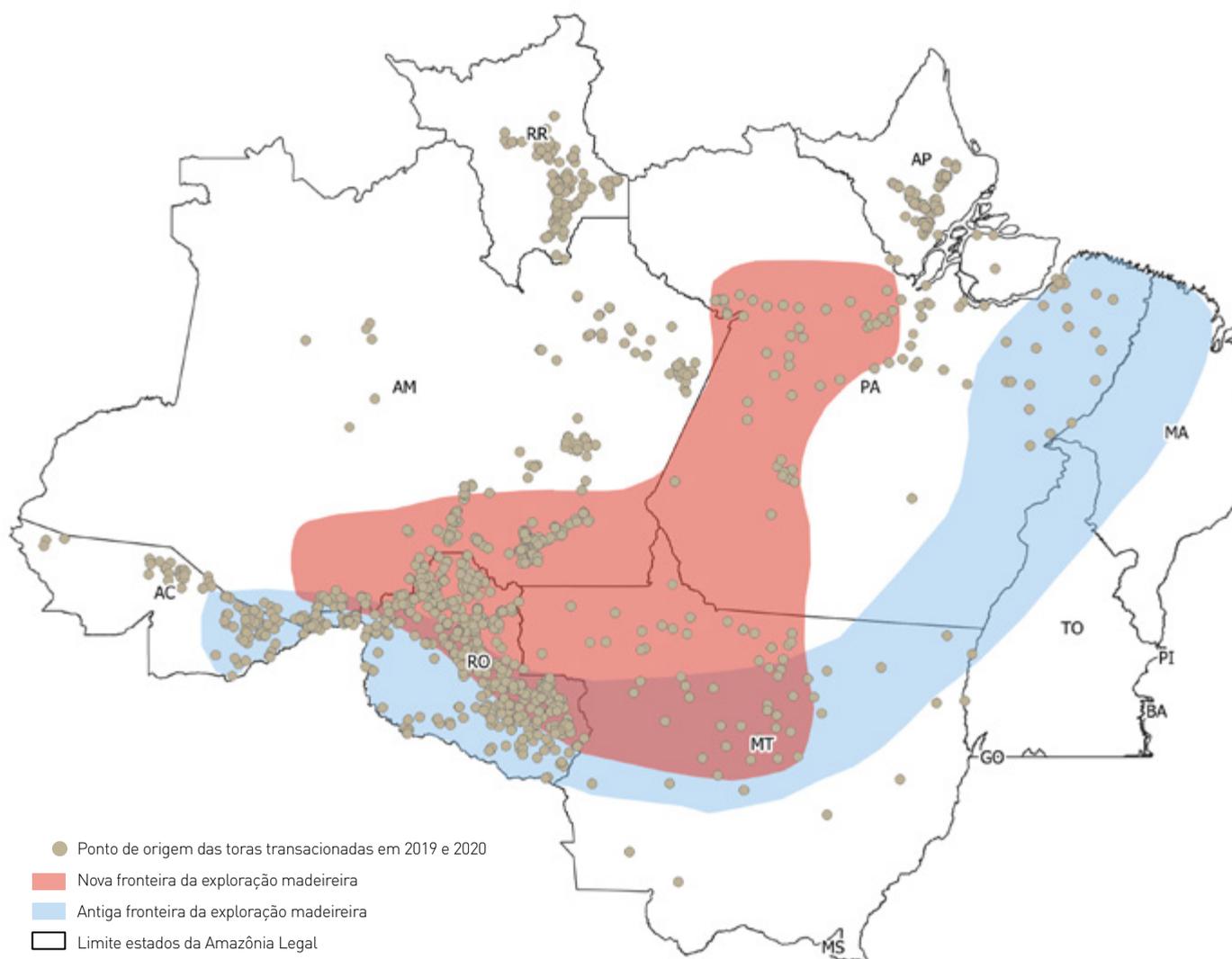
Tanto na antiga fronteira de exploração, quanto na nova fronteira, as quinze espécies de maior produção representavam neste biênio cerca de 60% de todo o volume. Tais essências florestais de maior pressão de exploração são comuns em ambas em termos relativos. Entretanto, entre as quinze principais espécies da nova fronteira de exploração, apenas três não estão entre as mais comuns exploradas na antiga fronteira, o Ipê-roxo, a Muiracatiara (*Astronium lecoitei*) e a Tatajuba (*Bagassa guianensis*). Estas espécies ocupam posições menos destacadas de produção na antiga fronteira. Como exemplo, o Ipê, no biênio 2019-20, apresentou um volume médio anual de 48 mil metros cúbicos, ocupando a 15ª posição entre as mais exploradas, enquanto que na nova fronteira para o mesmo período a espécie ocupava a 4ª posição com cerca de 319 mil metros explorados anualmente. Esta tendência também ocorre com a Muiracatiara para o mesmo período, apresentando um volume explorado quatro vezes menor na antiga fronteira, e com a Tatajuba, apresentando uma produção seis vezes menor na mesma comparação entre fronteiras (17 mil metros cúbicos e 79 mil metros cúbicos, respectivamente) (Tabela 2).



TIMBERFlow A plataforma da madeira



Figura 4. Mapa das fronteiras madeireiras da Amazônia brasileira contendo os pontos de origem das toras exploradas das quinze principais espécies, 2019-20 (Fonte: bancos de dados dos sistemas oficiais de controle florestal, analisados e compilados pelo IMAFLORA).





TIMBERFlow A plataforma da madeira



É possível notar uma inversão na contribuição das principais espécies entre as fronteiras. Por exemplo, as cinco principais espécies exploradas da nova fronteira, a Maçarandura, o Angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum*), a Cupiúba, o Ipê e o Angelim-vermelho, são as espécies que ocupam as posições mais baixas da antiga fronteira entre as espécies exploradas, com exceção feita à Cupiúba, que se mantém entre as principais posições em ambas as fronteiras (Tabela 2). Tal circunstância corrobora o que estudos têm alertado a respeito da sustentabilidade do setor há décadas, sendo inerente a condição dinâmica de avanço das fronteiras de exploração, sugerindo a lenta exaustão dos estoques de madeiras valiosas devido a falhas no planejamento público da exploração e na adoção de práticas de manejo florestal.

Tabela 2. Comparação entre as principais espécies florestais exploradas na Amazônia Brasileira por fronteira de exploração, 2019-20 (Fonte: bancos de dados dos sistemas oficiais de controle florestal, analisados e compilados pelo IMAFLORA).

Posição relativa	Nova Fronteira		Antiga Fronteira	
	Nome Científico	Volume anual (2019/20)	Nome Científico	Volume anual m ³ (2019/20)
1	<i>Manilkara huberi</i>	829.754,5	<i>Erisma uncinatum</i>	378.692,9
2	<i>Hymenaea courbaril</i>	330.778,3	<i>Ruizterania albiflora</i>	331.186,6
3	<i>Goupia glabra</i>	32.9751,6	<i>Qualea paraensis</i>	264.428,0
4	<i>Handroanthus serratifolius</i>	319.682,7	<i>Goupia glabra</i>	202.061,3
5	<i>Dinizia excelsa</i>	263.793,6	<i>Apuleia leiocarpa</i>	155.893,9
6	<i>Apuleia leiocarpa</i>	241.781,5	<i>Mezilaurus itauba</i>	135.291,1
7	<i>Hymenolobium petraeum</i>	225.380,7	<i>Dipteryx odorata</i>	132.025,9
8	<i>Couratari guianensis</i>	196.765,2	<i>Trattinnickia burseraefolia</i>	128.221,3
9	<i>Erisma uncinatum</i>	180.441,6	<i>Hymenolobium petraeum</i>	107.626,1
10	<i>Dipteryx odorata</i>	178.185,5	<i>Manilkara huberi</i>	93.780,1
11	<i>Astronium lecointei</i>	167.148,0	<i>Couratari guianensis</i>	93.363,0
12	<i>Mezilaurus itauba</i>	108.513,2	<i>Dinizia excelsa</i>	67.973,9
13	<i>Bagassa guianensis</i>	79.132,1	<i>Hymenaea courbaril</i>	60.219,9
14	<i>Qualea paraensis</i>	78.472,9	<i>Cariniana micrantha</i>	50.630,5
15	<i>Simarouba amara</i>	76.687,1	<i>Handroanthus serratifolius</i>	48.366,9
Total	59% do total da produção	3.606.268,7	57% do total da produção	2.249.761,5



TIMBERFlow A plataforma da madeira



CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Ressalvas feitas às limitações relativas ao uso dos dados advindos dos sistemas oficiais de controle florestal, encontramos neste trabalho que o setor madeireiro da Amazônia, estratégico do ponto de vista da geração de empregos e divisas localmente, utiliza uma proporção significativamente maior da diversidade regional de espécies arbóreas do que estudos anteriores estimaram. No período entre 2007-20, tais bancos de dados revelam que cerca de 1.000 espécies arbóreas foram exploradas para a geração de produtos de madeira, destinados principalmente ao mercado de construção civil no Brasil e no exterior.

Entretanto, por outro lado, ao menos metade da produção de madeira em tora da Amazônia (nos últimos anos na casa de 10-12 milhões de metros cúbicos por ano) está baseada no uso de 15-20 espécies de maior relevância em tais mercados. Este fato demonstra a grave fragilidade estratégica existente na indústria madeireira da Amazônia em relação aos estoques futuros de madeiras valiosas, perpetuando um ciclo de exaustão dos recursos florestais brasileiros que remonta aos tempos do Brasil Colônia. Em suma, o país que tem nome de árvore explora as espécies mais valiosas até que seus estoques sejam exauridos, passando em seguida para a próxima essência que passe a ser assimilada pelo mercado. Nas antigas fronteiras madeireiras da região, como exemplo, encontramos evidências da queda de produção de espécies de valor econômico excepcional, como é o caso do Ipê, sendo tais produtos substituídos por outras essências. Na raiz do problema, está a carência de um planejamento público em larga escala que ofereça ao setor madeireiro uma base florestal ampla e administrada através de práticas de manejo florestal que permitam que tais áreas de produção sejam conservadas no longo prazo.

É meritório citar que existem hoje perspectivas importantes neste sentido. Se destaca, por exemplo, o advento de um sistema de concessões de florestas públicas no Brasil em operação nos últimos 16 anos. Somados a territórios públicos de domínio comunitário aptos a conduzir o manejo florestal através de parcerias com empresas, as concessões poderiam rapidamente garantir uma base florestal de tamanho suficiente para suprir a indústria madeireira da Amazônia no longo prazo. Hoje, estimamos que uma área de 25 milhões de hectares, o que seria equivalente a 5% da Amazônia Legal, cumpririam com este papel. Avançamos nos últimos anos, ainda que lentamente, em direção a este objetivo.

Também é importante dizer que hoje a ciência entende que nem mesmo áreas submetidas às melhores técnicas de manejo e de conservação serão capazes de manter estoques estáveis de espécies de madeiras valiosas no longo prazo. Isso ocorre porque muitas das espécies mais cobiçadas pelos mercados tem características ecológicas que impedem a reposição dos estoques de madeira exploráveis nos períodos entre os ciclos de corte, enquanto as florestas de produção permanecem em pousio. A única forma de garantir a reposição destes estoques seria recorrer a tratamentos silviculturais ou a ciclos de corte mais longos, o que seria proibitivo do ponto de vista econômico.

Ou seja, mesmo que uma base florestal ampla e estável fosse estabelecida para a indústria madeireira regional, esta indústria teria de evoluir substancialmente em termos do uso de maiores volumes de uma gama maior de espécies comerciais, além de investimentos em tecnologia e no desenvolvimento de novos produtos. O uso de espécies menos conhecidas advindas de



TIMBERFlow A plataforma da madeira



empreendimentos comprovadamente manejados (como as concessões e áreas certificadas), além da atração de investimentos para o desenvolvimento de produtos engenheirados de madeira a partir de tais essências, seriam bons pontos de partida. Voltaremos a tais temas ao longo de fascículos futuros desta série de boletins técnicos editados pelo IMAFLORA. Voltando aos resultados apresentados neste manuscrito, deixamos as recomendações e reflexões específicas descritas abaixo.

- 1) Melhor identificação das espécies exploradas.** Desde 2009, com a aprovação da Resolução 406, existe a obrigatoriedade da adoção de procedimentos de cunho técnico-científicos para que as espécies exploradas sob manejo florestal sejam identificadas corretamente. Sem esta identificação, e sem avanços na geração de inventários florestais confiáveis, poucos progressos podem ser esperados em termos de um planejamento estratégico setorial para a indústria madeireira da Amazônia. Este não é um ponto que depende apenas de regulação e fiscalização mais efetiva das agências estaduais de meio ambiente. Pontos cruciais nesta agenda incluem o treinamento e a formação de parataxônomos práticos hábeis a conduzir tais inventários, recursos financeiros destinados a pesquisa de espécies florestais, além de toda a estrutura de herbários e das entidades de pesquisa atuantes nesta área. Os investimentos públicos nesta agenda têm regredido fortemente nas últimas décadas.
- 2) Maior robustez nos sistemas de cadastro de espécies.** Aliada à recomendação tecida acima, os sistemas de cadastro de espécies nos sistemas oficiais de controle florestal precisam evoluir. Alguns dados como nome das espécies são sensíveis e não podem sofrer erros de entrada como a inclusão de caracteres não padronizados na descrição do autor, ausência de espaçamento entre gênero e epíteto e, descrição popular em substituição à nomenclatura científica. Além disso, os dados das espécies devem estar atualizados com o nome atual aceito e não por sinônimas. Neste caso, a melhor forma de tratar os dados seria promover um sistema de equivalência, no qual o sistema aceitaria a inclusão da sinônimo por parte do usuário, mas o reconheceria e o ajustaria para o nome aceito nas plataformas indicadas pela academia. Se porventura o usuário optasse por incluir uma espécie nova nos sistemas, esta inclusão deveria ser possível mediante a validação de um especialista cadastrado pela agência de controle florestal.
- 3) Transparência satisfatória de dados.** Apesar de progressos importantes neste sentido, os dados dos sistemas oficiais de controle não se encontram amplamente disponíveis à sociedade de modo aberto, acessível, integral, atualizado e de fácil leitura por máquinas. Mesmo os dados do SisDOF, disponibilizados em setembro de 2018 após amplo debate com a sociedade civil e a criação de um plano de dados abertos, tiveram sua abertura descontinuada em fevereiro de 2021. Na mesma direção, os dados dos sistemas SISFLORA (Pará e Mato Grosso) não se encontram disponíveis amplamente. A falta de tais dados dificulta não apenas um planejamento setorial robusto por parte das lideranças do setor industrial madeireiro amazônico, como compromete a participação da sociedade civil no monitoramento e na proposição de soluções em termos de mercados sustentáveis e no combate à exploração madeireira ilegal. Finalmente, a falta de transparência atrapalha o próprio Estado em cumprir a Lei no que se refere à necessidade de realização de compras públicas sustentáveis de produtos de madeira.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



- 4) Geração de informação sobre a ocorrência de espécies pouco exploradas.** Diferentes ações são importantes para o fomento a introdução de espécies menos conhecidas nos mercados, que serão tema de uma edição posterior desta série de boletins técnicos. Entretanto, a lacuna de base que impede que tais ações se desenvolvam se refere justamente às incertezas sobre a ocorrência de tais espécies, ligadas mais uma vez a inventários florestais incompletos ou pouco confiáveis, falta de procedimentos para a identificação correta destas espécies e um cadastro confiável das mesmas nos sistemas oficiais de controle. Em seguida, ainda são necessárias pesquisas básicas detalhadas sobre o comportamento ecológico de tais espécies. Em especial, a ocorrência e abundância de tais espécies nos empreendimentos comprovadamente manejados seria de grande valia para indicar as espécies mais promissoras. Isto evitaria alavancar novamente o consumo de espécies que sejam ecologicamente sensíveis, endêmicas ou pouco disponíveis logisticamente junto aos principais mercados consumidores, o que apenas alimentaria o modelo ligado à contínua exaustão das madeiras valiosas brasileiras que se estabeleceu nos tempos do descobrimento.
- 5) Alavancar as concessões florestais.** A queda da produção de espécies de valor econômico nas antigas fronteiras madeireiras demonstra a falta de planejamento e ordenamento da indústria florestal a longo prazo na Amazônia brasileira. Neste sentido, as concessões florestais no Brasil podem ser importantes aliadas no planejamento público para consolidação da indústria madeireira de base ampla a longo prazo e, conseqüentemente, para a estabilização das fronteiras madeireiras.



TIMBERFlow A plataforma da madeira



REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- Angelo, H. 1998. As exportações brasileiras de madeiras tropicais. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Tese. 129p.
- Barros, A. C., Uhl, C. Logging along the Amazon River and estuary: patterns, problems, and potential. *Forest Ecology and Management*, 77:87-105, 1995. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03574-T](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03574-T)
- Cardoso, D., et al. 2017. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 114, 10695–10700. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706756114>
- Ferreira, G. C., Hopkins, M. & Secco, R.S. 2004. Contribuição ao conhecimento morfológico das espécies de leguminosae comercializadas no estado do Pará, como angelim. *Acta Amazonica*, 34: 219-232.
- Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Acesso: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- Hopkins, M.J.G., 2007. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *J. Biogeogr.* 34, 1400-1411. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01737.x>
- Lentini, M., et al., 2019. O que mudou no perfil da atividade madeireira na Amazônia nas últimas duas décadas (1998-2018)? *Boletim Timberflow* 1, julho de 2019. IMAFLORA, Piracicaba.
- Lentini, M., et al., 2021. A exploração do Ipê (*Handroanthus* spp.) em florestas naturais da Amazônia brasileira: desafios e oportunidades para a conservação e o manejo responsável. *Boletim Técnico Timberflow* 4. Imaflora, Piracicaba.
- Martini, A., Rosa, N., & Uhl, C. 1994. An Attempt to Predict Which Amazonian Tree Species May be Threatened by Logging Activities. *Environmental Conservation*, 21(2), 152-162. <https://doi:10.1017/S0376892900024589>
- Obermuller, F.A.; Daly, D.C.; Oliveira, E.C.; Sousa, H.F.T.P.; de Oliveira, H.M.; S., 45 S.L.; et al. 2011. Guia Ilustrado e Manual de Arquitetura Foliar para Espécies Madeireiras da Amazônia Ocidental. Rio Branco, Acre, 111p.
- Pereira, D.; Santos, D.; Vedoveto, M.; Guimarães, J.; Veríssimo, A. 2010. Fatos Florestais da Amazônia 2010. IMAZON. Belém, 126p.
- Ribeiro, E.S., Souza, R.A.T.M., Paula, M.H., Mesquita, R.R.S., Moreira, E.L., & Fazon, H. (2016). Forest species commercially by Mato Grosso state. *Biodiversidade*, 15(2), 2-20
- Richardson, V.A., Peres, C.A., 2016. Temporal Decay in Timber Species Composition and Value in Amazonian Logging Concessions 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159035>
- ter Steege, H., Mota de Oliveira, S., Pitman, N.C.A., Sabatier, D., Antonelli, A., Guevara Andino, J.E., Aymard, G.A., Salomão, R.P., 2019. Towards a dynamic list of Amazonian tree species. *Sci. Rep.* 9, 1–5. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40101-y>
- ter Steege, et al. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science* (80). 342. <https://doi.org/10.1126/science.1243092>
- ter Steege, H., Vaessen, R.W., Cárdenas-López, D., Sabatier, D., Antonelli, A., De Oliveira, S.M., Pitman, N.C.A., Jørgensen, P.M., Salomão, R.P., 2016. The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. *Sci. Rep.* 6, 1–15. <https://doi.org/10.1038/srep29549>



Sobre o Imaflora:

O Imaflora (Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola) é uma organização brasileira, sem fins lucrativos, criada em 1995 para promover a conservação, o uso sustentável dos recursos naturais e para gerar benefícios sociais nos setores florestal e agropecuário.

www.imaflora.org

[instagram.com/imaflorabrasil](https://www.instagram.com/imaflorabrasil) 

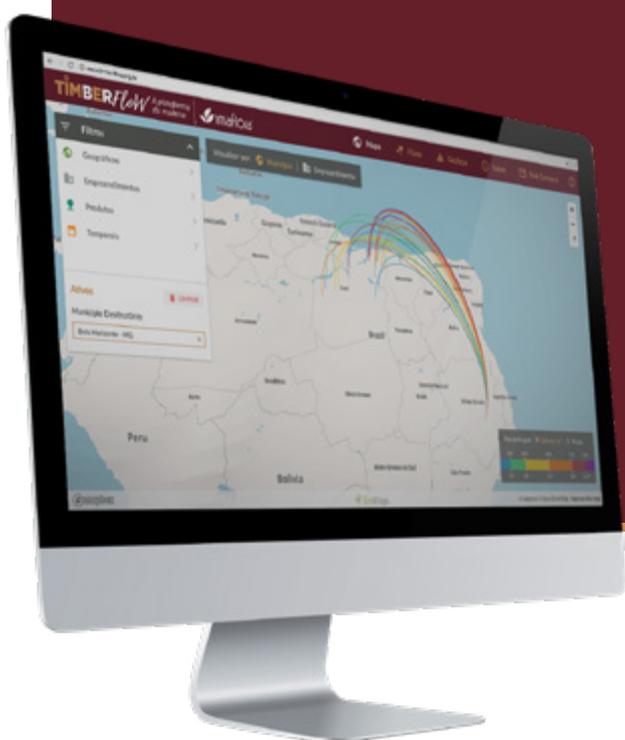
[youtube.com/imaflora](https://www.youtube.com/imaflora) 

twitter.com/imaflora 

[facebook.com/imaflora](https://www.facebook.com/imaflora) 

imaflora.org/noticias 

[linkedin.com/in/imaflora](https://www.linkedin.com/in/imaflora) 



doe.imaflora.org

TIMBERFlow A plataforma da madeira