

PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL
(Non-Detriment Findings, NDF) de
***HANDROANTHUS SPP. E
TABEBUIA SPP. NO BRASIL***



Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama

PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL
(Non-Detriment Findings, NDF) de
***HANDROANTHUS SPP. E
TABEBUIA SPP. NO BRASIL***

- Versão em Português -

Brasília, 2026

Presidência da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA

João Paulo Ribeiro Capobianco

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama

Jair Schmitt

Diretoria de Biodiversidade e Florestas – DBFlo

Lívia Karina Passos Martins

Coordenação-Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora – CGFlo

Allan Valezi Jordani

Equipe Técnica

Ana Clara Fernandes Domingos

Claudia Maria Correia de Mello

José Pedro Zuffo Janducci

Maria Carolina Póvoas de Lima

Vinicius Otavio Benoit Costa

Manolo Trindade Quintilhan

Yanka Laryssa Almeida Alves

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio**Equipe Técnica**

Suelma Ribeiro Silva

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ**Equipe Técnica**

Eduardo Pinheiro Fernandez

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA**Equipe Técnica**

Flávia Regina Capellotto Costa

Jochen Schöngart

Maristerra Rodrigues Lemes

Ministério Público do Estado de Mato Grosso – MPMT**Equipe Técnica**

José Guilherme Roquette

Serviço Florestal Brasileiro – SFB**Equipe Técnica**

Dárlison Fernandes Carvalho de Andrade

Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT**Equipe Técnica**

Beatriz Schwantes Marimon

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP**Equipe Técnica**

Peter Stoltenborg Groenendijk

Universidade de Tecnologia Chalmers – CTH**Equipe Técnica**

Caroline Sartorato Silva França

Título do Projeto:

Parecer de extração não prejudicial de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. no Brasil

Coordenação do Projeto:

Allan Valezi Jordani – Coordenação-Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora – CGFlo/DBFlo/Ibama.

Autoridade Científica Cites no Brasil:

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio e Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ

Autoridade Administrativa Cites no Brasil:

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama

Citação:

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2026). Parecer de extração não prejudicial de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. no Brasil. Autoridade Científica Cites do Brasil, Brasília.

Copyright:

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Autoridade Científica Cites do Brasil. SCEN Trecho 2, Edifício Sede, L4 Norte, CEP: 70818-900, Brasília/Distrito Federal.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

I59 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
Parecer de extração não prejudicial de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.
no Brasil. – Brasília, DF : IBAMA, 2026.
298 p. : il. color.

ISBN 978-65-5799-081-0

1. Manejo florestal. 2. Conservação ambiental. 3. Silvicultura. I. Título.

CDU 630

Biblioteca Nacional do Meio Ambiente
Júlia G. de Menezes – CRB1/3001

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	8
INTRODUÇÃO	12
RESUMO	13
CONTEXTO	14
1. O Parecer de Extração Não Prejudicial	16
2. Histórico	18
2.1. A Exploração Madeireira e o Ipê (<i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.) na Amazônia.....	18
2.2. Avaliação e Conservação dos Gêneros <i>Handroanthus</i> e <i>Tabebuia</i> .	20
2.3. Paralelo com o Mogno: Exploração, Biologia e Conservação	22
2.4. Certificação Florestal e seus Limites para Espécies Valiosas	23
2.5. Novos Critérios para o Manejo de Espécies Comerciais	24
3. ESTRUTURAÇÃO DO PARECER E FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 1	
DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES DE <i>HANDROANTHUS</i> E <i>TABEBUIA</i> NO BRASIL: UMA ABORDAGEM PARA O MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL.....	32
RESUMO	33
1. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE	34
1.1. Taxonomia.....	34
1.2. Dendrologia e anatomia da madeira	38
1.3. Identificação botânica em Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS	59
2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	65
2.1. Papel no ecossistema	82
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
CAPÍTULO 2	
MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO E STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES DE <i>HANDROANTHUS</i> E <i>TABEBUIA</i> NA AMAZÔNIA.....	98

RESUMO.....	99
1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TIPO DE HABITAT	100
2. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES DE <i>HANDROANTHUS</i> E <i>TABEBUIA</i> NA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	102
3. RISCOS BIOLÓGICOS	106
4. STATUS DE CONSERVAÇÃO	113
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

CAPÍTULO 3

ESTRUTURA, CRESCIMENTO E DINÂMICA POPULACIONAL DE *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP. NA AMAZÔNIA.....

RESUMO.....	124
CONTEXTO	125
1. ESTRUTURA POPULACIONAL DE <i>HANDROANTHUS</i> SPP. E <i>TABEBUIA</i> SPP. NA AMAZÔNIA: INVENTÁRIOS FLORESTAIS	127
2. ANÉIS DE CRESCIMENTO DE <i>HANDROANTHUS</i> SPP. NA AMAZÔNIA	130
3. MONITORAMENTO POPULACIONAL DE <i>HANDROANTHUS</i> SPP. E <i>TABEBUIA</i> SPP.: PARCELAS PERMANENTES.....	132
4. MORTALIDADE E RECRUTAMENTO	135
5. DINÂMICA POPULACIONAL.....	137
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	138
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139

CAPÍTULO 4

LEGISLAÇÃO E SISTEMAS DE CONTROLE FLORESTAL: EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP. NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

RESUMO.....	145
CONTEXTO	146
1. NORMAS E CONTROLE DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL NO BRASIL ..	148
1.1. Competências na gestão florestal.....	149
1.2. Normativas Federais.....	151
1.3. Manejo Florestal em Florestas Públicas	157
1.4. Manejo Comunitário – MFC	159
1.5. Manejo Florestal Sustentável nos Estados.....	160

2. SISTEMAS FEDERAIS E ESTADUAIS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL (SINAFLO, DOF LEGADO, DOF+ RASTREABILIDADE, SISFLORA E SIMLAM)....	163
2.1 Sistemas Federais	164
2.2 Sistemas Estaduais (Mato Grosso e Pará)	168
3. EXPLORAÇÃO DE <i>HANDROANTHUS</i> SPP. E <i>TABEBUIA</i> SPP. EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA	169
3.1. Avaliação 1 – Exploração Sustentável de <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.: Área sob Manejo e Volume por Espécie	170
3.2. Avaliação 2 – Exploração de <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp. em PMFS: Árvores por Área de Efetivo Manejo	174
3.3. Avaliação 3 – Exploração de <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp. em PMFS: Intensidade de exploração efetiva.....	176
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	178
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179

CAPÍTULO 5

PRODUÇÃO, COMÉRCIO E FISCALIZAÇÃO DE PRODUTOS MADEIREIROS..	188
RESUMO.....	189
CONTEXTO	190
1. TENDÊNCIAS GERAIS DE PRODUÇÃO E CONSUMO	192
1.1. Produção	192
1.2. Consumo	194
2. RELEVÂNCIA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO ILEGAL.....	196
3. CARACTERIZAÇÃO DAS INTERCORRÊNCIAS TÉCNICO-LEGAIS EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL.....	200
4. AVALIAÇÃO DO COMÉRCIO LEGAL E ILEGAL, <i>HANDROANTHUS</i> SPP. E <i>TABEBUIA</i> SPP.....	206
4.1. Riscos de ilegalidade associados às autorizações de extração e superestimativa das espécies.....	208
4.2. Riscos de ilegalidade associados ao inventário e subsequente declaração de corte	211
4.3. Riscos de ilegalidade associados a discrepâncias entre consumo e produção e Distribuição geográfica dos riscos de ilegalidade.....	213
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	215
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	216

CAPÍTULO 6

CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DE *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP. NA AMAZÔNIA BRASILEIRA 223

RESUMO..... 224

CONTEXTO 225

1. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RIGOR DAS ATUAIS MEDIDAS APLICÁVEIS AOS PLANOS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL – PMFS NO BRASIL 227
2. CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO A NÍVEL DE ESPÉCIE 230
 - 2.1. Efeito do manejo e recomendações de tratamentos silviculturais para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. 239
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 241
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 242

CAPÍTULO 7

PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES 252

RESUMO..... 253

CONTEXTO 254

1. DA EVIDÊNCIA À DECISÃO: AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DAS ESPÉCIES 255
2. CRITÉRIOS GERAIS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL 261
3. ANÁLISES POR ESPÉCIE 266
4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES 271
 - 4.1. Estudos Técnico-Científicos..... 274
 - 4.2. Recomendações de critérios no Processo Autorizativo 275
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 281
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 282


APÊNDICE A..... 290

APÊNDICE B 296

APÊNDICE C 301



AGRADECIMENTOS



O Parecer de Extração Não Prejudicial de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. no Brasil foi elaborado por meio da dedicação colaborativa do Grupo de Trabalho estabelecido na Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024. Este grupo foi composto por integrantes do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Serviço Florestal Brasileiro – SFB, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Universidade de Tecnologia Chalmers – CTH e Ministério Público do Estado de Mato Grosso – MPMT.

Gostaríamos de agradecer aos seguintes indivíduos e organizações pelo seu tempo em contribuir para o desenvolvimento do Parecer e participar de nossas reuniões técnicas. Eles são a Sra. Ana Clara Domingos (Ibama), Sra. Claudia Mello (Ibama), Sr. José Pedro Janducci (Ibama), Sra. Maria Carolina de Lima (Ibama), Sr. Manolo Quintilhan (Ibama), Sr. Vinícius Costa (Ibama), Sra. Yanka Alves (Ibama), Sr. Eduardo Fernandez (JBRJ), Sr. Gustavo Martinnelli (JBRJ), Sra. Suelma Silva (ICMBio), Sr. Dárlison de Andrade (SFB), Sra. Flavia Costa (INPA), Sr. Jochen Schöngart (INPA), Sra. Maristerra Lemes (INPA), Sra. Beatriz Schwantes Marimon (UNEMAT), Sr. Peter Groenendijk (UNICAMP), Sra. Caroline Sartorato Silva França (CTH) e Sr. José Guilherme Roquette (MPMT).

Agradecemos ao Ministério do Meio Ambiente do Peru pelo compartilhamento de dados de ocorrência das espécies Cites em seu país, à Dra. Catarina Silva de Carvalho, Dra. Miriam Kaehler, Dr. Haroldo Cavalcante de Lima, Dr. Domingos Cardoso, Dr. Mario Gomes e pesquisadores do JBRJ pela revisão dos pontos de ocorrência dos gêneros Cites, ao doutorando Nelson Eliecer Jaén Barrios pela assistência através da modelagem de probabilidade de ocorrência e estoque volumétrico natural de cada espécie listada no Anexo II da Cites avaliada, e à Dra. Karina Melgaço pela revisão e orientação nas análises de dados de parcelas permanentes.

Agradecemos também aos analistas ambientais do Ibama, Gustavo Bediaga de Oliveira, Lisarbson Messias e Silva, Fabrício Alves Rodrigues e Wanderley Ribeiro de Souza Júnior, pela assis-

tência na extração, sanitização, refinamento e avaliação de dados dos sistemas de controle do Ibama. Agradecemos à estagiária da Coordenação de Gestão do Uso Sustentável da Flora – COUSF/Ibama, Ana Beatriz Torquato, pela ajuda na formatação dos manuscritos, e ao estudante da UNICAMP, José Augusto Aguiar, pelo auxílio na compilação de dados.

Agradecemos aos analistas ambientais do Serviço Florestal Brasileiro, Alexandre Gontijo e Elisa Palhares de Souza, pela elaboração das descrições anatômicas da madeira e perspectivas futuras relacionadas às ferramentas científicas de identificação e rastreabilidade de madeira.

Expressamos nossa gratidão aos pesquisadores e empreendedores que compartilharam dados de parcelas permanentes. São eles, o Dr. Oliver Phillips, Dra. Aurora Levesley e todos os usuários do ForestPlots (Apêndice A), que gentilmente cederam os dados de inventários das espécies aqui analisadas, Dra. Lia Melo, Dr. Ademir Ruschel e Dr. Lucas Mazzei (Rede de Monitoramento da Dinâmica de Florestas da Amazônia – Redeflor), Dra. Cintia Souza (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Ocidental), Dr. Marcus Vinicio Neves d’Oliveira (Embrapa Acre), Dr. Edson Vidal (Universidade de São Paulo – USP), a empresa Mil Madeiras Preciosas, a empresa Agrocortex, aos concessionários Madeflona Industrial Madeireira, RRX Agroflorestal, Ebata Produtos Florestais e Samise Indústria, Comércio e Exportação.

Agradecemos aos pesquisadores Dr. Victor Hugo Ferreira Andrade, Dr. Giuliano Locosselli, Dr. Daigard Ricardo Ortega Rodriguez, Dr. José Roberto Vieira Aragão, Dr. Darwin Alexander, Dr. Jorge Andres Ramirez Correa, Dr. Gabriel de Assis Pereira, Dr. Leif Armando Portal Cahuana, Dr. Lucas Guimarães Pereira, Dra. Luciana Karla Sousa, Dr. Edilson Requena Rojas, Dra. Daniela Granato de Souza, Dra. Ana Carolina Maioli Barbosa, Dr. Bernardo Pretti B. Macieira e Dr. Roel Brienem pelo envio de dados de anéis de crescimento de *Cedrela odorata*, *Cedrela fissilis* e *Handroanthus serratifolius*. Agradecemos à Dra. Izabela Aleixo pela compilação, análise e elaboração de gráficos relacionados ao monitoramento fenológico das espécies listadas no Anexo II da Cites na Amazônia central.

Agradecemos aos pesquisadores Paulo Amaral, Alexandra Alves, Camila Damasceno e Dalton Cardoso do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon pelo apoio nas análises de sobreposição com áreas de desmatamento, e à Rede de Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira - Simex pelo auxílio na análise de sobreposição com áreas exploradas legal e ilegalmente.

Agradecemos aos pesquisadores André Giles, José Roberto Vieira Aragão, Lucas Guimarães Pereira e Maria Luiza de Azevedo pelo auxílio e dedicação na análise

de dados, modelagem de critérios de manejo em nível de espécie e formatação do documento final.

Gostaríamos de agradecer aos representantes das 55 instituições que participaram da “1ª Oficina de Especialistas para a Construção do NDF dos gêneros: *Handroanthus*, *Tabebuia*, *Dipteryx*, *Cedrela*”, realizada entre os dias 18 e 19 de junho de 2024 em Brasília/DF, bem como aos 120 participantes da “2ª Oficina de especialistas para construção do NDF dos gêneros *Handroanthus*, *Tabebuia*, *Dipteryx* e *Cedrela*”, que ocorreu de 03 a 05 de setembro de 2024 em Belém/PA. Agradecemos também a todos os participantes da “Semana do ipê e cumaru na Cites”, realizada entre os dias 04 e 07 de novembro de 2024 em Brasília/DF.

Agradecemos à Natália Milanezi e Priscila Topázio pela organização dos eventos, realizada pelo Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime – UNODC por meio do Projeto ECOS – Cooperação Regional para Enfrentar Crimes Ambientais, com o apoio da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional – USAID.

Em nome da equipe do projeto.

Allan Valezi Jordani

Coordenador-Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora (Ibama)

Autoridade Científica Cites do Brasil para Flora



INTRODUÇÃO

CONTEXTO DA EXPLORAÇÃO E CONSERVAÇÃO
DO IPÊ (*HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP.)
NO ÂMBITO DA CITES E DO PARECER DE
EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL - NDF

Allan Jordani^{1,2}, Yanka Alves¹, Manolo Quintilhan¹, e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024³

RESUMO

A Cites, com 185 países signatários, regula o comércio internacional de mais de 40 mil espécies, incluindo 34 mil plantas, para assegurar que o comércio internacional dessas espécies não ameace sua sobrevivência na natureza. No Brasil, a exploração dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*, que incluem espécies conhecidas popularmente como ipê, reflete um histórico de exploração madeireira intensa e padrões semelhantes ao observado com o mogno. A crescente pressão comercial, associada à perda de habitat e à baixa taxa de regeneração, levou à inclusão de quatro espécies na Lista Nacional Oficial da Flora Ameaçada de Extinção, pela Portaria MMA nº 443/2014, e, posteriormente, à avaliação de diversas outras pela IUCN, com classificações variando entre “Em Perigo”, “Vulnerável” e “Quase Ameaçada”. Em 2022, todas as espécies dos gêneros *Handroanthus*, *Tabebuia* e *Roseodendron* foram incluídas no Anexo II da Cites, sob a anotação #17 (tora, madeira serrada, laminados, compensados e madeira transformada), estabelecendo a obrigatoriedade de licenças Cites para transações relativas ao comércio exterior e do Parecer de Extração Não Prejudicial - NDF, emitido pela autoridade científica Cites brasileira. No Brasil, a elaboração do NDF foi conduzida pelo Ibama, em parceria com um grupo de trabalho interinstitucional, com base em dados nacionais e internacionais, consultas a especialistas e guias técnicos da Convenção. O Parecer abrangeu desde a identificação taxonômica, modelagem de distribuição e dinâmica populacional até a definição de critérios de manejo florestal sustentável, integrando informações para mitigar riscos e assegurar que a exploração e o comércio de ipê sejam ecologicamente sustentáveis, garantindo a conservação das populações e a manutenção de suas funções ecossistêmicas.

Palavras-chave: Cites; *Handroanthus* spp.; *Tabebuia* spp.; Parecer de Extração Não Prejudicial – NDF.

1 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – CGFlo/Ibama

2 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama

3 Portaria de Pessoal N° 701, de 15 de abril de 2024

CONTEXTO

A Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – Cites desempenha um papel crucial na conservação de espécies vegetais e animais ameaçadas pelo comércio internacional (Sheikh & Corn, 2016). Com 185 países signatários, a Cites por meio da regulação do comércio, oferece diferentes graus de proteção a mais de 40 mil espécies, destas, 34 mil são de plantas. A Convenção evoluiu para se tornar uma ferramenta amplamente aceita para monitorar e demonstrar a legalidade do comércio de madeira, que representa a forma mais valiosa de comércio de vida selvagem (Oldfield, 2013).

A Cites foi elaborada como resultado de uma resolução adotada em 1963 durante uma reunião dos membros da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN. O texto da Convenção fora acordado em uma reunião de representantes de 80 países em Washington, D.C., Estados Unidos, no dia 3 de março de 1973, passando a vigorar em 1º de julho de 1975. Em novembro deste mesmo ano, o Brasil promulgou oficialmente sua adesão como parte, e em setembro de 2000 regulamentou sua implementação em território nacional, por meio do Decreto Federal nº 3.607, definindo as competências das autoridades administrativas e científicas nacionais na Convenção. Neste arranjo, coube ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama, como principal órgão executor das políticas nacionais de meio ambiente, ser o pivô na regulação do comércio internacional das espécies de fauna e flora incluídas nos anexos da Cites, com a atribuição da competência de autoridade administrativa, responsável pela análise dos pedidos de comércio internacional e emissão das respectivas licenças de exportação ou importação de espécimes e/ou respectivos produtos e subprodutos.

Coube também ao Ibama, além do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, e Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ, a competência como Autoridades Científicas, responsáveis pela avaliação sobre eventual prejuízo à sobrevivência da espécie Cites, cujos espécimes sejam objeto do comércio internacional. Esta avaliação deve levar em conta a conservação da espécie, tanto em caráter local como em toda sua área de distribuição natural, em nível consistente com sua função ecossistêmica, subsidiando a decisão da Autoridade Administrativa acerca da autorização de exportação.

Estima-se que, anualmente, o comércio internacional de vida selvagem movimente bilhões de dólares e envolva centenas de milhões de espécimes de plantas e animais. Os níveis de exploração de algumas espécies de animais e plantas são elevados, e o comércio dessas espécies, juntamente com outros fatores, como

a perda de habitat, pode levar a uma drástica redução de suas populações e até mesmo à extinção de algumas delas. Muitas espécies comercializadas não estão ameaçadas de extinção, mas a existência de um acordo para garantir a sustentabilidade do comércio é crucial para proteger esses recursos para as gerações futuras (Cites, 2024).

Ao longo de seus 50 anos de existência, a Cites criou uma estrutura global sustentável para minimizar as ameaças do comércio legal e combater o comércio ilegal de espécies selvagens (Rednikova, 2023). Com relação à gestão de espécies madeireiras de alto valor comercial, a Convenção tem adotado diversos instrumentos regulatórios, com o objetivo de apoiar as autoridades nacionais de gestão e promover decisões sustentáveis de manejo (Aguilar, 2013). Apesar de enfrentar diversos desafios, principalmente relacionados ao comércio ilegal, a Cites continua sendo um instrumento vital na proteção da biodiversidade global (Wijnstekers, 2011; Rednikova, 2023).

Os Anexos I, II e III da Convenção listam espécies que recebem diferentes níveis ou tipos de proteção contra a superexploração. O Anexo I lista espécies que são consideradas ameaçadas de extinção pelo comércio internacional, ensejando na proibição de transações comerciais destes espécimes entre as Partes, ou dos respectivos produtos e subprodutos dessas espécies, exceto quando oriundo de plantios comerciais ou quando o propósito da importação não for comercial, como em casos de pesquisa científica.

Já o Anexo II inclui espécies que não estão necessariamente ameaçadas de extinção no momento, mas que podem se tornar ameaçadas caso o comércio não seja controlado rigorosamente. Também inclui as chamadas "espécies de aparência semelhante", ou seja, aquelas cujos espécimes no comércio se assemelham aos de espécies listadas por razões de conservação. O comércio internacional de espécies do Anexo II pode ser autorizado mediante a concessão de uma licença de exportação ou um certificado de reexportação. Esses documentos só devem ser concedidos se as autoridades competentes envolvidas nas transações estiverem convencidas de que certas condições foram cumpridas, especialmente que o comércio não prejudicará a sobrevivência da espécie em seu habitat natural. Assim, o principal objetivo da inclusão de uma espécie ou gênero no Anexo II é a exploração sustentável da espécie, evitando que seja necessária, futuramente, sua inclusão no Anexo I.

Em síntese, portanto, a inclusão de uma espécie no Anexo II indica que, com base nas informações comerciais e científicas disponíveis e na avaliação das Partes, o comércio internacional, nas taxas ou padrões atuais, representa um risco de dano à espécie em seu ambiente em toda a sua área de distribuição.

Por fim, o Anexo III lista espécies incluídas a pedido de um país membro, ou Parte, que já regula o comércio da espécie e precisa da cooperação de outros países para prevenir sua exploração insustentável ou ilegal, mas que não necessariamente estão ameaçadas de extinção em nível global. O comércio internacional de espécimes listados neste anexo só é permitido mediante a apresentação de licenças ou certificados apropriados.

1. O PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL

A constatação de ausência de prejuízo, por meio do Parecer de Extração Não Prejudicial (*Non-detriment finding em inglês*, NDF), emitido pelas Autoridades Científicas da Cites para espécies dos Anexos II (e I), avalia se os volumes ou produtos comercializados não são prejudiciais para a sobrevivência de determinada espécie, levando em conta a manutenção das suas funções ecossistêmicas dentro da sua área de ocorrência. Este processo deve considerar parâmetros biológicos e ambientais relacionados ao estado populacional da espécie. Para espécies madeireiras, devem ser avaliados parâmetros como sua área de distribuição e habitats, situação e tendências populacionais, práticas de exploração, volumes extraídos e impacto da exploração e do comércio, legal e ilegal, em espécies-alvo. O impacto esperado das explorações atuais ou propostas sobre a estrutura e dinâmica populacional da espécie é a questão central que deve ser abordada durante o processo de elaboração do NDF. Deles resulta uma recomendação à Autoridade Administrativa da Cites do país exportador. Em geral, a recomendação é feita na forma de um NDF favorável (pré-condição para emissão de uma licença Cites) ou desfavorável.

Neste sentido, a Resolução Cites Conf. 16.7, em caráter recomendatório, além da conceituação sobre os fundamentos do Parecer de Extração Não Prejudicial, orienta que sua elaboração deve ser proporcional à vulnerabilidade da espécie e baseada em metodologias flexíveis que considerem as especificidades de diferentes táxons. Também destaca a importância da identificação correta da espécie, da implementação de gestão adaptativa com monitoramento contínuo, e do uso de fontes diversas de informação, como conhecimentos de comunidades locais, dados de comércio internacional e levantamentos em campo. Esses elementos visam assegurar que o NDF seja fundamentado em dados científicos abrangentes e reflita as condições reais de conservação da espécie.

Ao longo de décadas, as Partes da Convenção compartilharam experiências envolvendo suas especificidades na elaboração de Pareceres de Extração Não Prejudicial para espécies madeireiras, possibilitando a elaboração de guias com

diretrizes gerais para auxiliar este processo, mas que necessariamente levam em conta a expertise dos especialistas envolvidos nesta elaboração (Cites, 2024).

Uma das principais obras que nortearam o processo de elaboração do NDF dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* foi *"Pareceres de Exploração Não Prejudicial para Madeiras Cites - Processo em nove passos para auxiliar as Autoridades Científicas Cites na elaboração de Pareceres de Exploração não Prejudicial (NDFs), com base na ciência, para espécies madeireiras/arbóreas listadas no Anexo II da Cites"*, de D. Wolf, T.E.E. Oldfield y N. McGough. A publicação consiste em um sistema padronizado para registrar e processar as informações necessárias à disposição de uma Autoridade Científica da Cites para a elaboração de NDFs adequados.

Dentre os principais fatores a serem avaliados no início deste processo estão a identificação dos espécimes e correto nome científico empregado para espécie, constituindo a base que fundamentará todas as análises subsequentes. Devem ser avaliados ainda, parâmetros relacionados ao estado de conservação da espécie e potenciais riscos biológicos, delimitando o contexto do risco associado às atividades de exploração, de comércio e de manejo que devem ser considerados. Estas informações servirão de base, principalmente, para a avaliação dos impactos da exploração e comércio na população local da espécie, mas também seus impactos em nível de toda sua área de distribuição. Por fim, avalia-se o nível de rigor dos critérios de manejo adotados, e sua suficiência para mitigar as questões, riscos e impactos identificados nas análises anteriores. De posse das conclusões, elabora-se um parecer conclusivo a ser apresentado à Autoridade Administrativa responsável pela emissão da Licença de Exportação (Wolf et al., 2018).

É importante destacar que os parâmetros avaliados buscam caracterizar a sustentabilidade e a manutenção das funções ecossistêmicas da espécie em populações nacionais e/ou subnacionais, mas principalmente na área explorada. Esta abordagem implica uma visão muito voltada para as áreas autorizadas e os critérios de manejo e exploração empregados a uma escala em nível local, com o objetivo a longo prazo de garantir a presença desta espécie, com uma mínima manutenção da estrutura populacional em sua área de ocorrência, possibilitando a continuidade de sua exploração com intensidade semelhante nos próximos ciclos.

Em um espectro mais amplo, as avaliações das populações nacionais são fundamentais na compreensão dos riscos associados à espécie, principalmente relacionadas à exploração e comércio ilegal, oriundos em grande parte de áreas protegidas, como Unidades de Conservação e Terras Indígenas. Neste sentido, sua mitigação com base no processo de elaboração do NDF está fundamentada em medidas sistêmicas, cuja adoção dar-se-á por implementação de restrições aos

meios empregados no acobertamento de produtos ilegais, definição de mecanismos de monitoramento e controle adequados, e assimilação de boas práticas utilizadas em sistemas de manejo florestal sustentável pelo restante da cadeia produtiva das espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*.

2. HISTÓRICO

2.1. A Exploração Madeireira e o Ipê (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.) na Amazônia

A ocupação econômica da Amazônia brasileira tem sido pautada por ciclos extrativistas predatórios, que caracterizam o modelo denominado "boom-colapso" (Schneider et al., 2000; Celentano & Veríssimo, 2007; Rodrigues et al., 2009). Nesse padrão, o avanço da fronteira econômica é impulsionado inicialmente pela disponibilidade de recursos naturais abundantes, como madeira nobre e terras devolutas. Atraídos por essas riquezas, madeireiros e pecuaristas estabelecem-se em regiões remotas, onde ocorre uma fase de crescimento rápido baseada na extração seletiva e intensiva de madeira de alto valor comercial, seguida da degradação ambiental, esgotamento dos recursos e posterior migração para novas áreas de floresta primária.

Esse ciclo de ocupação, iniciado de forma mais sistemática nas décadas de 1970 e 1980, consolidou-se ao longo dos anos 1990 com a expansão da atividade madeireira associada à implantação de infraestrutura viária e incentivos fiscais (Celentano & Veríssimo, 2007). Apenas a partir de meados da década de 1990, com o fortalecimento institucional e a mobilização da sociedade civil, o manejo florestal passou a ser requerido como condicionalidade para a exploração legal (Lentini et al., 2005). Ainda assim, a implementação efetiva do manejo sustentável foi limitada por falhas na fiscalização, fraudes documentais e resistência de parte do setor produtivo. Estima-se que até hoje cerca de 95% da madeira explorada na região amazônica seja proveniente de extração convencional, muitas vezes ilegal (Lentini et al., 2003; Veríssimo & Barreto, 2004; Schulze et al., 2008).

O caso do mogno (*Swietenia macrophylla*) constitui um exemplo emblemático dos impactos provocados pela exploração madeireira descontrolada nas florestas tropicais. Schneider et al. (2000) demonstraram que a intensa extração da espécie, ocorrida sobretudo entre as décadas de 1980 e 1990, gerou um rápido ciclo de crescimento econômico seguido pela exaustão local dos estoques e o colapso das bases produtivas regionais, ilustrando com clareza a lógica de "boom-colapso" associada à conversão florestal não planejada. Celentano e Veríssimo (2007) reforçam

essa leitura ao destacar o mogno como símbolo de um modelo extrativista, baseado na ocupação de florestas públicas e na rápida degradação dos recursos mais valiosos. Os autores evidenciam que, após o declínio populacional da espécie em áreas historicamente exploradas, o setor madeireiro migrou em direção a novas fronteiras florestais ainda intactas, repetindo o padrão de esgotamento e avanço territorial. Essa trajetória histórica revela as limitações dos modelos convencionais de exploração seletiva e a necessidade de medidas eficazes de controle e manejo para evitar a extinção comercial de espécies de alto valor madeireiro.

A elevada pressão comercial e a falta de controle efetivo resultaram em severa redução populacional e degradação das áreas de ocorrência de *S. macrophylla*. Em resposta a este cenário, o mogno foi incluído no Anexo II da Cites em 2002, restringindo sua exploração em território nacional a critérios de manejo mais restritivos e específicos para a espécie, estabelecidos pela Instrução Normativa Ibama nº 07/2003 (Ibama, 2003). A escassez de populações viáveis e a lentidão da regeneração natural limitaram a viabilidade econômica da sua exploração mesmo sob manejo autorizado, transformando a espécie em símbolo de alerta para os riscos de esgotamento comercial de madeiras tropicais valiosas em ausência de controles robustos.

Com a restrição ao comércio internacional do mogno, o ipê emergiu como a espécie mais cobiçada na Amazônia, tanto pelo seu valor de mercado quanto pelas suas propriedades tecnológicas. A exploração do ipê, o "novo mogno", é impulsionada por um mercado de exportação de madeira densa e durável, com a espécie sendo a mais comum no mercado de decks residenciais dos EUA, um setor avaliado em US\$ 3 bilhões (Schulze et al., 2008). Em 2004, o volume de ipê extraído foi comparável ao do mogno em seu auge, nos anos 1980 e 1990, evidenciando o crescimento veloz da demanda (Browder, 1987; Veríssimo et al., 1995; Grogan et al., 2002; Schulze et al., 2005).

Estudos indicam que o valor do ipê pode chegar a US\$ 6.500 por metro cúbico no varejo internacional (Varkulja, 2025), enquanto o preço FOB de exportação gira em torno de US\$ 4.360/m³ para a madeira em decking (Norman et al., 2022). A extração de ipê aumentou 500% entre 1998 e 2004, representando cerca de 9% do valor total das exportações madeireiras da Amazônia brasileira em 2004 (Schulze et al., 2008). Estima-se que, para se obter 167 mil m³ de madeira processada de ipê para exportação, seja necessária a extração de 1,1 milhão de m³ de toras, considerando perdas industriais superiores a 60%.

De acordo com Norman et al. (2022), entre 2017 e 2021, foram exportados o equivalente a 470 mil metros cúbicos de produtos madeireiros de ipê advindos de países

da América do Sul. Destes, 96% têm como origem as florestas nativas do Brasil, sugerindo um acréscimo de 76% do volume exportado em comparação com o período entre 2010 e 2016. Predominantemente como decking e pisos, mais de 85% desta exportação tem como destino os mercados dos Estados Unidos, Canadá e Europa.

Estudos recentes demonstram que, em 2019, aproximadamente 80% da produção de madeira em tora de ipê concentrou-se em apenas 20 polos madeireiros na Amazônia Legal. Entre os principais destaques estão os municípios de Colniza (MT), Juruti (PA), Santarém (PA), Aripuanã (MT) e Prainha (PA). A distribuição geográfica desses polos revela um padrão claro de avanço da fronteira madeireira para áreas cada vez mais remotas, refletindo a exaustão progressiva dos estoques de ipê nas regiões historicamente exploradas, como o chamado “arco do desmatamento” que abrange o leste do Pará e o norte de Mato Grosso. A maioria dos polos de produção encontrava-se, à época, em áreas centrais da Amazônia, incluindo a Calha Norte paraense, o sul do Amazonas, o noroeste do Mato Grosso e o norte de Rondônia. Esses dados reforçam a tese de que a exploração do ipê tem seguido um padrão de esgotamento e deslocamento territorial típico da dinâmica de “boom-colapso” observada na história da ocupação econômica da região (Lentini et al., 2021).

A exploração do ipê, assim como a do mogno, expôs a ineficácia das práticas de manejo e da certificação florestal para garantir a sustentabilidade de espécies raras e de crescimento lento.

2.2. Avaliação e Conservação dos Gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*

A crescente pressão sobre as espécies de ipê levou à sua avaliação e inclusão na Lista Nacional Oficial da Flora Ameaçada de Extinção por meio da Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Em razão de ameaças relacionadas à perda e fragmentação severa dos habitats naturais, além da pressão pela exploração madeireira, as espécies *Handroanthus arianae*, *H. rio-docensis*, *H. spongiosus* e *Tabebuia cassinoides*, foram classificadas na categoria “Em Perigo” na Lista Vermelha da Flora do Brasil, avaliação do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ que fundamentou a Portaria do MMA, implicando em restrições legais à sua exploração em populações naturais, com exceção de produtos oriundos de plantios licenciados (Brasil, 2014).

Em 2020, a União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN avaliou *Handroanthus serratifolius* e diversas outras espécies do gênero *Handroanthus* comumente comercializadas sob o nome genérico “ipê” para inclusão na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. A análise indicou que grande parte dessas espécies apresenta tendência populacional decrescente, acompanhada pela redução no nú-

mero de indivíduos adultos reprodutivos em ambientes naturais. Especificamente, *H. serratifolius* foi classificada como “Em Perigo” (*Endangered* em inglês), enquanto outras espécies utilizadas comercialmente foram enquadradas nas categorias “Vulnerável” (*Vulnerable* em inglês) ou “Quase Ameaçada” (*Near Threatened* em inglês), conforme critérios da IUCN (Fernandez & Rivers, 2020).

Em novembro de 2022, o 19º Encontro da Conferência das Partes da Cites – CoP19 aprovou a inclusão dos gêneros *Handroanthus*, *Tabebuia* e *Roseodendron* no Anexo II da Convenção, com início de sua vigência em 25 de novembro de 2024. A partir desta data, a exportação de madeira dessas espécies exige a emissão de um Parecer de Extração Não Prejudicial – NDF pela Autoridade Científica brasileira, com base em análises técnicas e ecológicas que assegurem que a extração não compromete a sobrevivência das espécies (Cites, 2022).

A Tabela 1 sintetiza os elementos operacionais decorrentes da decisão da CoP19/ Cites, destacando as especificidades da anotação aplicada, os tipos de produtos abrangidos e as instâncias responsáveis por sua implementação no Brasil, servindo como referência prática para o cumprimento das exigências no comércio internacional dessas madeiras.

Tabela 1. Principais informações e implicações da inclusão dos gêneros *Handroanthus*, *Tabebuia* e *Roseodendron* no Anexo II da Cites, aprovada na 19ª Conferência das Partes - CoP19, realizada no Panamá em 2022.

Elemento	Descrição
Evento	19ª Conferência das Partes da Cites – CoP19, Panamá, 2022
Espécies incluídas	Gêneros <i>Handroanthus</i> , <i>Tabebuia</i> e <i>Roseodendron</i>
Anexo da Cites	Anexo II
Entrada em vigor	25 de novembro de 2024
Implicação	O comércio internacional passou a exigir: <ul style="list-style-type: none"> • Parecer de Extração Não Prejudicial – NDF • Licença Cites
Anotação aplicada	Anotação #17
Abrangência da Anotação #17	Aplica-se aos seguintes produtos de madeira: <ul style="list-style-type: none"> • Toras • Madeira serrada • Laminados (folheados) • Compensados • Madeira transformada
Definição de madeira transformada	Conforme NCM 44.09 / SH 44.09: <ul style="list-style-type: none"> • Tacos e frisos de parquê (não montados) • Madeira perfilada com espigas, ranhuras, filetes, entalhes, chanfradas, juntas em V, cercaduras, boleadas ou semelhantes • Mesmo se aplainada, lixada ou unida pelas extremidades
Autoridades responsáveis no Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridade Administrativa: Ibama • Autoridades Científicas: Ibama, ICMBio, JBRJ

2.3. Paralelo com o Mogno: Exploração, Biologia e Conservação

O mogno e o ipê compartilham características que os tornam altamente vulneráveis à exploração comercial: baixa densidade populacional, crescimento lento, valor de mercado elevado e alto grau de agregação territorial de populações reprodutivas. Entretanto, estudos indicam que o ipê pode ser ainda mais suscetível que o mogno à extinção comercial, dada sua menor taxa de crescimento e estrutura populacional mais dispersa (Schulze et al., 2005).

A imposição internacional de restrições à exploração do mogno via Cites, e o estabelecimento de legislação nacional específica, por meio da IN Ibama nº 07/2003, resultou em avanços na exigência de planos de manejo, sistemas de rastreabilidade e restrições à exportação. O mesmo caminho se impõe agora ao ipê, cuja exploração crescente reproduz as mesmas falhas que levaram o mogno à exaustão regional.

Schulze et al. (2005) já alertavam, quase duas décadas atrás, sobre a alta suscetibilidade do ipê à extinção comercial, devido à sua estrutura populacional atípica e baixa taxa de crescimento. Estas espécies concentram a atenção do setor madeireiro devido à sua elevada rentabilidade, mas, por outro lado, são geralmente raras, de crescimento lento e com estrutura populacional desfavorável à exploração intensiva. A ausência de instrumentos legais eficazes, critérios técnicos específicos por espécie e incentivos reais ao manejo sustentável tende a agravar a pressão sobre tais recursos, favorecendo a extração predatória em detrimento de práticas de conservação e uso racional da biodiversidade florestal (Lentini et al., 2005). Greenpeace (2018) e Brancalion et al. (2018) reforçam essa preocupação, detalhando como fraudes em inventários florestais, incluindo a superestimativa de volumes de madeira, servem como artifícios para acobertar a extração ilegal.

Richardson et al. (2018) demonstram que espécies madeireiras de alto valor na Amazônia brasileira apresentam um padrão recorrente de decadência temporal de uso comercial, caracterizado por declínios abruptos na frequência de corte após o pico de exploração, frequentemente em menos de 10 anos. Esse padrão reflete a rápida exaustão dos estoques acessíveis de espécies valiosas como o mogno (*Swietenia macrophylla*) e o ipê (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.), devido à alta seletividade na extração e à baixa densidade natural dessas árvores. A substituição subsequente por espécies de menor valor, muitas vezes com características ecológicas diferentes, revela uma cadeia de exploração insustentável que mina o equilíbrio ecológico e o potencial de regeneração florestal.

A Tabela 2 apresenta, em ordem cronológica, marcos históricos e regulatórios relacionados à exploração do ipê na Amazônia, em especial no território nacional.

Destaca-se mudanças no padrão de uso, avanços da fronteira madeireira e medidas de conservação que influenciaram diretamente a disponibilidade do recurso e as exigências para seu comércio.

Tabela 2. Principais marcos históricos, produtivos e regulatórios relacionados à exploração de ipê na Amazônia.

Período	Evento / Marco	Consequência / Observação
1980–1990	Declínio do mogno como principal espécie exportada (boom-colapso)	Abertura de novas frentes madeireiras na Amazônia; surgimento do ipê como alternativa valiosa
1998–2004	Crescimento de 500% na exploração de ipê (Schulze et al., 2008)	Ipê passa a responder por 9% do valor da madeira exportada da Amazônia
2000–2010	Avanço da exploração em polos como leste do Pará e norte de Mato Grosso	Esgotamento regional dos estoques comerciais; início do deslocamento para novas fronteiras
2014	Inclusão de 4 espécies de ipê na Lista Nacional da Flora Ameaçada (Portaria MMA nº 443/2014)	Classificação como “Em Perigo” - EN; proibição da exploração em populações naturais
2019	80% da produção de tora concentrada em 20 polos na Amazônia Legal	Fronteira madeireira avança para Cilha Norte, sul do Amazonas, noroeste do MT e Acre
2020	Avaliação do status de conservação por IUCN	<i>H. serratifolius</i> classificado como “Em Perigo” - EN; outras espécies como “Vulneráveis” - VU ou “Quase Ameaçada” - NT
2022	Deliberação pela inclusão dos gêneros <i>Handroanthus</i> , <i>Tabebuia</i> e <i>Roseodendron</i> no Anexo II da Cites (CoP19)	Estabelecido prazo de dois anos para entrada em vigor da resolução
2024	Em 25 de novembro de 2024 iniciaram as novas regras para exportação de produtos madeireiros das espécies de ipê	Comércio internacional passou a exigir NDF e autorização da autoridade científica

2.4. Certificação Florestal e seus Limites para Espécies Valiosas

A certificação florestal é frequentemente apresentada como garantia de manejo sustentável. No entanto, conforme argumentam Schulze, Grogan & Vidal (2008), a certificação florestal, mesmo quando baseada em padrões internacionalmente reconhecidos, como os do FSC, não assegura, por si só, a sustentabilidade ecológica da exploração madeireira de espécies tropicais valiosas na Amazônia. Embora essas certificações possam representar um diferencial de mercado, sua efetividade é limitada diante da ausência de critérios quantificáveis adaptados à biologia de espécies de crescimento lento e baixa densidade populacional, como o ipê (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.). O estudo mostra que planos de manejo certificados frequentemente adotam premissas frágeis, como taxas de regeneração superestimadas,

que não correspondem à realidade demográfica das espécies-alvo (Schulze, Grogan & Vidal, 2008). Nessas condições, a certificação pode gerar uma falsa percepção de sustentabilidade, sem garantir os requisitos centrais estabelecidos no Anexo II da Cites, ou seja, que a exploração e o comércio internacional das espécies não sejam prejudiciais à sua sobrevivência na natureza.

A efetividade da certificação dependeria, portanto, do desenvolvimento e aplicação de verificadores ecológicos robustos, bem como da clara distinção entre exigências operacionais e aspectos científicos ainda não plenamente resolvidos.

2.5. Novos Critérios para o Manejo de Espécies Comerciais

Diante dos desafios inerentes aos modelos atuais de exploração sustentável, é urgente adotar um conjunto de critérios específicos por espécie para o manejo de florestas tropicais. No caso do ipê, a extração de 90% dos indivíduos comerciais, mesmo sob práticas de impacto reduzido, compromete sua regeneração natural, exigindo ciclos de corte superiores a 60 anos (Schulze et al., 2008).

Estudos recentes indicam que seriam necessários ao menos 16 milhões de hectares de floresta sob manejo ativo para manter a produção atual de ipê. Atualmente, apenas 2,5 milhões estão sob manejo certificado ou comprovadamente sustentável (Lentini et al., 2021; Varkulja, 2025).

Nesse contexto, cabe destacar que, embora técnicas de Exploração de Impacto Reduzido (*Reduced Impact Logging* em inglês, RIL) sejam importantes para mitigar danos imediatos à estrutura florestal, elas não são suficientes para garantir a regeneração de longo prazo de espécies arbóreas valiosas e de baixa densidade, como o ipê (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.). A sustentabilidade da exploração madeireira depende da adoção de práticas silviculturais adaptativas e intensificadas, ajustadas às características ecológicas das espécies-alvo (Sist & Brown, 2004).

Sontag et al. (2025) evidencia m que *Handroanthus serratifolius*, uma das espécies de ipê mais exploradas comercialmente na Amazônia, apresenta elevada vulnerabilidade à perda de diversidade genética quando submetida aos critérios genéricos de manejo previstos na legislação brasileira atual. A espécie possui baixa densidade natural e indivíduos reprodutivos espaçados, o que compromete o fluxo gênico quando ocorrem cortes intensivos mesmo sob manejo autorizado. As simulações realizadas demonstraram que a aplicação de parâmetros generalistas, como distância mínima entre árvores remanescentes ou percentuais fixos de árvores-matrizes, resulta em redução significativa da diversidade genética remanes-

cente, com implicações negativas para a viabilidade populacional no longo prazo. Em contrapartida, estratégias de manejo adaptadas às características ecológicas e genéticas da espécie mostraram-se significativamente mais eficazes na preservação da variabilidade genética.

3. ESTRUTURAÇÃO DO PARECER E FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

Com o intuito de subsidiar a elaboração do NDF, o Ibama, por meio da Autoridade Científica, constituiu um Grupo de Trabalho com diversas instituições de pesquisa e entes públicos com notória expertise em temáticas de conhecimento fundamentais para a consecução do objetivo (Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024, publicada no Diário Oficial da União em 18 de abril de 2024).

Ao longo desse processo de desenvolvimento, foram adquiridas bases de dados nacionais e internacionais, oriundas de diversas fontes técnico-científicas. Também houve interlocução com representantes do setor governamental, do setor privado e da sociedade civil, além da realização de workshops para apresentação dos resultados parciais, com coleta de devolutivas e contribuições para eventuais ajustes no direcionamento dos trabalhos.

Com base no Guia, nas discussões entre os atores durante os eventos e nas tomadas de decisão do Grupo de Trabalho, o Parecer de Extração Não Prejudicial foi estruturado em sete capítulos:

Tabela 3. Estrutura e objetivos dos capítulos que compõem o Parecer de Extração Não Prejudicial - NDF para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. na Amazônia.

Capítulo	Assunto	Objetivo
1	Desafios e estratégias na identificação taxonômica das espécies de <i>Handroanthus</i> e <i>Tabebuia</i> no Brasil: uma abordagem para o Manejo Florestal Sustentável	Avaliar os desafios e estratégias para garantir a correta identificação botânica das espécies, base essencial para rastreabilidade, fiscalização e manejo sustentável.
2	Modelagem de Distribuição e Status de Conservação das Espécies de <i>Handroanthus</i> e <i>Tabebuia</i> na Amazônia	Mapear a distribuição geográfica e o risco de desmatamento das espécies, subsidiando o diagnóstico do status de conservação e a definição de áreas prioritárias.
3	Estrutura, Crescimento e Dinâmica Populacional de <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp. na Amazônia	Avalia a dinâmica populacional das espécies exploradas em florestas da Amazônia. Os resultados mostram como regeneração, crescimento e mortalidade variam conforme o ambiente e o histórico de manejo, subsidiando critérios para exploração sustentável.

Capítulo	Assunto	Objetivo
4	Legislação e Sistemas de Controle Florestal: Exploração Sustentável de <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp. na Amazônia Legal Brasileira	Avaliar o arcabouço legal e os sistemas de controle para compreender o padrão de uso e identificar lacunas na regulamentação e gestão da exploração das espécies.
5	Produção, Comércio e Fiscalização de Produtos Madeireiros	Levantar evidências sobre a pressão comercial e os riscos de ilegalidade na cadeia produtiva, reforçando a necessidade de controle rigoroso e rastreabilidade.
6	Critérios de Manejo Florestal Sustentável de <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp. na Amazônia Brasileira	Avaliar parâmetros técnicos específicos por espécie e por fitofisionomia, baseados em dados ecológicos, para garantir a recuperação volumétrica e viabilidade do manejo.
7	Parecer de Extração Não Prejudicial: conclusão e recomendações	Consolidar a análise final e estabelecer os parâmetros de manejo florestal sustentável de <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp., com base na manutenção das funções ecossistêmicas das espécies em seus habitats.

As informações desenvolvidas ao longo dos capítulos permitiram a avaliação dos fatores intrínsecos e extrínsecos às espécies, possibilitando a definição dos critérios de manejo florestal sustentável mais adequados. O objetivo é assegurar sua exploração econômica de forma perene, bem como a manutenção de sua existência e o pleno exercício de suas funções ecológicas ao longo dos ciclos de corte subsequentes.

Embora os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* apresentem ampla distribuição nas Américas, desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina (Royal Botanic Gardens, Kew, 2024), e no Brasil estejam representados por 27 espécies de *Handroanthus* e 12 de *Tabebuia*, distribuídas em quase todos os biomas, exceto no Pampa (CNCFlora, 2019), o presente estudo concentrou-se nas espécies presentes na região amazônica. Essa delimitação decorre do fato de que a exploração madeireira nativa, registrada nos sistemas oficiais de controle, ocorre de forma praticamente exclusiva na Amazônia, região onde se concentram os principais estoques populacionais sujeitos ao manejo florestal sustentável. Assim, ainda que a caracterização botânica tenha abrangido a diversidade nacional, a ênfase nas espécies amazônicas reflete a realidade das cadeias de uso e comércio e responde de forma mais direta às exigências de conservação e regulação no âmbito da Cites.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da elevada vulnerabilidade ecológica e da crescente pressão mercadológica sobre as espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia*, a elaboração de um Parecer de Extração Não Prejudicial - NDF demanda um esforço técnico-científico que transcenda abordagens generalistas. A experiência histórica com o mogno evidenciou os riscos do esgotamento comercial em cenários de manejo ineficiente e controle frágil, lição que se impõe com ainda maior urgência diante da escala atual de exploração do ipê. A estrutura populacional dispersa, o crescimento lento e a baixa densidade natural das espécies requerem que os critérios de manejo florestal sejam específicos, realistas e adaptados às características biológicas e ecológicas de cada táxon, sob pena de comprometer sua regeneração e viabilidade no longo prazo.

A avaliação integrada dos dados apresentados ao longo deste Parecer permitiu identificar os fatores críticos que influenciam a sustentabilidade da exploração das espécies, incluindo padrões históricos de uso, dinâmicas populacionais, status de conservação, práticas de manejo, mecanismos de rastreabilidade e o funcionamento dos sistemas de controle. Essa abordagem fundamentou a definição de diretrizes técnicas que orientam a emissão de pareceres de extração não prejudicial consistentes com os preceitos da Cites, com foco na manutenção das funções ecológicas das espécies, na preservação da diversidade genética e na reversão da lógica de esgotamento que historicamente caracterizou o uso de madeiras tropicais valiosas na Amazônia.

Assim, o presente Parecer não se limita a uma análise de risco, mas propõe um novo paradigma para a gestão florestal de espécies ameaçadas pelo comércio internacional, sendo baseado em ciência, monitoramento adaptativo e responsabilização compartilhada entre os entes da cadeia produtiva. A implementação efetiva dos critérios aqui recomendados, em conjunto com o fortalecimento institucional e o aprimoramento dos sistemas de controle e fiscalização, é condição indispensável para assegurar que o comércio internacional do ipê seja não apenas legal, mas também ecologicamente sustentável, conforme exige a Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – Cites.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, S. (2013). Regulatory Tools for the Management of Fish and Timber Species through Cites. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 22(3), 281-290. <https://doi.org/10.1111/reel.12043>

Browder, J. O. (1987). Brazil's export promotion policy (1980–1984): Impacts on the Amazon's industrial wood sector. *The Journal of Developing Areas*, 21(3), 285–304.

Brancalion, P. H. S., Almeida, D. R. A., Silva, E. J. V., Molin, P. G., Sontag, V. E., Souza, S. E. X. F., & Schulze, M. D. (2018). Fake legal logging in the Brazilian Amazon. *Science Advances*, 4(8), eaat1192. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1192>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2014). *Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014: Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção" e dá outras providências*. Diário Oficial da União, seção 1, p. 110–112. <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/PT0443-171214.pdf>

Celentano, D., & Veríssimo, A. (2007). *O avanço da fronteira na Amazônia: do boom ao colapso* (O Estado da Amazônia: Indicadores nº 2). Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon. <https://imazon.org.br/publicacoes/o-avanco-da-fronteira-na-amazonia-do-boom-ao-colapso/>

Centro Nacional de Conservação da Flora. (2019). *Flora e Funga do Brasil*. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://cncflora.jbrj.gov.br/>

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2022). *Amendments to Appendices I and II of the Convention adopted by the Conference of the Parties at its 19th meeting (Panama City, 14–25 November 2022)*. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/19/dec/CoP19-Amendments-to-Appendices-I-and-II.pdf>

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2024). *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. <https://cites.org/eng/disc/how.php>

Fernandez, E., & Rivers, M. C. (2020). *Handroanthus serratifolius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T61985509A145677076. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T61985509A145677076.en>

Grogan, J., Barreto, P., & Veríssimo, A. (2002). *Mahogany in the Brazilian Amazon: Ecology and perspectives on management*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon. <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/mahogany-in-the-brazilian-amazon-ecology-an.pdf>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2003). Instrução Normativa nº 07, de 22 de agosto de 2003. Disciplina as atividades de plano de manejo florestal sustentável que contemplem a exploração da espécie mogno (*Swietenia macrophylla* King). Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. https://www.suframa.gov.br/download/legislacao/ambiental/legi_est_instrucaonormativa7_22ago2003.pdf

Lentini, M., Veríssimo, A., & Sobral L. (2003). *Fatos florestais da Amazônia*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon. <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/et000009.pdf>

Lentini, M., Pereira, D., Celentano, D., & Pereira, R. (2005). *Fatos florestais da Amazônia 2005* (1ª ed.). Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon. <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/atos-florestais-da-amazonia-2005.pdf>

Lentini, M., Carvalho, T., Nunes, F., & Cerignoni, F. (2021). *A exploração do ipê (*Handroanthus* spp.) em florestas naturais da Amazônia brasileira: Desafios e oportunidades para a conservação e o manejo responsável*. Imaflora. https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_junho_2021_240621.pdf

Norman, M., & Rodriguez Zunino, A. (2022). *Demand for luxury decks in Europe and North America is pushing Ipê to the brink of extinction across the Amazon Basin and threatening the forest frontier* (Policy Brief No. 3). Forest Policy, Trade and Finance Initiative. <https://www.forest-trends.org/publications/demand-is-pushing-ipe-to-brink-of-extinction-across-the-amazon-basin/>

Oldfield, S. (2013). The Evolving Role of Cites in Regulating the International Timber Trade. *Review of European, Comparative and International Environmental Law*, 22, 291-300. <https://doi.org/10.1111/reel.12045>

Rednikova, T.V. (2023). The Significance of Cites for Biodiversity Conservation: Semi-century Experience. *International Law and International Organizations*, 1, 67–78. <https://doi.org/10.7256/2454-0633.2023.1.40063>

Richaardson, V., Sist, P., Mazzei, L., Putz, F. E., & Peña-Claros, M. (2018). Temporal decay in timber species use in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 427, 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.047>

Rodrigues, A. S. L., Ewers, R. M., Parry, L., Souza Jr, C., Veríssimo, A., & Balmford, A. (2009). Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. *Science*, 324(5933), 1435–1437. <https://doi.org/10.1126/science.1174002>

Royal Botanic Gardens, Kew. (2024). *Plants of the World Online*. Disponível em <https://www.plantsoftheworldonline.org/>

Schneider, R. R., Arima, E., Veríssimo, A., Barreto, P., & Souza Jr., C. (2000). *Sustainable Amazon: Limitations and opportunities for rural development* (World Bank Technical Paper No. 515, Environment Series). Washington, DC: World Bank.

Schulze, M., Vidal, E., Grogan, J., Zweede, J., & Zarin, D. (2005). Madeiras nobres em perigo: Práticas e leis atuais de manejo florestal não garantem a exploração sustentável. *Ciência Hoje*, 36(213), 66–69.

Schulze, M., Grogan, J., & Vidal, E. (2008). Forest certification in Amazonia: Standards matter. *Oryx*, 42(2), 229–239. <https://doi.org/10.1017/S0030605308000689>

Schulze, M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M., & Vidal, E. (2008). Evaluating ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae) logging in Amazonia: Sustainable management or catalyst for forest degradation? *Biological Conservation*, 141(8), 2071–2085. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.003>

Sist, P., & Brown, N. (2004). Silvicultural intensification for tropical forest conservation: A response to Fredericksen and Putz. *Biodiversity and Conservation*, 13(12), 2381–2385. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000047907.16280.20>

Sheikh, P.A., & Corn, M.L. (2016). The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Cites). *Environmental Science, Law, Biology*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:260624896>

Sontag, V. E., Dadio, B., Ambrosano, G. B., Miguel, S. R., Rodriguez, D. R. O., Fontana, C., Assis-Pereira, G., & Vidal, E. (2025). Maintaining genetic diversity in the Amazon: Species-specific strategies are more effective for managed forests than generalist criteria in Brazilian legislation. *Forest Ecology and Management*, 546, 121449. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121449>

Varkulja, L. (2025). The Tree, The Forest. *Journal of Architectural Education*, 79(1), 157–163. <https://doi.org/10.1080/10464883.2025.2463308>

Veríssimo, A., Barreto, P., Tarifa, R., & Uhl, C. (1995). Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: The case of mahogany. *Forest Ecology and Management*, 72(1), 39–60. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)03430-F](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)03430-F)

Veríssimo, A., & Barreto, P. (2004). National forests in the Brazilian Amazon: Opportunities and challenges. In D. J. Zarin, J. R. R. Alavalapati, F. E. Putz, & M. Schmink (Eds.), *Working forests in the Neotropics: Conservation through sustainable management?* (pp. 31–40). Columbia University Press.

Wijnstekers, W. (2011). The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Cites) - 35 Years of Global Efforts to Ensure That International Trade in Wild Animals and Plants Is Legal and Sustainable. *Forensic science review*, 23 1, 1-8.

Wolf, D., Oldfield, T.E.E., & McGough, N. (2018). *Cites Non-detriment Findings for Timber. A nine-step process to support Cites Scientific Authorities making science-based non-detriment findings (NDFs) for timber/tree species listed in Cites Appendix II*. Version 3.0. BfN-Skripten 504. Bundesamt für Natur schutz, Bonn.



CAPÍTULO 1

DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA IDENTIFICAÇÃO
TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES DE *HANDROANTHUS*
E *TABEBUIA* NO BRASIL: UMA ABORDAGEM PARA O
MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Manolo Quintilhan¹, Miriam Kaehler², Yanka Alves¹, Elisa Souza³, Alexandre Gontijo³, Izabela Aleixo⁴, Maristerra R. Lemes⁵, Suelma Ribeiro Silva⁶, Allan Jordani^{1,7} e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024⁸

RESUMO

Neste capítulo foi abordada a complexidade da identificação e conservação das espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* manejadas no Brasil. A identificação em nível de espécie apresenta grandes dificuldades devido à variação intraespecífica e às semelhanças entre as espécies do mesmo gênero. Os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* nunca passaram por uma revisão taxonômica e nomenclatural, o que resulta em uma compreensão ainda limitada da delimitação das espécies. As espécies destes gêneros frequentemente são comercializadas sob nomes comuns como ipê, ou são agrupadas incorretamente, como ocorre com a identificação predominante de todas as espécies como *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus impetiginosus* devido ao alto valor econômico dessas espécies. Apesar dos avanços nas técnicas de identificação e dos esforços de conservação, a complexidade de manejo florestal dessas espécies exige abordagens mais refinadas para a proteção eficaz de suas populações na natureza. Tecnologias avançadas, como a espectroscopia de infravermelho próximo – NIR e análises de DNA, associadas a técnicas tradicionais, como chaves de identificação baseadas na anatomia macroscópica da madeira, emergem como soluções promissoras. Essas abordagens permitem uma identificação mais precisa e fortalecem a fiscalização, rastreabilidade e o monitoramento ao longo da cadeia de produção madeireira. Além disso, a legislação sobre manejo florestal pode ser aprimorada para

1 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – CGFlo/Ibama

2 Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná – UFPR

3 Laboratório de Produtos Florestais, Serviço Florestal Brasileiro – LPF/SFB

4 Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – COTEI/INPA

5 Coordenação de Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – CBIO/INPA

6 Autoridade Científica Cites, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio

7 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama

8 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

incluir normas específicas que avaliem a qualidade da identificação botânica nos inventários florestais. Essas abordagens e tecnologias emergentes são essenciais para superar as limitações atuais e garantir um manejo florestal mais sustentável e cientificamente embasado.

Palavras-chave: identificação botânica; tecnologia florestal; ipê.

1. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE

1.1. Taxonomia

A Tabela 1 apresenta a classificação taxonômica dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* com a distribuição de seus principais níveis hierárquicos.

Tabela 1. Classificação taxonômica dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*.

Reino	Filo	Classe	Ordem	Família
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae

Nome do Táxon: *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose

Nomes comuns:

Português: ipê-amarelo, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, pau-ferro, ipê-da-mata, ipê-ovo-de-macuco, ipê-do-campo, ipeúva

Inglês: yellow trumpet tree, yellow lapacho, golden trumpet tree

Francês: ipé jaune, arbre trompette doré

Espanhol: cachovenado, araguaney, vero, flor amarillo, araguaney pui, chacaradanga, acapro, puy, araguaney acapro, lapacho amarillo, ipé amarillo

Alemão: gelber trompetenbaum, gelber lapacho

Sinônimos:

Basiônimo: *Bignonia serratifolia* Vahl; Sinônimos Homotípicos: *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G.Nichols., *Tecoma serratifolia* (Vahl) G.Don; Sinônimos Heterotípicos: *Bignonia araliacea* Cham., *Bignonia conspicua* Rich. ex DC., *Bignonia flavescens* Vell., *Bignonia patrisiana* DC., *Gelsemium araliaceum* (Cham.) Kuntze, *Gelsemium speciosum* (DC. ex Mart.) Kuntze, *Handroanthus araliaceus* (Cham.) Mattos, *Handroanthus atractocarpus* (Bureau & K.Schum.) Mattos, *Handroanthus flavescens* (Vell.) Mattos, *Tabebuia araliacea* (Cham.) Morong & Britton, *Tabebuia monticola* Pittier, *Tecoma araliacea* (Cham.) DC., *Tecoma atractocarpa* Bureau & K.Schum., *Tecoma conspicua* DC., *Tecoma nigricans* Klotzsch, *Tecoma patrisiana* DC., *Tecoma speciosa* DC. ex Mart., *Vitex moronensis* Moldenke.

Nome do Táxon: *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos

Nomes comuns:

Português: ipê-roxo, ipê-rosa, ipê-preto, pau-d'arco

Inglês: purple trumpet tree, pink trumpet tree

Francês: ipé pourpre, arbre trompette pourpre

Espanhol: cafiaguante morado, roble morado, polvillo, lapacho morado, ipé morado, lapacho rosado, araguaney poi.

Alemão: purpurner trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Tecoma impertiginosa* Mart. ex DC.; Sinônimos homotípicos: *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standley.; Sinônimos heterotípicos: *Gelsemium avellaneda* (Lorentz ex Griseb.) Kuntze, *Handroanthus avellaneda* (Lorentz ex Griseb.) Mattos, *Tabebuia avellaneda* Lorentz ex Griseb., *Tabebuia dugandii* Standl., *Tabebuia ipe* var. *integra* (Sprague) Sandwith, *Tabebuia nicaraguensis* S.F.Blake, *Tabebuia palmeri* Rose, *Tabebuia schunkevigoi* D.R.Simpson, *Tecoma adenophylla* Bureau & K.Schum., *Tecoma avellaneda* (Lorentz ex Griseb.) Speg., *Tecoma avellaneda* var. *alba* Lillo, *Tecoma integra* (Sprague) Hassl., *Tecoma ipe* var. *integra* Sprague, *Tecoma ipe* var. *integrifolia* Hassl., *Tecoma ipe* f. *leucotricha* Hassl.

Nome do Táxon: *Handroanthus incanus* (A.H.Gentry) S.Grose

Nomes comuns:

Português: ipê-amarelo, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, pau-ferro.

Inglês: yellow trumpet tree, yellow lapacho, golden trumpet tree

Francês: ipé jaune, arbre trompette doré

Espanhol: cachovenado, araguaney, vero, flor amarillo, lapacho amarillo, ipé amarillo

Alemão: gelber trompetenbaum, gelber lapacho

Sinônimos:

Basiônimo: *Tabebuia incana* A.H.Gentry.

Nome do Táxon: *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos

Nomes comuns:

Português: ipê-amarelo, ipê-amarelo-do-cerrado, ipê-do-cerrado, ipê-cascudo, ipê-do-campo, ipê-pardo, pau-d'arco-do-campo, piúva.

Inglês: yellow trumpet tree, golden trumpet tree

Francês: ipé jaune du Cerrado

Espanhol: lapacho amarillo del Cerrado, ipé amarillo del Cerrado, guayacan, tajibo amarillo, tahuari.

Alemão: gelber trompetenbaum des Cerrado

Sinônimos:

Basiônimo: *Tecoma ochracea* Cham.; Sinônimos homotípicos: *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl.; Sinônimos heterotípicos: *Bignonia tomentosa* Pav. ex DC., *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson, *Tabebuia hypodictyon* (DC.) Standl., *Tabebuia*

neochrysantha A.H. Gentry, *Tabebuia ochracea* subsp. *heteropoda* (DC.) A.H. Gentry, *Tabebuia ochracea* subsp. *neochrysantha* (A.H. Gentry) A.H. Gentry, *Tecoma campinae* Kraenzl., *Tecoma grandiceps* Kraenzl., *Tecoma hassleri* Sprague, *Tecoma hemmendorffiana* Kraenzl., *Tecoma heteropoda* DC., *Tecoma hypodictyon* DC.

Nome do Táxon: *Handroanthus barbatus* (E.Mey.) Mattos

Nomes comuns:

Português: ipê-roxo, ipê, pau-d'arco-roxo, capitari

Inglês: purple trumpet tree, pink trumpet tree

Francês: ipé pourpre, arbre trompette pourpre

Espanhol: apamate, lapacho morado, ipé morado, palo de mosquito

Alemão: purpurner trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Bignonia barbata* E.Mey.; Sinônimos Homotípicos: *Tabebuia barbata* (E.Mey.) Sandwith, *Tecoma barbata* (E.Mey.) DC.; *Zeyheria barbata* (E.Mey.) Miq.; Sinônimos Heterotípicos: *Couralia toxophora* (Mart.) Benth. & Hook.f. ex K.Schum; *Tecoma toxophora* Mart.

Nome do Táxon: *Handroanthus obscurus* (Bureau & K.Schum.) Mattos

Nomes comuns:

Português: ipê, ipê-preto, pau-d'arco, tahuari

Inglês: dark trumpet tree

Francês: ipé foncé

Espanhol: ipé oscuro, tahuari oscuro

Alemão: dunkler trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Tecoma obscura* Bureau & K.Schum. Sinônimo Homotípico: *Tabebuia obscura* (Bureau & K.Schum.) Sandwith.; Sinônimos Heterotípicos: *Tabebuia obscura* var. *schultesiana* (Sandwith) Sandwith, *Tabebuia subtilis* var. *schulestiana* (Sandwith) Sandwith

Nome do Táxon: *Handroanthus uleanus* (Kraenzl.) S.Grose

Nomes comuns:

Português: ipê, ipê-amarelo

Inglês: golden trumpet tree

Francês: ipé jaune

Espanhol: ipé amarillo

Alemão: trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Tecoma uleana* Kraenzl.; Sinônimo Homotípico: *Tabebuia uleana* (Kraenzl.) A.H.Gentry.

Nome do Táxon: *Handroanthus capitatus* (Bureau & K.Schum.) Mattos

Nomes comuns:

Português: ipê, ipê-amarelo, pau d'arco, pau d'arco amarelo, pau d'arco preto,

Inglês: golden trumpet tree

Francês: ipé jaune

Espanhol: araguaney, caraguante, blanco, ipé amarillo, tahuari

Alemão: trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Tecoma capitata* Bureau & K.Schum.; Sinônimo Homotípico: *Tabebuia capitata* (Bureau & K.Schum.) Sandwith; Sinônimos Heterotípicos: *Tabebuia glomerata* Urb.; *Tabebuia hypolepra* Sprague & Sandwith.

Nome do Táxon: *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

Nomes comuns:

Português: caraíba, ipê, ipê-amarelo, paratudo, cinco-folhas-do-campo, pau-d'arco

Inglês: caribbean trumpet tree, silver trumpet tree

Francês: ipé doré, caraïbe dorée

Espanhol: alchornoque, cañaguante, ipé amarillo, paratodo

Alemão: goldener trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Bignonia aurea* Silva Manso; Sinônimo Homotípico: *Tecoma aurea* (Silva Manso) DC.; Sinônimos Heterotípicos: *Bignonia squamellulosa* DC., *Couralia caraiba* (Mart.) Corr.Méllo ex Stellfeld, *Gelsemium caraiba* (Mart.) Kuntze, *Handroanthus caraiba* (Mart.) Mattos, *Handroanthus leucophloeus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Tabebuia argentea* (Bureau & K.Schum.) Britton, *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau, *Tabebuia suberosa* Rusby, *Tecoma argentea* Bureau & K.Schum., *Tecoma caraiba* Mart., *Tecoma caraiba* var. *grandiflora* Hassl., *Tecoma caraiba* var. *squamellulosa* Bureau & K.Schum., *Tecoma leucophlaeos* Mart. ex DC., *Tecoma squamellulosa* DC., *Tecoma trichocalycina* DC.

Nome do Táxon: *Tabebuia fluviatilis* (Aubl.) DC.

Nomes comuns:

Português: ipê

Inglês: river trumpet tree, hakooya

Francês: ipé fluvial

Espanhol: ipé de río, watasabu

Alemão: fluss-trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Bignonia fluviatilis* Aubl.; Sinônimos Homotípicos: *Couralia fluviatilis* (Aubl.) Splitg *Potamoxyton fluviatile* (Aubl.) Pichon; *Tecoma fluviatilis* (Aubl.) Miq. *Zeyheria fluviatilis* (Aubl.) Miq.; Sinônimos Heterotípicos: *Bignonia aquatilis* E. Mey.,

Bignonia digitata E. Mey., *Potamoxylon alba* Raf., *Tabebuia aquatilis* (E. Mey.) Sprague & Sandwith, *Tecoma aquatilis* (E.Mey.) DC., *Tecoma meyeriana* DC., *Zeyheria digitata* (E.Mey.) Miq.

Nome do Táxon: *Tabebuia insignis* (Miq.) Sandwith

Nomes comuns:

Português: ipê-branco-do-brejo

Inglês: marsh white trumpet tree

Francês: ipé blanc des marais

Espanhol: apamata, cacho de chivo, ipé blanco del pantano

Alemão: sumpf-weißer trompetenbaum

Sinônimos:

Basiônimo: *Tecoma insignis* Miq.; Sinônimo Homotípico: *Gelsemium insigne* (Miq.) Kuntze.; Sinônimos Heterotípicos: *Bignonia dura* Klotzsch ex R.Knuth, *Handroanthus durus* (Bureau & K.Schum.) Mattos, *Tabebuia dura* (Bureau & K.Schum.) Sprague & Sandwith, *Tabebuia insignis* var. *monophylla* Sandwith, *Tabebuia insignis* var. *pacimonsis* Sandwith, *Tabebuia longipes* Baker, *Tabebuia roraimae* Oliv., *Tecoma albiflora* Ducke, *Tecoma dura* Bureau & K.Schum., *Tecoma leucoxyton* var. *salpingophora* Bureau & K. Schum., *Tecoma roraimae* (Oliv.) K.Schum.

Nome do Táxon: *Tabebuia pilosa* A.H.Gentry

Nomes comuns:

Português: ipê branco

Inglês: hairy trumpet tree

Francês: ipé poilu

Espanhol: cacho de venado

Alemão: behaarter trompetenbaum

Sinônimos: Não encontrado

1.2. Dendrologia e anatomia da madeira

Para a fiscalização e o monitoramento da exploração florestal, bem como para a regulamentação do comércio de madeiras, é imprescindível a identificação precisa das espécies arbóreas por meio de seu nome científico. Nesse contexto, a descrição da morfologia da árvore e da anatomia da madeira desempenham um papel central, sendo as metodologias mais antigas e amplamente empregadas para esse fim, servindo de fundamento para o desenvolvimento de outros métodos de identificação. A seguir, são apresentadas as principais características organolépticas e anatômicas macroscópicas dessas madeiras, além dos caracteres das árvores que auxiliam na sua correta identificação e diferenciação.

Handroanthus serratifolius

▪ Caracteres dendrológicos

Árvore de dossel, com tronco reto ou levemente tortuoso, de coloração acinzentada. A casca externa apresenta fissuras, de maneira a delimitar placas que se desprendem. As folhas são palmadas e de padrão decíduo, compostas por 5–7 folíolos elípticos, glabros ou raramente pubérulos, com margem serrada ou eventualmente inteira. A venação primária é pinada, enquanto a venação secundária é broquidódroma, com a presença de pequenas domácias tipo tufo de tricomas nas axilas das veias secundárias com a veia central. As flores apresentam um cálice com margem 3–5-lobada, levemente pubescente, com tricomas simples e ramificados. A corola é externamente glabra e amarela, enquanto internamente pode ser glabra ou apresentar poucos tricomas, com coloração amarela e, em alguns casos, estrias em tons de vinho. Ausência de glândulas na corola (Figura 1). Ocorre ocasionalmente em vertentes e platôs da Amazônia.

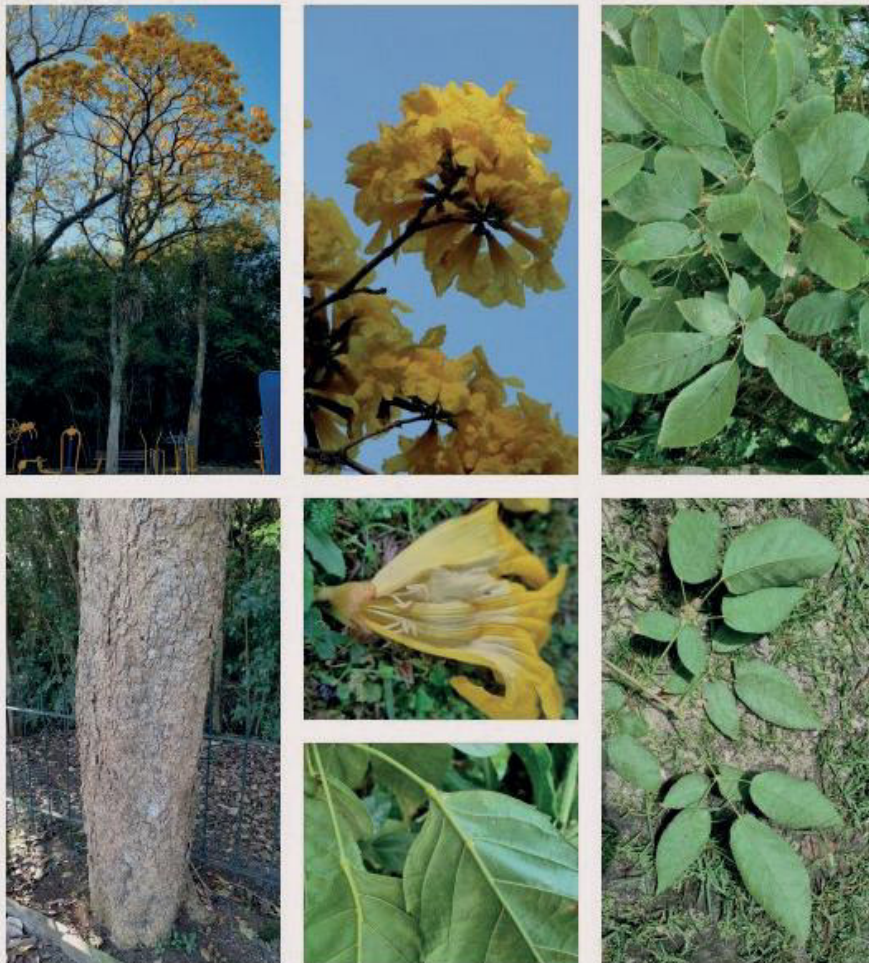


Figura 1. Características morfológicas das folhas, flores e tronco de *Handroanthus serratifolius*. Fotos cedidas por Alexander Accioly. Fonte: Accioly (2023).

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Souza et al. (2024), a madeira de *Handroanthus serratifolius* apresenta distinção entre cerne e alborno; coloração do cerne variando entre castanho e castanho escuro na maioria das amostras, ocasionalmente castanho amarelado ou alaranjado. Além disso, a madeira apresenta pouco brilho nas superfícies longitudinais, odor imperceptível, resistência dura ao corte transversal manual, textura fina a média e com figura presente, causada pelo destaque de linhas vasculares (Figura 2).

Anéis de crescimento: pouco distintos a distintos, delimitados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras e por linhas marginais de parênquima axial.

Vasos: visíveis somente sob lente; variando em tamanho entre pequenos (56%) e médios (44%). A porosidade é difusa; a quantidade de vasos é considerada numerosa (57%) a muito numerosa (43%), e sua distribuição ocorre em um padrão não definido. Predominantemente os vasos são solitários (92,6%), embora também possam aparecer em múltiplos, organizados em cadeias radiais curtas, com até quatro vasos agrupados (7,3%). A formação de cachos de vasos é extremamente rara, ocorrendo em apenas 0,1% dos casos observados. Os vasos, em sua maioria, encontram-se obstruídos por depósitos amarelados e esbranquiçados, com alguns casos de depósitos alaranjados e, raramente enegrecidos. A presença de tilos também é observada.

Parênquima axial: contrastado, observado somente sob lente, paratraqueal e em linhas marginais. Paratraqueal confluyente em trechos curtos e derivado do aliforme losangular, em parte unilateral; aliforme losangular e confluyente em trechos longos de até sete vasos, às vezes aliforme linear de aleta curta e raramente escasso.

Raios: visíveis somente sob lente nas superfícies transversal e tangencial, não contrastados. Os raios são classificados como finos (100%), poucos (98%) e raramente numerosos (2%). Além disso, são extremamente baixos (100%) e apresentam uma disposição com estratificação regular.

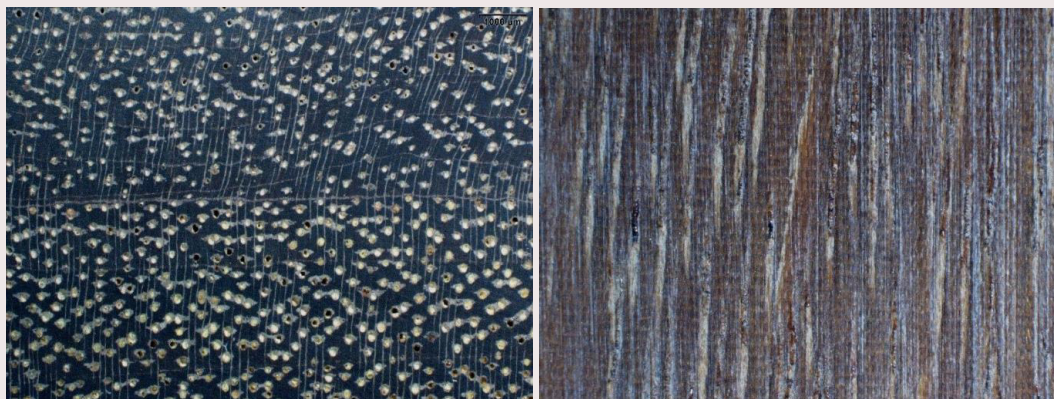


Figura 2. Seção transversal (esquerda) e seção longitudinal tangencial (direita) da madeira de *Handroanthus serratifolius*. Fonte: Souza et al. (2024).

Handroanthus impetiginosus

▪ Caracteres dendrológicos

Árvore de até 30 m de altura, decídua, com tronco acinzentado e finamente fissurado, ramos acinzentados e de secção cilíndrica. As folhas são compostas, palmadas, com 5–7 folíolos ovados a elípticos, glabros ou pubescentes ao longo das veias. A margem dos folíolos pode ser inteira ou serreada próximo ao ápice. A venação primária é pinada, enquanto a venação secundária é broquidódroma, com pequenas domácias tipo tufo de tricomas nas axilas das veias secundárias com a veia central. Flores com cálice de margem 5-dentada, superfície sem estrias, pubescente com tricomas simples e estrelados, com glândulas. A corola, sem glândulas, é externamente pubescente com tricomas simples, apresentando coloração magenta desbotando para o roxo, e internamente é pubescente e amarela (Figura 3). A espécie é ocasional encontrada nas regiões secas da Amazônia.

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Souza et al. (2024), a madeira de *Handroanthus impetiginosus* apresenta distinção entre cerne e alborno, coloração do cerne variando entre castanho, castanho alaranjado ou escuro, amarronzado e ocasionalmente castanho amarelado. Além disso, a madeira possui pouco brilho nas superfícies longitudinais e um odor imperceptível, resistência dura ao corte transversal manual, textura média a fina e figura presente, causada pelo destaque de linhas vasculares e em algumas amostras por limites dos anéis de crescimento (Figura 4).

Anéis de crescimento: variam de pouco distintos a distintos, sendo raramente indistintos. São delimitados, na maioria das amostras, por zonas fibrosas tangenciais mais escuras e por linhas marginais de parênquima axial.



Figura 3. Características morfológicas das folhas, flores e tronco de *Handroanthus impetiginosus*. Fotos cedidas por Alexander Accioly. Fonte: Accioly (2023).

Vasos: visíveis somente sob lente; predominam os vasos de tamanho médio (83%), com menor proporção de vasos pequenos (17%). A porosidade é difusa, com vasos muito numerosos (66,5%) a numerosos (33,5%), distribuídos em padrão não definido, com tendência ao arranjo diagonal e raramente tendência ao arranjo radial. Os vasos são predominantemente solitários (88,6%), embora também sejam encontrados múltiplos em cadeias radiais curtas com até quatro vasos (11,2%), raramente formando cadeias longas com cinco vasos (0,1%) ou cachos (0,1%). A maioria dos vasos estão obstruídos por depósitos amarelados, esbranquiçados, pouco alaranjados e enegrecidos, e por tilos.

Parênquima axial: contrastado, observado somente sob lente, paratraqueal e em linhas marginais. Paratraqueal em sua maioria aliforme linear de aleta curta,

unilateral e escasso, confluyente em trechos curtos derivado na maioria das vezes do aliforme linear, mas também o losangular, aliforme losangular de aleta curta, raramente confluyente em trechos longos com até sete vasos.

Raios: visíveis somente sob lente nas superfícies transversal e tangencial, não contrastados. Classificados como finos (100%), poucos (92%), raramente muito poucos (7%) e numerosos (1%). São extremamente baixos (100%) e apresentam uma estratificação regular.



Figura 4. Seção transversal (esquerda) e seção longitudinal tangencial (direita) da madeira de *Handroanthus impetiginosus*. Fonte: Souza et al. (2024).

Handroanthus incanus

▪ Caracteres dendrológicos

Árvore de até 30 m de altura, com tronco castanho, fendado e desprendendo-se em placas. Os ramos são acinzentados e de secção subtetragonal. As folhas são palmadas, com cinco folíolos de formato elíptico. A face superior dos folíolos é pubescente ao longo das veias e apresenta uma cor verde-escura brilhante enquanto viva. A face inferior é densamente tomentosa, com tricomas estrelados, exibindo uma coloração verde-esbranquiçada ou amarelada. A margem é inteira, com venação primária pinada e secundária broquidódroma, sem presença de domácias. As flores possuem um cálice com margem 3–5-dentada, superfície sem estrias, tomentoso com tricomas estrelados e avermelhados, sem glândulas. A corola também é desprovida de glândulas, sendo externamente glabra, e de coloração amarela. Internamente, é glabra na porção superior e vilosa na porção inferior, também amarela (Figura 5). A espécie é ocasionalmente encontrada em solos arenosos da Amazônia.



Figura 5. Botões florais (esquerda) e exsicata (direita) mostrando folhas discoloras de *Handroanthus incanus* (A. Gentry 29759, disponível em <https://www.tropicos.org/image/26511>; B. Mars 2204.1241 (MO-100491915), disponível em <https://www.tropicos.org/image/100491915>).

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Souza et al. (2024), a madeira de *Handroanthus incanus* apresenta clara distinção entre cerne e alborno, com a coloração do cerne variando de avermelhado a castanho escuro. Além disso, a madeira exibe pouco brilho nas superfícies longitudinais e odor imperceptível. Sua resistência ao corte transversal manual é considerada dura, a textura é média a fina (Figura 6).

Anéis de crescimento: distintos a pouco distintos, delimitados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras e por linhas marginais de parênquima axial.

Vasos: visíveis somente sob lente, apresentam dimensões variando de médios (55%) a pequenos (45%). A porosidade é classificada como difusa; com prevalência de vasos muito numerosos (92%), seguidos por numerosos (4%) e numerosíssimos (4%). A distribuição dos vasos não apresenta um padrão definido, embora haja uma tendência ao arranjo diagonal. Predominantemente os vasos são solitários (93%), múltiplos em cadeias radiais curtas com até quatro vasos (7%). A maioria dos vasos são obstruídos, por depósitos amarelados, esbranquiçados, alaranjados, raramente enegrecidos, e por tilos.

Parênquima axial: contrastado, observado a olho nu ou somente sob lente. Paratraqueal e em linhas marginais, paratraqueal confluyente em trechos longos, grande parte unilateral e derivados de ambos os aliformes, confluyente em trechos curtos oblíquos seguidos do aliforme linear e losangular de aleta curta, raramente escasso.

Raios: visíveis somente sob lente nas superfícies transversal e tangencial, não contrastados. Classificados como finos (100%), com uma variação de quantidade

que vai de poucos (64%) a numerosos (36%). Os raios são extremamente baixos (100%) e exibem uma disposição com estratificação regular.

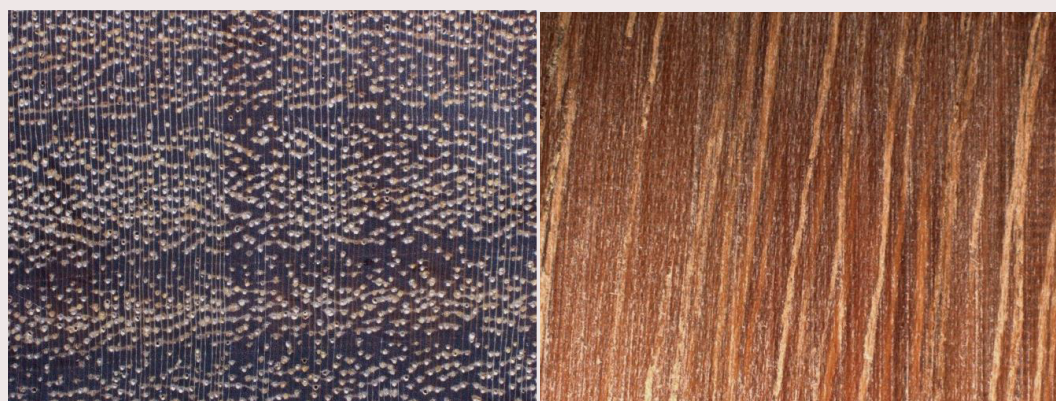


Figura 6. Seção transversal (esquerda) e seção longitudinal tangencial (direita) da madeira de *Handroanthus incanus*. Fonte: Souza et al. (2024) .

Handroanthus ochraceus

▪ Caracteres dendrológicos

Árvore usualmente com 4-12 m nas áreas abertas, mas chegando a 25 m de altura quando em florestas mais altas, com tronco tortuoso, cinza escuro e fissurado, apresentando ramos acinzentados e de secção subtetragonal ou subcilíndrica. As folhas são palmadas, compostas por cinco folíolos que variam de oblongos a obovados. A parte superior dos folíolos é verde quando viva, com superfície glabra a pubescente ao longo das nervuras, dotada de tricomas estrelados; a parte inferior é verde-esbranquiçada, densamente tomentosa com tricomas estrelados. A margem dos folíolos pode ser inteira ou levemente serrada próximo ao ápice, apresentando venação camptódroma broquidódroma, sem domácias. As flores possuem cálice sem glândulas, com margem 5-dentada, superfície sem estrias, tomentosa com tricomas simples e estrelados esbranquiçados; a corola é sem glândulas, externamente glabra, amarela, internamente pubescente, também amarela. Os frutos são lineares e roliços, com superfície tomentosa e sem lenticelas (Figura 7). Ocasional em florestas secas e cerrado da Amazônia legal.

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Coradin et al. (2010), a madeira de *Handroanthus ochraceus* apresenta cerne e alburno claramente distintos, com o cerne apresentando coloração olivácea ou amarronzada. Os anéis de crescimento são pouco distintos, podendo ser identificados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras ou por parênquima confluyente. Além disso, a madeira exibe brilho nas superfícies longitudinais e pos-

sui um cheiro perceptível agradável ou perceptível característico; é dura ao corte transversal manual, com grã entrecruzada ou revesa, textura fina, com figura em faixas causadas pelo ângulo de corte ou pela grã (Figura 8).

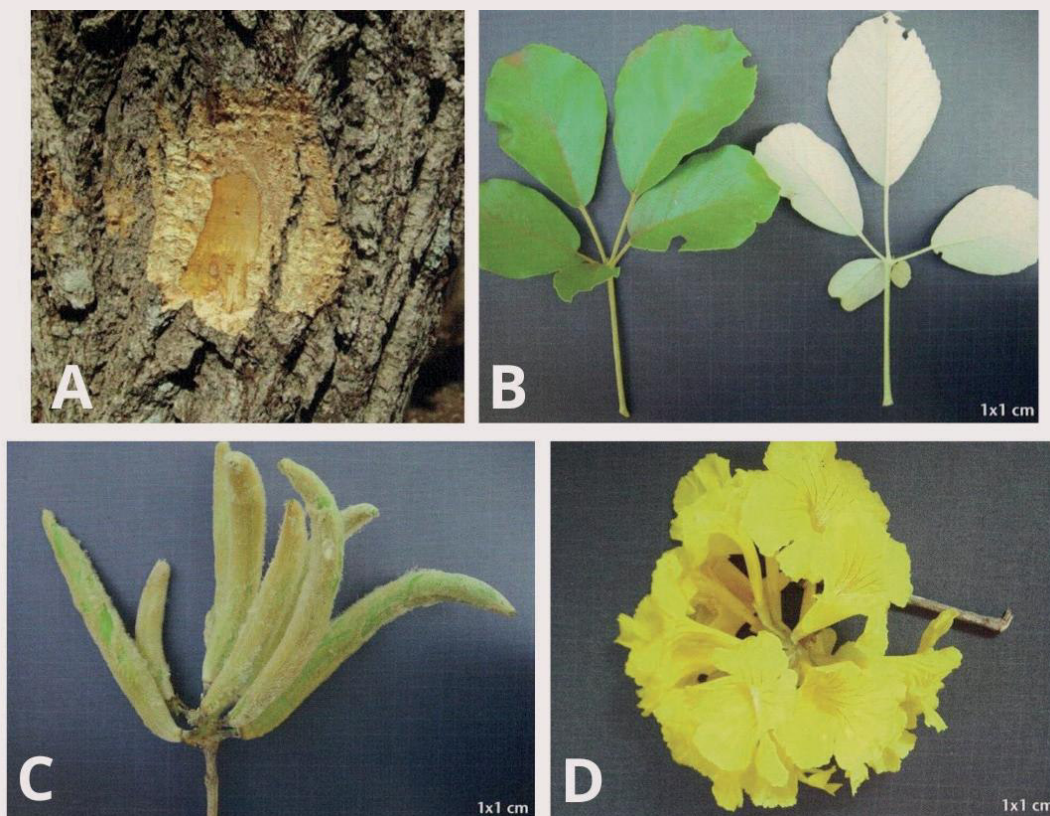


Figura 7. Tronco com corte (A), folhas com detalhe do indumento das faces adaxial e abaxial dos folíolos (B), frutos (C), inflorescência de *Handroanthus ochraceus* (D). Fonte: Adaptado de Ramos et al. (2015, p. 42).

Vasos: visíveis apenas com lente de 10x, de diâmetro pequeno (menores que 100 μ m), e com distribuição difusa. A frequência é alta (mais de 30 vasos por 2mm²), predominantemente solitários (mais que 2/3), dispostos em padrão não definido, com seção transversal de formato circular a oval. A maior parte dos vasos encontra-se obstruída.

Parênquima axial: visível apenas com auxílio de lente de 10x, do tipo paratraqueal vasicêntrico, paratraqueal aliforme linear de extensão curta, paratraqueal confluyente em trechos curtos oblíquos ou paratraqueal confluyente em trechos longos tendendo a formar faixas.

Raios: visíveis apenas com lente de 10x nas superfícies transversal e tangencial, pouco contrastados na superfície radial, finos (menores que 100 μ m de largura),

baixos (menores que 1mm de altura) e pouco frequentes (de 5 a 10 raios por mm). Estratificação irregular observada na superfície tangencial.

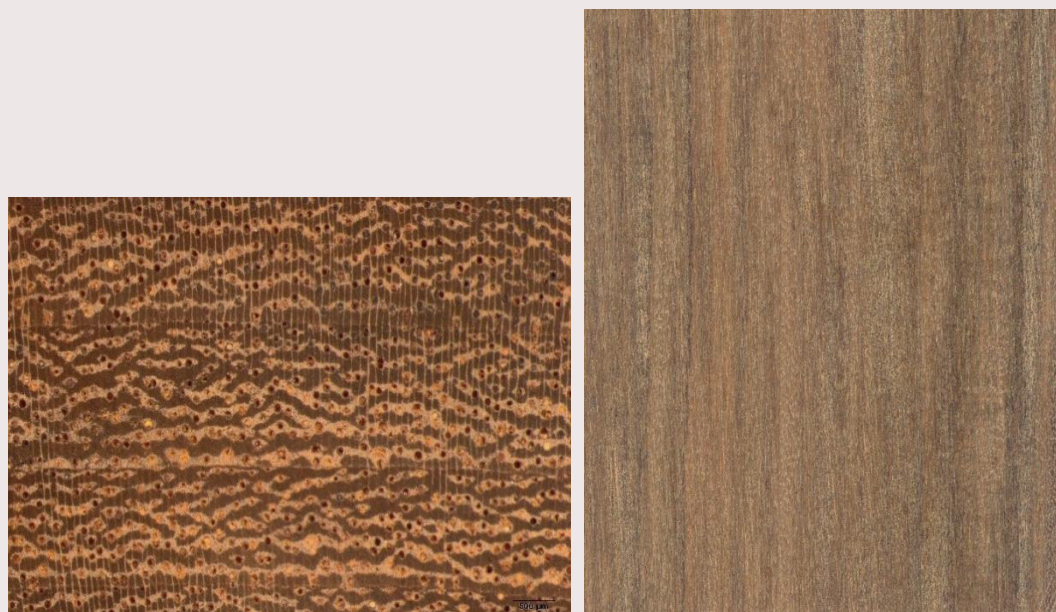


Figura 8. Seção transversal (esquerda) e seção longitudinal tangencial (direita) da madeira de *Handroanthus ochraceus*. Fonte: Coradin et al. (2010).

Handroanthus barbatus

▪ Caracteres dendrológicos

Árvore que atinge até 15 m de altura, com tronco com ritidoma marrom, fissurado verticalmente e lenticelado, e ramos de secção subcilíndrica. As folhas são palmadas, 5-folioladas, com folíolos que variam de ovados a estreito ovados. Superfície superior dos folíolos é verde-escuro e glabra quando vivas, enquanto a inferior é verde-claro e lepidota. A margem dos folíolos é inteira, e a venação é camptódroma broquidódroma, apresentando domácias tipo tufo de tricomas na base das nervuras secundárias. As flores possuem um cálice com glândulas conspicuas, margem 3-5-dentada, superfície sem estrias, tomentoso com tricomas estrelados avermelhados. A corola apresenta glândulas na região externa do tubo, é externamente tomentosa, apresenta coloração magenta, internamente glabra na porção superior e vilosa na porção inferior, amarela desbotando a branco. Os frutos são lineares, roliços, com superfície tomentosa, com regiões glandulares (Figura 9). A espécie é ocasional ou forma densos grupamentos em igapós ou margens de rios ao longo das bacias do Rio Negro, alto Orinoco e do Rio Amazonas, mas não chegando ao Peru.

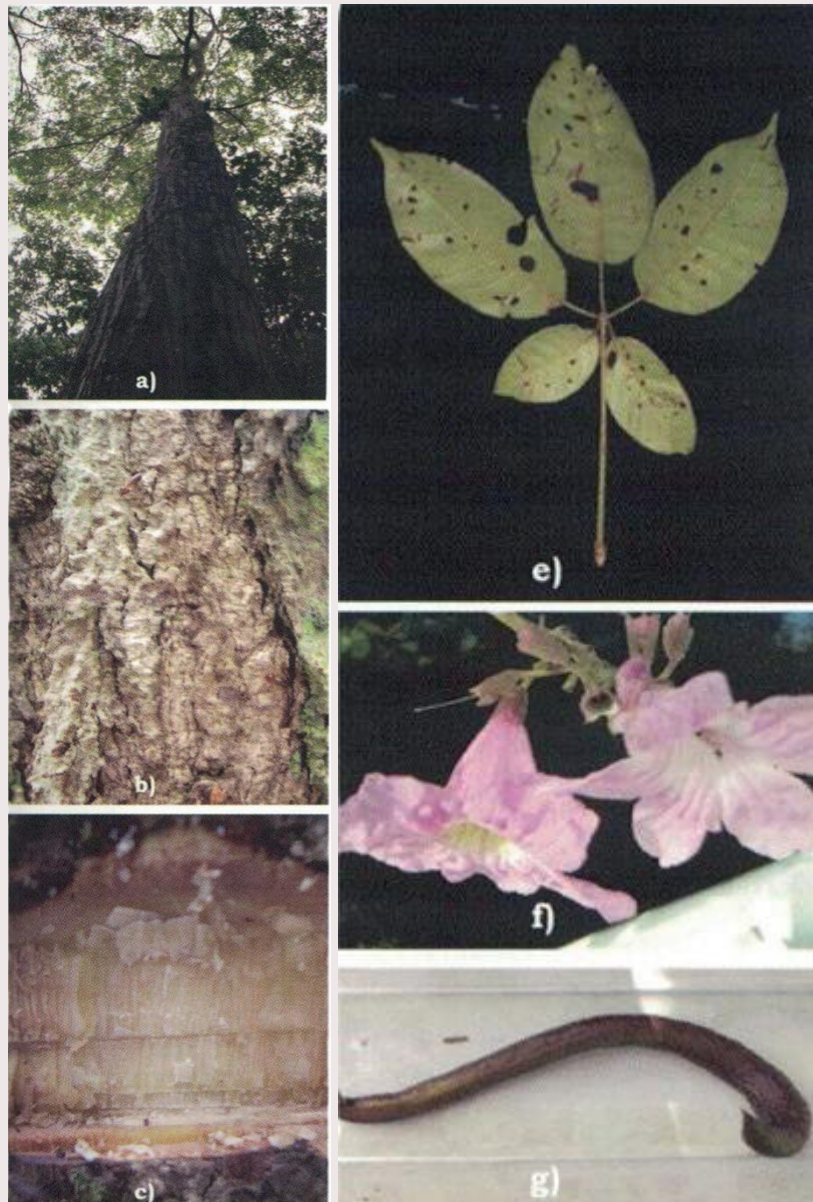


Figura 9. Hábito (a), tronco (b), corte do tronco (c), vista inferior da folha (e), detalhe das nervuras salientes e com outra cor; inflorescência (f) e fruto imaturo (g) de *Handroanthus barbatus*. Fonte : Brito et al. (2008, p. 25) .

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Souza et al. (2024), a madeira de *Handroanthus barbatus* tem como características gerais a distinção entre cerne e albúmen com a coloração do cerne variando entre castanho, castanho amarelado e castanho pardacento. Além disso, a madeira exibe pouco brilho nas superfícies longitudinais, e seu odor é imperceptível. Apresenta resistência dura ao corte transversal manual, textura média a fina e a figura está presente, causada pelo destaque de linhas vasculares e ocasionalmente por faixas longitudinais de cor mais clara devido ao parênquima axial (Figura 10).

Anéis de crescimento: distintos a pouco distintos, delimitados por linhas marginais de parênquima axial e por zonas fibrosas tangenciais mais escuras.

Vasos: visíveis somente sob lente, de diâmetro médio (78%) a pequeno (23%), com porosidade difusa. A quantidade de vasos varia entre geralmente numerosos (84%), pouco numerosos (10%) e muito numerosos (6%), distribuídos em padrão não definido. Predominantemente solitários (91%), alguns formam cadeias radiais curtas com até três vasos (9%). Muitos vasos apresentam obstruções devido a depósitos esbranquiçados e amarelados, raramente alaranjados, e por tilos.

Parênquima axial: contrastado, observado a olho nu, distribuído de forma paratraqueal e em linha marginal. Paratraqueal em sua maioria confluyente em trechos curtos e longos derivados do aliforme losangular, ocasionalmente unilateral, sendo que os confluentes longos tendem a formar faixas geralmente próximas à camada de crescimento; comumente ocorre aliforme losangular e raramente aliforme linear de aleta curta.

Raios: visíveis somente sob lente nas superfícies transversal e tangencial, não contrastados; finos (100%) e a quantidade varia de poucos (84%) a, ocasionalmente, numerosos (16%), de altura extremamente baixos (100%) e com estratificação regular.

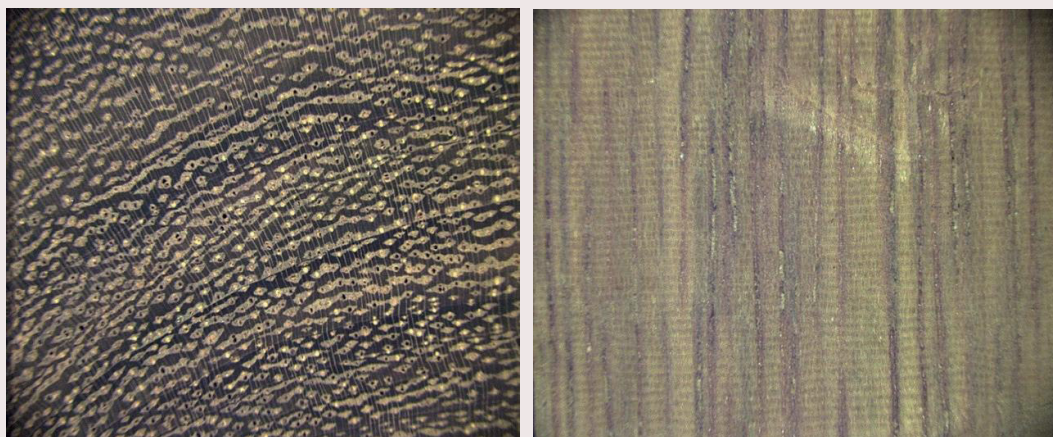


Figura 10. Seção transversal (esquerda) e seção longitudinal tangencial (direita) da madeira de *Handroanthus barbatus*. Fonte: Souza et al. (2024).

Handroanthus obscurus

▪ **Caracteres dendrológicos**

Arbusto ou pequena árvore de até 8m de altura, tronco com ritidoma marrom, fissurado verticalmente e lenticelado, ramos de secção subcilíndrica. Folhas palmadas,

5-folioladas, folíolos ovados a estreito elípticas. A face superior dos folíolos é verde-escura quando vivas, lepidota no limbo e pubérulas com tricomas estrelados apenas nas nervuras. A face inferior é verde-escura quando viva, pubescente com tricomas estrelados no limbo e nas nervuras pubérula a tomentosa. A margem das folhas é inteira, e a venação broquidódroma, com áreas glandulares próximo à nervura central, sem presença de domácias. As flores possuem cálice com glândulas esparsas, com margem 5-dentada, estrias na superfície, pubérulo a tomentoso com tricomas estrelados avermelhados. A corola é desprovida de glândulas, externamente glabra, exceto nos lobos pubescentes e sua coloração é amarela, internamente é pubescente, e amarela com linhas vermelho-vinho. Frutos lineares, roliços, com superfície finamente estriada, finamente tomentosa com tricomas avermelhados e regiões glandulares (Figura 11). Ocasional em áreas de terra firme e margens altas dos rios do Alto Rio Negro até o Peru.



Figura 11. Ramo com folhas e flores (A), detalhe da inflorescência (B), exsicata mostrando superfície superior e inferior das folhas (C) e fruto (D) de *Handroanthus obscurus*. Fonte: A e B: Gentry 22278, disponível em <https://www.tropicos.org/image/26703> e <https://www.tropicos.org/image/26730>; C: Madison 6678 (MO-2821319), disponível em <https://www.tropicos.org/image/100491911>; D: Froes 21186 (NY-01177321), adaptado de <https://sweetgum.nybg.org/images3/327/946/v-293-01177321.jpg>

▪ Caracteres anatômicos da madeira

Não foram encontradas descrições da anatomia da madeira para essa espécie.

Handroanthus uleanus

▪ Caracteres dendrológicos

Árvore com até 20 m de altura, tronco com ritidoma marrom acinzentado, estriado, e ramos de secção cilíndrica. As folhas são palmadas, compostas por cinco folíolos elípticos-ovados. Ambas as faces apresentam coloração verde-oliva quando secas, são pubescentes e com tricomas simples. A margem das folhas varia de inteira a irregularmente serreada, com venação camptódroma broquidódroma. Não apresentam glândulas nem domácias. As flores possuem cálice sem glândulas, com margem 5-dentada, superfície sem estrias, pubérulo com tricomas dendríticos avermelhados. A corola não possui glândulas, é externamente e internamente glabra e amarela, exceto na inserção dos estames. Os frutos são lineares, roliços, com superfície finamente estriada, glabros quando maduros e pubescentes quando jovens, com glândulas (Figura 12). Ocasional em áreas de afloramentos rochosos e nas margens altas dos rios ao Sul da Venezuela e Guiana, e no estado de Roraima.

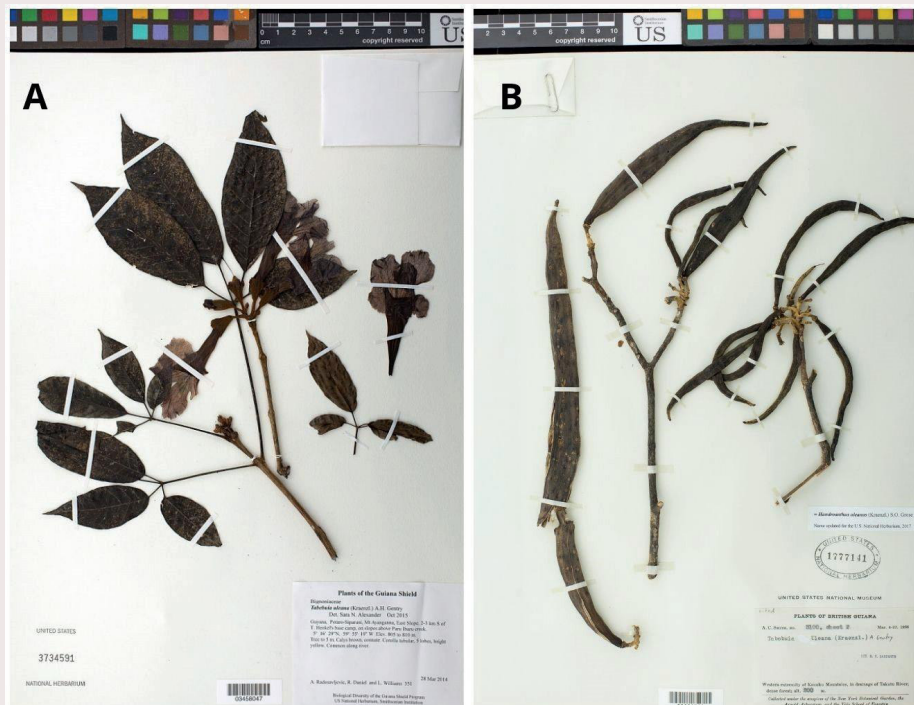


Figura 12. *Handroanthus uleanus*: excisata mostrando ramos com folhas e inflorescências tomentosas com flores com cálice pubérulo com tricomas vermelhos (A); excisata mostrando frutos com superfície finamente estriada (B). Fonte: A. Radosavljevic & Aleksandar 351 (US-3734591), disponível em <http://n2t.net/ark:/65665/m329b4c91a-f7f3-43af-89fd-b3929f5a7daa>; B. Smith 3100 (US-1777141), disponível em <http://n2t.net/ark:/65665/39627c359-1557-4377-8365-363d2375cd76>

▪ Caracteres anatômicos da madeira

Não foram encontradas descrições da anatomia da madeira para essa espécie.

Handroanthus capitatus

▪ Caracteres dendrológicos

Árvore de até 40 m de altura, tronco com ritidoma acinzentado, fissurado e ramos de secção subtetragonais. As folhas são palmadas com 5-6 folíolos, os folíolos são elípticos a elíptico-ovados. Na face superior, os folíolos apresentam coloração verde-oliva a pretos quando secos e são glabros ou com tricomas estrelados esparsos. Na face inferior, são verde-acinzentados quando secos, pubescentes e com tricomas estrelados. A margem é inteira e a venação é broquidódroma. Possuem glândulas próximo a nervura central, não possuem domácias. As flores possuem cálice que podem apresentar ou não glândulas, com margem irregularmente dentada, superfície sem estrias, pubescente com tricomas dendríticos avermelhados. A corola, sem glândulas, é externamente glabra e amarela, enquanto internamente é pilosa próximo à abertura do tubo e na inserção dos estames, e também amarela. Os frutos são lineares, roliços, com superfície finamente estriada, lepidotos e pubescentes, sem glândulas (Figura 13). A espécie ocorre de forma ocasional em toda a Amazônia, mas principalmente na região das Guianas em áreas de terra firme.

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Souza et al. (2024), a madeira de *Handroanthus capitatus* tem como características gerais a distinção entre cerne e alborno, com a coloração do cerne variando entre castanho e castanho alaranjado ou escuro. Além disso, a madeira possui pouco brilho nas superfícies longitudinais, odor imperceptível, resistência dura ao corte transversal manual, textura variando de média a fina e figura presente, causada pelo destaque de linhas vasculares (Figura 14).

Anéis de crescimento: pouco distintos a distintos, sendo delimitados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras e por linhas marginais de parênquima axial.

Vasos: visíveis somente sob lente e apresentam dimensões médias (66%) a pequenas (34%). A porosidade é difusa, com os vasos distribuídos em padrão não definido e com tendência ao arranjo diagonal. Os vasos são muito numerosos (80%) na maioria das amostras, seguido de numerosos (15%) e numerosíssimos (5%). Predominantemente solitários (90%), múltiplos em cadeias radiais curtas com até quatro vasos (10%). Parte dos vasos encontra-se obstruídos, por depósitos amarelados, esbranquiçados, alaranjados, raramente enegrecidos, e por tilos.

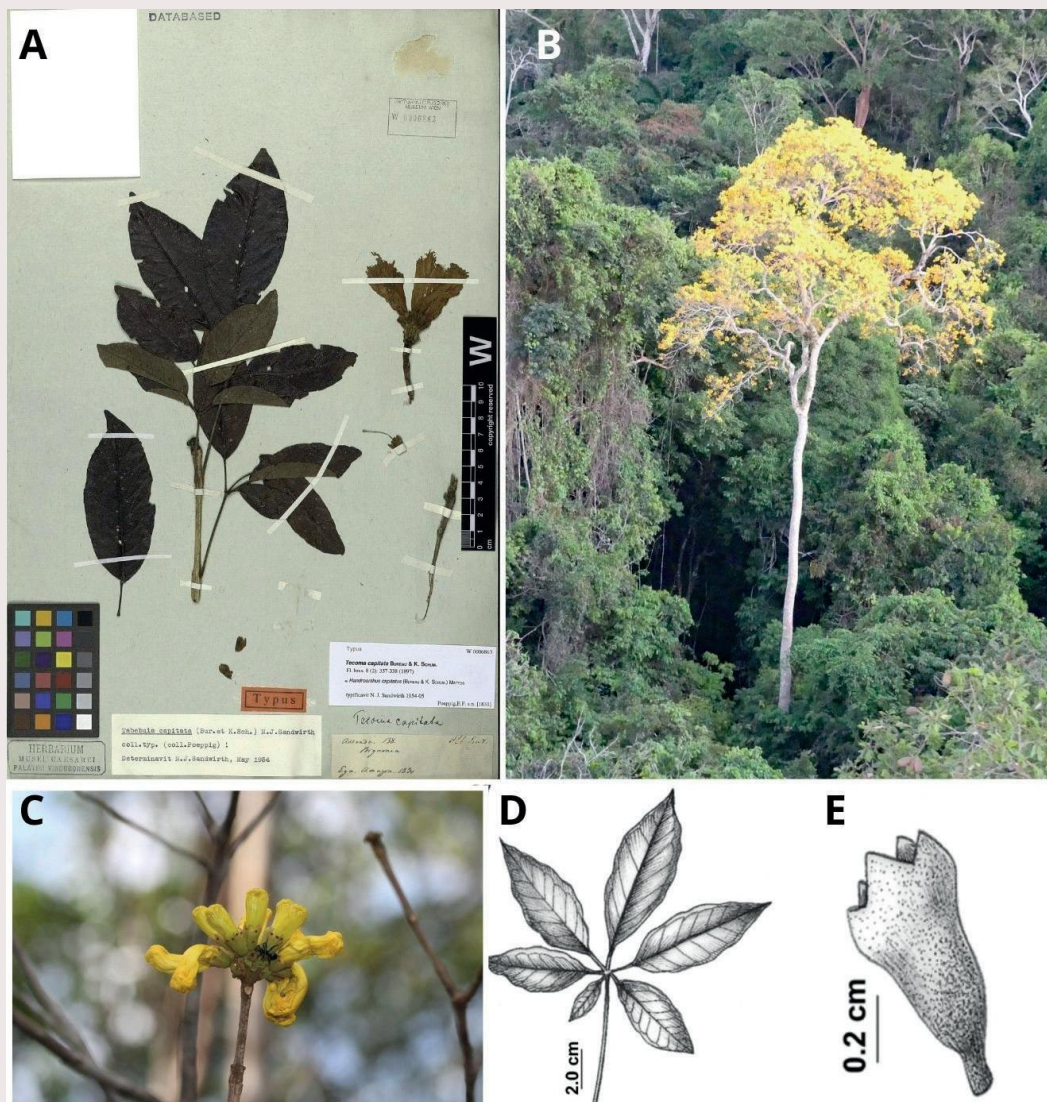


Figura 13. Exsicata mostrando superfície superior e inferior das folhas com cores distintas e flores organizadas em inflorescência congesta (A), hábito (B), detalhe da inflorescência, mostrando botões com glândulas próximo à margem do cálice (C), folha mostrando nervura broquidódroma (D) e cálice (E), sem glândulas e sem estrias de *Handroanthus capitatus*. Fonte: A. Pohl 138 (W-0006863), disponível em <https://w.jacq.org/W0006863>; B. David Martin, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/228896573>; C. Guillaume Delaire, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/166608855>; D-E. de Costa et al. (2019, p.4).

Parênquima axial: contrastado, observado a olho nu, paratraqueal e em linhas marginais. Paratraqueal predomina confluyente longo derivado do aliforme losangular seguindo de confluyente em trechos curtos e aliforme linear de aleta curta e losangular, ambos com porção unilateral.

Raios: visíveis somente sob lente nas superfícies transversal e tangencial, não contrastados. São finos (100%), em sua maioria numerosos (57%) ou poucos (43%), além de extremamente baixos (100%) e com estratificação regular.



Figura 14. Seção transversal (esquerda) e seção longitudinal tangencial (direita) da madeira de *Handroanthus capitatus*. Fonte: Souza et al. (2024).

Tabebuia aurea

■ **Caracteres dendrológicos**

Árvore de até 16 m de altura, tronco com ritidoma acinzentado, fissurado e ramos de secção subcilíndricas. As folhas são palmadas, com 5–7 folíolos oblongo-elípticos. Em ambas as faces a superfície dos folíolos é verde, podendo ser glabra ou lepidota. A margem das folhas é inteira e a venação broquidódroma, sem glândulas e sem domácias. As flores possuem cálice com glândulas esparsamente distribuídas, com margem irregularmente dentada, superfície sem estrias, densamente lepidoto. A corola sem glândulas, é externamente glabra e amarela, internamente pilosa na inserção dos estames e amarela, com ou sem estrias vermelhas. Os frutos são lineares, roliços, com a superfície lisa, densamente lepidotos e sem glândulas (Figura 15). Espécie comum no Cerrado brasileiro e Chaco Boliviano e Paraguai. Na Amazônia ocorre principalmente nas áreas de ecótono com o Cerrado, em florestas secas ao sul e leste do bioma.

■ **Caracteres anatômicos da madeira**

De acordo com Mainieri & Chimelo (1989), a madeira de *Tabebuia aurea* tem como características gerais cerne e alborno não diferenciados, com coloração castanho-claro levemente rosado, e aparência uniforme. A textura é média, com grã irregular e a superfície lustrosa quando polida. A madeira não possui odor e sabor característicos.

Anéis de crescimento: demarcados pelo parênquima marginal e por fibras de paredes mais finas.

Vasos: pouco notados a olho nu, pequenos a médios (80 a 200 μ m); em quantidade reduzida, variando de pouco a numerosos (7 a 12 por mm²). Predominantemente

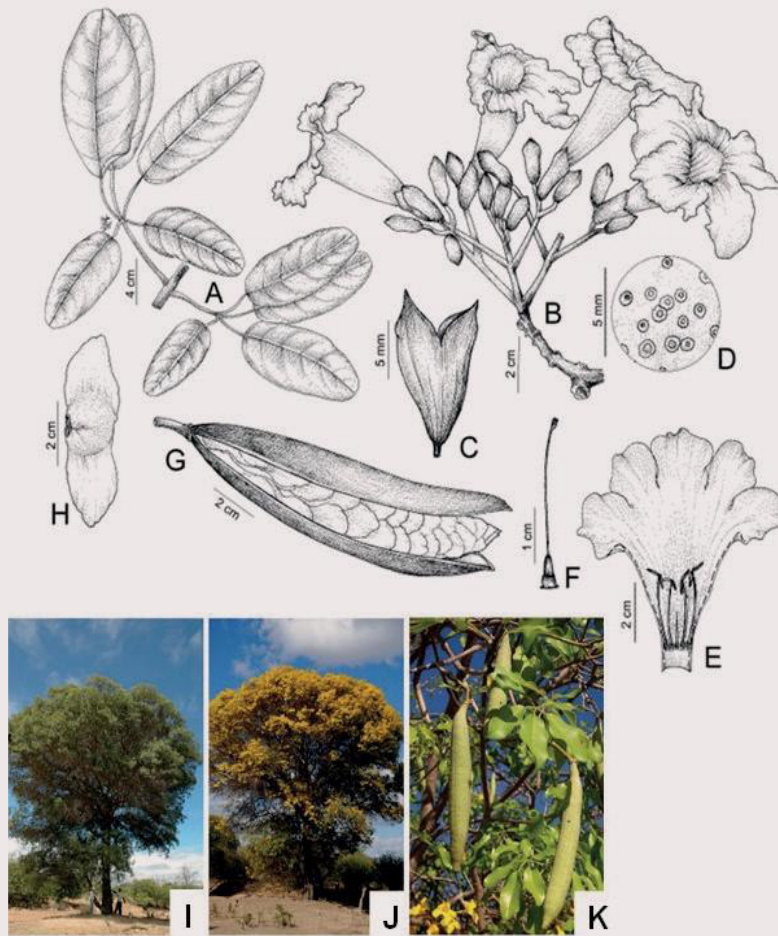


Figura 15. *Tabebuia aurea*: ramo com folhas (A); inflorescência (B); cálice (C); detalhe do indumento do cálice (D); corola aberta mostrando estames e estaminódio (E); gineceu (F); cápsula aberta mostrando sementes (G); semente (H). (A–D- Melo 4033; E, F- Espírito-Santo 153; G, H- Guedes 13584). I- hábito; J- hábito (floração); K- cápsulas sem cálice persistente (Fotos: A–I. FSES). Fonte: do Espírito Santo et al. (2013).

solitários, embora possam ocorrer em pares (geminados), e menos frequentes múltiplos de três a quatro vasos.

Vasos: pouco notados a olho nu, pequenos a médios (80 a 200 μ m); em quantidade reduzida, variando de pouco a numerosos (7 a 12 por mm²). Predominantemente solitários, embora possam ocorrer em pares (geminados), e menos frequentes múltiplos de três a quatro vasos.

Parênquima axial: pouco abundante, dificilmente observado a olho nu. Predomina o paratraqueal aliforme, às vezes confluyente, formando faixas interrompidas. Também ocorre parênquima marginal, em linhas finas.

Raios: distintos apenas sob lente, pouco contrastados, finos e baixos (150 a 300 μ m), sendo numerosos a muito numerosos (8 a 13 raios por mm). Estratificação presente, distinta sob lente.

Tabebuia fluviatilis

■ Caracteres dendrológicos

Arbustos ou pequenas árvores de até 8 m de altura, com tronco apresentando ritidoma acinzentado e fissurado. Os ramos possuem secção subcilíndrica. As folhas são palmadas, com 5–7 folíolos de formato oblongo-elípticos. Nas faces superior e inferior os folíolos são verdes, e podem ser glabros ou lepidotos. A margem das folhas é inteira, a venação é do tipo broquidódroma, sem presença de glândulas e domácias. As flores possuem cálice com glândulas esparsamente distribuídas, com margem irregularmente dentada, superfície sem estrias, densamente lepidoto. A corola é desprovida de glândulas, externamente glabra e branca, enquanto internamente é pilosa somente na inserção dos estames, com coloração amarela desbotando a branco. Os frutos são lineares, aplanados, com superfície lisa, densamente lepidotos, sem glândulas, com cálice persistente (Figura 16). Esta espécie é comum nas margens dos rios próximos aos deltas, ao nível do mar.

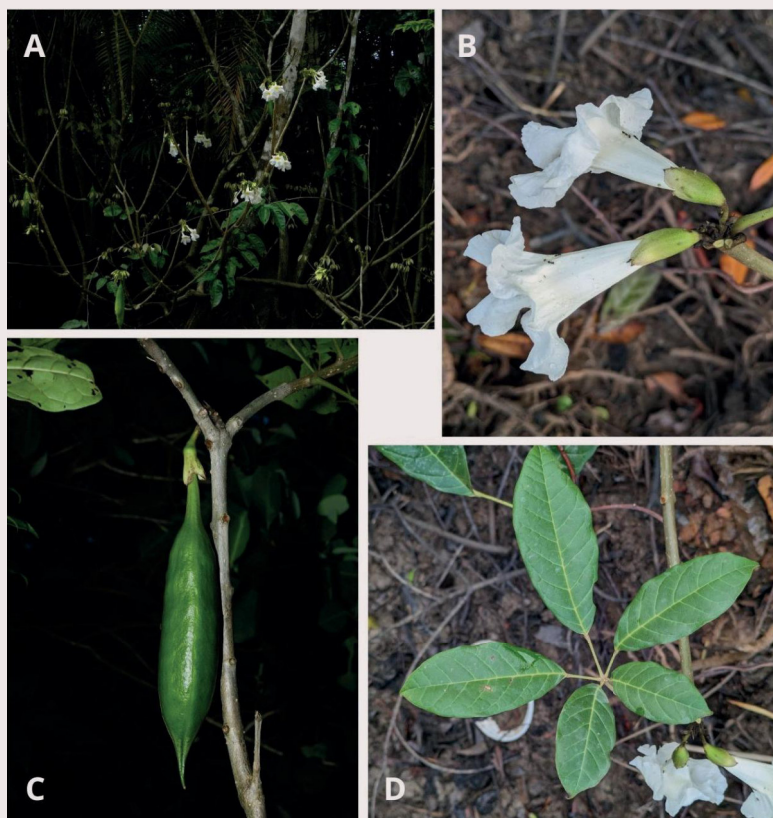


Figura 16. Hábito (A), detalhe da inflorescência mostrando flores com cálices bilabiados, lepidotos e com glândulas esparsamente distribuídas (B), fruto glabro e com cálice persistente (C) e folha (D) mostrando nervura boquidódroma de *Handroanthus fluviatilis*. Fonte: (A. Sebastián Sant, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/236927158>; B. accidentalshrike, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/366606038>; C. Nils Ser-vientis - Bivouac Naturaliste, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/254603706>; D – accidentalshrike, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/366606087>).

▪ Caracteres anatômicos da madeira

Não foram encontradas descrições da anatomia da madeira para essa espécie.

Tabebuia insignis

▪ Caracteres dendrológicos

Arbustos até grandes árvores, podendo alcançar até 40 m de altura. O tronco apresenta ritidoma acinzentado, sendo estriado quando arbusto e fissurado quando árvore, com ramos de secção cilíndrica. As folhas são palmadas, com 5–7 folíolos, ou 1-foliolada, os folíolos são elípticos a oblanceolados. Os folíolos na face superior são verdes e glabros, na face inferior também são verdes, glabros e lepidotos. A margem é inteira e a venação broquidódroma, com glândulas esparsamente distribuídas, sem domácias. As flores possuem cálice com glândulas esparsamente distribuídas, com margem 2–3-labiada, superfície sem estrias, densamente lepidoto. A corola sem glândulas é externamente glabra, branca, sendo internamente pilosa próximo aos lobos e na inserção dos estames, branca ou amarelo-claro. Os frutos são lineares, roliços, com superfície lisa, densamente lepidotos, com glândulas bem distribuídas, com cálice persistente (Figura 17). Esta espécie é comum em áreas pouco drenadas, ocorrendo no Cerrado, Pantanal e Amazônia. Na Amazônia ocorre nas planícies pouco drenadas e em igapós desde o nível do mar até 1700m de altitude.

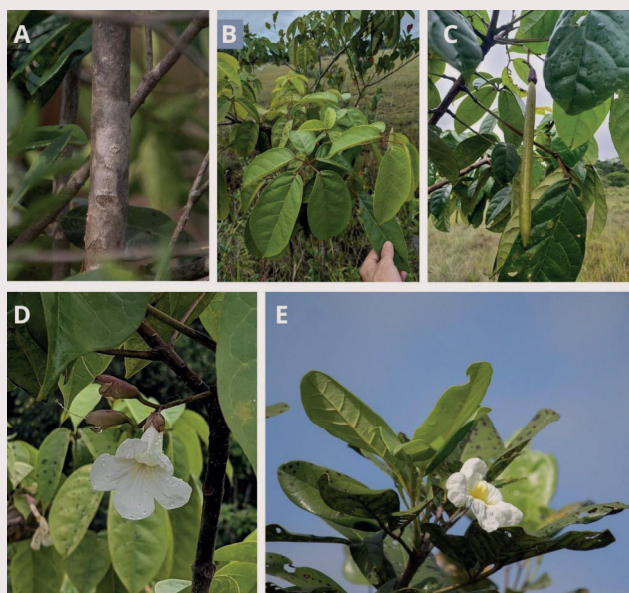


Figura 17. *Tabebuia insignis*: tronco de variedade arbustiva (A); folha de variedade 5-foliolada (B); fruto glabro, com glândulas e cálice persistente (C); flor da variedade 5-foliolada, mostrando cálice bilabiado (D); ramo de variedade 1-foliolada, mostrando flor e nervuras evidentes na superfície inferior da folha (E). Fonte: (A. João Vitor Oliveira de Souza, disponível em <http://www.inaturalist.org/photos/12248269>; B. accidentalshrike, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/346213199>; C. Maël Lemaitre, disponível em www.inaturalist.org/photos/355751214; D. accidentalshrike, disponível em <https://www.inaturalist.org/photos/346213177>; E. João Vitor Oliveira de Souza, disponível em <http://www.inaturalist.org/photos/112248255>).

▪ Caracteres anatômicos da madeira

Não foram encontradas descrições da anatomia da madeira para essa espécie.

Tabebuia pilosa

▪ Caracteres dendrológicos

Arbustos ou árvores pequenas de até 10 m de altura, com ramos de secção cilíndrica. As folhas são palmadas, compostas por cinco folíolos elípticos a estreito ovado-elípticos. A face superior dos folíolos é verde escura e glabra, enquanto a face inferior é verde-esbranquiçada e vilosa. A margem é subinteira a inconspicuamente serrada, com venação eucamptódroma, sem glândulas e sem domácias. As flores possuem cálice com glândulas próximo à margem, com margem 3-4-labiada, superfície com estrias próximo à margem, densamente lepidoto. A corola é sem glândulas, externamente glabra e branca, internamente pilosa próximo aos lobos e na inserção dos estames, branca ou amarelo-claro. Os frutos são lineares e roliços, com superfície lisa, densamente lepidotos, com glândulas bem distribuídas, com cálice persistente (Figura 18). Espécie ocasional em áreas de florestas abertas e cerrados em Roraima.



Figura 18. *Tabebuia pilosa*: hábito (A); ramo mostrando as duas faces da folha, pilosa abaixo (à esquerda) e glabra acima (à direita) (B); excisada mostrando as duas faces da folha e inflorescência (C); flores com cálice 3-labiado e fruto maduro com cálice persistente, superfície plana e lisa (D). Fonte: (A. Gentry 14580 (MO), disponível em <https://www.tropicos.org/image/27511>; B. Gentry 14743 (MO), disponível em <https://www.tropicos.org/image/27493>; C. Wurdack 39990 (US-2167558) disponível em <https://ids.si.edu/ids/deliveryService/id/ark:/65665/m3e6baf6b97b-4248c6ab1d014ce1de4c71/1024>; D. Gentry 46326 (MO), disponível em <https://www.tropicos.org/image/27504>).

▪ Caracteres anatômicos da madeira

Não foram encontradas descrições da anatomia da madeira para essa espécie.

1.3. Identificação botânica em Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS

▪ Limitações

Apesar dos avanços proporcionados pela Resolução Conama nº 406, de 02 de fevereiro de 2009 (Brasil, 2009), que exige a adoção de procedimentos técnico-científicos para a identificação de espécies em área sob manejo florestal, a confiabilidade dos inventários florestais ainda enfrenta desafios significativos. Neste caso, tal como observado por Procópio & Secco (2008), uma identificação botânica precisa e confiável é essencial para a elaboração e implementação eficaz de Planos de Manejo Florestal Sustentáveis – PMFS. Essa identificação fornece a base da composição florística da área, permitindo avaliar a diversidade de espécies local e monitorar o impacto da exploração madeireira sobre as populações (Gonçalves & Santos, 2008). No entanto, nos PMFS, a identificação botânica frequentemente se apoia no conhecimento empírico de profissionais locais, como parobotânicos, que utilizam características morfológicas e nomes vernaculares sem procedimentos botânicos formais (Procópio & Secco, 2008). Além disso, o uso de listas de correspondência entre nomes vernaculares e científicos, frequentemente adotadas por empresas e profissionais, muitas vezes não segue critérios científicos rigorosos, resultando em erros (Botosso, 2009). Essas falhas podem acarretar problemas como imprecisão geográfica, agrupamento inadequado de espécies, dificuldades na comercialização, exploração insustentável, redução da diversidade e negligência de espécies raras ou não comerciais (Martins-da-Silva, 2002; Judd et al., 2009).

Estudos sobre a identificação botânica em PMFS no Brasil apontam diversas questões sobre a complexidade e a extensão dos problemas relacionados à identificação incorreta de espécies (de Lacerda et al., 2010; Ferreira et al., 2020; Costa et al., 2024). A reavaliação dos inventários florestais de uma empresa madeireira na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, identificou três principais questões: (1) a correlação inadequada entre nomes populares e científicos, (2) o registro tendencioso de determinadas espécies devido ao seu maior valor comercial, e (3) a imprecisão nas identificações realizadas em campo (de Lacerda et al., 2010). Ferreira et al. (2020) documentaram inconsistências como a ausência do autor associado ao nome científico, erros na grafia de gênero e epíteto específico, nomenclatura desatualizada e uso de sinônimos. Identificaram também espécies inexistentes na região norte do Brasil e táxons não arbóreos erroneamente incluídos nos inventários. Em um estudo

mais recente, Costa et al. (2024) avaliaram Planos de Manejo atuados pelos Órgãos Ambientais e encontraram falhas na identificação botânica em cerca de 23% das espécies, incluindo espécies não registradas no bioma amazônico ou no estado analisado.

A conservação e a taxonomia estão intrinsecamente relacionadas, especialmente no nível das espécies. A delimitação dos limites das espécies exerce, portanto, uma grande influência na definição de prioridades e investimentos em conservação (Simkins et al., 2019). Os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* nunca passaram por uma revisão taxonômica e nomenclatural, o que resulta em uma compreensão ainda limitada da delimitação das espécies. Na família Bignoniaceae, a morfologia das folhas varia significativamente de acordo com o ambiente em que os espécimes ocorrem, tornando necessária a utilização conjunta de folhas, flores e frutos para a identificação tanto genérica quanto específica (Gentry, 1992; Lohmann & Taylor, 2014). Contudo, as espécies desses gêneros são decíduas e a maioria delas floresce na total ausência de folhas. Como exemplo da dificuldade de identificação das espécies, tanto *H. uleanus* quanto *H. capitatus* só podem ser distinguidos de *H. serratifolius* pela observação conjunta de folhas e flores (Gentry, 1992).

A literatura mostra que poucos estudos utilizaram a anatomia e a morfologia das folhas para a taxonomia dos ipês, resultando em dificuldades na distinção entre as espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* fora do período vegetativo (Silva et al., 2009). O gênero *Handroanthus* é facilmente identificável em campo durante a floração e frutificação, pois se destaca na vegetação. No entanto, como o período reprodutivo é limitado a alguns meses do ano, a identificação fora desse período torna-se mais desafiadora. Isso leva a uma identificação frequentemente incompleta das espécies de *Handroanthus* em planos de manejo na Amazônia brasileira, onde as árvores são comumente identificadas apenas até o nível de gênero (Cysneiros et al., 2018). Há indícios de que a maioria das espécies de *Tabebuia* e *Handroanthus*, principalmente aquelas com distribuição coincidentes e inflorescência de coloração similar, como *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus capitatus* (corola amarela), recebam a mesma identificação e sejam comercializadas sob os nomes de “ipê”, “lapacho” e “pau-d’arco” (Awang et al., 1995; Gómez Castellanos et al., 2009).

▪ Possíveis soluções

O reconhecimento taxonômico em nível específico é fundamental, mas enfrenta desafios de aplicabilidade devido às limitações dos métodos consolidados na ciência. Muitos desses métodos ainda estão em desenvolvimento, enquanto outros são inviáveis em campo, abrangem apenas algumas espécies em seus modelos experimentais ou exigem alta *expertise* dos profissionais. Nesse contexto, é crucial investir em tecnologias que aumentem a acurácia e agilidade, de modo que possam

ser utilizados tanto na elaboração dos projetos de exploração, quanto nos processos autorizativos e de comando e controle pela gestão pública.

A identificação botânica precisa em PMFS é essencial para a gestão responsável e a conservação da biodiversidade. Para superar os problemas de identificação errônea de espécies, é necessário testar e avaliar a implementação de soluções que combinem conhecimento tradicional com ferramentas técnico-científicas, e que tenham aplicabilidade prática em larga escala.

Coleta e coleção de referência

A precisão das identificações pode ser fortalecida pela criação de coleções obrigatórias das espécies de identificação problemática, que funcionem como referência para consultas futuras e contribuam para a padronização do reconhecimento taxonômico. Essas coletas devem incluir *vouchers* destinados à validação em herbários e xilotecas, garantindo a confiabilidade dos registros. A médio prazo, recomenda-se a realização de revisões taxonômicas abrangentes, analisando espécimes de toda a área de distribuição das espécies. Esse processo é essencial para a correta delimitação taxonômica, a eliminação de inconsistências nos nomes e a disponibilização de métodos mais eficazes de identificação. Além disso, revisões dessa natureza fornecem amostras validadas para a elaboração de mapas de distribuição e produzem evidências que podem embasar a definição de categorias de conservação. Nesse contexto, duas iniciativas conduzidas por instituições públicas, apresentadas a seguir, oferecem subsídios importantes para o aprimoramento da gestão dos Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS).

I. Flora e Funga do Brasil

O projeto Flora e Funga do Brasil, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, consolidou a colaboração de mais de 900 taxonomistas, em uma plataforma online, para a inclusão de dados dos seus grupos de especialidade de identificação botânica. A plataforma contém informações sobre nomenclatura e distribuição geográfica, descrevendo a abrangência no Brasil, endemismo e domínios fitogeográficos, com associação de imagens em alta resolução de exsicatas, bem como imagens das espécies na natureza e ilustrações científicas. Atualmente o projeto reconhece 52.775 espécies em território nacional, entre nativas, naturalizadas e cultivadas (Flora e Funga do Brasil, 2024).

II. Inventário Florestal Nacional – IFN

É essencial implementar novos esforços em projetos de levantamento e monitoramento da biodiversidade, destacando o Inventário Florestal Nacional – IFN, do

Serviço Florestal Brasileiro, como o mais importante. Com abrangência nacional, metodologia única para todos os biomas, e coleta de dados realizada em pontos distribuídos a cada 20 km de distância por todo o país, são produzidas informações detalhadas e de forma regular sobre aspectos como a estrutura, composição, saúde e vitalidade das florestas, biomassa, estoques de madeira e de carbono (SFB, 2024). O IFN é o maior esforço amostral do país, capaz de coletar amostras valiosas para desenvolver modelos experimentais de ferramentas de rastreabilidade e identificação em andamento, e tem o potencial para ser utilizado como uma fundamental ferramenta de subsídios nos processos de gestão de PMFS.

Capacitação e treinamento

A integração entre o conhecimento empírico local e o científico é essencial para melhorar a precisão na identificação botânica em PMFS. A formação e o treinamento de parataxonomistas supervisionados por especialistas botânicos capacitados podem reduzir significativamente os erros de identificação no campo. Esse treinamento deve incluir não apenas o reconhecimento de características morfológicas, mas também a familiarização com a nomenclatura científica e procedimentos formais de coleta e classificação de espécies. Também é fundamental investir no treinamento e na formação das atuais forças de comando e controle dos órgãos públicos, para que possam identificar corretamente as espécies durante as vistorias.

No Brasil, a identificação precisa de espécies florestais enfrenta desafios significativos, especialmente quando a madeira está desprovida de material botânico para análise. Fiscais e agentes ambientais frequentemente utilizam métodos tradicionais de anatomia comparativa, que envolvem o confronto de características anatômicas e organolépticas da madeira com padrões depositados em xilotecas registradas, auxiliados por chaves de identificação. No entanto, a aplicação eficaz dessas técnicas requer um alto nível de *expertise* para garantir a confiabilidade necessária na identificação de cargas ilegais de madeira. Além da diferenciação entre espécies do mesmo gênero, é usual que madeiras com características macroscópicas semelhantes de gêneros distintos sejam comercializadas com autorizações indevidas.

Tecnologias para identificação e rastreabilidade

A Global Timber Tracking Network – GTTN lançou em 2020 um manual compilando diferentes métodos de rastreabilidade e identificação de madeira (Beeckman et al., 2020). Segundo o manual, foram desenvolvidas chaves de identificação, incluindo chaves multi-acesso em forma de aplicativos, que contam com um banco de informações e imagens sobre espécies madeireiras. O usuário observa características anatômicas nas amostras e as seleciona no aplicativo, facilitando a identificação.

Mais recentemente, técnicas de aprendizado de máquina e algoritmos de reconhecimento de imagem têm sido aplicadas, permitindo que softwares identifiquem padrões anatômicos e os comparem a um banco de imagens para determinar a espécie da madeira de forma automatizada. Esses avanços têm sido impulsionados pela integração de novas tecnologias de inteligência artificial e análises de redes neurais, aumentando significativamente a capacidade de processamento.

Diversas outras técnicas estão sendo estudadas e adaptadas para auxiliar na rastreabilidade e identificação da madeira visando o combate à exploração e o comércio ilegal (Dormontt et al., 2015), tais como: espectrometria de massas (*Direct Analysis in Real Time Time-of-Flight Mass Spectrometry* – DART-TOF, do inglês), que permite a análise da composição química da madeira, possibilitando a identificação das espécies com base em suas assinaturas químicas exclusivas (Musah et al., 2015); determinação de isótopos estáveis, que analisa a composição isotópica da madeira, permitindo identificar e rastrear a origem geográfica (Gasson et al., 2021); datação por rádio-carbono, que permite determinar a idade da madeira e pode ser útil para a identificação do material lenhoso proveniente de árvores antigas (Hajdas et al., 2021); a espectroscopia do infravermelho próximo (*Near Infrared Spectroscopy* – NIRS, do inglês), que é uma técnica rápida e não destrutiva que analisa a interação da luz infravermelha com a madeira, fornecendo informações sobre sua composição química e estrutura (Wang et al., 2021); e técnicas genéticas, que permitem a identificação da espécie a partir da análise do DNA da madeira, mesmo em amostras processadas (Jiao et al., 2020).

A análise da anatomia da madeira pode ser uma ferramenta valiosa para a identificação de espécies, especialmente em situações em que a identificação baseada apenas em caracteres morfológicos externos é difícil, como no caso de árvores sem flores ou frutos. Estudos recentes, como o de Souza et al. (2024), demonstraram que a análise macroscópica da madeira, com foco em caracteres como o parênquima axial e o diâmetro dos vasos, permite a distinção de cinco espécies de *Handroanthus* (*H. barbatus*, *H. capitatus*, *H. impetiginosus*, *H. incanus* e *H. serratifolius*). Além disso, ao comparar as características da madeira com a morfologia foliar, os referidos autores observaram diferenças que permitem distinguir as duas espécies de ipês mais comercializadas atualmente na Amazônia, *H. impetiginosus* e *H. serratifolius*. No que diz respeito às folhas, as características de margem foliar, os tricomas e as domácias mostram-se mais significativas para a separação das duas espécies. Neste trabalho também foi desenvolvida uma chave de identificação de acesso múltiplo para simplificar o processo, reduzindo o número de características necessárias e facilitando sua aplicação em campo. Um estudo conduzido por Souza (2023) testou o potencial da NIRS na identificação de espécies de ipê e concluiu que *Handroanthus serratifolius*, a espécie mais comercializada do gênero, apresentou a

maior diferenciação química em relação às demais espécies. Resultados positivos também foram obtidos para *H. impetiginosus* e *H. incanus*, reforçando o potencial da NIRS para a identificação e discriminação das espécies do gênero *Handroanthus*.

A busca de marcadores com boa variabilidade genética em nível específico em Bignoniaceae é essencial para diferentes níveis de análises. Plastomas completos de *Handroanthus chrysanthus* (Liao et al. 2022), *H. guayacan* (Burley et al., 20) e *H. impetiginosus* (Silva-Junior et al., 2018; Sobreiro et al., 2020) estão disponíveis, e a comparação destes genomas auxilia na detecção de marcadores moleculares com variabilidade suficiente para diferenciação das espécies e até mesmo indivíduos dentro do gênero. Por exemplo, Meng et al. (2023) usaram, a partir dos genomas de diferentes indivíduos de ipês cultivados na China, a técnica de SNP (da sigla em inglês *Single Nucleotide Polymorphism*). Já técnicas menos onerosas, como DNA microssatélites, a diferenciação de espécimes em nível populacional, e alguns marcadores já foram desenvolvidos para *Handroanthus* (Collevatti et al., 2014; Meyer-Sand et al., 2018; Vitorino et al., 2018; 2024). Análises usando microssatélites auxiliam na determinação e compreensão dos padrões de distribuição da variabilidade genética e estruturação populacional dessas plantas (Vitorino et al., 2018, 2024; Collevatti et al., 2019; Vieira et al., 2022), bem como sua demografia e história de expansão e contração das populações (Vitorino et al., 2018).

Além disso, esses marcadores também têm potencial para serem usados em análises forenses e de rastreabilidade da madeira (Silva-Junior et al., 2018; Meyer-Sand et al., 2018; Sobreiro et al., 2020). As ferramentas moleculares são fundamentais para a conservação das espécies e para a compreensão de como as populações se adaptam a diferentes condições ambientais. Entretanto, cabe ressaltar, que pouquíssimas espécies destes gêneros foram estudadas. Estudos que ampliem o número de espécies, tanto comerciais, como as de morfologia muito semelhantes, são fundamentais para a compreensão da diversidade genética dentro dos gêneros. Medidas de manejo e conservação que integrem características genéticas são essenciais para garantir a manutenção da variabilidade intraespecífica e a sustentabilidade das populações.

Parcerias e mecanismos de implementação

A identificação em nível de espécie trata-se de um desafio em escala global, enfrentado por todas as Partes da Cites, tanto em face das competências inerentes às autoridades administrativas, nas ações de monitoramento e controle da cadeia de custódia para emissão de licenças, quanto nas atribuições das autoridades científicas, relacionadas ao uso de coletas botânicas idôneas na avaliação dos parâmetros destas espécies. Em razão disto, foi instituído pela própria Convenção,

no âmbito da 19ª Conferência das Partes, um Grupo de Trabalho Interseccional para Identificação de Madeira e Outros Produtos Derivados.

Este grupo de trabalho tem como objetivo implementar mecanismos em escala global para melhorar os processos de identificação das espécies madeireiras. Para tanto, propõe basicamente: 1) o desenvolvimento de um repositório on-line por meio da colaboração de organizações e especialistas relevantes, priorizando os esforços globais no desenvolvimento e partilha de bases de dados e ferramentas de referência de identificação, incluindo compartilhamento de coletas com vouchers validados em herbários; 2) desenvolver uma lista de técnicas e ferramentas disponíveis e avaliar seus padrões e utilidade para a identificação e aplicação específicas de espécies para espécies de árvores listadas na Cites e suas similares; e 3) determinar métodos para estimular o intercâmbio global, regional e nacional de melhores práticas em tecnologias de identificação de madeira entre os países, incluindo lições aprendidas sobre como as Partes construíram sua capacidade e experiência em identificação de madeira.

Aprimoramento da Legislação

A legislação que rege o manejo florestal no Brasil pode ser aprimorada para fortalecer a identificação botânica nos PMFS. A inclusão de normas específicas e indicadores para a avaliação da qualidade da identificação botânica nos inventários florestais pode garantir maior rigor e confiabilidade nos dados (de Lacerda et al., 2010). Sugere-se a exigência de laudos técnicos elaborados por especialistas, com a definição de critérios mínimos para a qualificação dos profissionais responsáveis pelas identificações taxonômicas das espécies inclusas nos Anexos da Cites. Além disso, é importante implementar mecanismos de auditoria para garantir a qualidade e precisão das identificações durante o processo autorizativo dos PMFS.

2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* atualmente são compostos por 30 e 73 espécies, respectivamente (Grose & Olmstead, 2007). Seus indivíduos são predominantemente árvores, com alguns arbustos, distribuídos desde o sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina e Chile (CNCFlora, 2019). No Brasil, 27 espécies de *Handroanthus* ocorrem no território nacional, sendo oito delas distribuídas na Amazônia Legal. Entre as 12 espécies de *Tabebuia* que ocorrem no Brasil, quatro são distribuídas no Bioma Amazônia. O gênero *Handroanthus* se distingue de *Tabebuia* principalmente por sua madeira densa, sendo o cerne notavelmente distinto do alburno e contém o composto orgânico lapachol (Grose & Olmstead,

2007b). As espécies de *Handroanthus* também apresentam diferenças morfológicas, como a face abaxial dos folíolos com tricomas em forma de estrela ou dendríticos, em contraste com os tricomas lepidotos encontrados em *Tabebuia*. Outra distinção é o cálice campanulado e pubescente de *Handroanthus*, que é dividido em cinco partes, enquanto em *Tabebuia* o cálice é tubular, dividido em duas partes e glabro ou lepidoto (Johanes et al., 2022).

A maioria das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* é heliófita, ou demandante de luz (Justiniano et al., 2000) e decídua, com perda periódica das folhas da copa, permanecendo desfolhadas por um tempo determinado, reproduzindo-se durante o período sem folhas, o que facilita a atração de polinizadores e otimiza a dispersão de sementes (Barros, 2001). As flores são predominantemente polinizadas por várias espécies de abelhas, borboletas e beija-flores. Os frutos são cápsulas secas, com formatos variáveis, e as sementes são aladas, dispersadas pelo vento. Na Amazônia central, a floração de *H. serratifolius* e de *H. incanus* ocorre no período seco, iniciando entre os meses de agosto a setembro, e tem duração média de 1 a 2 meses. A frutificação se inicia na transição entre o período seco e o chuvoso, de outubro a novembro, com duração média de 1 a 2 meses (Figura 19). Os frutos maduros e a dispersão de sementes são observados principalmente de novembro a dezembro. A produção de flores acontece, em média, em intervalos entre 2 e 5 anos, enquanto a produção de frutos ocorre irregularmente, com intervalos médios de 4 a 5 anos entre os eventos reprodutivos. A queda de folhas acontece anualmente durante os meses mais secos e quentes, com duração média entre 1 e 2 meses. Já a produção de folhas novas tem duração média de 3 a 4 meses e acontece entre o final do período seco e o início do chuvoso (Figura 19).

As espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* comumente apresentam crescimento lento (<1cm/ano), populações esparsas (<0,5 árv/ha) e baixa regeneração natural (Schulze et al., 2008; Justiniano et al., 2000a; Freitas et al., 2022). Esse crescimento lento, comumente associado a maior longevidade de árvores tropicais (Locosselli et al., 2020) resulta em idades que podem ultrapassar 200 anos para populações *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. (Leite et al., 2012; Andrade et al., 2019). As sementes, apesar da alta taxa de germinação, possuem baixa viabilidade (não ultrapassando três meses) e baixa eficiência reprodutiva, parcialmente, devido à autoincompatibilidade de algumas espécies (Alves et al., 2013).

Variações ambientais também afetam as espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia*. Mudanças abruptas de precipitação e temperatura alteram suas fenologias, resultando em variações interanuais na produção e na qualidade de sementes e flores (Silva et al., 2023). Essas anomalias climáticas podem interromper a formação de flores ou causar a queda de frutos imaturos (Justiniano et al., 2000). Eventos climáticos

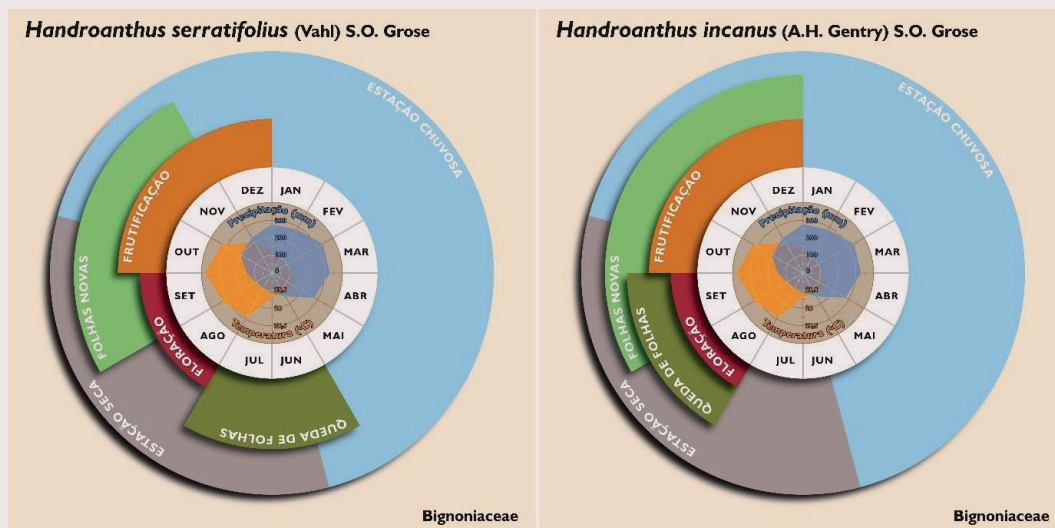


Figura 19. Padrão fenológico de floração, frutificação, queda e produção de folhas novas das espécies *H. serratifolius* e *H. incanus*. Os dados foram obtidos a partir de monitoramento fenológico mensal de longo prazo (mais de 50 anos), em duas áreas de reserva florestal na Amazônia central (Estação Experimental de Silvicultura Tropical e Reserva Florestal Adolpho Ducke), ambas pertencentes ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Os dados centrais indicam os valores médios mensais de precipitação, em milímetros (azul), e temperatura, em °C (laranja), para a região de estudo. Durante os meses do período seco, a precipitação varia de 100 a 150 mm e a temperatura de 25,6 a 27°C, enquanto a precipitação pode atingir de 202 a 330 mm mensais e a temperatura 25,5 a 26°C durante o período chuvoso. Fonte: Aleixo (2024, estudo não publicado).

extremos, como episódios de *El Niño*, são responsáveis por alta mortalidade de árvores tropicais devido sua associação com o aumento de temperatura extrema e redução da disponibilidade hídrica (Choat et al., 2018; Aleixo et al., 2019). Estudos demonstram a sensibilidade e a redução do crescimento de espécies de *Handroanthus* do nordeste do Brasil, como *H. serratifolius*, *H. ochraceus* e *H. impetiginosus*, em resposta a eventos climáticos, especialmente em condições de menor precipitação (Aragão et al., 2022). Com o aumento da frequência e severidade desses eventos (Cai et al., 2014), a compreensão dos seus impactos sobre as espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* é crucial para a sua conservação.

As características biológicas, no contexto da avaliação de sustentabilidade da exploração da espécie, são analisadas em relação à sua contribuição para uma maior ou menor gravidade do risco de exploração à sobrevivência das espécies e manutenção de suas funções ecossistêmicas (Wolf et al., 2018). Em síntese, tais características, relacionadas aos padrões de reprodução, como sistemas reprodutivos, polinização, frutificação e dispersão de sementes, somados à distribuição e estruturas populacionais, regeneração e mortalidade são fatores que devem ser avaliados para definição das medidas de manejo mais eficazes a serem adotadas no âmbito do Parecer de Exploração Não Prejudicial – NDF.

Os detalhes sobre as características das espécies avaliadas neste estudo são apresentados a seguir. Características sem dados disponíveis foram indicadas com

“-”, enquanto características comuns ao gênero em regiões de ocorrência similar foram marcadas com “*”.

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus serratifolius*

- **Nome comum:** ipê, ipê-amarelo, pau-d’arco, pau-ferro.
- **Ocorrência:** todos os biomas brasileiros, exceto no Pampa (Lohmann, 2024a).
- **Altura, diâmetro e fuste:** atinge altura de 20-37m, ocasionalmente 50m (CNC-Flora, 2019), diâmetro de 1,8m e tronco reto, ou levemente tortuoso (Carvalho, 2014; Tropical Plants Database, 2024).
- **Madeira:** muito apreciada no mercado global, é a mais valorizada do mercado nacional, apresentando valores que superam U\$2,500 o m³ (Forest Trends, 2022). Devido sua alta densidade e durabilidade é utilizada tanto na construção, como em marcenaria, pisos, interiores e decks.
- **Casca:** fissurada, com uma textura pardo-acinzentada, com manchas líquênicas claras e com placas que se desprendem aos poucos; espessura de até 15 mm (Carvalho, 2014).
- **Flores:** individuais, ou em grupos de três, em forma de umbela nas pontas dos ramos. Apresentam grandes dimensões, com cálice em forma de sino e corola amarelo-dourada. O tubo floral tem forma de funil com um limbo amplo (Carvalho, 2014).
- **Frutos:** cápsulas deiscentes, coriáceas, glabras e marrons, com sementes pequenas e aladas, com 123 a 152 sementes por fruto (Carvalho, 2014).
- **Sementes e dispersão:** leves, aladas com asas curtas e retangulares, com núcleo seminífero central e quadrado. Sua dispersão ocorre principalmente pelo vento (anemocoria), onde a predação de sementes pré-dispersão tem em média 33,2% (Amaral et al., 1992).
- **Fenologia:** marcadamente decídua, com floração principalmente no período seco, seguida pela frutificação no período chuvoso (Carvalho, 2014).
- **Estágio sucessional:** apresenta ampla variabilidade sucessional, sendo secundária inicial à tardia, ou clímax exigente de luz a clímax tolerante a sombra em florestas tropicais (Pinto, 1997; Cavalcanti, 1998; Pinto et al., 2005; Carvalho, 2014).
- **Tolerância e preferência abiótica:** prefere solos bem drenados e com maior status nutricional, contudo, tem boa tolerância a condições de pH mais ácido e maior teor de alumínio. Necessita de alta incidência solar, especialmente durante as fases de crescimento juvenil (Amaral et al., 1992).
- **Polinização:** realizada principalmente por abelhas, como *Xylocopa* spp., *Centridini* e *Euglossini*, mas também por beija-flores (Alves et al., 2013).

- **Estudos ecológicos:** por meio da análise de seus anéis de crescimentos anuais (dendrocronologia) foi verificado que seu crescimento é modulado pelo clima (Aragão et al., 2022) e que ciclos e diâmetro mínimos de corte podem ser parametrizados pelo seu crescimento populacional (Andrade et al., 2019).
- **Regeneração natural:** em condições de alta incidência solar regenera-se normalmente. Amaral et al. (1992) observaram que em parcelas localizadas em clareiras a média de sobrevivência das regenerantes foi de 18% vs. 6% sob o dossel florestal; enquanto Serrão et al. (2003) registraram 90,7% vs. 68%, para o centro da clareira e dossel florestal em mudas plantadas.
- **Utilização da espécie:** sua madeira de alta qualidade é utilizada para diversos fins, tanto para construção externa, como para decks, pisos e interiores (Forest Trends, 2021; Carvalho, 2014). Devido sua exuberante floração é amplamente utilizada com fins paisagísticos, além de apresentar potencial melífero (Bastos & Brandão, 1994; Silva et al., 2021). Também é utilizada na medicina popular, tanto sua casca, como madeira e flores, visto suas supostas propriedades anticancerígenas, antirreumáticas e antianêmicas, porém sem evidências científicas (Carvalho, 2014). Adicionalmente, observou-se que seus extratos (como o lapachol) apresentam boa atividade antileishmania (Costa et al., 2017).
- **Características tecnológicas da madeira:** cerne marrom-escuro, com leve reflexão amarela, aparentemente como resultado de lapachol (pó amarelo) nos poros. Sua textura é média, homogênea, com pouco brilho, e grã direita e ocasionalmente irregular (LPF, 2024a). Apresenta alta resistência a organismos xilófagos, mesmo em contato com o solo, alta dureza, durabilidade e densidade (comumente acima de 0,9 g cm³), além de trabalhabilidade moderadamente difícil (LPF, 2024a).

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus impetiginosus*

- **Nome comum:** ipê, ipê-roxo; ipê-rosa; pau-d'arco.
- **Ocorrência:** todos os biomas brasileiros, exceto no Pampa (Lohmann, 2024b).
- **Altura, diâmetro e fuste:** atinge até 30 m de altura, com tronco de até 2 m de diâmetro; tronco reto ou levemente tortuoso (Schulze et al., 2008; Carvalho et al., 2014).
- **Madeira:** assim como *H. serratifolius*, é altamente valorizada no mercado externo devido suas características tecnológicas, como alta densidade, dureza e resistência a intempéries.
- **Casca:** com espessura de até 12 mm, de coloração acinzentada, levemente áspera, e com sulcos longitudinais pouco profundos. Casca interna fibrosa, levemente rosa a marrom-claro (Carvalho, 2003).

- **Flores:** com cálice em forma de taça, truncado a levemente dentado, pubescente, com tricomas estrelados grossos; a corola é magenta com garganta amarela na antese, tubular-infundibuliforme, puberulenta por fora, com tricomas simples esparsos por dentro. Os estames são inseridos; o ovário é linear e há um disco de néctar anular (Lohmann, 2024b).
- **Frutos:** linear-cilíndrico, glabro e deiscente. Medem de 12 a 56 cm de comprimento e 1,3 a 2,6 cm de largura, contendo muitas sementes (Carvalho, 2003).
- **Sementes e dispersão:** as sementes são leves e dispersas pelo vento, cordiformes, tendendo a oblongas, planas e com asas hialinas membranosas curtas (Schlindwein et al., 2014; Sant’Anna , 2016).
- **Fenologia:** decídua, com floração no período seco e frutificação durante o período chuvoso (Carvalho, 2003).
- **Estágio sucessional:** espécie secundária tardia, ou clímax exigente de luz (Durigan & Nogueira, 1990; Carvalho, 2003).
- **Tolerância e preferência abiótica:** ocorre naturalmente em uma variedade de solos, mas prefere solos arenosos, férteis e bem drenados. Exige alta incidência de luz solar (Carvalho, 2003).
- **Polinização:** suas vistosas flores atraem principalmente abelhas polinizadoras, como *Bombus morio* e *Trigona spinipes* (Pirani & Cortopassi-Laurino, 1993) e beija flores (Las-Casas et al., 2012; Partida-Lara et al., 2018).
- **Estudos ecológicos:** experimentos de seca evidenciaram a capacidade que *H. impetiginosus* tem de reduzir seu potencial hídrico foliar e recuperar-se rapidamente após reidratação (Dombroski et al., 2014). Seu crescimento também foi avaliado buscando-se parâmetros para medidas de manejo no Bioma Pantanal (Mattos et al., 2010). Esta espécie de ipê representa importante recurso alimentar e atrai diversas espécies de insetos florívoros e herbívoros (de Castro, 2018). Aves florívoras se alimentam das flores e dos insetos atraídos (Lunardi et al., 2019).
- **Regeneração natural:** em condições de maior luminosidade regenera-se naturalmente, porém, devido ao seu lento crescimento e menor capacidade de competir por luz com espécies de rápido crescimento, sua mortalidade apresenta níveis mais elevados na classe de >10 cm de DAP (Schulze, 2003).
- **Utilização da espécie:** para fins ornamentais e recuperação de áreas degradadas, visto sua grande deposição de folhas. Sua madeira é altamente valorizada na construção civil, pisos, decks e laminados (Forest Trends, 2022). Na medicina popular, é o mais utilizado dentre os ipês, principalmente sua casca, que possui fitoquímicos como o lapachol (β -Lapachone) que apresenta atividade anticancerígena (Lima Bezerra et al., 2022).

- **Características tecnológicas da madeira:** cerne marrom-amarelado escuro, claramente distinto do alburno, de cor clara. Grã comumente reta, de textura fina a média. A madeira apresenta alta densidade, durabilidade e resistência a pragas, com características ideais para usos externos e estruturais (ITTO, 2024).

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus incanus*

- **Nome comum:** pau d'arco, ipê-amarelo.
- **Ocorrência:** Amazônia.
- **Altura, diâmetro e fuste:** a tingê até 30 m de altura, com tronco reto (Lohmann, 2024c).
- **Madeira:** assim como outras espécies de *Handroanthus*, é altamente valorizada no mercado externo devido suas características tecnológicas.
- **Casca:** espessa e fissurada longitudinalmente, com tons de cinza a marrom.
- **Folhas:** com cinco folíolos elípticos, base e ápice arredondados, agudos ou cuneados, margens inteiras, pubescentes estrelados na face adaxial, densamente tomentosos na face abaxial (Lohmann, 2024c).
- **Flores:** cálice campanulado, levemente lobado em cinco partes, com uma densa textura estrelada e rufescente, além de tricomas simples dispersos. A corola é amarela, de forma tubular-infundibuliforme, glabra por fora e vilosa na inserção dos estames. Os estames são inseridos e o ovário é oblongo, acompanhado de um disco de néctar anular (Lohmann, 2024c).
- **Frutos:** linear-cilíndrico, glabrescente tomentoso dourado estrelado (Lohmann, 2024c).
- **Sementes e dispersão*:** as sementes são leves e dispersas pelo vento, assim, como outras espécies de *Handroanthus*.
- **Fenologia*:** floração ocorre no final do período seco e a frutificação, no início do chuvoso.
- **Estágio sucessional*:** espécie secundária tardia ou clímax.
- **Tolerância e preferência biótica*:** prefere solos bem drenados e exige alta luminosidade, especialmente na fase juvenil.
- **Polinização*:** suas vistosas flores atraem principalmente abelhas polinizadoras e beija-flores (Pirani & Cortopassi-Laurino, 1993; Alves et al., 2013).
- **Estudos ecológicos:** -
- **Regeneração natural:** -

- **Utilização da espécie***: para fins ornamentais e paisagísticos, visto sua exuberante floração. Sua madeira é altamente valorizada na construção civil, pisos, decks e laminados.
- **Características tecnológicas da madeira**: cerne vermelho-amarelado (5YR 5/6), claramente distinto do albúrnio, de cor marrom pálida (10YR 7/3). Grã revessa, de textura média. Madeira dura, de alta densidade, durabilidade e resistência a pragas (LPF, 2024b).

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus ochraceus*

- **Nome comum**: ipê, ipê-amarelo, ipê-do-cerrado, pau-d'arco.
- **Ocorrência**: predominante no Cerrado brasileiro, contudo, também ocorre na Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica (Lohmann, 2024d).
- **Altura, diâmetro e fuste**: atinge entre 6-14 m de altura, com tronco tortuoso e diâmetro de até 50 cm (Lohmann, 2024d).
- **Madeira***: assim como outras espécies do gênero *Handroanthus*, é altamente valorizada no mercado externo devido suas características tecnológicas, como alta densidade, dureza e resistência a intempéries.
- **Casca***: acinzentada, espessa e fissurada, típica das espécies do Cerrado.
- **Folhas**: folhas opostas, compostas, com cinco folíolos pilosos, especialmente na face inferior, que é mais clara. Os folíolos medem de 4 a 9 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura, com pecíolos que variam de 3 a 5,5 cm de comprimento (ESALQ, 2024).
- **Flores***: grandes e vistosas, de cor amarela.
- **Frutos***: linear-cilíndrico, glabro e deiscente.
- **Sementes e dispersão***: as sementes são leves, aladas e dispersas pelo vento.
- **Fenologia***: a floração ocorre durante o período seco, seguida pela frutificação no início do período chuvoso.
- **Estágio sucessional***: espécie secundária no ecossistema do Cerrado (Monteiro & Falcão, 2020).
- **Tolerância e preferência abiótica***: tolera uma ampla gama de condições de solo, mas prefere solos bem drenados. Requer alta incidência de luz solar, especialmente nas fases juvenis.
- **Polinização**: realizada principalmente por abelhas, mas também por beija-flores (Leon-Camargo & Rangel-Ch., 2015; Machado & Oliveira, 2015).
- **Estudos ecológicos**: avaliações da interação da espécie com a fauna do Pantanal e do Cerrado revelaram que durante o pico do período seco, pássaros (*Trogon curucui*) se alimentam das suas flores (Gonsioroski et al., 2021).

- **Regeneração natural:** observou-se o valor de 4,01% de regeneração natural total de *H. ochraceus* em áreas de Cerrado com histórico comum de fogo e invasão por gramíneas exóticas (Reis, 2018).
- **Utilização da espécie*:** em reflorestamento, paisagismo, e valorizada por sua madeira na construção civil e fabricação de móveis.
- **Características tecnológicas da madeira*:** pesada, dura, resistente e de alta durabilidade, adequada para diversas aplicações industriais e artesanais. Também possui usos medicinais tradicionais (LPF, 2024a,b).

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus barbatulus*

- **Nome comum:** ipê, ipê-amarelo, ipê-do-cerrado, pau-d'arco.
- **Ocorrência:** Amazônia, principalmente em florestas de várzea (águas brancas, ricas em nutrientes) e igapó (águas pretas, pobres em nutrientes) (Fonseca Júnior, Piedade e Schöngart, 2009).
- **Altura, diâmetro e fuste:** atinge entre 6-14 m de altura, com tronco tortuoso e diâmetro de até 50 cm (Lohmann, 2024e).
- **Madeira*:** assim como outras espécies de *Handroanthus*, é altamente valorizada no mercado externo devido suas características tecnológicas, como alta densidade, dureza e resistência a intempéries.
- **Casca*:** acinzentada, espessa e fissurada.
- **Folhas:** folhas opostas, compostas, com cinco folíolos pilosos, especialmente na face inferior, que é mais clara. Os folíolos medem de 4 a 9 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura, com pecíolos que variam de 3 a 5,5 cm de comprimento (ESALQ, 2024).
- **Flores*:** grandes e vistosas, de cor amarela.
- **Frutos*:** linear-cilíndrico, glabro e deiscente.
- **Sementes e dispersão*:** as sementes são leves, aladas e dispersas pelo vento.
- **Fenologia*:** floração durante o período seco, seguida pela frutificação no início do período chuvoso.
- **Estágio sucessional :** -
- **Tolerância e preferência abiótica*:** tolera uma ampla gama de condições de solo, mas prefere solos bem drenados. Requer alta incidência de luz solar, especialmente nas fases juvenis.
- **Polinização*:** realizada principalmente por abelhas.
- **Estudos ecológicos:** a apresenta anéis anuais bem definidos, caracterizados por bandas de parênquima marginal, o que permite a aplicação de técnicas de

dendrocronologia para estimar idade e taxas de incremento radial (Fonseca Júnior, Piedade e Schöngart, 2009).

- **Regeneração natural:** -
- **Utilização da espécie*:** em reflorestamento, paisagismo, e valorizada por sua madeira na construção civil e fabricação de móveis.
- **Características tecnológicas da madeira*:** pesada, dura, resistente e de alta durabilidade, adequada para diversas aplicações industriais e artesanais. Também possui usos medicinais tradicionais (LPF, 2024a,b).

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus obscurus*

- **Nome comum:** ipê, pau-d'arco.
- **Ocorrência:** Amazônia (Lohmann, 2020a).
- **Altura, diâmetro e fuste:** atinge até 15 m de altura, com tronco reto (Lohmann, 2020a).
- **Madeira*:** assim como outras espécies do gênero *Handroanthus*, é altamente valorizada no mercado externo devido suas características tecnológicas, como alta densidade, dureza e resistência a intempéries.
- **Casca:** acinzentada, espessa e longitudinalmente fissurada, típica das espécies de *Handroanthus* (Carvalho, 2010).
- **Folhas:** 5-9 folíolos; folíolos ovais a estreitamente ovais ou lanceolados, base arredondada, ápice obtuso a agudo-acuminado, margens inteiras, lepidotos com tufos de tricomas brancos na face abaxial, glabros na face adaxial (Lohmann, 2020a).
- **Flores:** grandes e vistosas, de coloração preta.
- **Frutos:** linear-cilíndrico, glabro e deiscente (Lohmann, 2020a).
- **Sementes e dispersão:** as sementes são leves, aladas e dispersas pelo vento (Carvalho, 2010).
- **Fenologia:** a floração ocorre durante o período seco, seguida pela frutificação no início do período chuvoso (Carvalho, 2010).
- **Estágio sucessional:** espécie secundária tardia ou clímax (Carvalho, 2010).
- **Tolerância e preferência abiótica*:** tolera uma ampla gama de condições de solo, mas prefere solos bem drenados. Requer alta incidência de luz solar, especialmente nas fases juvenis.
- **Polinização*:** realizada principalmente por abelhas.
- **Estudos ecológicos:** -

- **Regeneração natural:** -
- **Utilização da espécie:** em reflorestamento, paisagismo, e valorizada por sua madeira na construção civil e fabricação de móveis (Carvalho, 2010).
- **Características tecnológicas da madeira:** A madeira é pesada, dura, resistente e de alta durabilidade, adequada para diversas aplicações industriais e artesanais. Também possui usos medicinais tradicionais (LPF, 2024a,b).

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus uleanus*

- **Nome comum:** ipê, pau-d'arco.
- **Ocorrência:** Amazônia (Lohmann, 2020b).
- **Altura, diâmetro e fuste:** atinge até 20 m de altura, com tronco reto (Lohmann, 2020b).
- **Madeira*:** altamente valorizada no mercado externo devido suas características tecnológicas, como alta densidade, dureza e resistência a intempéries.
- **Casca:** acinzentada, espessa e longitudinalmente fissurada (Carvalho, 2010).
- **Folhas:** 5 foliolada; folíolos elíptico-ovais, base arredondada, ápice agudo a acuminado, margens quase inteiras ou irregularmente serrilhadas, pilosos com tricomas simples na face abaxial, levemente pilosos na face adaxial. Inflorescência em panícula com poucas flores (Lohmann, 2020b).
- **Flores:** cálice campanulado, irregularmente 5-lobado, curto-estrelado, com tricomas avermelhados; corola amarela, tubular-infundibuliforme glabra em ambos os lados, exceto a partir do nível de inserção dos estames; ovário oblongo; disco de néctar anular-pulvinado.
- **Frutos:** linear-cilíndrico, glabro e deiscente (Lohmann, 2020b).
- **Sementes e dispersão:** as sementes são leves, aladas e dispersas pelo vento (Carvalho, 2010).
- **Fenologia:** A floração ocorre durante o período seco, seguida pela frutificação no início das chuvas (Carvalho, 2010).
- **Estágio sucessional:** espécie secundária tardia ou clímax (Carvalho, 2010).
- **Tolerância e preferência abiótica*:** tolera uma ampla gama de condições de solo, mas prefere os bem drenados. Requer alta incidência de luz solar, especialmente nas fases juvenis.
- **Polinização*:** realizada principalmente por abelhas.
- **Estudos ecológicos:** -
- **Regeneração natural:** -

- **Utilização da espécie:** em reflorestamento, paisagismo, e valorizada por sua madeira na construção civil e fabricação de móveis (Carvalho, 2010).
- **Características tecnológicas da madeira:** a madeira é pesada, dura, resistente e de alta durabilidade, adequada para diversas aplicações industriais e artesanais. Também possui usos medicinais tradicionais (LPF, 2024a,b).

Características gerais e ecológicas de *Handroanthus capitatus*

- **Nome comum:** ipê, pau-d'arco, tahuarí.
- **Ocorrência:** Amazônia (Lohmann, 2020c).
- **Altura, diâmetro e fuste:** atinge até 40 m de altura, com tronco reto (Lohmann, 2020c).
- **Madeira:** altamente valorizada no mercado externo devido suas características tecnológicas, como alta densidade, dureza e resistência a intempéries (Carvalho, 2010).
- **Casca:** acinzentada, espessa e longitudinalmente fissurada, típica das espécies do gênero *Handroanthus* (Carvalho, 2010).
- **Folhas:** 5-folioladas; os folíolos são elípticos a estreitamente ovado-elípticos, com base e ápice acuminados ou arredondados, margem inteira, levemente puberulentos com tricomas estrelados (Lohmann, 2020c).
- **Flores:** cálice campanulado, irregularmente lobulado, pubescente, com tricomas espessos estrelados de cor amarelo-acastanhada; a corola é amarela, tubular-infundibuliforme, glabra por fora, com tricomas longos e torcidos por dentro; os estames são inseridos; o ovário é linear-oblongo; o disco de néctar é anular (Lohmann, 2020c).
- **Frutos:** linear-cilíndrico, glabro e deiscente (Lohmann, 2020c).
- **Sementes e dispersão:** sementes leves, aladas e dispersas pelo vento (Carvalho, 2010).
- **Fenologia:** a floração ocorre durante o período seco, seguida pela frutificação no início das chuvas (Carvalho, 2010).
- **Estágio sucessional:** espécie secundária tardia ou clímax (Carvalho, 2010).
- **Tolerância e preferência abiótica*:** tolera uma ampla gama de condições de solo, mas prefere solos bem drenados. Requer alta incidência de luz solar, especialmente nas fases juvenis.
- **Polinização*:** realizada principalmente por abelhas.
- **Estudos ecológicos:** -
- **Regeneração natural:** baixa regeneração natural e alta mortalidade (Rosas, 2022).

- **Utilização da espécie:** em reflorestamento, paisagismo, e valorizada por sua madeira na construção civil e fabricação de móveis (Carvalho, 2010).
- **Características tecnológicas da madeira:** a madeira é pesada, dura, resistente e de alta durabilidade, adequada para diversas aplicações industriais e artesanais. Também possui usos medicinais tradicionais (LPF, 2024a,b).

Características gerais e ecológicas de *Tabebuia aurea*

- **Nome comum:** caraúba, caraíba, ipê; pau-d'arco, para-tudo.
- **Ocorrência:** Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e Pantanal (Carvalho, 2010).
- **Altura, diâmetro e fuste:** atinge até 20 m de altura, com tronco tortuoso e diâmetro (DAP em torno de 40 cm (Carvalho, 2010). No Cerrado e Pantanal suas dimensões são menores, entre 6-8 m de altura.
- **Madeira:** suas características tecnológicas, como densidade média-alta, alta dureza e resistência a intempéries favorecem seu uso externo e estrutural (Carvalho, 2010).
- **Casca:** acinzentada, espessa e longitudinalmente fissurada, típica das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* (Carvalho, 2010).
- **Folhas:** 6-folioladas e digitadas; com folíolos coriáceos, de forma elíptica a oblongo-elíptica e planos. Os folíolos têm ápice variando de agudo a arredondado e base cuneada, são concolores e glabros, com venação boquidódroma e margem inteira suavemente revoluta. As faces dos folíolos são lepidotas na parte superior e inferior.
- **Flores:** odoríferas e amplas, com cálice de coloração castanho-esverdeada, irregularmente partido, densamente lepidoto e com glândulas esparsas. A corola é de um tom amarelo-ouro vibrante (Carvalho, 2010).
- **Frutos:** cápsula loculicida bivalvar, de coloração bege ou cinza-escuro, cilíndrica e linear, com muitas sementes (Carvalho, 2010).
- **Sementes e dispersão:** as sementes são de coloração branco-rosada, oblongas, leves, bialadas e dispersas pelo vento (Carvalho, 2010).
- **Fenologia:** a floração ocorre durante a estação seca, seguida pela frutificação no início da estação chuvosa (Carvalho, 2010).
- **Estágio sucessional:** apresenta características pioneiras (Mattos et al., 2003).
- **Tolerância e preferência abiótica*:** tolera uma ampla gama de condições de solo, mas prefere solos bem drenados. Requer alta incidência de luz solar, especialmente nas fases juvenis.

- **Polinização:** realizada principalmente por abelhas, mas também é visitada por beija-flores (Araújo & Sazima, 2003; Araujo et al., 2013; Machado & Oliveira, 2015; Lobo et al., 2016).
- **Estudos ecológicos:** experimentos evidenciaram o maior crescimento de mudas de *T. aurea* em resposta a maior disponibilidade de água e nutrientes do substrato, como K (Dantas et al., 2018; Ramos et al., 2021). Também evidenciou a tolerância a períodos de inundação, por meio da redução da sua condutância estomática e fotossíntese (Oliveira & Gualtieri, 2016). No Pantanal, filtros ambientais: interação entre fogo, inundações e montes de terra (*earth-mounds*) favorecem a monodominância da espécie (Manrique-Pineda et al., 2021).
- **Regeneração natural:** observou-se o valor de 0,42% de regeneração natural total para a espécie em áreas de Cerrado com histórico comum de fogo e invasão por gramíneas exóticas (Reis, 2018).
- **Utilização da espécie:** em reflorestamento, paisagismo, e valorizada por sua madeira na construção civil e fabricação de móveis e ferramentas, devido sua maior flexibilidade (Carvalho, 2010). Além disso, apresenta múltiplos usos medicinais tradicionais.
- **Características tecnológicas da madeira:** a madeira tem densidade média – 0,50 g cm⁻³ a 0,67 g cm⁻³ (Dória et al., 2019) . Apresenta baixa durabilidade natural quando em contato com o solo e a madeira possui textura média e grã irregular a ondulada (Carvalho, 2010).

Características gerais e ecológicas de *Tabebuia fluiatilis*

- **Nome comum:** ipê, pau-d'arco.
- **Ocorrência:** Amazônia (Lohmann, 2020d).
- **Altura, diâmetro e fuste:** arbustos ou pequenas árvores com até 8 m de altura, os ramos subteretes a subtetragonais, lepidotos quando jovens (WFO, 2024).
- **Madeira:** suas características tecnológicas, como densidade média-alta, alta dureza e resistência a intempéries favorecem seu uso externo e estrutural (Carvalho, 2010).
- **Casca:** acinzentada, espessa e longitudinalmente fissurada, típica das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* (Carvalho, 2010).
- **Folhas:** 5-folioladas e palmadas; com folíolos estreitamente elípticos e acuminados, com base variando de cuneada a arredondada. Os folíolos laterais são menores, de textura rígido-cartácea, e apresentam superfície inferior evidentemente lepidota e superior que é inconspicuamente lepidota ou glabra. As veias principais na face superior são geralmente mais claras que a superfície. Os

pecíolos, incluindo o terminal e os laterais, variam em comprimento e podem ser lepidotos ou glabros (WFO, 2024).

- **Flores:** surgem no ápice de ramos reduzidos, oriundos de uma dicotomia terminal. Os pedicelos são densamente cobertos por escamas lepidotas, criando uma aparência semelhante a tricomas simples. As brácteas e bractéolas são de forma linear. O cálice, com forma irregularmente bilabiada e campanulada, possui uma densa cobertura de escamas lepidotas avermelhadas e, ocasionalmente, apresenta áreas glandulares mais escuras. A corola é branca, de forma tubular-infundibuliforme e glabra, exceto na região onde os estames são inseridos. Os estames são didínamos com tecas divaricadas. O pistilo conta com um ovário oblongo e lepidoto, e os óvulos estão dispostos de maneira irregular em séries dentro de cada lóculo. Existe ainda um disco pulviniforme na estrutura da flor (WFO, 2024).
- **Frutos:** cápsulas oblongo-ovoides com um estipe proeminente e uma ponta acuminada. Eles se destacam pela cobertura de escamas lepidotas visíveis (WFO, 2024).
- **Sementes e dispersão:** desprovidas de asas e por vezes quase circulares, possuem um hilo redondo (WFO, 2024).
- **Fenologia:** A floração ocorre durante a seca, seguida pela frutificação no início das chuvas (Carvalho, 2010).
- **Estágio sucessional:** espécie secundária tardia ou clímax (Carvalho, 2010).
- **Tolerância e preferência abiótica:** ocorre em uma ampla gama de condições de solo, contudo, é caracterizada principalmente por sua tolerância a períodos longos de inundação, comuns nas zonas costeiras dos rios amazônicos (Huber & Alarcón, 1988).
- **Polinização*:** realizada principalmente por abelhas.
- **Estudos ecológicos:** avaliações da distribuição de espécies da família Bignoniaceae observaram uma maior dominância de *T. fluviatilis* ao longo de um gradiente de inundação em florestas de água preta na Amazônia
- **Regeneração natural:** -
- **Utilização da espécie*:** sua madeira é utilizada para confecção de ferramentas e fabricação de móveis. A casca apresenta usos medicinais.
- **Características tecnológicas da madeira*:** a madeira apresenta densidade média ($0,58 \text{ g cm}^{-3}$) (Zanne et al., 2009).

Características gerais e ecológicas de *Tabebuia insignis*

- **Nome comum:** ipê-branco, ipê-branco-do-brejo, ipê-branco-do-cerrado.

- **Ocorrência:** Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Lohmann, 2020e).
- **Altura, diâmetro e fuste:** arbusto a pequenas árvores com altura entre 4-7 m, com 15-25 cm de diâmetro (Lorenzi, 2008).
- **Madeira:** mole, leve e de fácil trabalhabilidade. Baixa durabilidade quando exposta a intempéries (Lorenzi, 2008).
- **Casca:** acinzentada, espessa e longitudinalmente fissurada, típica das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* (Carvalho, 2010).
- **Folhas:** 4-5-folioladas e palmadas; folíolos coriáceos e glabros (Lorenzi, 2008).
- **Flores:** cálice de formato campanulado e de tamanho curto, sem glândulas. A corola tem um formato infundibuliforme e é de cor branca. Ela possui um indumento pubescente e o tubo da corola é reto (Lohmann, 2020e).
- **Frutos:** cápsulas achatadas, alongadas, septícidas (Lorenzi, 2008).
- **Sementes e dispersão:** as sementes são de coloração branco-rosada, oblongas, leves, bialadas e dispersas pelo vento (Carvalho, 2010).
- **Fenologia:** a floração ocorre duas vezes ao ano, uma no período seco (julho-setembro) e outra em fevereiro-abril. Os frutos amadurecem em setembro-novembro e março-maio (Lorenzi, 2008).
- **Estágio sucessional:** pioneira em áreas pantanosas e de brejo (Lorenzi, 2008) e secundária tardia em vegetações amazônicas (Bogarín et al., 2023).
- **Tolerância e preferência abiótica:** ocorre em uma ampla gama de condições de solo, contudo, na Amazônia, encontra-se principalmente associada a solos encharcados e com horizontes superficiais de alto teor de matéria orgânica (Steege et al., 1993). Em outros biomas, como Pantanal e Cerrado, ocorre principalmente em áreas de várzea e brejos.
- **Polinização:** realizada principalmente por abelhas (Lorenzi, 2008).
- **Estudos ecológicos:** experimento simulando períodos de inundação dos solos verificou aumento da produção de lenticelas (maior regulação da troca gasosa) e maior desenvolvimento de raízes adventícias (Bogarín et al., 2023). Assim, os referidos autores concluíram que além de tolerante a essas condições, a espécie apresenta boas características de utilização para recuperação de áreas alagáveis no Cerrado e Pantanal.
- **Regeneração natural:** -
- **Utilização da espécie:** paisagismo e recuperação de áreas degradadas de matas ciliares (Bogarín et al., 2023). Também possui usos medicinais tradicionais (Lorenzi, 2008).
- **Características tecnológicas da madeira:** Apresenta cerne de cor marrom acinzentada, com pouca distinção entre o alburno, de mesma cor, porém mais clara

(USDA, 1962). Possui brilho moderadamente alto e sem o pó amarelo, lapa-cho, comum de outras espécies de ipê (USDA, 1962). Densidade baixa-média, fácil trabalhabilidade, grã reta e baixa durabilidade natural, sendo adequada para confecção de caixotarias, ferramentas e artesanato (USDA, 1962; Lorenzi, 2008).

Características gerais e ecológicas de *Tabebuia pilosa*

- **Nome comum:** ipê, pau-d'arco.
- **Ocorrência:** Amazônia (Lohmann, 2020f).
- **Altura, diâmetro e fuste:** -
- **Madeira:** suas características tecnológicas, como densidade média-alta, alta dureza e resistência a intempéries, favorecem seu uso externo e estrutural (Carvalho, 2010).
- **Casca:** acinzentada, espessa e longitudinalmente fissurada, típica das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* (Carvalho, 2010).
- **Folhas:** 5-folioladas, glabras e palmadas (Lohmann, 2020f).
- **Flores:** o cálice tem formato campanulado, é curto e possui glândulas; a corola é infundibuliforme, de cor branca, com indumento glabro e tubo reto (Lohmann, 2020f).
- **Frutos:** -
- **Sementes e dispersão:** as sementes são leves, bialadas e dispersas pelo vento (Lohmann, 2020f).
- **Fenologia*:** a floração ocorre durante o período seco, seguida pela frutificação no início do período chuvoso (Carvalho, 2010).
- **Estágio sucessional:** espécie secundária tardia ou clímax (Carvalho, 2010).
- **Tolerância e preferência abiótica:** tolera uma ampla gama de condições de solos, mas prefere os bem drenados e com afloramentos graníticos (Gröger, 1994). Requer alta incidência de luz solar, especialmente nas fases juvenis (Carvalho, 2010).
- **Polinização*:** realizada principalmente por abelhas.
- **Estudos ecológicos:** -
- **Regeneração natural:** -
- **Utilização da espécie:** -
- **Características tecnológicas da madeira:** -

2.1. Papel no ecossistema

As espécies de ipê, *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., apresentam múltiplos papéis ecológicos nos ambientes onde ocorrem, como: provisão, regulação, suporte e cultural (González-Hernández et al., 2018). Suas árvores além de regularem a temperatura e proverem sombreamento, são habitats de aves nidificantes e servem de substrato para plantas hemi-epífitas como güembé (*Philodendron undulatum*), cujos frutos são consumidos por vários animais (Justiniano et al., 2000). São importante fonte de alimento, apesar de suas folhas serem pouco palatáveis. Especialmente durante o período seco, quando há pouca disponibilidade de alimento, suas flores servem de alimento para diferentes espécies de aves (*Trogon curucui*), cervos (*Mazama* spp.) e macacos-aranha (*Alouatta* spp.) (González-Hernández et al., 2018; Gonsioroski et al., 2021). Sua floração atrai ampla diversidade de polinizadores, principalmente beija-flores e abelhas das tribos *Centridini* e *Euglossini* (Alves et al., 2013). Estes insetos atraídos pela intensa floração também são recurso alimentar de diversas espécies de aves (de Castro, 2018). Abelhas, como *Apis mellífera* e *Trigona spinipes*, além de vespas, borboletas e formigas foram observadas coletando néctar dos nectários extraflorais dos frutos de *H. serratifolius* (Alves et al., 2013). A floração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. é especialmente importante na arborização urbana, pois favorece a manutenção da biodiversidade por meio da sua interação planta-animal. Conforme observado por Silva et al. (2021), 31 espécies de aves de amplo espectro taxonômico e trófico foram observadas interagindo com *H. vellosoi* por meio de consumo de néctar e flores; além de 14 espécies de abelhas interagiram com *T. aurea* e *H. ochraceus* (Barros, 2001).

A dinâmica da floração e emissão das folhas de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. é responsável pelo aumento da matéria orgânica do solo, que favorece a retenção de água e nutrientes no solo e o desenvolvimento da sua microbiota (Rocha et al., 2020; Weber et al., 2020). Essas características reunidas com sua alta capacidade de interação planta-animal e tolerância a solos tóxicos de pH ácido e alto teor de alumínio favorecem sua utilização em planos de recuperação de áreas degradadas. Inclusive, trabalhos recentes têm explorado a implantação de sementes de *H. heptaphyllus* após tratamento *priming* -- H_2O , SNP (doador de NO), H_2O_2 e a combinação de SNP + H_2O_2 -- para recuperar áreas degradadas (mineração) por acúmulo de metais pesados (Silva et al., 2023). No trabalho, os autores observaram que os diferentes tratamentos aumentaram a eficiência da germinação das sementes e a capacidade das plântulas de se desenvolver nessas condições adversas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora esforços significativos para a conservação de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. tenham sido realizados no Brasil, a identificação precisa em nível de espécie continua a ser um grande desafio. A falta de revisão taxonômica e da nomenclatura das espécies desses dois gêneros acrescenta mais incertezas à identificação, dificultando a aplicação correta dos nomes. A complexidade morfológica e genética dentro dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* exige métodos de identificação mais avançados e precisos. Nesse contexto, a implementação de tecnologias avançadas, como a espectroscopia NIRS e análises de DNA, além da estruturação da rede de herbários, podem aprimorar a precisão na identificação de espécies tanto na elaboração dos projetos de exploração, quanto nos processos autorizativos e de comando e controle pela gestão pública. Isso permite uma regulação mais eficaz por órgãos ambientais, favorecendo a identificação precisa das espécies e reforçando o monitoramento e a fiscalização dos produtos florestais.

No nível gerencial, é essencial corrigir as discrepâncias identificadas pelos órgãos ambientais durante o processo de autorização. Isso é crucial para garantir a confiabilidade das autorizações de exploração florestal vinculadas aos PMFS. Além disso, os responsáveis técnicos pela execução dos projetos devem utilizar métodos confiáveis de identificação botânica durante as etapas de inventário, a fim de fornecer informações consistentes para os registros oficiais de ocorrência de espécies.

Além da adoção de novas tecnologias, a capacitação de profissionais envolvidos na elaboração e execução dos PMFS é essencial. A produção de guias de campo ilustrados e específicos para a flora regional pode contribuir significativamente para melhorar a qualidade dos dados botânicos em PMFS. Profissionais bem capacitados, suportados por tecnologias confiáveis de identificação, estarão mais bem equipados para superar os desafios inerentes ao processo. Outro aspecto fundamental é o aprimoramento da legislação que regula o manejo florestal. A normatização de indicadores específicos para avaliação da qualidade da identificação botânica nos inventários florestais dos PMFS pode garantir maior rigor e confiabilidade na atividade florestal, contribuindo para o manejo equilibrado e sustentável das espécies e suas populações.

A adoção dessas medidas, de forma integrada e colaborativa, com a participação de diferentes atores e instituições, como gestores e órgãos públicos, pesquisadores, setor privado, terceiro setor e comunidades locais é necessária para a efetividade das ações. Com o avanço do conhecimento científico, aliado ao desenvolvimento

de novas tecnologias e o fortalecimento de políticas públicas, é possível alcançar um manejo florestal que promova tanto a conservação da biodiversidade quanto o desenvolvimento socioeconômico da região.

Dentre as abordagens postas no capítulo, as características biológicas de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., especialmente padrões de reprodução e dispersão de sementes, foram considerados fatores críticos para avaliar o impacto da exploração sobre a sobrevivência das espécies. Essas informações foram utilizadas para propor medidas de manejo florestal sustentável mais eficazes, alinhadas à conservação das funções ecossistêmicas associadas. Dessa forma, a proposta de manejo florestal sustentável em nível de espécie contribui para preencher lacunas tanto na pesquisa acadêmica quanto na gestão pública dos recursos naturais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accioly, A. (2023). *Flora arbórea e arbustiva do Paraná: guia fotográfico de identificação de espécies nativas*. Alexander Accioly: Curitiba.

Aleixo, I., Norris, D., Hemerik, L., Barbosa, A., Prata, E., Costa, F., & Poorter, L. (2019). Amazonian rainforest tree mortality driven by climate and functional traits. *Nature Climate Change*, 9(5), 384-388. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0458-0>

Alves, M.F., Duarte, M.O., Oliveira, P.E., & Sampaio, D.S. (2013). Self-sterility in the hexaploid *Handroanthus serratifolius* (Bignoniaceae), the national flower of Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 27, 714–722. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000400010>

Amaral, W.A.N. do, Borges, K.H., & Melo, S.L.M. (1992). Frutificação, predação de sementes e estabelecimento de plântulas de *Tabebuia Serratifolia* Nichols. *Revista do Instituto Florestal*, 4, 298–302. <https://doi.org/10.24278/2178-5031.199241342>

Andrade, V.H.F., Machado, S. do A., Figueiredo Filho, A., Botosso, P.C., Miranda, B.P., & Schöngart, J. (2019). Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 438, 215–223. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.030>

Aragão, J.R.V., Zuidema, P.A., & Groenendijk, P. (2022). Climate-growth relations of congeneric tree species vary across a tropical vegetation gradient in Brazil. *Dendrochronologia*, 71, 125913. <https://doi.org/10.1016/J.DENDRO.2021.125913>

Araujo, A.C., & Sazima, M. (2003). The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the “capões” of Southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 198(6), 427-435. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00116>

Araújo, F.P., Sazima, M., & Oliveira, P.E. (2013). The assembly of plants used as nectar sources by hummingbirds in a Cerrado area of Central Brazil. *Plant Systematics and Evolution*, 299, 1119-1133. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0783-0>

Awang, D.V.C., Dawson, B.A., Ethier, J.C., Gentry, A.H., Girard, M., & Kindack, D. (1995). Constituintes da naftoquinona de produtos comerciais de Lapacho/Pau d'arco/Taheebo. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 2 (4), 27–43. https://doi.org/10.1300/J044v02n04_05

Barros, M.G. (2001). Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *Brazilian Journal of Botany*, 24, 255–261. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042001000300003>

Bastos, E.M., & Brandão, M. (1994). *Cadastramento de plantas apícolas e caracterização dos espectros polínicos dos méis: II Município de São Gonçalo do Rio Abaixo – MG*. Daphne, 4, 55–62.

Beeckman, H., Jolivet-Blanc, C., Boeschoten, L., Braga, J.W.B., Cabezas, J.A., Chaix, G., ... & Zuidema, P. (2020). Overview of current practices in data analysis for wood identification: a guide for the different timber tracking methods. In: Schmitz, N. (Ed.), *GTTN, Global Timber Tracking Network* (pp.143). European Forest Institute and Thunen Institute. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21518.79689>

Bogarín, M.R.A., Reis, L.K., Laura, V.A., Pott, A., Szabo, J.K., & Garcia, L.C. (2023). Morphological and phenological strategies for flooding tolerance in Cerrado and Pantanal trees: implications for restoration under new legislation. *Restoration Ecology*, 31, e13660. <https://doi.org/10.1111/rec.13660>

Botosso, P.C. (2009). *Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento*. Embrapa Floresta, Colombo.

Brasil. (2009). *Resolução Federal CONAMA nº 406, de 02 de fevereiro de 2009*. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS. Diário Oficial da União, <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/02/2009&jornal=1&pagina=100&totalArquivos=160>

Brito, J.M., Wittmann, F., Schöngart, J., & Hopkins, M.J.G. (2008) *Guia de 42 espécies madeireiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá*. Tefé: IDSMS-OS.

Burley, J.T., Kellner, J.R., Hubbell, S.P., & Faircloth, B.C. (2021). Genome assemblies for two Neotropical trees: *Jacaranda copaia* and *Handroanthus guayacan*. *G3 Genes/Genomes/Genetics*, 11(2), jkab010. <https://doi.org/10.1093/g3journal/jkab010>

Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., ... & Jin, F.F. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 4, 111–116. <https://doi.org/10.1038/nclimate2100>

Carvalho, P.E.R. (2003) *Espécies arbóreas brasileiras. Ipê-Rosa* (Vol. 1). Brasília, Brasil: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo, PR.

Carvalho, P.E.R. (2010). *Espécies Arbóreas Brasileiras* (Vol. 4). Brasília, Brasil: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo, PR.

Carvalho, P.E.R. (2014). *Espécies arbóreas brasileiras* (Vol. 5). Brasília, Brasil: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR.

Cavalcanti, D.C. (1998). *Florística e fitossociologia de um remanescente florestal transicional no Município de Guaratinguetá - SP*. [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista].

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2019). *Lista Vermelha da Flora Brasileira*. Centro Nacional de Conservação da Flora. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/projetos/lista-vermelha>

Choat, B., Brodribb, T.J., Brodersen, C.R., Duursma, R.A., López, R., & Medlyn, B.E. (2018). Triggers of tree mortality under drought. *Nature*, 558, 531–539. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0240-x>

Collevatti, R.G., Estolano, R., Ribeiro, M.L., Rabelo, S.G., Lima, E.J., & Munhoz, C.B. (2014). High genetic diversity and contrasting fine-scale spatial genetic structure in four seasonally dry tropical forest tree species. *Plant systematics and evolution*, 300, 1671-1681. <https://doi.org/10.1007/s00606-014-0993-0>

Collevatti, R.G., Novaes, E., Silva-Junior, O.B., Vieira, L.D., Lima-Ribeiro, M.S., & Grattapaglia, D. (2019). A genome-wide scan shows evidence for local adaptation in a widespread keystone Neotropical Forest tree. *Heredity*, 123(2), 117-137. <https://doi.org/10.1038/s41437-019-0188-0>

Coradin, V.T.R., Camargos, J.A.A., Pastore, T.C.M., & Christo, A.G. (2010). *Madeiras comerciais do Brasil: chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos = Brazilian commercial timbers: interactive identification key based on general and macroscopic features*. Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais: Brasília. Versão 2, janeiro de 2022 (Lucid v4 Player). https://keys.lucidcentral.org/keys/v4/madeiras_comerciais_do_brasil/index_pt.html

Costa, E.V.S., Brígido, H.P.C., Silva, J.V. da S. e, Coelho-Ferreira, M.R., Brandão, G.C., & Dolabela, M.F. (2017). Antileishmanial Activity of *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose (Bignoniaceae). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017 (1), 8074275. <https://doi.org/10.1155/2017/8074275>

Costa, V.O.B., Koehler, H.S., & Robert, R.C.G. (2024). Characterization of technical and legal irregularities in management plans in the Brazilian Amazon. *Trees, Forests and People*, 16:100548. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100548>

Cysneiros, V.C., Júnior, J.O.M., Lanza, T.R., Moraes, J.C.R., & Samor, O.J.M. (2018). Espécies madeireiras da Amazônia: riqueza, nomes populares e suas peculiaridades. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 38. <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201801567>

Dantas, R.D.P., Oliveira, F.D.A.D., Cavalcante, A.L.G., Pereira, K.T.O., Oliveira, M.K.T.D., & Medeiros, J.F.D. (2018). Quality of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. seedlings in two environments and levels of fertigation. *Ciência Florestal*, 28, 1253–1262. <https://doi.org/10.5902/1980509833370>

de Castro, M.G.B. (2018). *Padrões de florivoria e herbivoria em plantas tropicais e redes de interações tróficas associadas*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São João del-Rei].

de Costa, S., Lohmann, L.G., & Buriel, M.T. (2019). Flora of Pernambuco, Brazil: *Tabebuia* alliance and tribe Jacarandaeae (Bignoniaceae). *Biota Neotropica*. 19(4), e20190737. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0737>

de Lacerda, A.E.B., Nimmo, E.R., Faria, B.S., Kellermann, B., Albergoni, L., Garrastazu, M.C., ... & Rosot, M.A.D. (2010). *A identificação botânica no manejo florestal na Amazônia*. Embrapa Florestas, Colombo.

do Espírito Santo, F.D.S., da Silva-Castro, M.M., & Rapini, A. (2013). Flora da Bahia: Bignoniaceae 2–Aliança *Tabebuia*. *SITIENTIBUS série Ciências Biológicas*, 13. <https://doi.org/10.13102/scb211>

Dombroski, J.L.D., Freitas, R.M.O., Tomczak, V.E., Pinto, J.R.S. & Farias, R.M. (2014). Ecophysiology of water stressed *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex. DC) Mattos) Seedlings. *Scientia Forestalis*, 42(101), 155– 163.

Dória, L.C., Podadera, D.S., Lima, R.S., Lens, F., & Marcati, C.R. (2019). Axial sampling height outperforms site as predictor of wood trait variation. *IAWA journal*, 40(2), 191-S3.

Dormontt, E.E., Boner, M., Braun, B., Breulmann, G., Degen, B., Espinoza, E., ... & Lowe, A.J. (2015). Forensic timber identification: It's time to integrate disciplines to combat illegal logging. *Biological Conservation*, 191, 790-798. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.038>

Durigan, G., & Nogueira, J.C.B. (1990). *Recomposição de matas ciliares*. São Paulo: Instituto Florestal, 4, 14.

ESALQ. (2024). *Ipê-amarelo*. <https://www.esalq.usp.br/trilhas/uteis/ut14.htm>

Ferreira, R.L.A, Macedo Cerqueira, R., & Cardoso Junior, R.C. (2020). Análise da identificação botânica em inventários florestais de planos de manejo sustentáveis no oeste paraense. *Nature & Conservation*, 13, 136-145. <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.003.0014>

Flora e Funga do Brasil (2024). *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>

Forest Trends. (2021). *Timber Legality Risk Dashboard: Brazil*. <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2022/01/Brazil-Timber-Legality-Risk-Dashboard-IDAT-Risk.pdf>

Forest Trends. (2022). Demand for Luxury Decks in Europe and North America is Pushing Ipê to the Brink of Extinction Across the Amazon Basin and Threatening the Forest Frontier. *Forest Policy Trade and Finance Initiative Report*.

Freitas, L.J.M., Venturieri, A., Ruschel, A.R., & Guerreiro, L.M. (2022). *Projeto SEG EMBRAPA - Subsídios para o manejo florestal das espécies Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos e Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose – Projeto Ipê*. SEI 21159.002025/2021-57

Gasson, P.E., Lancaster, C.A., Young, R., Redstone, S., Miles-Bunch, I.A., Rees, G., ... & Lebow, E.T. (2021). WorldForestID: Addressing the need for standardized wood

reference collections to support authentication analysis technologies; a way forward for checking the origin and identity of traded timber. *Plants, People, Planet*, 3(2), 130-141. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10164>

Gentry, A.H. (1992). "Bignoniaceae" - part II (tribe 'Tecomeae'). *Flora Neotropica*, 1-370.

Gómez Castellanos, J.R., Prieto, J.M., & Heinrich, M. (2009). Red Lapacho (*Tabebuia impetiginosa*)—a global ethnopharmacological commodity?. *Journal of ethnopharmacology*, 121(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.10.004>

Gonçalves, F.G., & Santos, J.R.D. (2008). Floristic composition and structure of a sustainable forest management unit at Tapajos National Forest, Pará, Brazil. *Acta Amazônica*, 38, 229-244. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000200006>

Gonsioroski, G., Sazima, I., Silva, M.A.R., & Ubaid, F.K. (2021). Blooming meal: flower eating by the Blue-crowned Trogon *Trogon curucui*. *Biota Neotropica*, 21, e20201154. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1154>

González-Hernández, A., Magaña-Alejandro, M.A., & Sol-Sánchez, A. (2018). Servicios ecosistémicos brindados por *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. Centro, Tabasco, México. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 4, 834–850. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6310>

Gröger, A. (1994). Analisis Preliminar De La Florula Y Vegetacion Del Monumento Natural «Piedra La Tortuga», Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Botánica Venezolana*, 17, 128–153.

Grose, S.O., & Olmstead, R.G. (2007). Evolution of a Charismatic Neotropical Clade: Molecular Phylogeny of *Tabebuia* s. l., Crescentieae, and Allied Genera (Bignoniaceae). *Systematic Botany*, 32, 650–659. <https://doi.org/10.1600/036364407782250553>

Grose, S.O., & Olmstead, R.G. (2007b). Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s. l. (Bignoniaceae). *Systematic Botany*, 32(3), 660-670. <https://doi.org/10.1600/036364407782250652>

Hajdas, I., Ascough, P., Garnett, M.H., Fallon, S.J., Pearson, C.L., Quarta, G., ... & Yoneda, M. (2021). Radiocarbon dating. *Nature Reviews Methods Primers*, 1(1), 62. <https://doi.org/10.1038/s43586-021-00058-7>

Huber, O., & Alarcón, C. (1988). *Mapa de la vegetación de Venezuela*. [Mapa]. (Escala 1:2.000.000).

International Tropical Timber Organization – ITTO. (2024). *Ipê (Tabebuia impetiginosa)*. <https://www.tropicaltimber.info/pt-br/specie/ipe-tabebuia-impetiginosa/#lower-content>

Jiao, L., Lu, Y., He, T., Guo, J., & Yin, Y. (2020). DNA barcoding for wood identification: Global review of the last decade and future perspective. *IAWA Journal*, 41(4), 620-643. <https://doi.org/10.1163/22941932-bja10041>

Johanes, I., Costa, S.L., Lohmann, L.G., & Melo, J.I.M. (2022). Flora da Paraíba (Brasil): Aliança Tabebuia e Tribo Jacarandae (Bignoniaceae). *Iheringia, Série Botânica*, 77. <https://doi.org/10.21826/2446-82312022v77e2022018>

Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F., & Donoghue, M.J. (2009). *Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético*. Artmed Editora.

Justiniano, M.J., Fredericksen, T.S., & Nash, D. (2000a). *Ecología y silvicultura de especies menos conocidas Tajibos o Lapachos Tabebuia spp. Gomes ex AP de Candolle Bignoniaceae*. Bolivia: Editora El País 60.

Justiniano, M.J., Nash, D., & Fredericksen, T.S. (2000). *Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Tajibos o Lapachos Tabebuia spp. Gomes ex AP de Candolle Bignoniaceae*. Santa Cruz, Bolívia.

Laboratório de Produtos Florestais – LPF. (2024a). *Ipê- Handroanthus serratifolius*. https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/?option=com_madeirasbrasileiras&view=especieestudada&especieestudadaid=245

Laboratório de Produtos Florestais – LPF. (2024b). *Ipê- Handroanthus incanus*. https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/?option=com_madeirasbrasileiras&view=especieestudada&especieestudadaid=244

Las-Casas, F.M.G., Azevedo Júnior, S.M., & Dias Filho, M.M. (2012). The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 51-58. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000100006>

Leite, P.T.P., Cátia, N.C., & Schongart, J. (2012). Dendroecological studies of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook and *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo at the Pantanal of Mato Grosso State, Central-West Brazil. *Ecology, Evolution and Sustainable Use of Tropical Biodiversity*, p. 457.

León-Camargo, D. & Orlando Rangel-CH., J. (2015). Interacción colibrí-flor en tres remanentes de bosque tropical seco (BST) del municipio de Chimichagua (Cesar, Colombia). *Caldasia*, 37(1), 107–123.

Liao, H.Z., Sun, M.M., Zhou, H., & Liu, X. (2022). Characterization of the complete chloroplast genome of *Handroanthus chrysanthus* (Bignoniaceae). *Mitochondrial DNA Part B*, 7(8), 1479-1480. <https://doi.org/10.1080/23802359.2022.2102445>

Lima Bezerra, J.J., Johanes, I., & Vieira Pinheiro, A.A. (2022). Anticancer potential and toxicity of the genus *Handroanthus* Mattos (Bignoniaceae): A systematic review. *Toxicon*, 217, 131–142. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2022.08.007>

Lobo, J.A., de Lacerda Ramos, D., & Braga, A.C. (2016). Visitation rate of pollinators and nectar robbers to the flowers and inflorescences of *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae): effects of floral display size and habitat fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(4), 667-681. <https://doi.org/10.1111/boj.12435>

Locosselli, G.M., Brienen, R.J.W., de Souza Leite, M., Gloor, M., Krottenthaler, S., de Oliveira, A.A., Barichivich, J., Anhof, D., Ceccantini, G., Schöngart, J., & Buckeridge, M. (2020). Global tree-ring analysis reveals rapid decrease in tropical tree longevity with temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117, 33358–33364. https://doi.org/10.1073/PNAS.2003873117/SUPPL_FILE/PNAS.2003873117.SAPP.PDF

Lohmann, L.G. (2020a). *Handroanthus obscurus* in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB114090>

Lohmann, L.G. (2020b). *Handroanthus uleanus* in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB117479>

Lohmann, L.G. (2020c). *Handroanthus capitatus* in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB114075>

Lohmann, L.G. (2020d). *Tabebuia fluviatilis* in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB114280>

Lohmann, L.G. (2020e). *Tabebuia insignis* in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB114293>

Lohmann, L.G. (2020f). *Tabebuia pilosa* in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB114327>>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

Lohmann, L.G (2024a). *Handroanthus serratifolius* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB117466>

Lohmann, L.G (2024b). *Handroanthus impetiginosus* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114086>

Lohmann, L.G (2024c). *Handroanthus incanus* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB117446>

Lohmann, L.G. (2024d). *Handroanthus ochraceus* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114091>

Lohmann, L.G (2024e). *Handroanthus barbatus* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114074>

Lohmann, L.G., & Taylor, C.M. (2014). A new generic classification of tribe Bignoniaceae (Bignoniaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 99(3), 348-489. <https://doi.org/10.3417/2003187>

Lorenzi, H. (2008). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora.

Lunardi, V.O, de Medeiros, É.E., da Silva, S.T.A., & Lunardi, D.G. (2019). *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae) as an important floral resource for synanthropic birds in the Brazilian semiarid. *Oecologia Australis*, 23(1). <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2301.12>

Machado, A.O., & Oliveira, P.E. (2015). Diversidade beta de plantas que oferecem néctar como recurso floral aos beija-flores em cerrados do Brasil Central. *Rodriguésia*, 66, 1–19. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566101>

Mainieri, C., & Chimelo, J.P. (1989). *Fichas de Características das Madeiras Brasileiras*. IPT. São Paulo, 418p.

Manrique-Pineda, D.A., de Souza, E.B., Paranhos Filho, A.C., Cáceres Encina, C.C., & Damasceno-Junior, G.A. (2021). Fire, flood and monodominance of *Tabebuia aurea* in Pantanal. *Forest Ecology and Management*, 479, 118599. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118599>

Martins-da-Silva, R.C.V. (2002). *Coleta e identificação de espécimes botânicos* (Doc. 143). Embrapa Amazônia Oriental.

Mattos, P.P., Teixeira, L.L., Seitz, R.A., Salis, S.M., & Botosso, P.C. (2003). *Anatomia de madeiras do Pantanal Mato-Grossense (características microscópicas)*. Colombo: Embrapa Florestas; Corumbá: Embrapa Pantanal.

Mattos, P.P.D., Salis, S.M., Braz, E.M., & Crispim, S.M.A. (2010). Sustainable management of natural forests in pantanal region, Brazil. *Ciência Florestal*, 20, 321–333. <https://doi.org/10.5902/198050981855>

Meng, J., Zhang, Y., Wei, Y., Li, R., Li, Z., & Zhong, C. (2023). Identification of Commercial Cultivars in the Tabebuia Alliance Using Genotyping-by-Sequencing. *Forests*, 14(2), 271. <https://doi.org/10.3390/f14020271>

Meyer-Sand, B.R., Blanc-Jolivet, C., Mader, M., Paredes-Villanueva, K., Tysklind, N., Sebbenn, A.M., ... & Degen, B. (2018). Development of a set of SNP markers for population genetics studies of Ipe (*Handroanthus* sp.), a valuable tree genus from Latin America. *Conservation Genetics Resources*, 10, 779-781. <https://doi.org/10.1007/s12686-017-0928-5>

Monteiro, F. das N., & Falcão, K. dos S. (2020). Resiliência em fragmento perturbado no bioma Cerrado. *Research, Society and Development*, 9, e33932351–e33932351. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2351>

Musah, R.A., Espinoza, E.O., Cody, R.B., Lesiak, A.D., Christensen, E.D., Moore, H.E., ... & Drijfhout, F.P. (2015). A high throughput ambient mass spectrometric approach to species identification and classification from chemical fingerprint signatures. *Scientific reports*, 5(1), 11520. <https://doi.org/10.1038/srep11520>

Oliveira, A., & Gualtieri, S. (2016). Gas exchange in young plants of *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae juss.) subjected to flooding stress. *Revista Árvore*, 40, 39–49. <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000100005>

Partida-Lara, R., Enríquez, P.L., Vázquez-Pérez, J.R., de Bonilla, E.P.D., Martínez-Ico, M., & Rangel-Salazar, J.L. (2018). Pollination syndromes and interaction networks in hummingbird assemblages in El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 34(5), 293-307. <https://doi.org/10.1017/S0266467418000263>

Pinto, J.R.R. (1997). *Levantamento florístico, estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva e suas correlações com variáveis ambientais em uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras].

Pinto, L.V.A., Davide, A.C., Botelho, S.A., de Oliveira-Filho, A.T., & Machado, E.L.M. (2005). Distribuição das espécies arbóreo-arbustivas ao longo do gradiente de umidade do solo de nascentes pontuais da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Cerne*, 11(3), 294-305.

Pirani, J.R., & Cortopassi-Laurino, M. (1993). *Flores e abelhas em São Paulo*. Edusp.

Procópio, L.C., & Secco, R.D.S. (2008). A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do "tauari" (Couratari spp. e Cariniana spp.-Lecythidaceae) em duas áreas manejadas no estado do Pará. *Acta amazonica*, 38, 31-44. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000100005>

Ramos, F.R., Freire, A.L.O., & França, G.M. (2021). Crescimento e acúmulo de biomassa em mudas de craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore) sob estresse hídrico e adubação potássica. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 16, 213. <https://doi.org/10.30969/acsa.v16i4.1307>

Ramos, V.S., Durigan, G., Franco, G.A.D.C., Siqueira, M.F.D., & Rodrigues, R.R. (2015). *Árvores da Floresta Estacional Semidecidual: guia de identificação de espécies*. 2a Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), página 42.

Reis, S.A. (2018). *Morfometria de Handroanthus ochraceus e Tabebuia aurea e regeneração natural da vegetação lenhosa em cerrado sensu stricto*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia]. <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2018.763>

Rocha, A.F.S., Vitorino, L.C., Bessa, L.A., Costa, R.R.G.F., Brasil, M.S., & Souchie, E.L. (2020). Soil parameters affect the functional diversity of the symbiotic microbiota of *Hymenaea courbaril* L., a Neotropical fruit tree. *Rhizosphere*, 16, 100237. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100237>

Rosas, C.C. (2022). *Comparative study of the natural regeneration of 30 forest species under management in the short plot n° 11 of the management unit*. Maderacre Forestry. <https://maderacre.com/en/wp-content/uploads/2023/05/Comparative-study-of-Natural-Regeneration-2023.pdf>

Sant'Ana, V.Z. (2016). *Morfologia de frutos e sementes de algumas espécies arbóreas utilizadas para o reflorestamento no entorno de hidrelétricas*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista].

Schindwein, C., Westerkamp, C., Carvalho, A.T., & Milet-Pinheiro, P. (2014). Visual signalling of nectar-offering flowers and specific morphological traits favour

robust bee pollinators in the mass-flowering tree *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 176(3), 396-407.

Schulze, M. (2003). *Ecology and behavior of nine timber tree species in Para, Brazil: links between species life history and forest conservation and management*. [Tese de doutorado, The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania].

Schulze, M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M., & Vidal, E. (2008). Evaluating ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae) logging in Amazonia: Sustainable management or catalyst for forest degradation? *Biological Conservation*, 141, 2071–2085. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.003>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2024). *Inventário Florestal Nacional*. <https://www.gov.br/florestal/pt-br/assuntos/ifn>

Serrão, D.R., Jardim, F.C.S., & Nemer, T.C. (2003). Sobrevivência de seis espécies florestais em uma área explorada seletivamente no Município de Moju, Pará. *Cerne*, 9(2), 153-163.

Silva, A.M.L.D., Costa, M.F.B., Leite, V.G., Rezende, A.A., & Teixeira, S.D.P. (2009). Anatomia foliar com implicações taxonômicas em espécies de ipês. *Hoehnea*, 36, 329-338. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062009000200010>

Silva, J.J., Duarte, E.F., Kiill, L.H.P., Gomes, R.A., Dantas, B.F., Pelacani, C.R., & Funch, L.S. (2023). Phenological dynamics of four populations of *Handroanthus spongiosus* in seasonally dry tropical forest in Brazil. *Flora*, 306, 152371. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152371>

Silva-Junior, O.B., Grattapaglia, D., Novaes, E., & Collevatti, R.G. (2018). Genome assembly of the Pink Ipê (*Handroanthus impetiginosus*, Bignoniaceae), a highly valued, ecologically keystone Neotropical timber forest tree. *Gigascience*, 7(1), gix125. <https://doi.org/10.1093/gigascience/gix125>

Silva, P.A., Silva, L.L., Cherutte, A.G., Gomes, A.C.S., Brito, L., & Rodrigues, B.M. (2021). Aves visitando flores do ipê-amarelo (*Handroanthus vellosi*) na área urbanizada ressalta a importância da interação planta-animal na arborização de cidades. *Research, Society and Development*, 10, e414101522982–e414101522982. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22982>

Silva, V.N., Bernardes, M.M., Pereira, A.A.S., Ferreira, R.A., Pereira, E.G., & Bicalho, E.M. (2023). Seed Priming of *Handroanthus heptaphyllus* for the Restoration of the

Mining Fields. *Water, Air & Soil Pollution*, 234, 31. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-06032-7>

Simkins, A.T., Buchanan, G.M., Davies, R.G., & Donald, P.F. (2019). The implications for conservation of a major taxonomic revision of the world's birds. *Animal Conservation*, 23(4), 345-352. <https://doi.org/10.1111/acv.12545>

Sobreiro, M.B., Vieira, L.D., Nunes, R., Novaes, E., Coissac, E., Silva-Junior, O.B., ... & Collevatti, R.G. (2020). Chloroplast genome assembly of *Handroanthus impetiginosus*: comparative analysis and molecular evolution in Bignoniaceae. *Planta*, 252, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s00425-020-03498-9>

Souza, E.P.D. (2023). *Métodos de identificação em tempo real de espécies de Handroanthus Mattos da Amazônia por meio da anatomia da madeira, morfologia foliar e espectroscopia do infravermelho próximo*. [Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília].

Souza, E.P., Gomes, B.M., Fagg, C.W., Marques, L.F., Gontijo, A.B., & Sonsin-Oliveira, J. (2024). Distinguishing Amazonian ipê species (*Handroanthus*, Bignoniaceae) using macroscopic wood anatomy and leaf morphology. *IAWA Journal*, 1, 1-27. <https://doi.org/10.1163/22941932-bja10153>

Steege, H., Jetten, V.G., Polak, A.M., & Werger, M.J.A. (1993). Tropical Rain Forest Types and Soil Factors in a Watershed Area in Guyana. *Journal of Vegetation Science*, 4, 705–716. <https://doi.org/10.2307/3236137>

Tropical Plants Database, Ken Fern. (2024). *Handroanthus serratifolius (Vahl) S. Grose*. <https://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Handroanthus+serratifolius>

United States Department of Agriculture – USDA. (1962). *Present and Potential Commercial Timbers of the Caribbean: With Special Reference to the West Indies, the Guianas, and British Honduras*. <https://www.govinfo.gov/app/details/GOVPUB-A-PURL-gpo20688>

Vieira, L.D., Silva-Junior, O.B., Novaes, E., & Collevatti, R.G. (2022). Comparative population genomics in *Tabebuia* alliance shows evidence of adaptation in Neotropical tree species. *Heredity*, 128(3), 141-153. <https://doi.org/10.1038/s41437-021-00491-0>

Vitorino, L.C., Lima-Ribeiro, M.S., Terribile, L.C., & Collevatti, R.G. (2018). Demographical expansion of *Handroanthus ochraceus* in the Cerrado during the Quaternary:

implications for the genetic diversity of Neotropical trees. *Biological Journal of the Linnean Society*, 123(3), 561-577. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blx163>

Vitorino, L.C., Reis, M.N.O., Melo, W.A., & Collevatti, R.G. (2024). Comparative phylogeography shows congruent co-divergence in Neotropical seasonally dry forest and savanna tree species. *Journal of Biogeography*, 51(6), 1064-1078. <https://doi.org/10.1111/jbi.14806>

Wang, Y., Xiang, J., Tang, Y., Chen, W., & Xu, Y. (2021). A review of the application of near-infrared spectroscopy (NIRS) in forestry. *Applied Spectroscopy Reviews*, 57(4), 300-317. <https://doi.org/10.1080/05704928.2021.1875481>

Weber, O.B., da Silva, M.C.B., da Silva, C.F., de Sousa, J.A., Taniguchi, C.A.K., dos Santos Garruti, D., & Romero, R.E. (2020). Biological and chemical attributes of soils under forest species in Northeast Brazil. *Journal of Forestry Research*, 31, 1959–1973. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-00982-1>

WFO. (2024). *Tabebuia fluviatilis* (Aubl.) DC. <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000780114>

Wolf, D., Oldfield, T.E.E., Schippmann, U., McGough, N. & Leaman, D.J. (2018). Cites Nondetriment Findings Guidance for timber / tree species. A nine-step process to support Cites Scientific Authorities making sciencebased non-detriment findings (NDFs) for species listed in Cites Appendix II. Version 3.0. BfN-Skripten 440. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., & Chave, J. (2009). *Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum*. Dryad Digital Repository. <https://doi.org/10.5061/DRYAD.234>



CAPÍTULO 2

MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO E STATUS DE
CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *HANDROANTHUS*
E *TABEBUIA* NA AMAZÔNIA

Yanka Alves¹, Nelson Jaén-Barrios¹, Manolo Quintilhan², Allan Jordani^{1,3}, Miriam Kaehler⁴, Alexandra Alves⁵, Dalton Cardoso⁴, Camila Damasceno⁴, Paulo Amaral⁶, Maria Luiza de Azevedo⁷, Peter Groenendijk², e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024⁸

RESUMO

Neste capítulo descrevemos a distribuição geográfica e os tipos de habitat das espécies de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. A distribuição das espécies revela padrões variados influenciados por fatores ambientais e históricos. As populações de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. estão em declínio devido à conversão do habitat e exploração madeireira seletiva, principalmente a ilegal. Modelos de distribuição de espécies (*Species distribution modelling* – SDM, da sigla em inglês) foram elaborados para prever a probabilidade de ocorrência de *Handroanthus* e *Tabebuia* na Amazônia brasileira. Os dados de ocorrência foram obtidos de diferentes repositórios. Posteriormente, esses dados foram revisados e validados por especialista da família Bignoniaceae com o objetivo de garantir a precisão das ocorrências e evitar inconsistências na identificação das espécies e registros duplicados. Utilizaram-se informações climáticas, topográficas, edáficas, hidrológicas e de altura de dossel como variáveis preditoras das probabilidades de ocorrência. A performance dos modelos foi avaliada pela média e erro padrão da Área sob a Curva (*Area Under The Curve* – *AUC*, da sigla inglês). Os resultados foram satisfatórios, variando de $AUC \text{ médio} = 0.87 \pm 0.01$ para *H. serratifolius* a $AUC \text{ médio} = 0.99 \pm 0.01$ para *T. pilosa*.

1 Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

2 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - CGFlo/Ibama

3 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama

4 Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná - UFPR

5 Centro de Geotecnologia, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon

6 Programa de Restauração de Paisagens, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon

7 Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

8 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

Riscos associados à conversão para uso alternativo do solo na Amazônia Legal brasileira foram avaliados utilizando a sobreposição dos modelos SDM com o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES (2008-2023) e PrevisIA (2024). Áreas com máxima probabilidade de ocorrência de *H. serratifolius*, *H. impetiginosus* e *Tabebuia aurea* apresentaram risco de desmatamento variando de moderado a baixo. Além disso, Listas Vermelha de Flora Ameaçada foram consultadas para identificar o status de conservação das espécies em diferentes escalas espaciais. Algumas espécies não têm status definido no país, o que torna urgente a avaliação do status de conservação de espécies em exploração florestal no Brasil, como o *H. incanus*, *H. ochraceus*, *T. insignis* e *T. aurea*.

Palavras-chave: distribuição geográfica; riscos biológicos; status de conservação.

1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TIPO DE HABITAT

Os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* apresentam ampla distribuição ao longo das Américas, desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina (RGB, KEW, 2024). No Brasil, há a ocorrência de 27 espécies de *Handroanthus* e 12 de *Tabebuia*, distribuídas em quase todos os estados e biomas do território nacional, exceto no Pampa (Tabela 1; CNCFlora, 2019). A distribuição altitudinal de ambos os gêneros ocorre principalmente na faixa entre 0 e 1400 m a.s.l. (Justiniano, 2000).

O hábitat e preferências abióticas de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. são principalmente condições de alta luminosidade e solos com maior status nutricional, maior umidade e boa drenagem, como em áreas de florestas de terra-firme (Gentry, 1992; Grose & Olmstead, 2007; Carvalho, 2014). Apesar disso, por apresentarem alta adaptabilidade a diversas condições ambientais, a distribuição dos gêneros é ampla (Tabela 1). Assim, suas populações também ocorrem distribuídas em diversos tipos de vegetação, como em Florestas e Áreas alagáveis, como igapós e várzeas. De acordo com CNCFlora (2012, 2019), a Extensão de Ocorrência – EOO e a Área de Ocupação – AOO para *Handroanthus serratifolius* no Brasil é de 6.576.611km² e 1.556km², respectivamente, já para *H. impetiginosus* é 6.798.333km² de EOO.

Tabela 1. Ocorrência de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em nível global (RBG, KEW, 2024) e no Brasil: estado, bioma e vegetação (Flora e funga do Brasil, 2024).

Espécie	Global	Brasil	Bioma	Vegetação
<i>H. serratifolius</i>	Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Peru, Trinidad-Tobago	Todos os estados da Federação, exceto SC e RS	Todos os biomas, exceto Pampa	Floresta Ombrófila Mista, Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra-Firme, Floresta Estacional (Decidual, Semidecidual e Perenifólia)
<i>H. impetiginosus</i>	Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Guiana Francesa, Guatemala, Honduras, México Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname e Venezuela	Norte: Acre, Pará, Rondônia, Tocantins; Nordeste: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe; Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo)	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal	Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Savana Amazônica, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>H. incanus</i>	Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador e Peru	Norte: Amazonas, Pará e Rondônia	Amazônia	Campinarana, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>H. ochraceus</i>	Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guiana, Honduras, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Trinidad-Tobago e Venezuela	Norte: Pará, Tocantins; Nordeste: Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí; Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso; Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo; Sul: Paraná.	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>H. barbatus</i>	Bolívia, Brasil Colômbia e Venezuela	Norte: Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima; Centro-Oeste: Mato Grosso	Amazônia	Floresta de Igapó, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>H. obscurus</i>	Brasil, Colômbia, Guiana Francesa, Peru e Venezuela	Norte: Amazonas e Acre	Amazônia	Campinarana, Campo de Várzea, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>H. uleanus</i>	Brasil, Colômbia, Guiana, Venezuela	Norte: Rondônia e Roraima	Amazônia	Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>H. capitatus</i>	Bolívia, Brasil, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Suriname, Trinidad-Tobago e Venezuela	Norte: Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima; Nordeste: Maranhão	Amazônia	Campinarana, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>T. aurea</i>	Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Peru	Norte: Amazonas, Amapá, Pará, Tocantins; Nordeste: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe; Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso; Sudeste: Minas Gerais, São Paulo; Sul: Paraná	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal	Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)

Espécie	Global	Brasil	Bioma	Vegetação
<i>T. fluviatilis</i>	Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname e Venezuela	Norte: Amazonas, Amapá, Pará; Nordeste: Maranhão	Amazônia	Campo de Várzea, Floresta de Igapó, Restinga
<i>T. insignis</i>	Bolívia, Brasil, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela	Norte: Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima; Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso; Sudeste: Minas Gerais, São Paulo	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal	Campo de Várzea, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Restinga
<i>T. pilosa</i>	Brasil, Colômbia e Venezuela	Norte: Roraima	Amazônia	Vegetação sobre Aflo-ramentos Rochosos

2. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES DE *HANDROANTHUS* E *TABEBUIA* NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

As descrições de distribuição das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* na literatura abrangem uma escala que varia desde fitofisionomias até níveis regionais como estado, bioma ou país (Tabela 1). Esta ampla abrangência associada aos riscos biológicos das espécies pode dificultar a identificação precisa da ocorrência de cada espécie na Amazônia. Por isso, o presente estudo desenvolveu modelos de distribuição de espécies (*Species distribution modelling* – SDM, da sigla em inglês) com base em dados de diferentes repositórios para criar mapas de probabilidade de ocorrência que mostram a distribuição global natural de cada espécie listada na Cites na Amazônia Legal. Os repositórios utilizados foram o Global Biodiversity Information Facility – GBIF, speciesLink, Inventário Florestal Nacional Brasileiro – IFN, Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora, Concessões Florestais Federais Brasileiras, Embrapa Cenargen, ICMBio Monitora e ForestPlots.

Para garantir a precisão na identificação da espécie associada à ocorrência natural, os pontos de registro foram revisados pela especialista botânica da família a qual esses gêneros pertencem, vinculada à Universidade Federal do Paraná. Aqueles registros identificados como discrepantes foram excluídos. Além disso, foram removidas inconsistências como duplicidades de registros em diferentes repositórios, registros em áreas não florestais, áreas de introdução da espécie e locais fora da região de ocorrência natural descrita na literatura de acordo com a avaliação da especialista.

A modelagem consistiu na utilização de variáveis abióticas climáticas, edáficas, hidrológicas, topográficas e de altura de dossel como preditoras das probabilidades de ocorrência, associadas aos pontos de distribuição de cada espécie. Dez variáveis

climáticas e de elevação foram extraídas do WorldClim (Temperatura Média Anual, Temperatura Média do Trimestre Mais Seco, Precipitação Anual, Precipitação do Mês Mais Úmido, Precipitação do Mês Mais Seco, Sazonalidade da Precipitação (Coeficiente de Variação), Precipitação do Trimestre Mais Chuvoso, Precipitação do Trimestre Mais Seco, Média da Pressão de Vapor, e Elevação 2,5 m do *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM) (Fick & Hijmans, 2017). As variáveis de solo extraídas do site SoilGrid (Poggio et al., 2021) incluíram: densidade aparente, pH do solo, frações de carbono por volume, capacidade de troca catiônica, argila, areia e silte, todas de 0 a 5 cm e de 5 a 15 cm de profundidade. Dados de déficit hídrico climático (Chave et al., 2014), lençol freático (Fan et al., 2013) e altura de dossel extraídas de Global Canopy Height (Lang et al., 2023) também foram utilizados.

Os modelos foram construídos utilizando os pacotes *dismo* (Hijmans et al., 2020), *kernlab* (Karatzoglou et al., 2019), *wallace* (Kass et al., 2018) e *randomForest* (Breiman et al., 2022). A distribuição das espécies foi modelada usando cinco algoritmos diferentes: BIOCLIM e Domain (que utilizam apenas dados de presença), SVM (que utiliza presença e pseudoausência), além dos modelos de Regressão Logística (GLM) e Random Forest (que utilizam presença e ausência). Como as ausências e pseudoausências não estavam disponíveis, foi utilizado um método de seleção de pseudoausência, onde amostras foram selecionadas aleatoriamente a partir do conjunto de células sem registros. O conjunto de dados consistiu em 50% de dados de presença e 50% de dados de ausência. As ocorrências foram divididas em dois subconjuntos: um que consistia em 70% das células de presença para a calibração dos modelos e outro que continha 30% das células de presença para testar a capacidade de predição dos modelos. Este processo foi repetido 30 vezes para cada modelo. Em seguida, foi gerado o consenso de todas as previsões de distribuição geográfica. A performance dos modelos foi avaliada pela média e erro padrão da Área sob a Curva (*Area Under The Curve* – AUC, da sigla inglês) com o intervalo de confiança de 95%. Os valores de AUC variam de 0,5 a 1,0, onde 0,5 indica que o modelo não é melhor que o acaso e 1,0 representa discriminação perfeita.

Apenas modelos com AUC maior que 0,75 foram considerados para a análise de consenso, para que apenas os melhores modelos fossem selecionados para gerar mapas binarizados de presença e ausência. Todos os modelos e análises foram realizados utilizando o software R (R Core Team, 2024), versão 4.4.0 (2024-04-24 UCRT). Dessa forma, a seguir apresenta-se o resultado do modelo desenvolvido para as espécies mais exploradas de cada gênero, *Handroanthus serratifolius* (Figura 1), *Handroanthus impetiginosus* (Figura 2) e *Tabebuia aurea* (Figura 3). Os resultados dos modelos das demais espécies podem ser encontrados no Apêndice B.

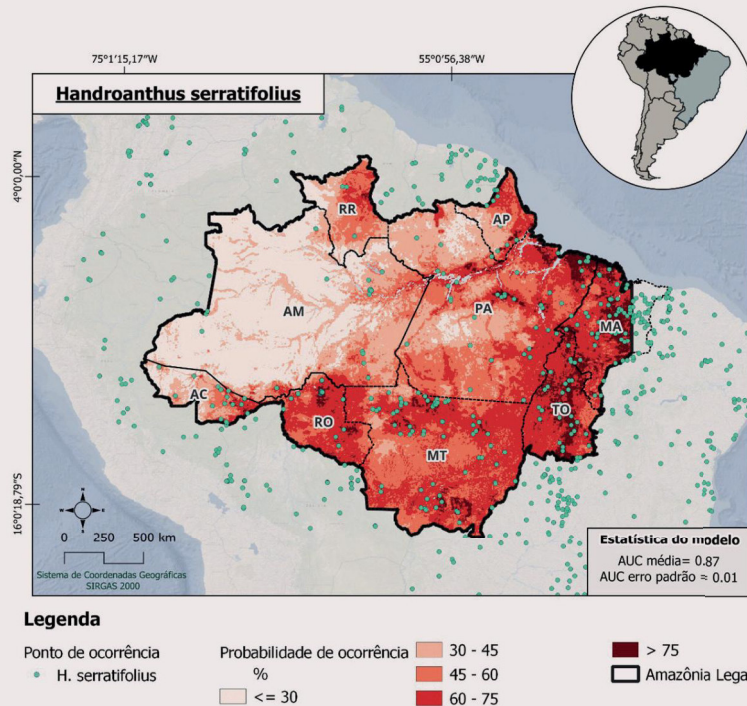


Figura 1. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus serratifolius* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

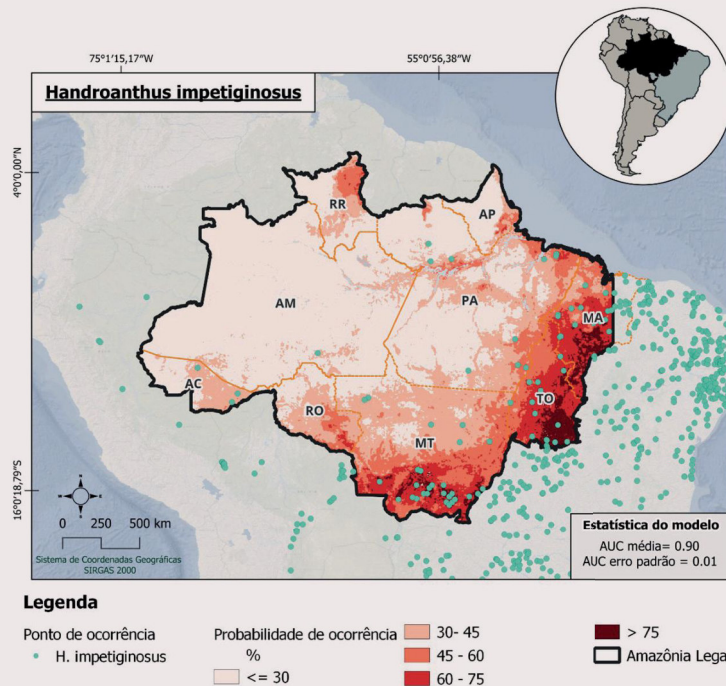


Figura 2. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus impetiginosus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

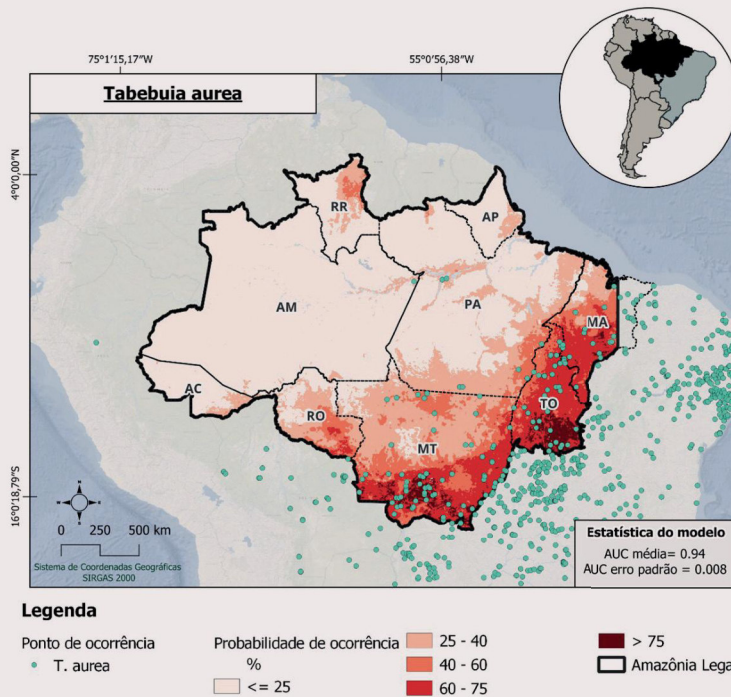


Figura 3. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Tabebuia aurea* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

Estes mapas podem subsidiar a definição de medidas adicionais pelos órgãos ambientais, servindo como ferramentas de gestão no processo de autorização de Planos de Manejo Florestal Sustentável. Por exemplo, projetos de exploração florestal em áreas mapeadas com alta probabilidade de ocorrência de espécies ameaçadas podem exigir procedimentos mais rigorosos na identificação botânica da espécie, como a validação de amostras botânicas em herbário e o uso de tecnologias de identificação por DNA Barcode, acompanhados dos respectivos laudos.

O grau de distribuição é um importante fator na respectiva avaliação de risco de uma espécie. Atribui-se uma alta gravidade de risco quando sua distribuição se restringe a uma região pequena, e, conseqüentemente, quando esta distribuição é dispersa, este nível de gravidade se reduz. Entretanto, esta distribuição deve estar associada ao tamanho da população desta espécie para caracterização dos riscos associados (Wolf et al., 2018). Estas populações podem ser grandes e uniformes, ou pequenas, agrupadas ou isoladas. Espécies com grande área de distribuição, mas com populações pequenas, devem ter o risco associado à sua extinção em nível local, fator a ser considerado no objetivo do NDF.

3. RISCOS BIOLÓGICOS

As principais ameaças relacionadas às populações de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. são: i) avanço da fronteira agropecuária com a conversão do uso do solo, reduzindo o habitat das populações de ipê; ii) exploração seletiva, principalmente a ilegal, que tem gerado declínio populacional, sendo classificada como a principal ameaça ao ipê (IUCN/TRAFFIC, 2019); e iii) estradas, que apesar de serem úteis e necessárias para o transporte e escoação da produção, também favorecem o acesso a produtores ilegais de madeira, principalmente em uma região tão vasta e de limitada fiscalização como a Amazônia. O maior risco ocorre principalmente sobre as árvores adultas, reprodutivas e de maiores dimensões, ou seja, as principais responsáveis pelo crescimento populacional. Além de as estradas contribuírem com o aumento do desmatamento, geram também um efeito de borda na vegetação, resultando em danos mecânicos, como mudanças no uso de água pela floresta, alterações essas associadas com a mortalidade de árvores.

A exploração seletiva e o desmatamento contribuem significativamente para o aumento da vulnerabilidade de espécies florestais a pragas e doenças (Hessenauer et al., 2021). Nessas condições, doenças comuns na família Bignoniaceae, incluindo espécies como *H. serratifolius* e *H. impetiginosus*, se tornam mais frequentes e danosas (Guterres et al., 2018), gerando consequências ecológicas e econômicas, visto que as espécies citadas são as de maior valor agregado na Amazônia brasileira (Forest Trends, 2022).

Outras perturbações ambientais, como fortes variações de temperatura e disponibilidade hídrica, advindas das mudanças do clima, sobrecarregam o metabolismo individual das árvores (Aleixo et al., 2019). Essas condições, além de reduzirem a produção de frutos e sementes viáveis para a próxima geração (Justiniano et al., 2000; Silva et al., 2023), alteram as taxas de crescimento de *Handroanthus* (Aragão et al., 2022), aumentando a vulnerabilidade do gênero a patógenos e disfunções fisiológicas (Ghini et al., 2011; Jactel et al., 2019). Isso ocorre em função da resposta das plantas a estresses ambientais elevados, como taxas de transpiração elevadas, perda de condutividade e aumento de falhas no sistema hidráulico das plantas (Li et al., 2022). Essas variações são parte dos principais mecanismos associados à mortalidade das árvores (McDowell, 2011; Choat et al., 2018; Bauman et al., 2022).

As projeções do efeito das mudanças climáticas sobre insetos herbívoros e patógenos florestais comumente são positivas, resultando em ciclos de vida mais rápidos, aumento da fecundidade e maior taxa de sobrevivência (Jactel et al., 2019). Portanto, espera-se que haja aumento da distribuição de pragas e doenças e do seu

grau de severidade sobre a planta hospedeira (Hessenauer et al., 2021). Doenças, como: o nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*), que causa necroses significativas e reduz o crescimento de mudas de *H. serratifolius* (Kunieda-Alonso et al., 1999); mancha das folhas de *Handroanthus* spp., resultante de infestação fúngica (*Apiosphaeria guaranítica*) que reduz o crescimento e a beleza cênica das árvores de ipê (Guterres et al., 2018) e a ferrugem (*Prospodium tecomicola*), doença fúngica de alta severidade, considerada a mais importante dos ipês, que ataca desde mudas a árvores adultas, podem ser intensificadas (Ferreira, 1989; Fernandes et al., 2018). Essas condições de maior estresse ambiental intensificadas pela perda de habitat e mudanças climáticas, podem tornar as árvores mais suscetíveis a patógenos e afetar drasticamente suas populações.

▪ Risco associado à conversão para uso alternativo do solo na Amazônia Legal brasileira

Para entender a pressão do desmatamento sobre os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* na Amazônia Legal, foram analisados os dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES entre 2008 e 2023. Estes dados foram sobrepostos às áreas de máxima probabilidade de ocorrência das espécies, conforme mostrado nas Figuras 1, 2 e 3. Desde 1988, o PRODES monitora o desmatamento por corte raso na região amazônica por meio de imagens de satélite, fornecendo taxas anuais que embasam a formulação de políticas públicas no Brasil. O projeto utiliza imagens de satélites da série LANDSAT, que possuem resolução espacial de 20 a 30 metros e revisita a cada 16 dias, integrando-as para reduzir o impacto da cobertura de nuvens e assegurar interoperabilidade. Atualmente, o PRODES emprega imagens dos satélites LANDSAT 8/OLI, CBERS 4 e IRS-2 (INPE, 2024) e independente do instrumento utilizado, apresenta área mínima mapeada de 6,25 hectares. O projeto conta com a colaboração do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama e está inserido no Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para a redução dos índices de desmatamento da Amazônia legal, criado por decreto presidencial em 3 de julho de 2005, como ação do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC. Este projeto tem demonstrado ser de grande importância para ações e planejamento de políticas públicas da Amazônia, com resultados recentes, a partir de análises realizadas por especialistas independentes, indicando nível de precisão próximo a 95% (INPE, 2024).

O desmatamento relacionado à *Handroanthus serratifolius* apresentou um comportamento oscilante ao longo dos anos (Figura 4), com picos em 2008 (6.153 km²), 2019 (3.527 km²), 2021 (3.758 km²) e 2022 (3.171 km²), seguido por uma queda

em 2023 (2.467 km²). No geral, o desmatamento totalizou 46.969 km² no período analisado, demonstrando uma pressão significativa sobre a espécie. Analisando os dados por estado, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Maranhão concentraram os maiores índices de desmatamento relacionados à espécie. Essa pressão exige ações urgentes para proteger e evitar a perda de biodiversidade e a destruição do habitat da *Handroanthus serratifolius*.

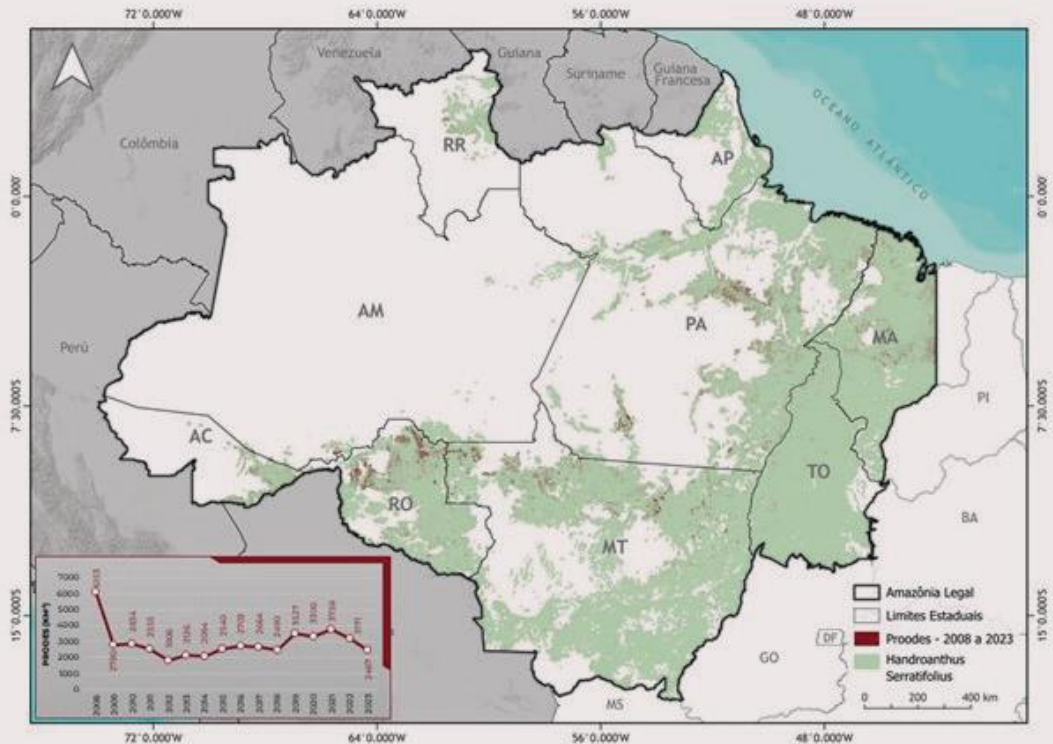


Figura 4. Mapa de sobreposição PRODES (2008 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Handroanthus serratifolius* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. A cor vermelha representa os registros de desmatamento por corte raso. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

O desmatamento relacionado à *Handroanthus impetiginosus* apresentou uma tendência de queda ao longo dos anos (Figura 5), com um pico em 2008 (421 km²) e uma diminuição gradual nos anos seguintes, totalizando 2.200 km² desmatados no período analisado. Apesar da queda, a pressão sobre a espécie ainda é alta, principalmente no estado do Maranhão – MA, onde se concentram as maiores áreas de desmatamento.

O desmatamento relacionado à *Tabebuia aurea* apresentou um comportamento oscilante ao longo dos anos (Figura 6), com um pico em 2008 (292 km²) e uma tendência de queda nos anos seguintes, totalizando 1.593 km² desmatados no período, com o estado do Maranhão concentrando a maior parte do desmatamento relacionado à espécie.

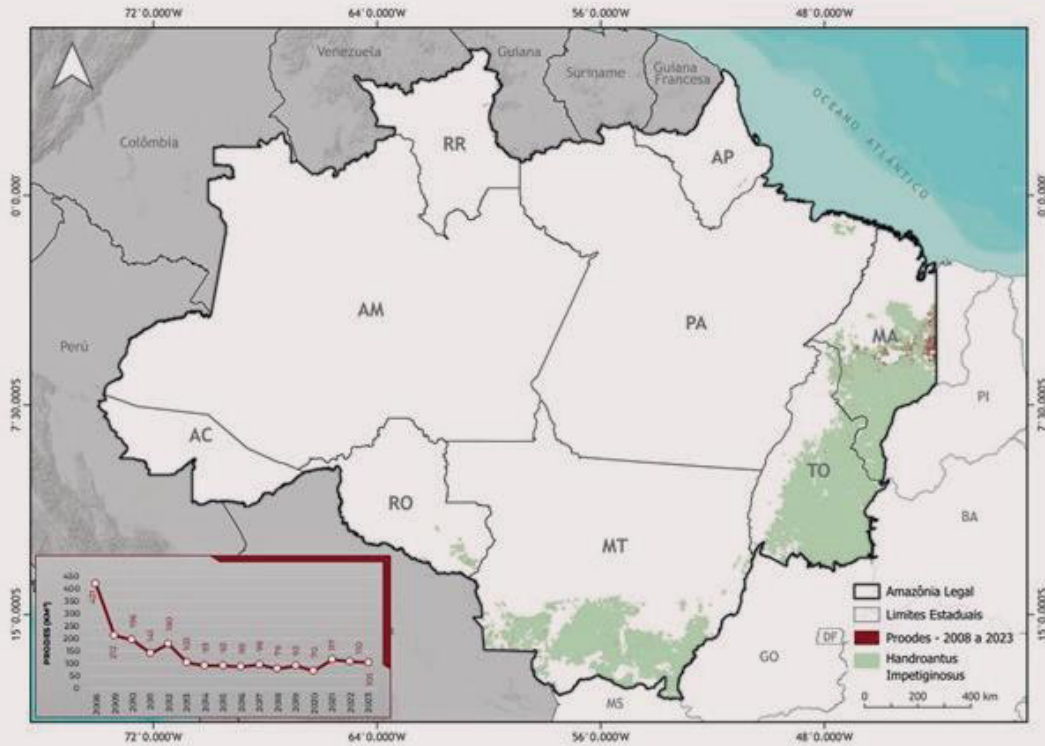


Figura 5. Mapa de sobreposição PRODES (2008 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Handroanthus impetiginosus* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. A cor vermelha representa os registros de desmatamento por corte raso. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

Para aprofundar a compreensão dos riscos atuais de desmatamento, foi realizada uma análise para os gêneros no ano de 2024, utilizando a plataforma PrevisIA, ferramenta desenvolvida pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon, que utiliza Inteligência Artificial – IA para identificar áreas com risco de desmatamento na Amazônia. Com resolução espacial de 1 km, os dados avaliam apenas florestas primárias e classificam o risco em cinco categorias: Muito Alto, Alto, Moderado, Baixo e Muito Baixo. O modelo integra variáveis como histórico de desmatamento, topografia, corpos d’água, proximidade de áreas protegidas, cobertura da terra, dados socioeconômicos e estradas oficiais e não oficiais, que são detectadas através de um algoritmo de IA que identifica anualmente o surgimento de novas vias (Sales et al., 2017), sendo uma das variáveis mais preditivas, dado que 95% do desmatamento acumulado ocorre até 5,5 km dessas vias (Barber et al., 2014), e 90% das queimadas anuais estão até 4 km delas (Kumar et al., 2014). Essas variáveis permitem estimar a probabilidade de conversão da floresta ao longo do próximo calendário de desmatamento, que vai de agosto de um ano a julho do ano seguinte (PrevisIA, 2024).

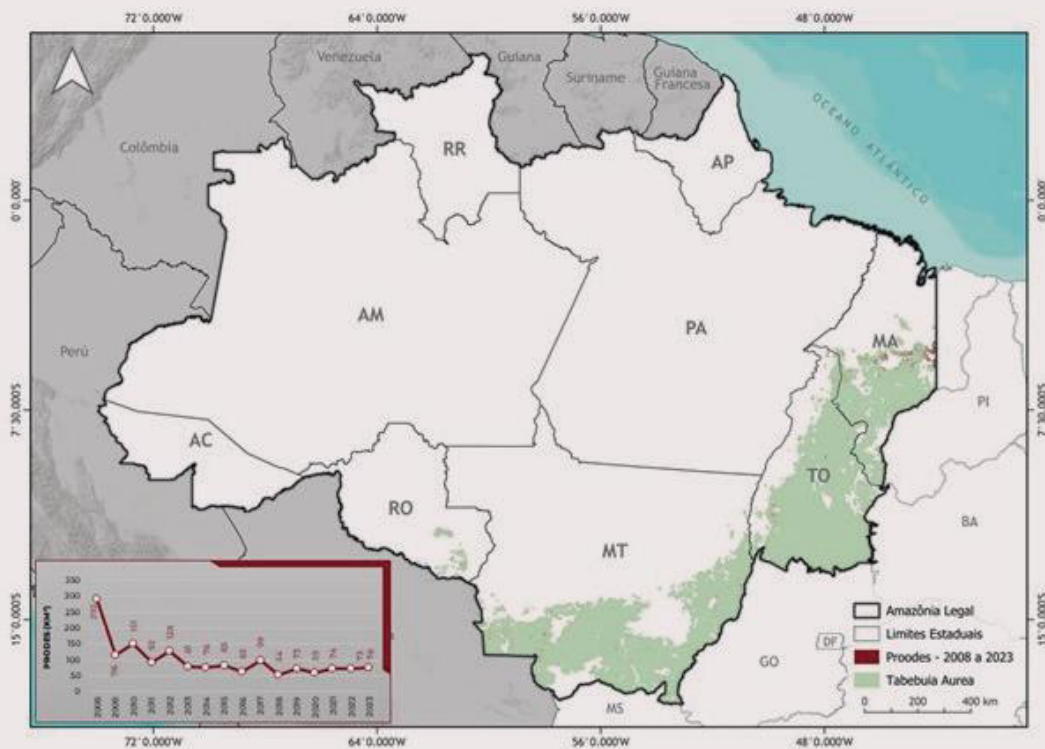


Figura 6. Mapa de sobreposição PRODES (2008 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Tabebuia aurea* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. A cor vermelha representa os registros de desmatamento por corte raso. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

A análise de risco de desmatamento para *Handroanthus serratifolius* na Amazônia Legal, para o ano de 2024, apresenta um cenário preocupante (Figura 7). Os resultados indicam que 2.364 km² da área de ocorrência da espécie estão sob risco de desmatamento, sendo 15 km² de risco muito alto, 317 km² de risco alto, 782 km² de risco moderado, 890 km² de risco baixo e 360 km² de risco muito baixo. A maior parte das áreas (33%) se encontra em risco moderado, seguida por áreas de risco baixo (38%). A análise destaca os estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia como os que apresentam maior probabilidade de desmatamento para a espécie.

A análise de risco de desmatamento para *Handroanthus impetiginosus* na Amazônia Legal, apresenta um cenário de risco concentrado em algumas áreas específicas (Figura 8). Os resultados indicam que 84 km² da área de ocorrência da espécie estão sob risco de desmatamento. Sendo que a maior parte das áreas (45%) se encontra em risco baixo, seguida por áreas de risco moderado (23%). A análise destaca o estado do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso como os que apresentam maior probabilidade de desmatamento para a espécie.

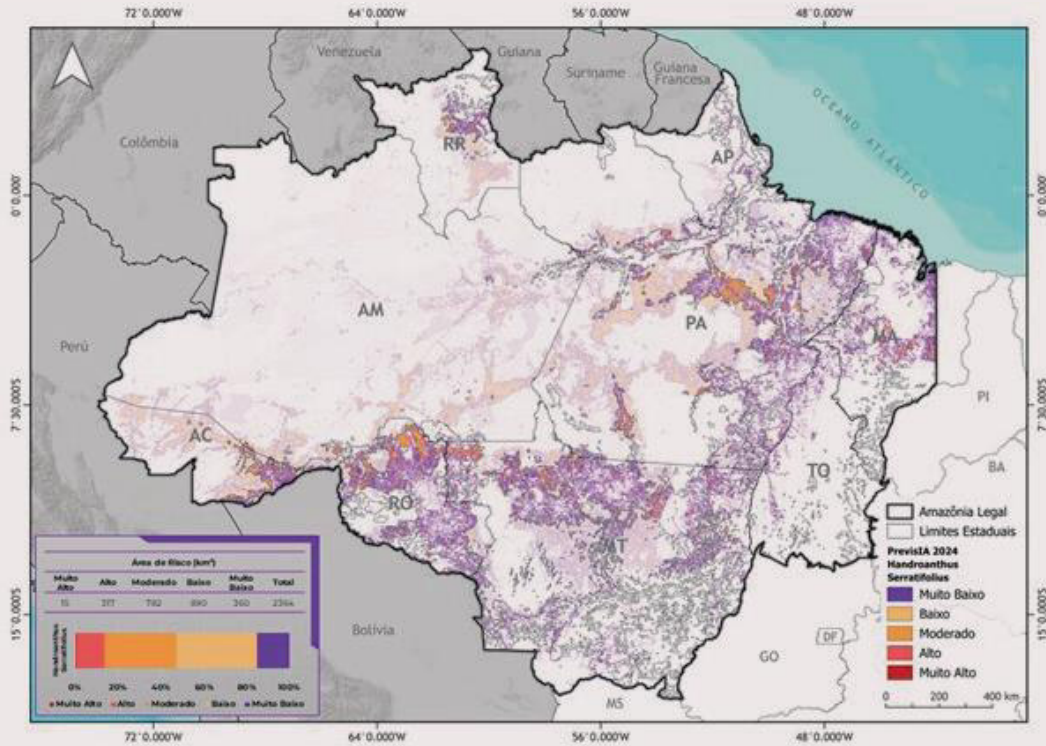


Figura 7. Mapa de sobreposição PrevisIA (2024) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Handroanthus serratifolius* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons roxo a vermelho indicam os riscos de desmatamento nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência da espécie. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

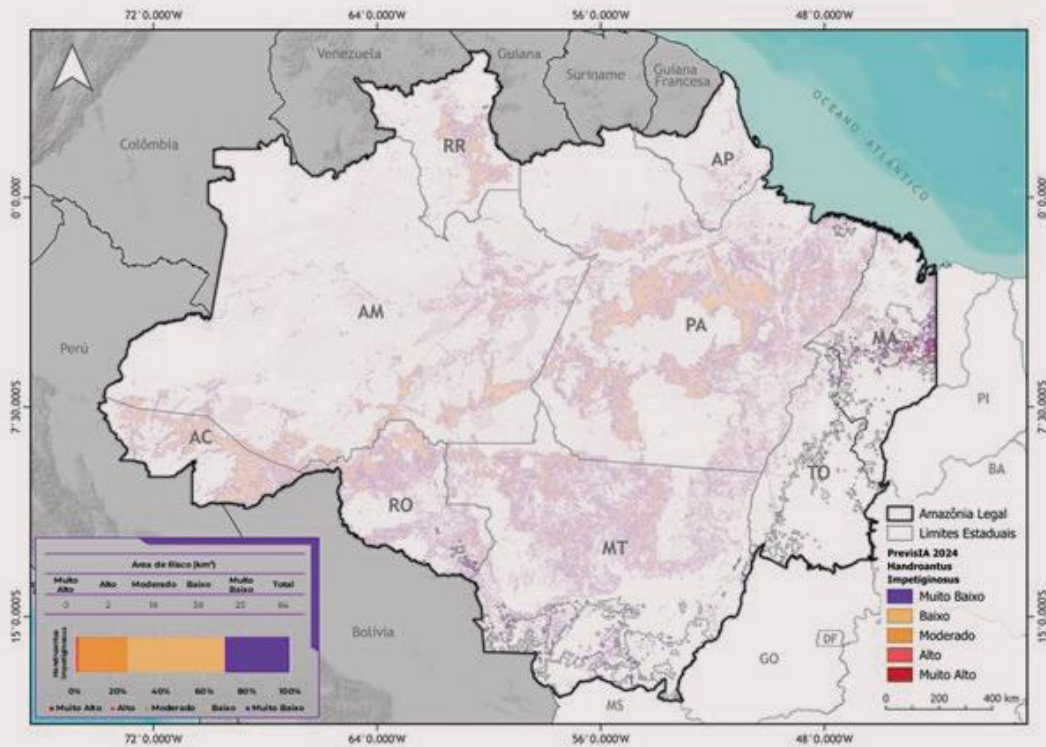


Figura 8. Mapa de sobreposição PrevisIA (2024) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Handroanthus impetiginosus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons roxo e amarelo indicam os riscos de desmatamento nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência da espécie. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

Para *Tabebuia aurea*, 81 km² da área de ocorrência da espécie estão sob risco de desmatamento, sendo que a maior parte das áreas (44%) se encontra em risco baixo, seguida por áreas de risco muito baixo (38%) (Figura 9), com o estado do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso com maior probabilidade de desmatamento para a espécie.

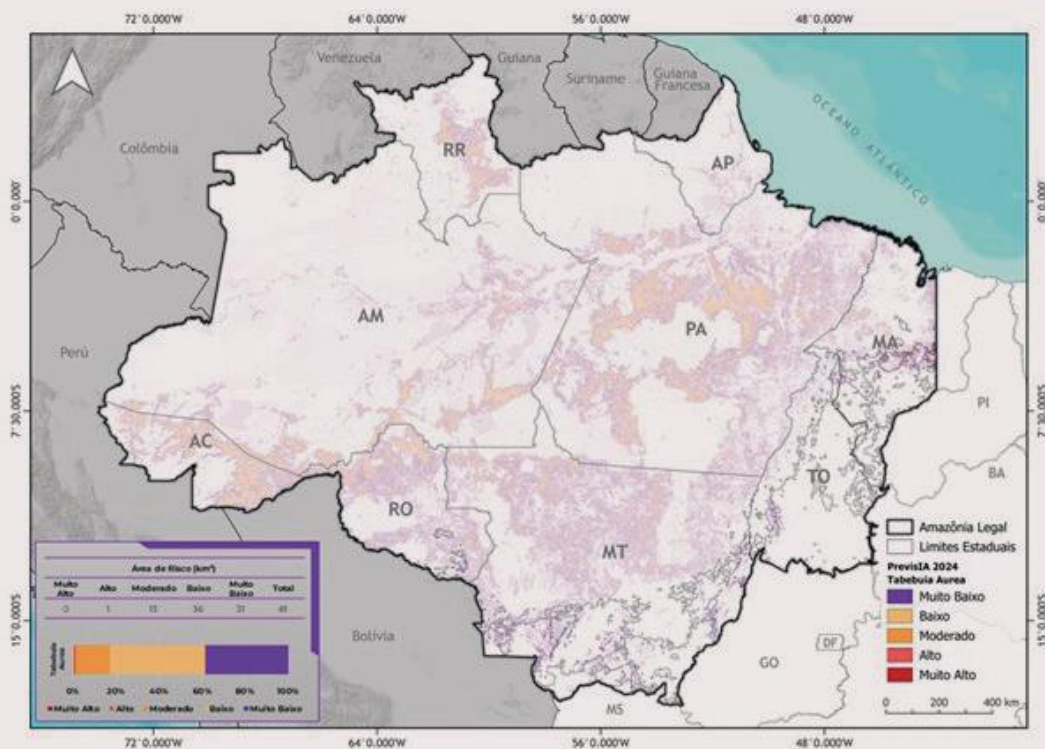


Figura 9. Mapa de sobreposição PrevisIA (2024) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Tabebuia aurea* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons roxo e amarelo indicam os riscos de desmatamento nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência da espécie. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

É crucial intensificar ações de monitoramento e combate ao desmatamento nessas áreas, combatendo a exploração ilegal e promovendo ações de conservação para proteger as espécies e seus habitats naturais. Estratégias de incentivo à conservação de floresta nativa com destaque no cenário global podem ser implementadas nas áreas com risco de desmatamento, como por exemplo, o pagamento por serviços ambientais. Esta dinâmica, que na prática estabelece remuneração a responsáveis pela manutenção de remanescentes florestais, tem potencial de agregação de valor a áreas pela prestação de serviços ecossistêmicos, e pode, junto com o manejo florestal sustentável, se firmar como fonte de renda viável em contrapartida à sua supressão para uso alternativo do solo com agricultura e pecuária, principais vetores do desmatamento no bioma amazônico. A Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, e estabelece o arcabouço legal para implementação destas práticas no cenário nacional (Brasil, 2021).

4. STATUS DE CONSERVAÇÃO

Em nível mundial, a principal referência para avaliação e classificação do risco de extinção de espécies da fauna e flora é a Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN. Ela fornece informações sobre distribuição, tamanho da população, habitat e ecologia, uso e/ou comércio, ameaças e ações de conservação que ajudam a informar as decisões de conservação necessárias, e classifica as espécies de acordo com oito categorias distintas: Não avaliado – NE, Dados insuficientes – DD, Menos preocupante – LC, Quase ameaçado – NT, Vulnerável – VU, Em perigo – EN, Criticamente em perigo – CR, Extinto na natureza – EW, e Extinto – EX. A Lista Vermelha da IUCN é utilizada por agências governamentais, departamentos de vida selvagem, organizações não governamentais – ONG relacionadas com a conservação, gestão de recursos naturais, organizações educativas, estudantes e comunidade empresarial (IUCN, 2021).

Em nível nacional a atribuição de avaliar o risco de extinção de espécies da flora do Brasil cabe ao Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. A lista vermelha consiste na análise e avaliação de risco de extinção das espécies da flora, e respectiva classificação de acordo com as categorias e critérios da IUCN (CNCFlora, 2019). O processo consiste na compilação dos dados das espécies, com levantamento de informações sobre a biologia, ecologia e distribuição de cada espécie, além de dados de ameaças e ações de conservação. Estes dados são então validados por rede de especialistas colaboradores, e por fim, revisados pelos analistas do Núcleo Lista Vermelha, que incorporam todas as alterações indicadas pelos especialistas.

Entre as espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* que ocorrem na Amazônia Legal apenas *H. serratifolius*, *H. impetiginosus* e *T. fluviatilis* apresentam levantamento do status de conservação em nível nacional (CNCFlora, 2019; Tabela 2). Apesar de *T. fluviatilis* apresentar status de Menor Preocupação – LC e *H. serratifolius* e *H. impetiginosus* de Quase Ameaçada – NT no Brasil (CNCFlora, 2019), *H. serratifolius* encontra-se Em Perigo – EN em nível global, principalmente no Peru (Ministerio Agricultura y Riego, 2016) e na Venezuela (Lozada, 2007; Léon, 2009). O ipê-roxo (*H. impetiginosus*), por sua vez, é o único avaliado em escala estadual na Amazônia brasileira, com status de Vulnerável – VU no estado do Pará (Tabela 2). Já na Venezuela, *T. insignis* e *T. pilosa*, são classificadas como espécies vulneráveis – VU (Llamozas et al., 2003), apesar da sua classificação de Quase Ameaçada – NT em nível global.

As condições descritas indicam maior vulnerabilidade de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., principalmente no território da Pan-Amazônia. A ausência do levantamento do status de conservação da maioria das espécies à nível nacional limita medidas de monitoramento, manejo e conservação. Além disso, mesmo em

nível nacional, as informações são insuficientes, considerando o amplo território geográfico, diversidade genética e variabilidade de fitofisionomias. Portanto, recomenda-se que o status de conservação das espécies seja avaliado em menores escalas, ao menos em nível de bioma e, se possível, por tipologia vegetacional. Essas características abióticas afetam amplamente o crescimento de populações de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. e, portanto, devem nortear estratégias de conservação (Schöngart, 2008; Schöngart et al., 2017; Andrade et al., 2019). Essas medidas são necessárias principalmente na Amazônia, onde a perda de habitat, exploração ilegal e pressão comercial têm se intensificado sobre as espécies de ipê (Schulze et al., 2008; Brancalion et al., 2018; Franca et al., 2023).

Tabela 2. Lista do status de conservação de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. que ocorrem na Amazônia brasileira em nível global (IUCN, 2021), nacional (CNCFlora e Portaria MMA nº 148, Brasil, 2022), e estadual, Pará (COEMA/PA, 2007) e tendências populacionais (IUCN, 2021).

Espécie	IUCN	CNCFlora	Brasil (2022)	COEMA/PA (2007)	Tendência populacional (2021)
<i>H. serratifolius</i> *	EN (2021a)	NT (2019a)	-	-	
<i>H. impetiginosus</i> *	NT (2021b)	NT (2012)	-	VU	
<i>H. incanus</i> *	VU (2021c)	-	-	-	
<i>H. ochraceus</i> *	LC (2023a)	-	-	-	
<i>H. barbatus</i>	NT (2021d)	-	-	-	
<i>H. obscurus</i>	LC (2023b)	-	-	-	
<i>H. uleanus</i> *	NT (2021e)	-	-	-	
<i>H. capitatus</i> *	VU (2021f)	-	-	-	
<i>T. aurea</i> *	-	-	-	-	
<i>T. fluviatilis</i>	LC (2021g)	LC (2012)	-	-	
<i>T. insignis</i> *	NT (2021h)	-	-	-	
<i>T. pilosa</i>	NT (2021i)	-	-	-	

- Não avaliada; LC – Menos Preocupante; NT - Quase ameaçada; VU – Vulnerável; EN – Em Perigo. Tendências populacionais em declínio (vermelho) e estáveis (amarelo).

*Espécie com registro de exploração florestal nos Sistemas de Controle Florestal do Brasil.

Recomenda-se a adoção de critérios de exploração mais rigorosos para *Handroanthus impetiginosus* no Pará, dada sua classificação como “Vulnerável” no estado. Segundo a Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015 (Brasil, 2015), as espécies classificadas como Vulneráveis – VU no Bioma Amazônia constantes na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, devem seguir os seguintes critérios:

I – manutenção de, pelo menos, 15% (quinze por cento) do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da Unidade de Produção Anual – UPA,

que atendam aos critérios de seleção para corte indicados no Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, respeitando a distribuição nas classes de Diâmetro à Altura do Peito – DAP, de acordo com o perfil da população existente na UPA e respeitando o limite mínimo de manutenção de quatro árvores por espécie por 100 ha (cem hectares), em cada Unidade de Trabalho – UT;

II – manutenção de todas as árvores das espécies cuja abundância de indivíduos com DAP superior ao Diâmetro Mínimo de Corte – DMC seja igual ou inferior a quatro árvores por 100 ha (cem hectares) de área de efetiva exploração da UPA, em cada UT.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os táxons de *Handroanthus* e *Tabebuia* exibem padrões distintos de distribuição geográfica e adaptabilidade a diferentes habitats, conforme evidenciado pelos resultados do modelo de distribuição de espécies na Amazônia Legal brasileira. No entanto, essas espécies enfrentam desafios significativos de conservação, agravados pela perda de habitat devido à conversão de áreas para uso alternativo do solo, pela exploração comercial de produtos e subprodutos madeireiros e doenças fúngicas. Entre 2008 e 2023, foram desmatados 46.969 km² por corte raso nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência de *Handroanthus serratifolius*, a espécie mais explorada entre os gêneros por meio de manejo florestal. Este fator é crucial para a avaliação adequada de medidas de conservação das espécies.

Para aprimorar a conservação e o manejo sustentável das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* no Brasil, é fundamental criar Listas Vermelhas de Flora Ameaçada por bioma, além de elaborar Listas Estaduais para todos os estados amazônicos e atualizar aquelas publicadas há mais de uma década. Além disso, a avaliação do status de conservação das espécies *H. incanus*, *H. ochraceus*, *T. insignis* e *T. aurea* é crucial para a compreensão mais precisa das ameaças que cada espécie enfrenta no país. Também é essencial implementar estratégias eficazes de conservação, como a criação de Unidades de Conservação, critérios adequados para o manejo sustentável dos recursos florestais e o monitoramento contínuo das populações remanescentes. Integrar políticas de monitoramento e mitigação das mudanças climáticas também se revela crucial para preservar os habitats que são fundamentais à sobrevivência dessas espécies na paisagem neotropical. Além disso, no atual contexto global de crescente implementação de políticas públicas de pagamento por serviços ambientais, a agregação de valor para a manutenção da floresta em pé tem se mostrado mecanismo fundamental como estímulo econômico para competir com a atratividade relacionada à sua supressão para conversão do uso do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aleixo, I., Norris, D., Hemerik, L., Barbosa, A., Prata, E., Costa, F., & Poorter, L. (2019). Amazonian rainforest tree mortality driven by climate and functional traits. *Nature Climate Change*, 9(5), 384–388. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0458-0>

Andrade, V.H.F., Machado, S. do A., Figueiredo Filho, A., Botosso, P.C., Miranda, B.P., & Schöngart, J. (2019). Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 438, 215–223. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.030>

Aragão, J.R.V., Zuidema, P.A., & Groenendijk, P. (2022). Climate-growth relations of congeneric tree species vary across a tropical vegetation gradient in Brazil. *Dendrochronologia*, 71, 125913. <https://doi.org/10.1016/J.DENDRO.2021.125913>

Barber, C.P., Cochrane, M.A., Souza Jr, C.M., & Laurance, W.F. (2014). Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological conservation*, 177, 203-209. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.004>

Bauman, D., Fortunel, C., Delhaye, G., Malhi, Y., Cernusak, L.A., Bentley, L.P., ... & McMahon, S.M. (2022). Tropical tree mortality has increased with rising atmospheric water stress. *Nature*, 608, 528–533. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04737-7>

Brancalion, P.H.S., de Almeida, D.R.A., Vidal, E., Molin, P.G., Sontag, V.E., Souza, S.E.X.F., & Schulze, M.D. (2018). Fake legal logging in the Brazilian Amazon. *Science Advances*, 4, eaat1192. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1192>

Brasil. (2015). *Instrução normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015*. Dispõe sobre a aprovação de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS e seus respectivos Planos Operacionais Anuais – POA. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/02/2015&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=304>

Brasil. (2021). *Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021*. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA). Diário Oficial da União. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm

Brasil. (2022). *Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022*. Estabelece a atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União.

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/06/2022&jornal=515&pagina=74&totalArquivos=149>

Breiman, L., Cutler, A., Liaw, A., & Wiener, M. (2022). *Package 'randomForest'*. R package version 4.7-1.1. <https://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/randomForest.pdf>

Carvalho, P.E.R. (2014). *Espécies arbóreas brasileiras* (Vol. 5). Brasília, Brasil: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2012). *Handroanthus impetiginosus* in *Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2*. Centro Nacional de Conservação da Flora. [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus impetiginosus](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus%20impetiginosus)

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2019). *Lista Vermelha da Flora Brasileira*. Centro Nacional de Conservação da Flora. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/projetos/lista-vermelha>

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2019a). *Handroanthus serratifolius (Bignoniaceae)*. Lista Vermelha da Flora Brasileira: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. https://proflora.jbrj.gov.br/html/Handroanthus%20serratifolius_2019.html

Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M.S., Delitti, W.B., ... & Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global change biology*, 20(10), 3177-3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>

Choat, B., Brodribb, T.J., Brodersen, C.R., Duursma, R.A., López, R., & Medlyn, B.E. (2018). Triggers of tree mortality under drought. *Nature*, 558, 531–539. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0240-x>

Conselho Estadual de Meio Ambiente, Pará – COEMA. (2007). *Resolução COEMA nº 54 de 24 de outubro de 2007*. Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará, Belém, PA. <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/375.pdf>

Fan, Y., Li, H., & Miguez-Macho, G. (2013). Global patterns of groundwater table depth. *Science*, 339, 940–943. <https://doi.org/10.1126/science.1229881>

Fernandes, F.M., Graichen, F.A.S., Silva, A.R.D. da, & Rêgo, N.H. (2018). Ocorrência de ferrugem em *Handroanthus impetiginosus* e *Handroanthus vellosi* no estado de Mato Grosso do Sul. *Rodriguésia*, 69, 2245–2252. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869449>

Ferreira, F.A. (1989). *Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil*. Viçosa: SIF.

Flora do Brasil. (2024). *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>

Franca, C.S.S., Persson, U.M., Carvalho, T., & Lentini, M. (2023). Quantifying timber illegality risk in the Brazilian forest frontier. *Nature Sustainability*, 6(11), 1485–1495. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01189-3>

Fick, S.E., & Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

Forest Trends. (2022). Demand for Luxury Decks in Europe and North America is Pushing Ipê to the Brink of Extinction Across the Amazon Basin and Threatening the Forest Frontier. *Forest Policy Trade and Finance Initiative Report*.

Gentry, A.H. (1992). “*Bignoniaceae*” - part II (tribe ‘*Tecomeae*’). The New York Botanical Garden. <https://www.jstor.org/stable/4393739>

Grose, S.O., & Olmstead, R.G. (2007). Evolution of a Charismatic Neotropical Clade: Molecular Phylogeny of *Tabebuia* s. l., *Crescentieae*, and Allied Genera (Bignoniaceae). *Systematic Botany*, 32(3), 650-659. <https://doi.org/10.1600/036364407782250553>

Ghini, R., Hamada, E., & Bettioli, W. (2011). *Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil*. Embrapa Meio Ambiente.

Guterres, D.C., Galvão-Elias, S., de Souza, B.C.P., Pinho, D.B., Dos Santos, M. do D.M., Miller, R.N.G., & Dianese, J.C. (2018). Taxonomy, phylogeny, and divergence time estimation for *Apiosphaeria guaranítica*, a Neotropical parasite on bignoniaceous hosts. *Mycologia*, 110, 526–545. <https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1465774>

Hessenauer, P., Feau, N., Gill, U., Schwessinger, B., Brar, G.S., & Hamelin, R.C. (2021). Evolution and Adaptation of Forest and Crop Pathogens in the Anthropocene. *Phytopathology*®, 111(1), 49–67. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-20-0358-FI>

Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J., & Elith, J. (2020). *dismo: Methods for species distribution modeling, that is, predicting the environmental similarity of any site to that of the locations of known occurrences of a species*. R package version 1.3-3. <https://cran.r-project.org/web/packages/dismo/dismo.pdf>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. (2024). *Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite – PRODES*. <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021a). *Handroanthus serratifolius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T61985509A145677076. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T61985509A145677076.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021b). *Handroanthus impetiginosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T144297143A173394208. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T144297143A173394208.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021c). *Handroanthus incanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171979070A171989554. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171979070A171989554.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021d). *Handroanthus barbatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171978413A171989549. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171978413A171989549.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021e). *Handroanthus uleanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171979563A171989564. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171979563A171989564.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021f). *Handroanthus capitatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T61985445A145654078. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T61985445A145654078.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021g). *Tabebuia fluviatilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171979738A171989569. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T171979738A171989569.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021h). *Tabebuia insignis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T61986213A145679456. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T61986213A145679456.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021i). *Tabebuia pilosa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171980263A171989579. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171980263A171989579.en>. Accessed on 11 November 2024.

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2023a). *Handroanthus ochraceus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T145674139A145674143. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T145674139A145674143.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2023b). *Handroanthus obscurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171979210A171989559. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171979210A171989559.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN/TRAFFIC. (2019). *Inclusion of Trumpet Trees Handroanthus spp., Tabebuia spp. and Roseodendron spp.* in Appendix II with annotation #6. IUCN/TRAFFIC Analyses of Proposals to CoP18. <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/18/doc/E-CoP18-105-03-A8.pdf>

Jactel, H., Koricheva, J., & Castagneyrol, B. (2019). Responses of forest insect pests to climate change: not so simple. *Current Opinion in Insect Science*, 35, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.010>

Justiniano, M.J., Nash, D., & Fredericksen, T.S. (2000). *Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Tajibos o Lapachos Tabebuia spp. Gomes ex AP de Candolle Bignoniaceae*. Santa Cruz, Bolívia.

Karatzoglou, A., Smola, A., & Hornik, K. (2019). *kernlab: Kernel-Based Machine Learning Lab*. R package version 0.9-29. <https://cran.r-project.org/web/packages/kernlab/kernlab.pdf>

Kass, J.M., Vilela, B., Aiello-Lammens, M.E., Muscarella, R., Merow, C., & Anderson, R.P. (2018). Wallace: A flexible platform for reproducible modeling of species niches and distributions built for community expansion. *Methods in Ecology and Evolution*, 9, 1151–1156. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12945>

Kumar, S.S., Roy, D.P., Cochrane, M.A., Souza, C.M., Barber, C.P., & Boschetti, L. (2014). A quantitative study of the proximity of satellite detected active fires to roads and

rivers in the Brazilian tropical moist forest biome. *International journal of wildland fire*, 23(4), 532-543. <https://doi.org/10.1071/WF13106>

Kunieda-Alonso, S., Santos, J.D., Alfenas, A.C., & Ferraz, S. (1999). Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood to ipê-amarelo, *Tabebuia serratifolia* Nichols. *Revista árvore*, 23(4), 479-485.

Lang, N., Jetz, W., Schindler, K., & Wegner, J.D. (2023). A high-resolution canopy height model of the Earth. *Nature Ecology & Evolution*, 7, 1778-1789. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02206-6>

Llamozas, S., Duno de Stefano, R., Meier, W., Riina, R., Aymard, G., Huber, O., & Ortiz, R. (2003). *Libro rojo de la flora venezolana*. Provita-Fundación Polar. Caracas. 345 p.

León, W.J. (2009). Anatomía de la madera y clave de identificación para especies forestales vedadas en Venezuela. *La Revista Forestal Venezolana*, 53(1), 51-63.

Li, X., Xi, B., Wu, X., Choat, B., Feng, J., Jiang, M., & Tissue, D. (2022). Unlocking Drought-Induced Tree Mortality: Physiological Mechanisms to Modeling. *Frontiers in Plant Science*, 13, 835921. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.835921>

Lozada, J. (2007). Situación actual y perspectivas del manejo de recursos forestales en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 51, 195-218

McDowell, N.G. (2011). Mechanisms linking drought, hydraulics, carbon metabolism, and vegetation mortality. *Plant physiology*, 155, 1051–1059. <https://doi.org/10.1104/pp.110.170704>

Ministerio Agricultura y Riego. (2016). *Resolución Ministerial N°505-2016-MINAGRI República del Perú*.

Poggio, L., De Sousa, L.M., Batjes, N.H., Heuvelink, G.B., Kempen, B., Ribeiro, E., & Rossiter, D. (2021). SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *Soil*, 7(1), 217-240. <https://doi.org/10.5194/soil-7-217-2021>

PrevisIA. (2024). *Metodologia*. <https://previsia.org.br/a-metodologia/>

R Core Team. (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Royal Botanic Gardens, Kew – RGB, KEW. (2024). *Plants of the world online*. <https://powo.science.kew.org/>

Sales, M., De Bruin, S., Herold, M., Kyriakidis, P., & Souza Jr, C. (2017). A spatiotemporal geostatistical hurdle model approach for short-term deforestation prediction. *Spatial statistics*, 21, 304-318. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2017.06.003>

Silva, J.J., Duarte, E.F., Kiill, L.H.P., Gomes, R.A., Dantas, B.F., Pelacani, C.R., & Funch, L.S. (2023). Phenological dynamics of four populations of *Handroanthus spongiosus* in seasonally dry tropical forest in Brazil. *Flora*, 306, 152371. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152371>

Schöngart, J. (2008). Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. *Forest Ecology and Management*, 256, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.037>

Schöngart, J., Bräuning, A., Barbosa, A.C.M.C., Lisi, C.S., & de Oliveira, J.M. (2017). Dendroecological Studies in the Neotropics: History, Status and Future Challenges. In: Amoroso, M.M., Daniels, L.D., Baker, P.J., Camarero, J.J. (Eds.), *Dendroecology: Tree-Ring Analyses Applied to Ecological Studies*. Springer International Publishing, Cham, pp. 35–73. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61669-8_3

Schulze, M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M., & Vidal, E. (2008). Evaluating ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae) logging in Amazonia: Sustainable management or catalyst for forest degradation? *Biological Conservation* 141, 2071–2085. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.003>

Wolf, D., Oldfield, T.E.E., & McGough, N. (2018). *Cites non-detriment Findings for timber: a nine-step process to support Cites Scientific Authorities making science-based non-detriment findings (NDFs) for timber/tree species listed in Cites Appendix II*. Deutschland/Bundesamt für Naturschutz.



CAPÍTULO 3

ESTRUTURA, CRESCIMENTO E DINÂMICA
POPULACIONAL DE *HANDROANTHUS* SPP.
E *TABEBUIA* SPP. NA AMAZÔNIA

Manolo Quintilhan¹, Peter Groenendijk², Yanka Alves¹, Beatriz Marimon³, André Giles⁴, José Roberto Aragão⁵, Lucas Pereira⁶, Jochen Schöngart⁷, Edson Vidal⁸, Allan Jordani^{1,9} e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024¹⁰

RESUMO

O monitoramento florestal contínuo possibilita avaliar como diferentes eventos e mudanças ambientais afetam a dinâmica das espécies e suas populações ao longo do tempo. Enquanto inventários florestais em grandes áreas provêm informações sobre a estrutura de populações arbóreas locais com maior robustez, parcelas permanentes possibilitam avaliar sua regeneração, mortalidade e crescimento ao longo do tempo. Essa avaliação temporal é especialmente importante em áreas com e sem histórico de manejo florestal. Ao entender os efeitos do manejo florestal na dinâmica populacional, é possível estimar como diferentes parâmetros de manejo florestal afetam a sustentabilidade das espécies ao longo do tempo. No presente capítulo, inventários florestais de 108 unidades de produção anual – UPAs de cinco Florestas Nacionais na Amazônia foram utilizados para avaliar a estrutura populacional e o volume médio por hectare de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., totalizando mais de 150.000 hectares e 52.432 árvores avaliadas. A dinâmica das espécies foi analisada em 412 parcelas permanentes, abrangendo áreas controle (n=141) e áreas com histórico de manejo florestal (n=271), ao longo de um intervalo temporal de 1962 a 2024, acumulando mais de 22.200 anos de dados individuais. Todas as espécies avaliadas nos inventários florestais das Florestas Nacionais, sendo: *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus* e *H. incanus* apresentaram uma estrutura populacional com distribuição unimodal assimétrica (J-invertido). Contudo, a densidade de árvores por hectare entre as espécies apresentou ampla variabilidade, sendo a maior para *H. serratifolius*, com cerca de 0,2-0,3 árvores por hectare e *H. incanus* a menor, com 0,02-0,05 árvores por hectare ao longo das classes diamétricas. As taxas de crescimento diamétrico anual apresentaram ampla variabilidade entre as fitofisionomias ava-

1 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - CGFlo/Ibama

2 Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

3 Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

4 Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

5 Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará - UFC

6 Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras - UFLA

7 Coordenação de Uso da Terra e Mudança Climática, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CODAM/INPA

8 Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros - ESALQ/USP

9 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama

10 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

liadas, tratamentos de manejo e classes diamétricas. No entanto, de forma geral, os valores médios de crescimento diamétrico de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. estiveram entre 0,2 e 0,3 cm/ano, tanto em função das parcelas permanentes, como dos anéis de crescimento. Porém, com tendências de maior crescimento médio em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e em áreas manejadas, em relação às áreas de Floresta Ombrófila Densa – FOD. Entre as espécies avaliadas, obtiveram-se dados de mortalidade e recrutamento ao longo das parcelas permanentes somente para *H. serratifolius* e *H. impetiginosus* devido à limitação de informações para as demais espécies. As principais diferenças nas taxas de mortalidade média para as espécies foram observadas entre fitofisionomias, com valores em torno de 0,50%/ano em FOA e 4%/ano em FOD. Para as taxas de recrutamento médio, os valores foram cerca de 0,5-1,0%/ano para FOA e 4,5-5,0%/ano para FOD, com tendências de maior recrutamento em áreas controle para *H. impetiginosus*, sendo o oposto para *H. serratifolius*, com maior recrutamento em áreas manejadas. A avaliação contínua da dinâmica populacional das espécies pode revelar em quais condições ambientais e de manejo florestal sua capacidade regenerativa, crescimento e potencial madeireiro é maior. Nesse sentido, podem subsidiar a elaboração de critérios de manejo que promovam a sustentabilidade da exploração das espécies, fundamentados em suas características biológicas.

Palavras-chave: inventários florestais, anéis de crescimento, parcelas permanentes.

CONTEXTO

Entender a dinâmica das espécies florestais é uma das chaves para a conservação e o manejo sustentável dos ecossistemas tropicais (Hubbell & Foster, 1992). Esse desafio é especialmente importante em um contexto de mudanças climáticas e aumento da exploração sobre espécies mais comercializadas, especialmente as de maior vulnerabilidade (Carrasco et al., 2020; Fremout et al., 2020; Chowdhury, 2023). O monitoramento contínuo dessas populações arbóreas, por meio de inventários florestais e parcelas permanentes, fornece uma base sólida para avaliar como eventos climáticos, mudanças no uso da terra e práticas de manejo florestal afetam o crescimento, a mortalidade e a regeneração das espécies ao longo do tempo (Ettinger et al., 2019; Condé et al., 2022; d'Oliveira et al., 2024). Em áreas tropicais, como a Amazônia, onde a biodiversidade e a complexidade socioambiental são elevadas, esse monitoramento se torna ainda mais crítico para assegurar a conservação e a utilização sustentável dos recursos florestais (Phillips et al., 2009; Brando et al., 2013, 2014).

O manejo florestal, quando planejado e executado de maneira responsável, pode minimizar os impactos sobre a estrutura e a dinâmica das populações arbóreas (West et al., 2014). A estrutura populacional, que se refere à distribuição de indivíduos em diferentes classes de tamanho ou idade, é influenciada tanto por fatores naturais quanto pelo manejo antrópico florestal (Fortini & Zarin, 2011). O corte seletivo, por exemplo, pode alterar a composição das espécies e sua distribuição diamétrica, impactando diretamente a regeneração e o potencial de crescimento das populações remanescentes (Vidal et al., 2016; Groenendijk et al., 2017). Compreender essas interações e utilizá-las como ferramenta de tomada de decisão são importantes tanto para projetar práticas de manejo adequadas, como para nortear a gestão pública florestal (Putz et al., 2001, 2012; Condé et al., 2022). Nesse sentido, clarificam ações a serem executadas, como: aumento do diâmetro mínimo de corte e número de árvores remanescentes e tratamentos silviculturais pré e pós-exploração, como a eliminação de lianas, que reduzem o impacto da colheita das árvores e diminuem a competição por luz com as árvores remanescentes. Essas melhorias, especialmente quando integradas com o fortalecimento da governança florestal, como o aumento do controle da exploração e promoção do manejo florestal responsável, reduzem atividades florestais ilegais e favorecem a manutenção da biodiversidade e a continuidade dos serviços ecossistêmicos proporcionados pelas florestas (Piponiot et al., 2019).

As características biológicas das espécies são elementos-chave para a definição de parâmetros adequados de manejo florestal (Brienen & Zuidema, 2007). Diferentes taxas de crescimento, plasticidade fenotípica e padrões de regeneração fazem com que as espécies respondam de maneira distinta às práticas de manejo (Schöngart, 2008; Vidal et al., 2016; d'Oliveira et al., 2024). Contudo, ainda há escassez de informações robustas sobre o manejo florestal em nível de espécie na literatura científica (Grogan et al., 2014). Nesse sentido, torna-se essencial realizar levantamentos detalhados da estrutura populacional e da dinâmica das espécies ao longo do tempo, considerando as diferentes condições ambientais (fitofisionomias) e práticas de manejo florestal (Putz et al., 2001). Além disso, a avaliação ecológica das espécies tem o potencial de identificar as regiões e condições ambientais (como clima, hidrologia e condições edáficas) e silviculturais mais propícias para a maximização da produtividade e sustentabilidade (Conde et al., 2024). Essa abordagem é particularmente relevante no bioma Amazônia, o principal cenário do manejo madeireiro de espécies nativas no Brasil (Andrade et al., 2022). Com status de maior floresta tropical do planeta, a Amazônia desempenha um papel essencial na regulação dos ciclos biogeoquímicos globais e na manutenção de serviços ecossistêmicos críticos ao funcionamento do planeta (Malhi et al., 2021; Artaxo et al., 2022; Borma et al., 2022).

O bioma Amazônia, com sua vasta extensão e biodiversidade, desempenha um papel central na conservação e no manejo florestal sustentável no Brasil (West et al., 2022).

Abrangendo cerca de 419 milhões de hectares do território nacional, a floresta primária domina a paisagem com 317,46 milhões de hectares, sendo composta principalmente pelos tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Aberta – FOA, com 85,20 milhões de hectares e Floresta Ombrófila Densa – FOD, com 186,21 milhões de hectares (SFB, 2022). Esses dois tipos de vegetação representam 85,5% da floresta amazônica e são as principais fitofisionomias onde a exploração madeireira ocorre. Portanto, a avaliação de como as práticas de manejo florestal sustentável podem alterar a dinâmica das espécies é especialmente importante nessas vegetações. Para isso, dados de inventários florestais, anéis de crescimento e parcelas permanentes, cobrindo diferentes condições ambientais dentro do bioma foram analisados. Essa abordagem integrada permite entender as variações na estrutura populacional, crescimento, mortalidade e regeneração das espécies em diferentes cenários ambientais e de manejo.

Para a avaliação da estrutura populacional comercial de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. e dos seus estoques volumétricos por hectare em áreas manejadas utilizamos os dados de inventário florestal de Florestas Nacionais na Amazônia. Para a análise do crescimento, mortalidade e regeneração utilizaram-se informações de anéis de crescimento e parcelas permanentes distribuídas na Pan-Amazônia (Lopez-Gonzalez et al., 2009; 2011; Vidal et al., 2016; d'Oliveira et al., 2024), porém, as análises foram focadas nas principais fitofisionomias manejadas do bioma: FOA e FOD. Ao longo de mais de 22.200 anos de informações de crescimento em nível de árvore e parcelas com faixa temporal de até 62 anos de monitoramento, analisou-se a dinâmica das populações em áreas com e sem histórico de manejo florestal, oferecendo uma visão abrangente sobre como o crescimento, a regeneração e a mortalidade das espécies varia no tempo. Além disso, as informações obtidas subsidiaram os modelos de recuperação volumétrica de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em função de diferentes cenários de manejo florestal apresentados no Capítulo 6 – Manejo Florestal de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. na Amazônia Brasileira: Critérios e Recomendações. Os avanços aqui evidenciados fornecem uma perspectiva robusta sobre a dinâmica e estrutura populacional de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em diferentes cenários ambientais na Amazônia, indicando quais parâmetros populacionais devem ser avaliados para o manejo florestal sustentável das espécies.

1. ESTRUTURA POPULACIONAL DE *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP. NA AMAZÔNIA: INVENTÁRIOS FLORESTAIS

Estruturas populacionais com maior frequência de árvores nas menores classes diamétricas, por exemplo, 0-10 cm, comumente apresentam maior capacidade regenerativa e potencial para o manejo florestal sustentável (Maua et al., 2020). A distribuição unimodal assimétrica (“J” invertido) indica maior ca-

pacidade de regeneração da população e deve ser considerada para o manejo sustentável das espécies. Para a avaliação da estrutura populacional das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* que ocorrem na Amazônia Legal, integraram-se dados de inventário florestal (IF100, a partir de 30-40 cm de diâmetro) de 108 UPAs ao longo de cinco Florestas Nacionais – Flonas: Jamari, Jacundá, Altamira, Saracá-Taquera e Caxiuanã, totalizando mais de 150.000 ha amostrados. As Flonas são categorizadas por dois tipos principais de fitofisionomias de acordo como o Banco de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – BDIA/IBGE: Floresta Ombrófila Aberta – FOA, vegetação majoritária de Jamari e Jacundá, e Floresta Ombrófila Densa – FOD, vegetação exclusiva de Caxiuanã e Saracá-Taquera. Para Altamira, observamos uma transição entre essas duas principais vegetações.

As árvores com maior diâmetro médio são observadas para *H. impetiginosus*, com 69,55 cm em FOA e *H. incanus*, com 68,82 cm em FOD (Tabela 1). Entre as espécies, *H. serratifolius* apresenta os diâmetros máximos mais elevados em FOA, com 254 cm e em FOD, 250 cm. No geral, entre fitofisionomias para as espécies, há pouca diferença nos diâmetros máximos, exceto para *H. impetiginosus*, com 252 cm em FOA e 176,66 cm em FOD. *H. incanus* foi a espécie que apresentou os menores valores de diâmetro máximo, com 160 cm em FOA e 154,40 cm em FOD. Entre as espécies, a densidade de árvores a partir de 50 cm de DAP por hectare média em área de efetivo manejo foi maior para *H. serratifolius* com 0,189 árv/ha em FOA, seguido por *H. impetiginosus* com 0,172 árv/ha em FOA e *H. incanus* com 0,027 árv/ha em FOD.

Tabela 1. Diâmetro médio ($D_{méd}$), desvio padrão ($\pm DP$) e diâmetro máximo ($D_{máx}$) em centímetros e densidade de árvores comerciais por hectare em área de efetivo manejo (Dens, a partir de 50 cm de diâmetro) para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em diferentes fitofisionomias amazônicas (IBGE) em Florestas Nacionais da Amazônia Legal. Fitofisionomias: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD.

Espécie	Fitofisionomia	$D_{méd}$ (cm)	$\pm DP$	$D_{máx}$ (cm)	Dens (árv/ha)	$\pm DP$
<i>Handroanthus serratifolius</i>	FOA	63,56	16,39	254,0	0,189	0,203
	FOD	62,19	17,45	250,0	0,172	0,291
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	FOA	69,55	18,42	252,0	0,172	0,156
	FOD	68,43	19,57	176,66	0,086	0,135
<i>Handroanthus incanus</i>	FOA	57,74	16,28	160,0	0,017	0,024
	FOD	68,82	22,83	154,40	0,027	-

Dados ausentes ou insuficientes “-”.

A densidade média de árvores por hectare de *Handroanthus* spp. em área de efetivo manejo ao longo de diferentes classes diamétricas evidencia uma estrutura

média populacional com formato de J-invertido (Figura 1). Essa característica geralmente indica maior capacidade de regeneração populacional e maior potencial para o manejo sustentável das espécies. Entre as espécies, *H. serratifolius* é que apresenta maior densidade de árvores entre as classes diamétricas, com cerca de 0,20-0,30 árv/ha nas classes próximas de 50 cm de diâmetro, seguida de *H. impetiginosus*, com 0,10-0,15 árv/ha e *H. incanus* com 0,04-0,06. Para esta espécie, a baixa densidade de árvores por classe diamétrica e diâmetros máximos menores indicam um reduzido potencial para o manejo florestal na Amazônia. Além disso, a ausência de dados robustos para as classes inferiores a 30-40 cm de diâmetro limita a avaliação das estruturas populacionais médias de *Handroanthus* spp. nas áreas de manejo florestal da Amazônia.

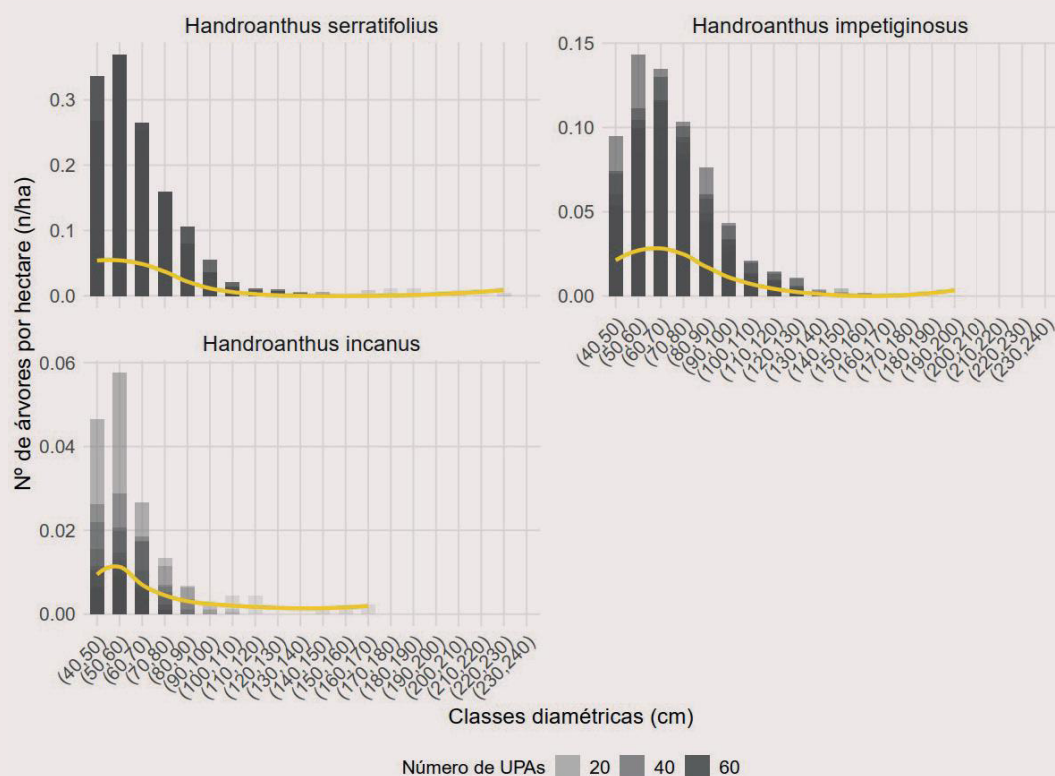


Figura 1. Número médio de árvores por hectare de *Handroanthus* spp. ao longo de diferentes classes de diâmetro (intervalos de 10 cm) nas Florestas Nacionais. Dados ausentes para *Tabebuia* spp.

Ao longo das unidades de produção anual – UPA das Florestas Nacionais avaliadas observou-se os maiores valores de volume médio por hectare para *H. serratifolius*, com mediana em torno de 3,0 m³/ha (Figura 2), *H. impetiginosus*, com 2,25 m³/ha e *H. incanus*, com 0,25 m³/ha, reforçando o baixo potencial madeireiro desta espécie na Amazônia.



Figura 2. Volume médio por hectare de *Handroanthus* spp. ao longo de diferentes unidades de produção anual – UPA nas Florestas Nacionais. Dados ausentes para *Tabebuia* spp.

2. ANÉIS DE CRESCIMENTO DE *HANDROANTHUS* SPP. NA AMAZÔNIA

Para a análise do crescimento de *Handroanthus* spp. foram utilizados dados de anéis de crescimento de *Handroanthus serratifolius* em Floresta Ombrófila Densa – FOD, da região de Nova Aripuanã, do estado do Amazonas (Figuras 3 e 4). O crescimento da espécie é lento, com taxas de crescimento diamétrico em torno de 0,45 cm/ano e diâmetro de 50 cm atingido após os 115 anos de idade (Figura 4). Andrade et al. (2019) encontraram idade máxima aproximada de 130 anos, com dados de crescimento em resolução anual, contabilizando mais de 2.000 anos (Andrade et al., 2019). Foi possível observar que, no geral, há baixa variabilidade no crescimento entre árvores da população (Figura 3), quando comparado com outras populações específicas (Brienen & Zuidema, 2006; Groenendijk et al., 2017; Conde et al., 2024).

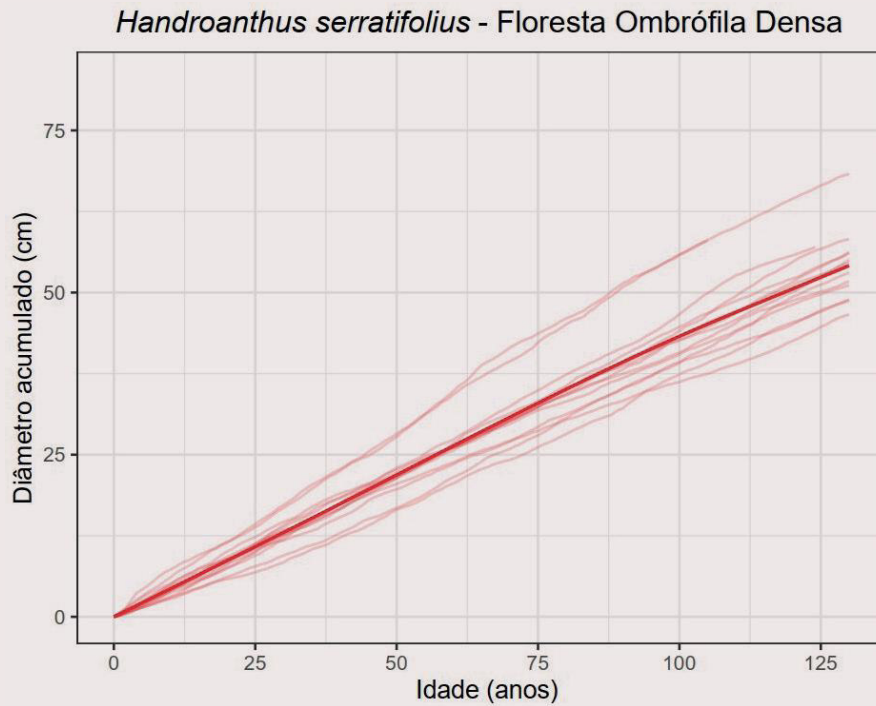


Figura 3. Diâmetro acumulado pela idade das árvores (anos) de *Handroanthus serratifolius* em Nova Aripuanã, Amazonas, Floresta Ombrófila Densa – FOD.

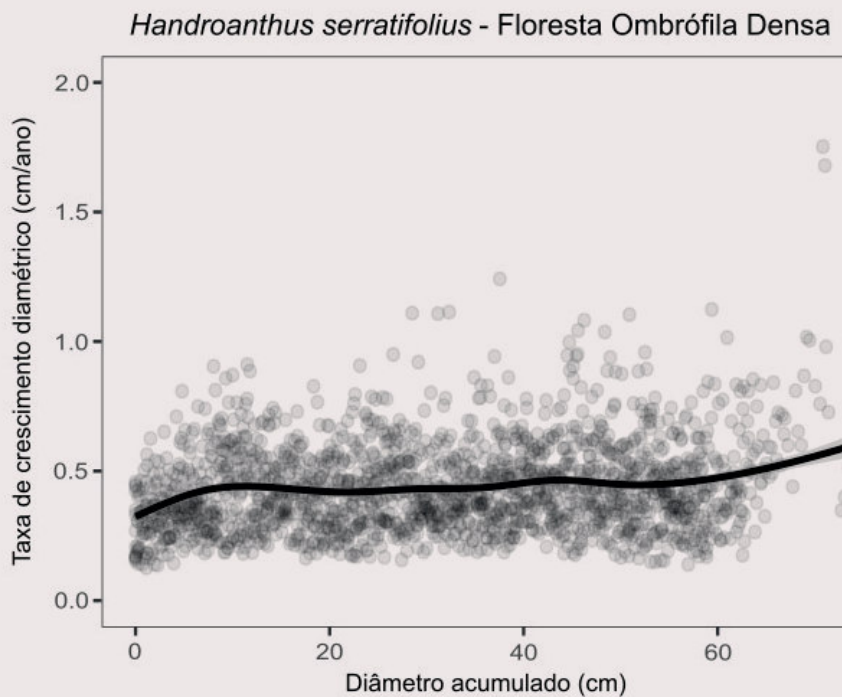


Figura 4. Taxa de crescimento diamétrico pelo diâmetro acumulado de *Handroanthus serratifolius* em Nova Aripuanã, Amazonas, Floresta Ombrófila Densa – FOD.

3. MONITORAMENTO POPULACIONAL DE *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP.: PARCELAS PERMANENTES

Para avaliação do crescimento arbóreo, foram avaliadas cerca de 1.271 árvores de *Handroanthus* spp. e 649 árvores de *Tabebuia* spp., distribuídas ao longo de 412 parcelas permanentes na Pan-Amazônia (Apêndice C) (Lopez-Gonzalez et al., 2009; 2011; Vidal et al., 2016; d'Oliveira et al., 2024). A faixa temporal avaliada é relativa aos anos de 1962 a 2024 (variando entre parcelas), totalizando 22.200 anos de informações em nível de árvore. Para a análise das taxas de crescimento diamétrico anuais as parcelas foram categorizadas de acordo com as fitofisionomias correspondentes e com os seguintes tratamentos: a) controle, ou seja, sem intervenções antrópicas ao longo do tempo de monitoramento e b) manejo florestal, ou seja, com impactos de exploração florestal ao longo do tempo (Figura 5).

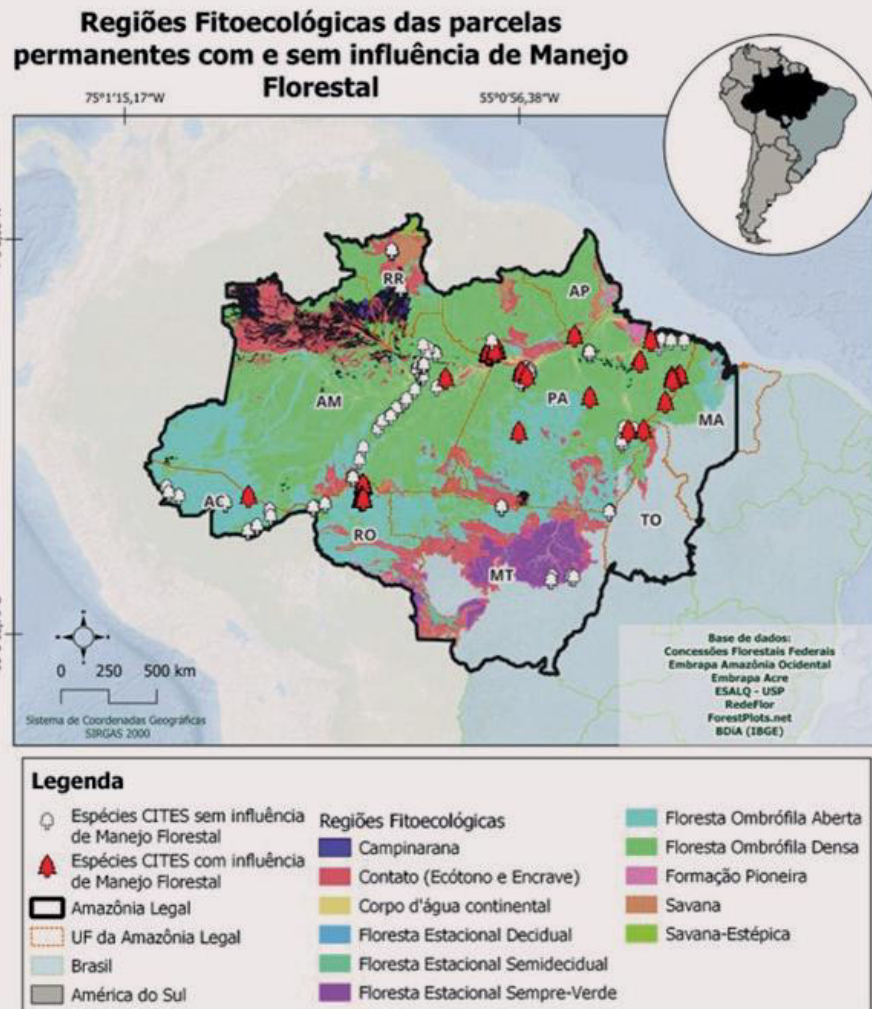


Figura 5. Localização das parcelas permanentes distribuídas por regiões fitoecológicas, com (em vermelho) e sem histórico de manejo florestal (em branco) de acordo como o Banco de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – BDIA/IBGE.

Verificou-se ampla variabilidade nas taxas de crescimento diamétrico anual entre as espécies ao longo das parcelas avaliadas na Pan-Amazônia. Por meio de Modelos Aditivos Generalizados – GAM e método de Máxima Verossimilhança Restrita – REML estimaram-se as taxas de crescimento diamétrico anual à medida que as árvores aumentaram em tamanho. Tendências de aumento nas taxas de crescimento anual até um limite médio de 0,5 cm/ano próximo dos 50 cm de diâmetro acumulado, delineando uma curva média com formato sigmoidal foram observadas (Figura 6). Após isso, *H. serratifolius* e *H. impetiginosus*, as únicas espécies com dados de taxa de crescimento acima de 60 cm de diâmetro acumulado, demonstraram tendências de declínio, onde as taxas de crescimento diminuem à medida que os diâmetros aumentam. Observaram-se tendências similares nas taxas de crescimento diamétrico médio entre dados de parcelas permanentes e anéis de crescimento, tanto em relação ao seu formato, como em função dos seus valores absolutos maiores nos anéis, com taxas comumente em torno de 0,5 cm/ano (Figura 4). Comumente, em nível de população, espera-se menores taxas de crescimento em parcelas permanentes devido sua análise também ocorrer em árvores com menor performance e que morrem ao longo do monitoramento realizado (Nehrbass-Ahles et al., 2014). Porém, possivelmente devido às estratégias de crescimento de *Handroanthus* spp., que apresenta baixas taxas de crescimento independente da condição ambiental, não se observaram diferenças significativas entre parcelas permanentes e anéis de crescimento.

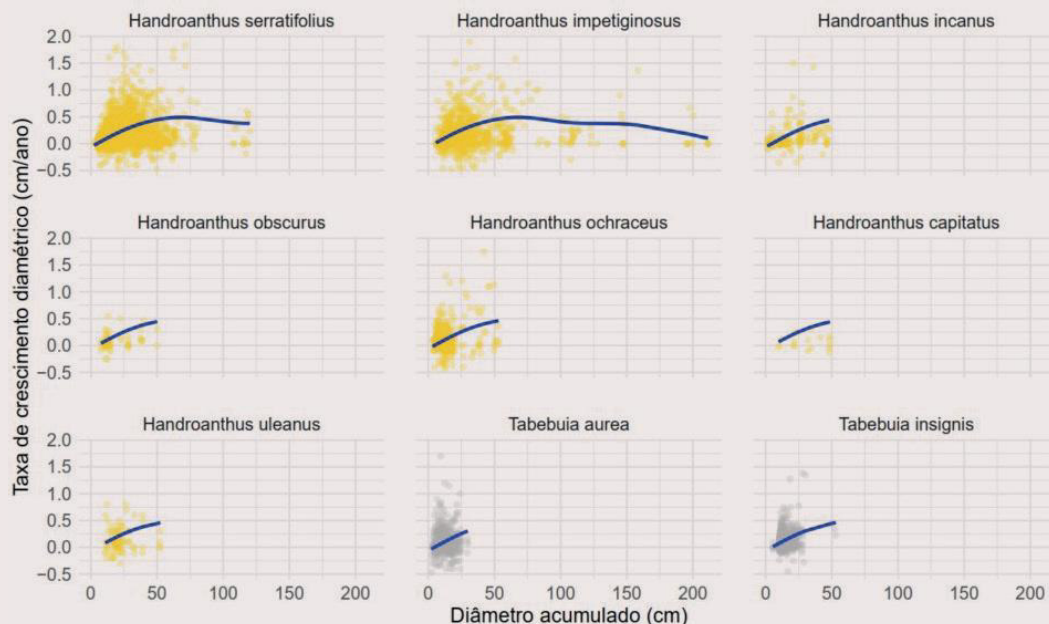


Figura 6. Taxa de crescimento diamétrico anual por diâmetro acumulado para *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. obscurus*, *H. ochraceus*, *H. capitatus*, *H. uleanus*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis* ao longo de parcelas permanentes na Pan-Amazônia. Linhas em azul projetadas por meio de Modelos Aditivos Generalizados – GAM e método de Máxima Verossimilhança Restrita – REML.

Considerando que o manejo florestal na Amazônia brasileira ocorre principalmente nas fitofisionomias Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, avaliaram-se as taxas de crescimento anual em ambas as vegetações, em diferentes tratamentos de manejo florestal (Tabela 2) e ao longo das classes diamétricas das árvores (Figura 7). Para as espécies, de forma geral, observou-se crescimento diamétrico médio em torno de 0,30 cm/ano, com tendências de maior crescimento em áreas com histórico de manejo florestal, principalmente para *H. impetiginosus* em FOD, com 0,42 cm/ano (Tabela 2). Entre as classes diamétricas, os valores medianos mais altos foram observados em áreas manejadas e nas classes próximas de 30-40 cm, para *H. impetiginosus*, com cerca de 0,85 cm/ano em FOD (Figura 7). Contudo, foi *H. serratifolius* que apresentou a resposta de maior crescimento entre tratamentos de manejo florestal mais clara. Entre as classes de diâmetro: 20-30, 40-50, 50-60 e 110-120 cm o crescimento foi sempre maior nas áreas manejadas, principalmente para a classe 20-30 cm ($p < 0,001$) (Figura 7).

Tabela 2. Taxa de crescimento diamétrico médio anual para *Handroanthus* spp. em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD sem manejo (controle – C) e com histórico de manejo florestal – MF ao longo de parcelas permanentes na Amazônia brasileira. Número de parcelas avaliadas para as categorias (n plots). Desvio padrão (DP ± cm/ano).

Espécie	Fitofisionomia	Tratamento	n (plots)	Crescimento (cm/ano)	DP (±)
<i>Handroanthus serratifolius</i>	FOA	C	6	0,32	0,30
		MF	60	0,35	0,31
	FOD	C	82	0,21	0,22
		MF	134	0,32	0,30
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	FOA	C	-	-	-
		MF	26	0,31	0,30
	FOD	C	27	0,24	0,22
		MF	45	0,42	0,40
<i>Handroanthus incanus</i>	FOA	C	4	0,25	0,29
		MF	6	0,42	0,28
	FOD	C	16	0,07	0,05
		MF	-	-	-
<i>Handroanthus obscurus</i>	FOD	C	3	0,17	0,16
<i>Handroanthus capitatus</i>	FOD	C	3	0,24	0,01

Dados ausentes ou insuficientes “-”.

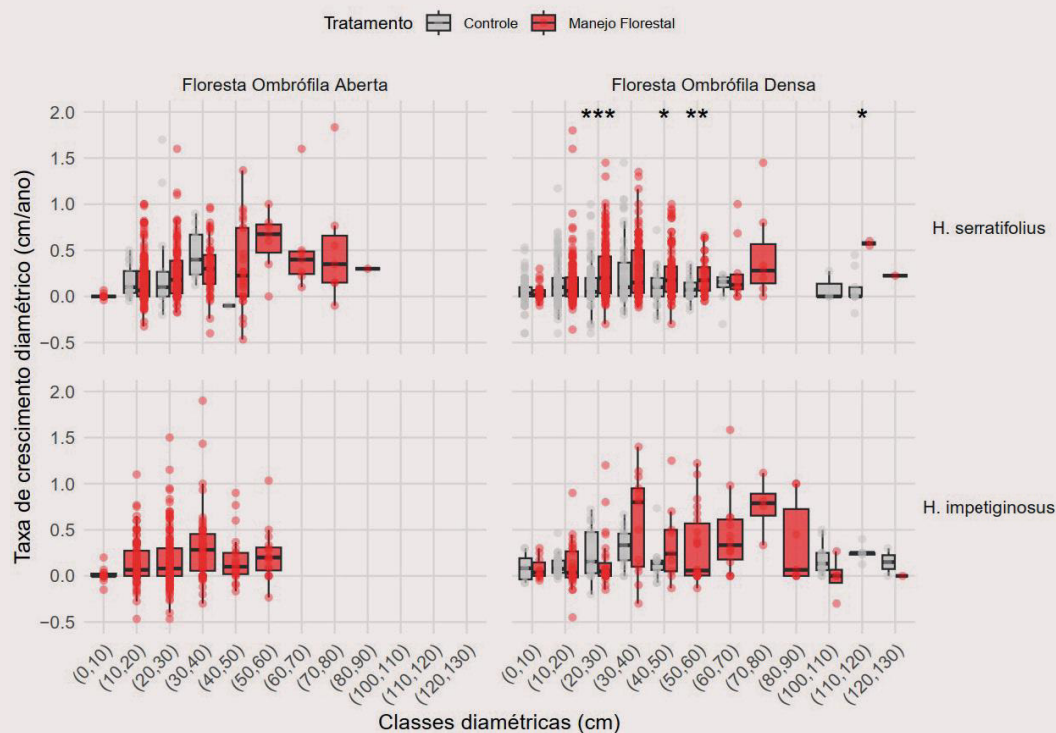


Figura 7. Taxa de crescimento diamétrico anual por classe diamétrica e tratamento de manejo florestal (controle e manejo florestal) para *Handroanthus serratifolius* e *H. impetiginosus* em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD ao longo de parcelas permanentes na Amazônia brasileira. Teste de Wilcoxon: asteriscos indicam diferenças significativas: * ($p < 0,05$), ** ($p < 0,01$) e *** ($p < 0,001$). Considerando a baixa amostragem nas classes diamétricas máximas a partir de 130-140 cm, são apresentadas somente até a classe 120-130 cm, para melhor visualização dos dados.

4. MORTALIDADE E RECRUTAMENTO

Para avaliação da mortalidade e recrutamento das espécies consideraram-se somente as localidades que coincidiam na mesma fitofisionomia os dois tratamentos avaliados: controle e manejo florestal. Com isso, foi possível verificar de forma mais realista o efeito dos tratamentos de manejo nas populações avaliadas.

Além disso, as análises foram restringidas apenas para as localidades com ao menos 30 anos de monitoramento, analisando de forma robusta a mortalidade e regeneração das espécies ao longo de um ciclo de corte completo. Assim, avaliaram-se 95 parcelas permanentes em Floresta Ombrófila Aberta – FOA, localizadas no estado do Acre (Embrapa Acre), com período de monitoramento de 32 anos (1991 a 2023) (d’Oliveira et al. 2024). Já para Floresta Ombrófila Densa – FOD, 43 parcelas permanentes foram avaliadas, distribuídas na região de Paragominas, Pará (ESALQ – USP), com período de monitoramento de 30 anos (1993 a 2023) (Vidal et al., 2016). Isso permitiu avaliar com maior qualidade o efeito dos tratamentos

em nível local e populacional para as espécies de *Handroanthus* spp. Com isso, realizaram-se os cálculos das taxas anuais de mortalidade e recrutamento por espécie, fitofisionomia e tratamento de manejo florestal.

Finalmente, para o ajuste das taxas anuais de mortalidade e recrutamento, considerando os diferentes intervalos dos censos no tempo, entre e dentro das parcelas, realizou-se uma correção nos dados por meio de um coeficiente de ajuste linear entre intervalos de censos e taxas de mortalidade e recrutamento, conforme recomendações de Lewis et al. (2004).

As taxas de mortalidade das espécies (%/ano) para cada censo foram calculadas utilizando a equação proposta por Kohyama et al. (2017) :

$$m = \left(1 - \left(\frac{Nt_1}{Nt_0} \right)^{\frac{1}{T}} \right) \times 100$$

Onde: Nt_1 é o número de indivíduos que sobreviveram ao intervalo entre censos, Nt_0 é o número inicial de indivíduos, e T é o período de tempo entre dois censos consecutivos.

Para o cálculo das taxas de recrutamento das espécies (%/ano), utilizou-se a densidade final de indivíduos conforme equação proposta por Kohyama et al. (2017) :

$$r = \left(1 - \left(1 - \left(\frac{I}{Nt_2} \right)^{\frac{1}{t}} \right) \right) \times 100$$

Onde: Nt_2 é o número de árvores sobreviventes até a segunda amostragem, I é o número de árvores recrutadas, e t é o número de anos entre a primeira e a segunda amostragem.

Para *Handroanthus impetiginosus*, não houve registro de indivíduos na área controle em FOA, assim, nas áreas manejadas foram observados valores médios de taxa de mortalidade de 0,5%/ano (Figura 8A). Para a espécie, em FOD, as taxas de mortalidade anual foram em média 4%/ano em área manejada e 4,5%/ano na área de controle. Para *Handroanthus serratifolius*, as taxas de mortalidade foram similares entre áreas de manejo e controle em FOA. Entre fitofisionomias, as maiores diferenças foram constatadas com valores em torno de 0,2%/ano em FOA e 4,5%/ano em FOD (Figura 8A).

Devido à ausência de indivíduos de *H. impetiginosus* em áreas controle em FOA, obtiveram-se taxas de recrutamento apenas em áreas manejadas e com amostragem limitada, com 0,1%/ano (Figura 8B). Para FOD, as maiores taxas de recrutamento médio foram observadas em áreas controle, com 5,5%/ano e 3,8%/ano para

áreas manejadas. Para *H. serratifolius*, a taxa de recrutamento médio foi de 0,75%/ano para FOA em área de controle e 1%/ano em área manejada. Já para FOD, área de controle obteve uma média de recrutamento de 4%/ano e em áreas de manejo 4,5%/ano. Tanto para mortalidade, como recrutamento, observou-se tendências de valores mais altos em FOD em relação a FOA, indicando uma maior dinâmica populacional das espécies nessa condição ambiental (Figura 8).

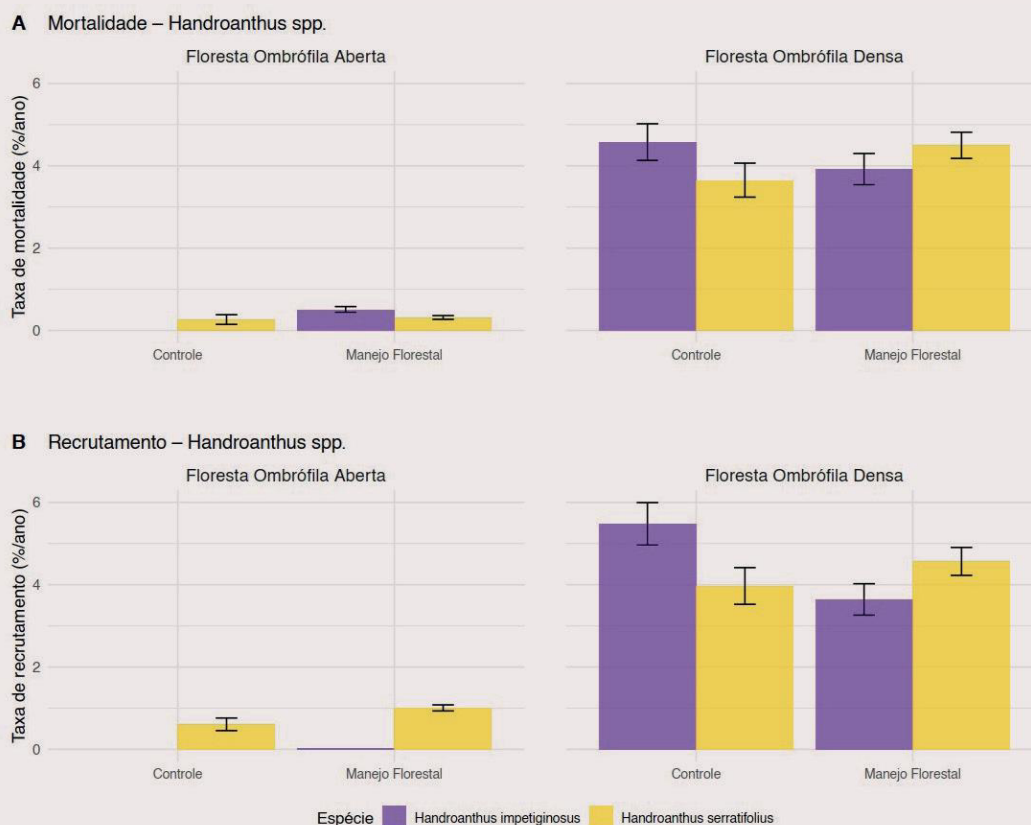


Figura 8. Taxas de mortalidade e recrutamento médio (%/ano) por fitofisionomia: Floresta Ombrófila Aberta – FOA (95 parcelas permanentes no Acre) e Floresta Ombrófila Densa – FOD (43 parcelas permanentes no Pará) e tratamento de manejo florestal (controle e manejo florestal) para *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus impetiginosus*. As barras representam médias e as linhas verticais representam o erro padrão da média.

5. DINÂMICA POPULACIONAL

A coleta contínua de dados robustos para avaliação e monitoramento populacional é necessária, especialmente considerando o impacto crescente das mudanças climáticas sobre a dinâmica das espécies (Aleixo et al., 2019). Assim, essas informações devem subsidiar o manejo florestal adaptativo com o objetivo de ajustar as práticas de manejo às condições de constante mudança. A dinâmica populacional de espécies arbóreas foi avaliada por meio dos resultados de crescimento, mortalidade e recrutamento descritos anteriormente. Os resulta-

dos indicam que o crescimento médio anual foi maior em áreas manejadas (0,36 cm/ano) em comparação com áreas controle (0,21 cm/ano), com destaque para *H. impetiginosus*, que apresentou taxas de 0,42 cm/ano em áreas manejadas na FOD (Tabela 2).

As taxas de mortalidade média para *Handroanthus* spp. foram cerca de 0,5%/ano em FOA e entre 3,8 a 4,5%/ano em FOD, enquanto as taxas de recrutamento foram de 0,1 a 1%/ano em FOA e 3,8 a 5,5%/ano em FOD (Figura 8). Essas diferenças entre fitofisionomias indicam que FOD proporciona condições mais dinâmicas para ambas as espécies, com maior recrutamento e mortalidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados utilizados na avaliação da estrutura populacional, crescimento e dinâmica de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. constituem a maior compilação já registrada na literatura sobre esses gêneros na Amazônia. Foram integrados inventários florestais de 52.432 árvores em mais de 150.000 hectares de Floresta Ombrófila Aberta (FOA) e Floresta Ombrófila Densa (FOD), dados de anéis de crescimento de uma população de *H. serratifolius* e 412 parcelas permanentes distribuídas na Pan-Amazônia, totalizando mais de 22.200 anos-acumulados de monitoramento.

A estrutura populacional de *Handroanthus* spp. revelou um padrão característico de espécies de baixa densidade, com distribuição etária em J-invertido. A análise dos anéis de crescimento de *H. serratifolius* evidenciou variabilidade intrapopulacional moderada, com diferenças de até duas vezes nas trajetórias de diâmetro acumulado entre árvores da mesma população. As parcelas permanentes mostraram variações significativas nas taxas de crescimento, mortalidade e recrutamento, influenciadas por tratamentos de manejo e, principalmente, pelas diferenças entre fitofisionomias, com a FOD apresentando maior dinamismo em relação à FOA. Esses resultados ressaltam a necessidade de critérios de manejo que incorporem a variabilidade do crescimento e da dinâmica populacional em diferentes contextos ecológicos.

A sustentabilidade do manejo florestal desses gêneros depende de práticas que considerem suas características biológicas. A baixa densidade e as taxas de crescimento lento exigem intensidades de exploração reduzidas e a manutenção de uma estrutura populacional saudável, incluindo a conservação de indivíduos reprodutivos em todas as classes diamétricas, especialmente porta-sementes e árvores nas classes prévias ao diâmetro mínimo de corte. Tais medidas assegu-

ram o fluxo gênico e a viabilidade de populações passíveis de manejo comercial no longo prazo.

Apesar da robustez da base de dados reunida, persistem lacunas, muitas das quais, já relatadas na literatura científica. A ampliação da amostragem para classes diamétricas menores que 40 cm pode aprimorar a avaliação da regeneração. Inventários antes e após a exploração permitem mensurar impactos sobre árvores grandes, essenciais à recuperação populacional. O monitoramento de áreas sob diferentes intensidades de manejo amplia o entendimento da dinâmica populacional, enquanto estudos de polinização, dispersão de sementes e fenologia subsidiam estratégias de regeneração e conservação genética.

Por fim, experimentos simulando anomalias climáticas, como a exclusão artificial de precipitação, podem contribuir para avaliar a resiliência das espécies frente à mudança do clima. A integração contínua de inventários, anéis de crescimento e parcelas permanentes representa, assim, a base científica necessária para desenvolver estratégias de manejo adaptadas, capazes de conciliar exploração madeireira sustentável e conservação das populações de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. na Amazônia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aleixo, I., Norris, D., Hemerik, L., Barbosa, A., Prata, E., Costa, F., & Poorter, L. (2019). Amazonian rainforest tree mortality driven by climate and functional traits. *Nature Climate Change*, 9(5), 384-388. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0458-0>

Andrade, F.W.C., Pinto, T.I., Moreira, L.D.S., da Ponte, M.J.M., Lobato, T.D.C., de Sousa, J.T.R., & Moutinho, V.H.P. (2022). The legal roundwood market in the Amazon and its impact on deforestation in the region between 2009–2015. *Forests*, 13(4), 558. <https://doi.org/10.3390/f13040558>

Andrade, V.H.F., do Amaral Machado, S., Figueiredo Filho, A., Botosso, P.C., Miranda, B. P., & Schöngart, J. (2019). Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 438, 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.030>

Artaxo, P., Hansson, H.C., Machado, L.A.T., & Rizzo, L.V. (2022). Tropical forests are crucial in regulating the climate on Earth. *PLOS Climate*, 1(8), e0000054. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000054>

Borma, L.S., Costa, M.H., da Rocha, H.R., Arieira, J., Nascimento, N.C.C., Jaramillo-Giraldo, C., ... & Nobre, C.A. (2022). Beyond carbon: The contributions of South American tropical humid and subhumid forests to ecosystem services. *Reviews of Geophysics*, 60(4), e2021RG000766. <https://doi.org/10.1029/2021RG000766>

Brando, P.M., Balch, J.K., Nepstad, D.C., Morton, D.C., Putz, F.E., Coe, M.T., ... & Soares-Filho, B.S. (2014). Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought–fire interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 6347–6352. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305499111>

Brando, P.M., Coe, M.T., DeFries, R., & Azevedo, A.A. (2013). Ecology, economy and management of an agroindustrial frontier landscape in the southeast Amazon. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368, 20120152. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0152>

Brienen, R.J.W., & Zuidema, P.A. (2007). Incorporating Persistent Tree Growth Differences Increases Estimates of Tropical Timber Yield. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(6), 302–306. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[302:RCPTGD\]2.0.CO.2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[302:RCPTGD]2.0.CO.2)

Carrasco, J., Price, V., Tulloch, V., & Mills, M. (2020). Selecting priority areas for the conservation of endemic trees species and their ecosystems in Madagascar considering both conservation value and vulnerability to human pressure. *Biodiversity Conservation*, 29, 1841–1854, <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01947-1>

Chowdhury, S. (2023). Threatened species could be more vulnerable to climate change in tropical countries. *Science of The Total Environment*, 858, 159989. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159989>

Conde, M.L.G., Piedade, M.T.F., Wittmann, F., Nascimento, R.G.M., & Schöngart, J. (2024). Evaluation of the management potential of timber resources in clearwater floodplain forests in the Amazon using growth models. *Journal of Environmental Management*, 351, 119781. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119781>

Condé, T.M., Tonini, H., Higuchi, N., Higuchi, F.G. Lima, A.J.N., Barbosa, R.I., ... & Haas, M.A. (2022). Effects of sustainable forest management on tree diversity, timber volumes, and carbon stocks in an ecotone forest in the northern Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 119, 106145, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106145>

d’Oliveira, M.V.N., Miller, R.P., Oliveira, L.C., Braz, E.M., Thaines, F., Januário, J.L., & Acuña, M.H.A. (2024). Growth dynamics of an Amazonian forest: Effects of

reduced impact logging and recurring atypical climate events during a 20-year study. *Forest Ecology and Management*, 562, 121937. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121937>

Ettinger, A.K., Chuine, I., Cook, B.I., Dukes, J.S., Ellison, A.M., Johnston, M.R., ... & Wolkovich, E.M. (2019). How do climate change experiments alter plot-scale climate? *Ecology Letters*, 22, 748–763. <https://doi.org/10.1111/ele.13223>

Fortini, L.B., & Zarin, D.J. (2011). Population dynamics and management of Amazon tidal floodplain forests: Links to the past, present and future. *Forest Ecology and Management*, 261, 551–561, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.007>

Fremout, T., Thomas, E., Gaisberger, H., Van Meerbeek, K., Muenchow, J., Briers, S., ... & Muys, B. (2020). Mapping tree species vulnerability to multiple threats as a guide to restoration and conservation of tropical dry forests. *Global Change Biology*, 26, 3552–3568, <https://doi.org/10.1111/gcb.15028>

Groenendijk, P., Bongers, F., & Zuidema, P.A. (2017). Using tree-ring data to improve timber-yield projections for African wet tropical forest tree species, *Forest Ecology and Management*, 400, 396–407. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.054>

Hubbell, S.P., & Foster, R.B. (1992). Short-Term Dynamics of a Neotropical Forest: Why Ecological Research Matters to Tropical Conservation and Management. *Oikos*, 63, 48–61, <https://doi.org/10.2307/3545515>

Kohyama, T.S., Kohyama, T.I., & Sheil, D. (2017). Definition and estimation of vital rates from repeated censuses: choices, comparisons and bias corrections focusing on trees. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(4), 809-821. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12929>

Lewis, S.L., Phillips, O.L., Sheil, D., Vinceti, B., Baker, T.R., Brown, S., ... & Vásquez Martínez, R. (2004). Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. *Journal of Ecology*, 92(6), 929-944. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00923.x>

Lopez-Gonzalez, G., Lewis, S.L., Burkitt, M., Baker T.R., & Phillips, O.L. (2009). *ForestPlots.net*. www.forestplots.net.

Lopez-Gonzalez, G., Lewis, S.L., Burkitt, M., & Phillips, O.L. (2011). *ForestPlots.net*: a web application and research tool to manage and analyse tropical forest plot

data. *Journal of Vegetation Science*, 22, 610–613. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01312.x>

Malhi, Y., Melack, J., Gatti, L.V., Ometto, J., Kesselmeier, J., Wolff, S., ... & Restrepo-Coupe, N. (2021). Biogeochemical cycles of the Amazon. In: *SCIENCE panel for the Amazon: Amazon assessment report 2021*. New York, NY: United Nations Sustainable Development Solutions Network.

Maua, J.O., MugatsiaTsingalia, H., Cheboiwo, J., & Odee, D. (2020). Population structure and regeneration status of woody species in a remnant tropical forest: A case study of South Nandi forest, Kenya. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00820, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00820>

Nehrbass-Ahles, C., Babst, F., Klesse, S., Nötzli, M., Bouriaud, O., Neukom, R., ... & Frank, D. (2014). The influence of sampling design on tree-ring-based quantification of forest growth. *Global change biology*, 20(9), 2867-2885. <https://doi.org/10.1111/gcb.12599>

Phillips, O.L., Aragão, L.E.O.C., Lewis, S.L., Fisher, J.B., Lloyd, J., López-González, ... & Torres-Lezama, A. (2009). Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science*, 323, 1344–1347, <https://doi.org/10.1126/science.1164033>

Piponiot, C., Rutishauser, E., Derroire, G., Putz, F.E., Sist, P., ... & Hérault, B. (2019). Optimal strategies of Ecosystem Services provision for Amazonian production forests. *Environmental Research Letters*. 14(12), 124090, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5eb1>

Putz, F.E., Blate, G.M., Redford, K.H., Fimbel, R., & Robinson, J. (2001). Tropical Forest Management and Conservation of Biodiversity: An Overview, *Conservation Biology*, 15, 07–20.

Putz, F.E., Zuidema, P.A., Synnott, T., Peña-Claros, M., Pinard, M.A., Sheil, D., ... & Zagt, R. (2012). Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. *Conservation Letters*, 5, 296–303, <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00242.x>

Schöngart, J. (2008). Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. *Forest Ecology and Management*, 256, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.037>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2022). *Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF*. <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/temas-florestais/recursos-florestais/florestas-naturais>

Vidal, E., West, T.A.P., & Putz, F.E. (2016). Recovery of biomass and merchantable timber volumes twenty years after conventional and reduced-impact logging in Amazonian Brazil. *Forest Ecology and Management*, 376, 1–8, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.003>

West, T.A.P., Caviglia-Harris, J.L., Martins, F.S., Silva, D.E., & Börner, J. (2022). Potential conservation gains from improved protected area management in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 269, 109526. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109526>

West, T.A.P., Vidal, E., & Putz, F.E. (2014). Forest biomass recovery after conventional and reduced-impact logging in Amazonian Brazil. *Forest Ecology and Management*, 314, 59–63, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.022>



CAPÍTULO 4

LEGISLAÇÃO E SISTEMAS DE CONTROLE
FLORESTAL: EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL
DE *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP.
NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

Allan Jordani^{1,2}, Manolo Quintilhan², Yanka Alves², Ana Clara Domingos², José Guilherme Roquette³ e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024⁴

RESUMO

A legislação que regula a exploração sustentável de florestas no Brasil é fundamentada em princípios que buscam conciliar a conservação dos ecossistemas com o desenvolvimento sustentável. Para o monitoramento dos parâmetros estabelecidos legalmente, regulação da cadeia produtiva e integração das informações sobre o licenciamento, monitoramento e fiscalização dos recursos naturais estabeleceram-se os sistemas de controle florestal. Assim, todas as etapas da cadeia produtiva podem ser avaliadas, desde a sua origem florestal por meio da análise da autorização da exploração até as demais etapas, como, transporte, desdobro, industrialização das toras e comércio dos produtos madeireiros. Essa ampla base de informações, da origem do produto florestal até o consumidor final, subsidia a gestão pública na compreensão da exploração e manejo florestal das espécies. Neste sentido, o manejo florestal sustentável é regido por uma rede de normas que visam garantir a recuperação do volume de madeira e da diversidade florística após ciclos de corte de 25-35 anos, com intensidade de exploração de até 30 m³/ha e a manutenção de ao menos 10% das árvores por espécie com diâmetro acima de 50 cm, com isso, atendendo aos critérios de seleção de corte no manejo florestal em um contexto de avaliação da sustentabilidade média da floresta. Contudo, o manejo sustentável em nível de espécie, particularmente para espécies com histórico de maior pressão comercial, como *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., requer abordagens mais específicas que considerem sua dinâmica populacional e características biológicas. Estudos que avaliem o histórico e as características do manejo dessas espécies entre unidades federativas – UFs, fitofisionomias

1 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama

2 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - CGFlo/Ibama

3 Ministério Público do Estado de Mato Grosso - MPMT

4 Portaria de Pessoal N° 701, de 15 de abril de 2024

e categorias de manejo florestal ainda são raros e necessitam de maior robustez. No presente capítulo, foi analisada a base dados dos sistemas de base florestal com mais de 2.000 autorizações na Amazônia Legal, no período entre 2018 e 2023. Diante do complexo banco de dados, buscou-se estabelecer padrões de análises das informações, bem como categorizações por fitofisionomias: Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Ombrófila Densa; além de sistematização por categorias de Manejo Florestal: em Florestas Pública, Comunitários e Privados. Os estados do Pará e Mato Grosso destacaram-se no maior número de árvores e volume inventariado. Em termos de volumes autorizados, o Pará liderou em volume total, enquanto Mato Grosso teve a maior média por hectare. O Amapá, por sua vez, registrou os maiores volumes explorados e transacionados. A análise nos estados do Pará e Mato Grosso foi limitada pela falta de dados completos. Nas fitofisionomias, Florestas Ombrófilas Abertas no Pará e Mato Grosso apresentaram a maior densidade e volume médio de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. Esses dados, oriundos de sistemas de base florestal, fornecem dados estratégicos para identificar regiões e categorias de manejo florestal onde há maior ocorrência, volume e exploração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., potencializando a tomada de decisão e a elaboração de políticas públicas.

Palavras-chave: recursos florestais; sistemas de base florestal; ipê.

CONTEXTO

O Brasil é conhecido internacionalmente por possuir um dos arcabouços legais ambientais mais abrangentes e avançados do mundo (Patriota, 2008). Os principais componentes incluem a Lei Nacional de Política Ambiental de 1981, o Código Florestal e leis que abordam áreas protegidas, crimes ambientais, água, mudanças climáticas e resíduos sólidos (Benjamin & Bryner, 2019). Desde a implementação da Reserva Legal em propriedades rurais, conforme o Código Florestal, Lei nº 4771/65 (Brasil, 1965), a exploração de florestas nativas, sejam primárias ou secundárias, deve ser realizada exclusivamente por meio de um Plano de Manejo Florestal Sustentável. Desde então, uma complexa rede de normas legais e infralegais foi sendo consolidadas, com o objetivo de conciliar a exploração dos recursos naturais com a conservação dos ecossistemas. A implementação da Política Nacional do Meio Ambiente, o Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, por meio da Lei nº 6938/81 (Brasil, 1981), definiu a competência ambiental entre as esferas de governo federal, estaduais e municipais, além de instituir uma instância com representação do poder público e representantes da sociedade civil para estabelecer normas e

procedimentos técnicos infralegais com objetivo de mitigar impactos ambientais na exploração de recursos naturais renováveis.

Neste sentido, a exploração sustentável de florestas nativas, além de atender uma série de critérios técnico-ambientais, deve se submeter aos controles da cadeia produtiva por meio de sistemas de monitoramento, que englobam desde a delimitação da área da propriedade a ser explorada no processo autorizativo, passando por análises de imagens de satélite, além de espelhamento do processo produtivo em sistemas virtuais, com caracterização de todas as transações, desdobros e comercializações realizadas.

A implementação de sistemas de monitoramento e controle florestal representa um marco importante para a gestão e conservação dos recursos naturais no Brasil (Brasil, 2020). Estabelecidos e regulamentados em âmbito federal e estadual, esses sistemas, como os federais Sinaflor, DOF Legado e DOF+, e os estaduais Simlam e Sisflora, centralizam dados e garantem transparência sobre a origem e movimentação dos recursos e produtos florestais, com o objetivo de assegurar a rastreabilidade da produção desde a área de manejo até o seu transporte e comercialização. Tais sistemas fornecem uma base importante para a tomada de decisão e para a formulação de políticas públicas voltadas ao manejo sustentável das florestas. Em particular, na Amazônia Legal, onde a maior concentração dos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS se encontra e há alta demanda por espécies de maior valor comercial, como as dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*, é essencial realizar uma rigorosa avaliação da cadeia produtiva da madeira, assegurando que o manejo florestal ocorra de maneira legal e responsável (Brasil, 2006a; 2012; Brasil, 2020).

A crescente pressão sobre espécies vulneráveis, impulsionada tanto pela conversão de uso da terra quanto pela demanda por madeira nos mercados interno e externo, torna-se ainda mais desafiadora diante da complexidade legislativa e das mudanças climáticas na Amazônia (Putz et al., 2001; Fearnside, 2002; Laurence & Useche, 2009). O uso de sistemas integrados, como Sinaflor e DOF+, permite um controle mais efetivo sobre as atividades de manejo e transporte da madeira, porém, a variabilidade dos dados entre as unidades federativas, associada aos sistemas estaduais parcialmente integrados, ainda dificulta a rastreabilidade completa dos produtos florestais (Brasil, 2020).

No Brasil, as práticas de manejo florestal são organizadas em categorias que refletem tanto os tipos de posse da terra quanto os objetivos de exploração, e incluem: Manejo em Florestas Públicas, frequentemente realizado por meio de Concessões em Unidades de Conservação de Uso Sustentável, Manejo em Propriedades Privadas, que ocorre em terras de domínio particular, e Manejo Florestal

Comunitário, voltado para comunidades locais, como as populações tradicionais de reservas extrativistas e assentamentos rurais. Os Planos de Manejo também são classificados quanto aos métodos de extração de madeira, dividindo-os em dois tipos: aqueles que preveem a utilização de máquinas para o arraste de toras, denominados de “Plenos”, e aqueles que não se utilizam deste tipo de maquinário nas operações de extração, classificados como de “Baixa Intensidade”. Cada uma dessas categorias apresenta características específicas, que ainda carecem de uma avaliação mais robusta sobre o impacto de suas atividades nas vegetações florestais, especialmente em nível de espécie. Além disso, o cenário florestal na Amazônia também é caracterizado por uma ampla diversidade de fitofisionomias que influenciam diretamente a estrutura populacional e o crescimento das espécies (Fonseca Jr. et al., 2009; Rosa et al., 2017; Flores et al., 2023). Neste capítulo, foram consideradas principalmente as Florestas Ombrófilas Abertas – FOA e as Florestas Ombrófilas Densas – FOD, que abrangem mais de 98% das árvores de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. avaliadas nas autorizações de PMFS.

A eficácia dos sistemas de base florestal no monitoramento e controle do uso dos recursos naturais depende de uma integração contínua de dados, que inclua avanços tecnológicos e análises de indicadores ecológicos (Rosa et al., 2012; Ferreira et al., 2014; DeArmond et al., 2023). Além disso, a gestão florestal responsável na Amazônia exige a colaboração e o alinhamento entre os diferentes entes do Sisnama. Dessa forma, assegura-se que o manejo florestal sustentável contemple um grau mínimo de padronização entre as unidades federativas e, ao mesmo tempo, possa ser adaptado às particularidades ecológicas e socioeconômicas de cada região. Portanto, para o presente capítulo, é abordada a exploração sustentável de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. a partir de um levantamento das normas federais e estaduais que regem o tema no Brasil, avaliando-se os dados dos sistemas de controle e monitoramento florestal, com o objetivo de identificar as dinâmicas de exploração e conservação ao longo das unidades federativas e categorias de manejo florestal sustentável na Amazônia Legal. Os resultados apresentados devem fornecer subsídios para a compreensão da dinâmica exploratória do gênero, bem como avaliação das normativas em vigência e seu impacto na conservação destas espécies.

1. NORMAS E CONTROLE DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL NO BRASIL

O Brasil é uma referência internacional por possuir um dos arcabouços legais ambientais mais completos e complexos do mundo (Patriota, 2008; Vargas, 2021). Um dos principais marcos da exploração sustentável na história recente do país, o Código Florestal, Lei nº 4771/65 (Brasil, 1965), estabeleceu

princípios fundamentais para a conservação das florestas em todo o território nacional, princípios que foram mantidos na Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), que o substituiu. A partir da promulgação da Política Nacional de Meio Ambiente, por meio da Lei nº 6938/81 (Brasil, 1981), que estabeleceu o instituto do Licenciamento Ambiental no país, e da implementação das resoluções do Conama, que regulamentam critérios ambientais em atividades potencialmente poluidoras ou que utilizam recursos naturais, o Brasil consolidou um marco regulatório robusto. No âmbito mais específico, normativas como a Resolução Conama nº 406/2009 (Brasil, 2009), que estabelece critérios técnicos para o Manejo Florestal, e a já mencionada Lei nº 12.651/2012, reforçam a posição do país na vanguarda da preocupação com sustentabilidade na exploração de seus recursos naturais, especialmente no que tange à flora.

Ao longo das décadas, a definição da Amazônia Legal evoluiu de um conceito inicial focado no planejamento econômico, para uma delimitação que, embora mantendo sua origem política, se consolidou como uma região de grande relevância ambiental e estratégica para o Brasil. A lei de nº 1.806/1953 (Brasil, 1953), Lei nº 5.173/1966 (Brasil, 1966), Lei Complementar nº 31/1977 (Brasil, 1977) e a Constituição de 1988 (Brasil, 1988) foram marcos que definiram a Amazônia Legal, não apenas como uma região geográfica, mas como uma área crucial para o desenvolvimento sustentável, a preservação ambiental e a implementação de políticas públicas específicas. Essa trajetória demonstra como o conceito de Amazônia Legal foi adaptado ao longo do tempo para atender às necessidades do Brasil, refletindo as mudanças no planejamento e nas políticas para a região, e consolidando-a como uma área prioritária para o desenvolvimento do país. Dessa forma, os estados que compõem a Amazônia Legal são: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (oeste do meridiano de 44°) (Brasil, 1988). Destaca-se que a região amazônica é um dos maiores e mais importantes territórios ambientais do Brasil e do mundo. Nessa região, coexistem a Amazônia Legal e o Bioma Amazônia, sendo o primeiro uma definição jurídica para fins administrativos e econômicos, e o outro, um conceito ambiental que se baseia em critérios ecológicos e de biodiversidade.

1.1. Competências na gestão florestal

A Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981 (Brasil, 1981), ao instituir a Política Nacional do Meio Ambiente, estabeleceu como um dos seus objetivos principais a compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. Para tanto, estabeleceu o Sisnama, um conjunto de órgãos das diferentes esferas de governo, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental no Brasil. O Sisnama é compos-

to por entidades como o Conama, o Ibama, e secretarias ambientais estaduais e municipais. O Conama tem a função de estabelecer normas e critérios em nível nacional para autorização de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos naturais renováveis.

Neste sentido, a Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei Federal nº 11.284/2006) (Brasil, 2006), em seu art. 19º consolida a descentralização de competências relacionadas à exploração de florestas e formações sucessoras de domínio público e privado para os estados, com a ressalva nos casos específicos em que esta competência recai sobre as esferas municipal e federal. Cumpre ressaltar que até então, cabia unicamente ao Ibama, como autarquia ambiental federal, a competência para aprovação de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS em todo o território nacional. A Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011 (Brasil, 2011), corroborou a realocação de funções, definindo as competências da União, estados e municípios para exercer a gestão dos recursos ambientais no âmbito de suas atribuições.

Em síntese, cabe ao Ibama, no âmbito da União, a competência para análise, autorização, monitoramento e fiscalização da gestão dos recursos florestais mediante PMFS em florestas públicas federais, terras devolutas federais ou unidades de conservação instituídas pela União e em empreendimentos localizados ou desenvolvidos em 2 (dois) ou mais Estados. Já aos Estados compete, por meio dos respectivos órgãos ambientais, a gestão de PMFS no âmbito de seus territórios, podendo ocorrer em florestas públicas e unidades de conservação estaduais ou imóveis rurais privados, bem como a elaboração de normas supletivas e complementares, observados os critérios estabelecidos pelo Conama. Por fim, o órgão ambiental municipal tem a competência sobre as florestas públicas e unidades de conservação criadas pelo Poder Público municipal.

Em se tratando especificamente do Manejo Florestal Sustentável, uma das definições mais consolidadas, trazida inicialmente com a Portaria Ibama nº 48/1995 (Brasil, 1995), o conceitua como a *“administração de floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema, objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal”*. O mesmo conceito é apresentado na Lei de Gestão de Florestas Públicas (Brasil, 2006), e deixa claro que para ser sustentável, o manejo deve ser economicamente viável, ecologicamente correto e socialmente justo, garantindo a conservação dos ecossistemas florestais e o uso sustentável e contínuo dos seus recursos.

1.2. Normativas Federais

A Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), denominada Lei de Proteção da Vegetação Nativa – LPVN, publicada em substituição ao Código Florestal, Lei nº 4771/1965 (Brasil, 1965), trata em seu artigo 31 da exploração de florestas nativas e formações sucessoras, de domínio público ou privado, condicionando-a ao licenciamento e aprovação do PMFS, que *contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme*. Nos termos da lei, o PMFS deve obrigatoriamente conter, dentre outros parâmetros, os seguintes fundamentos técnicos científicos:

- a) Determinação do estoque existente;
- b) Intensidade de exploração compatível com a capacidade de suporte ambiental da floresta;
- c) Ciclo de corte compatível com o tempo de estabelecimento do volume de produto extraído;
- d) Promoção de regeneração natural e monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente;
- e) Adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais.

Fica claro, portanto, que os princípios de sustentabilidade do manejo florestal estão fundamentados legalmente, cabendo uma normatização infralegal para regulamentar tais parâmetros.

Em nível técnico-procedimental, a Instrução Normativa MMA nº 05/2006 (MMA, 2006b), estabelece os parâmetros técnicos mínimos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS com fins madeireiros na Amazônia Legal, na esfera federal. Com o advento da descentralização da gestão florestal e a definição das competências dos estados para normatização de PMFS, a Resolução Conama nº 406/2009 (Brasil, 2009) definiu os parâmetros basilares a todos os entes públicos responsáveis pela análise e autorização da exploração madeireira sustentável, ainda que os estados, como entes responsáveis pela gestão em florestas privadas e concessões de florestas estaduais, tenham autonomia para estabelecerem critérios técnicos de manejo mais restritivos.

O ciclo do manejo florestal no Brasil é caracterizado como policíclico, o que significa que as áreas florestais são manejadas em ciclos múltiplos e contínuos, em

vez de uma única colheita. Esse sistema é projetado para garantir a sustentabilidade a longo prazo dos ecossistemas florestais. Neste contexto, cabe destacar alguns instrumentos nas etapas de planejamento e execução da atividade, fundamentais para garantir os objetivos relacionados à sustentabilidade da exploração. Assim, apenas uma porção da unidade de manejo florestal concedida é manejada anualmente, respeitando o ciclo de corte estabelecido, que varia entre 25 e 35 anos na Amazônia para PMFS Pleno. O PMFS deve conter as informações de toda a área a ser explorada ao longo dos ciclos de corte, além de estimativa de estoque volumétrico obtida por meio de inventário florestal amostral, caracterização do meio biótico e abiótico, entre outras informações.

Para cada área a ser explorada anualmente deve ser apresentado o Plano de Operações Anual – POA, contendo as informações definidas em suas diretrizes técnicas, com a especificação das atividades a serem realizadas no período de 12 meses. O POA deve incluir o Inventário Florestal 100%, que é o levantamento de todos os indivíduos das espécies comerciais na Unidade de Produção Anual – UPA a ser explorada, a partir de 10 cm abaixo do Diâmetro Mínimo de Corte – DMC, para fins de definição de estoque volumétrico, que deverá ser analisado e aprovado pelo órgão ambiental competente, com emissão da respectiva Autorização de Exploração.

Os principais parâmetros técnicos do manejo florestal sustentável no Brasil foram estabelecidos pela Instrução Normativa MMA nº 05/2006 e pela Resolução Conama nº 406/2009 (Brasil, 2006b; Brasil, 2009). Esses instrumentos normativos definem diretrizes sobre produtividade florestal, ciclos de corte, inventários obrigatórios, intensidade máxima de exploração e critérios de seleção de árvores, constituindo a base regulatória dos Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS.

De modo geral, fixam-se valores de referência para produtividade, ciclos de corte e intensidade de exploração, além da obrigatoriedade de inventários florestais a 100% e da preservação de árvores porta-sementes e de espécies naturalmente raras. Esses parâmetros visam compatibilizar exploração econômica e sustentabilidade ecológica, assegurando a manutenção da capacidade produtiva e da regeneração das populações florestais, podendo ser ajustados mediante estudos técnico-científicos que considerem as especificidades locais (Brasil, 2006b; Brasil, 2009).

Um dos critérios de destaque trata do Diâmetro Mínimo de Corte – DMC, equivalente a 50 centímetros para todas as espécies, para as quais ainda não se estabeleceu o DMC específico (MMA, 2006b). Tanto o ciclo de corte, o DMC e a intensidade de corte podem ser alterados, desde que sejam apresentados estudos técnico-científicos com justificativas elaboradas pelo responsável técnico do empreendimento, considerando as especificidades locais e com a devida fundamentação. Outros

pontos de destaque em relação à norma do Conama se referem à necessidade de apresentação de equação volumétrica desenvolvida especificamente para o PMFS para o cálculo de volume de árvores em pé, bem como a obrigação de procedimentos técnico-científicos para a identificação botânica das espécies florestais manejadas, de modo a garantir a identidade correta entre seus nomes científicos e nomes vulgares praticados na UMF (MMA, 2006b).

Além desses parâmetros gerais, a normativa brasileira prevê critérios adicionais para o manejo sustentável de espécies classificadas como Vulneráveis - VU pela Portaria MMA nº 443/2014 (Brasil, 2014), conforme estabelecido na Instrução Normativa MMA nº 01/2015 (Brasil, 2015), como a elevação das exigências de manutenção de porta-sementes e a preservação de populações naturalmente escassas, reforçando salvaguardas específicas para espécies com algum grau de ameaçada.

A seguir, a Tabela 1 apresenta de forma comparativa os parâmetros técnicos de manejo florestal sustentável estabelecidos pela IN MMA nº 05/2006 e Resolução Conama nº 406/2009, que definem as regras gerais aplicáveis aos PMFS, e os critérios adicionais previstos pela IN MMA nº 01/2015 para espécies classificadas como Vulneráveis - VU. Essa sistematização permite visualizar lado a lado os requisitos normativos, destacando tanto os limites gerais de produtividade, ciclos de corte e intensidade de exploração, quanto as salvaguardas mais rigorosas aplicáveis às espécies ameaçadas.

Tabela 1. Principais critérios de manejo florestal sustentável estabelecidos em normas federais.

Parâmetro	IN MMA nº 05/2006 / Res. Conama nº 406/2009	IN MMA nº 01/2015 (espécies VU)
Produtividade anual de referência	0,86 m ³ /ha/ano (na ausência de estudos específicos)	–
Ciclo de corte	25–35 anos (mecanizado); 10 anos (manual)	–
Inventário florestal (100%)	Levantamento de todos os indivíduos comerciais ≥10 cm abaixo do DMC	–
Diâmetro mínimo de corte (DMC)	50 cm para espécies sem DMC específico	–
Intensidade máxima de corte	30 m ³ /ha (mecanizado); 10 m ³ /ha (manual)	–
Porta-sementes	Preservação de ≥10% dos indivíduos por espécie, mínimo de 3/100 ha/UT	Preservação de ≥15% dos indivíduos, mínimo de 4/100 ha/UT
Árvores de baixa abundância	Manutenção integral de espécies com ≤3 indivíduos/100 ha	Manutenção integral de espécies quando abundância ≤4 indivíduos > DMC/100 ha

No caso dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*, entretanto, atualmente não existem espécies enquadradas na categoria Vulnerável. As espécies *Handroanthus*

arianeae, *H. riodicensis*, *H. spongiosus* e *Tabebuia cassinoides* estão classificadas como Em Perigo - EN pela Portaria MMA nº 443/2014 e, portanto, sujeitas a proteção integral, que proíbe sua exploração madeireira. Endêmicas do Brasil e restritas a biomas como a Mata Atlântica e a Caatinga (CNCFlora, 2012a; CNCFlora, 2012b; CNCFlora, 2012c; CNCFlora, 2012d), essas espécies não apresentam registros de exploração ou comércio nos sistemas oficiais de controle florestal, indicando que seu enquadramento na lista decorre sobretudo da vulnerabilidade associada à distribuição restrita, e não de pressões de manejo na Amazônia.

A Tabela 2 traz um breve histórico de normativas federais legais e infralegais relacionadas à exploração mediante Plano de Manejo Florestal Sustentável, a partir de 2002, passando pelo período de descentralização da competência do Ibama para os órgãos ambientais estaduais em 2006, bem como a promulgação da LPVN, Lei nº 12651/2012 (Brasil, 2012) em substituição ao código florestal de 1965 (Brasil, 1965).

Tabela 2. Histórico de normativas federais e infralegais para Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS.

Normativa federal	Ementa
Instrução Normativa MMA nº 4, de 04 de março 2002 (MMA, 2002)	Dispõe sobre os procedimentos relativos às atividades de Manejo Florestal Sustentável de Uso Múltiplo na Amazônia Legal (Em revisão).
Lei Federal nº 11.284, de 2 de março de 2006 (Brasil, 2006)	Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável.
Instrução Normativa MMA nº 4, de 11 de dezembro de 2006 (MMA, 2006a)	Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – APAT, e dá outras providências.
Instrução Normativa MMA nº 5, de 11 de dezembro de 2006 (MMA, 2006b)	Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências.
Norma de Execução Ibama nº 1, de 18 de dezembro de 2006 (Ibama, 2006)	Institui, no âmbito do Ibama, a metodologia e o respectivo modelo de relatório de vistoria com a finalidade de subsidiar a análise dos Planos de Manejo Florestal Sustentável Madeireiro na Amazônia – PMFS.
Norma de Execução Ibama nº 1, de 24 de abril de 2007 (Ibama, 2007a)	Institui, no âmbito do Ibama, as Diretrizes Técnicas para Elaboração dos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS de que trata o art. 19 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.
Norma de Execução Ibama nº 2, de 26 de abril de 2007 (Ibama, 2007b)	Institui, no âmbito do Ibama, o Manual Simplificado para Análise de Plano de Manejo Florestal Madeireiro na Amazônia, com a finalidade de subsidiar a análise dos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS de que trata o art. 19 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.
Resolução Conama nº 406, de 02 de fevereiro de 2009 (Brasil, 2009)	Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia.

Normativa federal	Ementa
Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012)	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Além das exigências para aprovação do PMFS, a Lei nº 12.651/2012 também exige o cumprimento de obrigações relacionadas ao controle e monitoramento do manejo. O detentor do PMFS deve encaminhar relatório anual ao órgão ambiental competente com as informações sobre toda a área de manejo florestal sustentável e a descrição das atividades realizadas e deve ser submetido a vistorias técnicas para fiscalizar as operações e atividades desenvolvidas na área de manejo (art. 31, § 3º e § 4º).
Instrução Normativa Ibama nº 9, de 08 de maio de 2015 (Ibama, 2015)	Estabelece os procedimentos para autorizar o aproveitamento de matéria-prima florestal, sob a forma de toras, toretes e lenha, proveniente das árvores abatidas para a implantação da infraestrutura, bem como o aproveitamento dos resíduos da exploração florestal das árvores autorizadas para corte e áreas sob regime de manejo florestal sustentável, em empreendimentos licenciados, ambientalmente, pelo Ibama.

O principal aspecto em análise relaciona-se às normas que até então tinham como principal paradigma garantir a sustentabilidade média da floresta manejada, refletindo as condições e o contexto da época em que foram publicadas. Já se evidenciava, contudo, a necessidade de definição de parâmetros específicos por espécie, uma demanda reconhecida pela gestão pública, que incluiu, nas próprias normas, a possibilidade de complementação por meio de estudos científicos voltados à formulação de diretrizes técnicas de exploração diferenciadas.

Com o aumento da preocupação em torno da intensa pressão exploratória e comercial historicamente exercida sobre determinadas essências madeireiras, e considerando o escopo da Cites, centrado nos impactos do comércio internacional sobre o risco de extinção das espécies, verifica-se uma mudança de paradigma: o foco desloca-se do manejo generalizado para o manejo por espécie. Esse novo enfoque valoriza a avaliação das características ecológicas e comportamentais individuais das espécies, permitindo a definição de parâmetros técnicos mais eficazes para a condução do manejo e, assim, contribuindo para a conservação de suas populações e a manutenção das funções ecossistêmicas que desempenham ao longo do tempo.

Os próprios critérios mais restritos de manejo florestal definidos para espécies classificadas como vulneráveis do MMA representam um avanço importante para esta nova ordem da sustentabilidade.

Além disso, as normativas federais podem ser passíveis de revisões e ajustes, considerando as convenções internacionais das quais o Brasil é signatário. Essas alterações visam criar regras que contemplem o impacto da exploração nas populações naturais de cada espécie, refletindo a necessidade de uma abordagem global e integrada. Um exemplo disso é a Resolução Conf. 16.7 da Cites (Rev. CoP17), que

propõe conceitos e princípios orientadores para a elaboração do Parecer de Exploração Não Prejudicial. Esses princípios envolvem a análise e a conservação das espécies, na correta identificação delas, na caracterização do volume de comércio legal e ilegal, e na metodologia de avaliação dos recursos, considerando aspectos como biologia, ciclo vital, estrutura e dinâmica populacional, entre outros fatores cruciais para a conservação das espécies.

Conforme mencionado anteriormente, o manejo florestal madeireiro no país pode ser classificado quanto aos métodos de extração da madeira (MMA, 2006b; Brasil, 2009). Basicamente esta classificação tem como elemento-chave a ausência de utilização de máquinas de arraste de toras na etapa de exploração e transporte. Sua instituição foi concebida com o propósito de mitigar os impactos ambientais indiretos decorrentes destas operações, ou seja, aqueles impostos além dos indivíduos selecionados para corte. Esta modalidade de exploração tem um ciclo de corte reduzido para 10 anos, entretanto sua intensidade de corte também é reduzida proporcionalmente para 10 m³/ha. A classificação é dividida em:

- *Manejo Florestal Pleno*: Prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras, ciclo de corte de 25 a 35 anos, e intensidade de corte até 30 m³/ha.
- *Manejo Florestal de Baixa Intensidade*: Não prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras, com ciclo de corte de 10 anos, e intensidade de corte de até 10 m³/ha.

Ressalta-se que a categoria de PMFS de Baixa Intensidade representa 8,39% das autorizações de exploração emitidas, possuindo uma participação em volume explorado de apenas 0,31% em relação aos PMFS de exploração Plena, muito provavelmente em razão dos grandes desafios relacionados às alternativas de arraste de toras, a priori com uso de animais de carga, e o esforço impingido neste processo.

Quanto à situação fundiária, destaca-se novamente que as áreas de Manejo Florestal podem ser categorizadas da seguinte forma:

- *Manejo Florestal em Florestas Públicas* – ocorre comumente por meio de concessões a organizações privadas em Unidades de Conservação – UC de Uso Sustentável, classificadas como Florestas Nacionais ou Estaduais.
- *Manejo Florestal em Propriedades Privadas* – engloba as atividades empreendidas em terras de domínio privado.
- *Manejo Florestal Comunitário* – ocorre em UC de Uso Sustentável e em projetos de assentamento florestais ou agroextrativistas, no entanto o direito de

uso e exploração possui característica comunitária. Podem ser executados em reservas extrativistas ou de desenvolvimento sustentável, assentamentos rurais e comunidades quilombolas, por meio de associações, cooperativas e comunidades tradicionais.

1.3. Manejo Florestal em Florestas Públicas

O bioma amazônico no Brasil abrange uma área de 419 milhões de quilômetros quadrados, com florestas primárias constituídas por 317,46 milhões de hectares, 37% do território nacional até 2022. Neste, estão compreendidos como Unidades de Conservação de Proteção Integral ou de Uso Sustentável federal, estaduais ou municipais, o equivalente a 98,4 milhões de hectares (SFB, 2022). As Unidades de Conservação de Proteção Integral têm como função preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Já as UCs de Uso Sustentável buscam compatibilizar a conservação do meio com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, tendo a exploração madeireira mediante manejo florestal sustentável como principal atividade econômica.

Em que pese legalmente instituídas com a finalidade de garantir a autodeterminação, a autonomia e a proteção dos direitos dos povos indígenas, as Terras Indígenas apresentam características de proteção da biodiversidade semelhantes, ou até mais efetivas do que as Unidades de Conservação de Proteção Integral (Gonçalves-Souza, et al, 2021). Estes territórios ocupam uma área equivalente a 107 milhões de hectares, funcionando como uma salvaguarda para remanescentes de espécimes não explorados.

Devido a essa diversidade de usos da terra na Amazônia, o Cadastro Nacional de Florestas Públicas – CNFP apresenta um panorama das áreas de floresta pública no território nacional e respectiva classificação de uso até 2022, auxiliando os processos de criação de unidades de conservação e realização de concessões florestais com base em levantamento e consolidação de extenso banco de dados dos entes de gestão pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2024) (Figura 1).

As áreas de florestas compreendidas por Unidades de Conservação de Proteção Integral e Terras Indígenas equivalem a 144 milhões de hectares. As florestas públicas compreendidas em UCs de Uso Sustentável, e portanto, passíveis de exploração, equivalem a 69,9 milhões de hectares. Já as áreas florestais arrecadadas pelo poder público, sem destinação, localizadas no bioma amazônico, correspondem ao equivalente a 60,3 milhões de hectares, representando um potencial de remanescentes de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. que deve ser objeto de especial atenção pelo poder público (Figura 1).

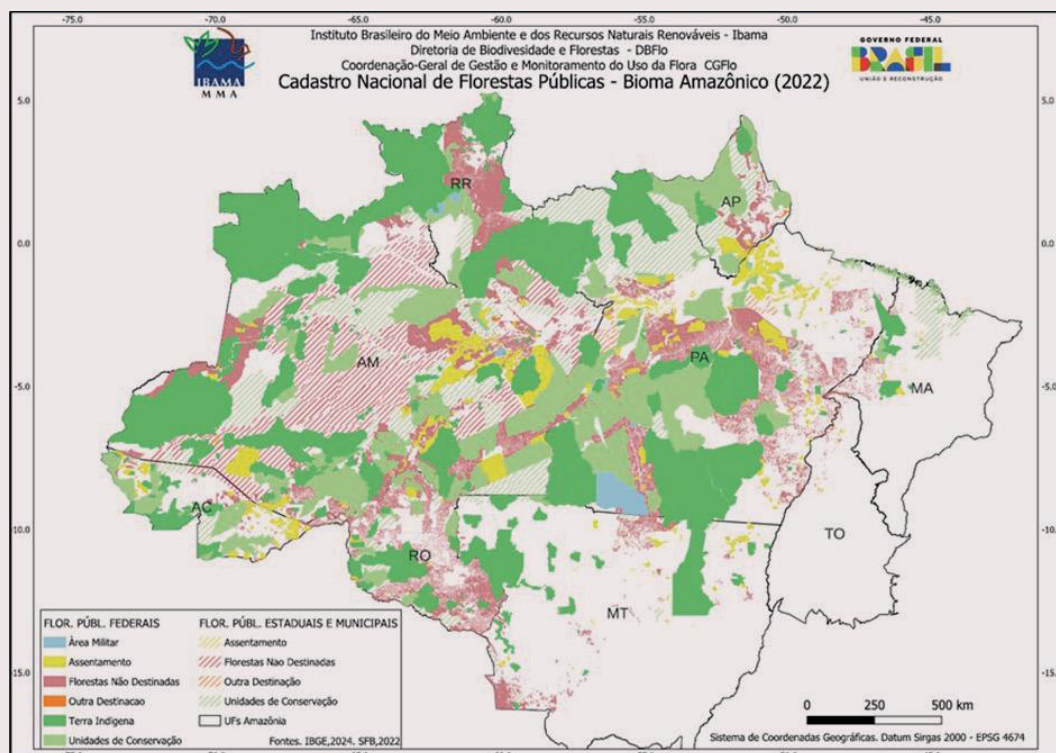


Figura 1. Mapeamento do Cadastro Nacional de Florestas Públicas no bioma amazônico, atualizado em 2022.

Com o objetivo de ordenar a exploração destas áreas, a Lei nº 11.284/2006 (Brasil, 2006), regulamentada pelo Decreto nº 6.063 de 20 de março de 2007 (Brasil, 2007), dita regras para promover a produção sustentável das florestas públicas em todas as esferas de poder do Estado, funcionando como um instrumento que promove a conservação das florestas tropicais junto às comunidades tradicionais, o setor madeireiro e outros atores sociais envolvidos, criando alicerces para a consolidação da política pública de gestão de florestas. Dessa forma, a concessão florestal é um instrumento que permite à Administração Pública delegar a um ente privado, selecionado por licitação, o direito de realizar o manejo florestal sustentável em uma determinada área de floresta pública, com perímetro georreferenciado, permitindo a extração de produtos e exploração de serviços, contratualmente especificados. Geralmente, é vedado ao concessionário: (a) a outorga de direitos de acesso e exploração econômica do patrimônio genético; (b) uso de recursos hídricos acima de níveis insignificantes; (c) exploração de recursos minerais; (d) exploração de recursos pesqueiros e da fauna silvestre e; (e) comercialização de créditos de carbono, salvo quando decorrentes de atividades de reflorestamento, em regulamento ainda a ser estabelecido.

Dessa forma, a União emite concessões florestais para o manejo sustentável em florestas públicas federais cabendo ao Serviço Florestal Brasileiro a responsa-

bilidade por gerir os procedimentos de outorga florestal e contratos com os concessionários, bem como disciplinar a operacionalização da concessão florestal. As concessões federais abrangem grandes áreas, especialmente na região Amazônica, onde há vastas áreas de florestas federais como por exemplo concessões nas Florestas Nacionais – Flonas de Jamari, em Rondônia, e a de Altamira, no Pará. Já as concessões florestais estaduais são administradas pelos governos estaduais e aplicadas em florestas de domínio dos estados. Cada estado tem autonomia para estabelecer suas próprias regras e políticas, desde que respeitem a legislação nacional. As concessões estaduais tendem a ser menores em escala e são aplicadas em florestas estaduais. Estados como o Pará, Amazonas e Acre lideram essas iniciativas.

1.4. Manejo Florestal Comunitário – MFC

A Lei de gestão de florestas públicas prevê em seu artigo 6º que antes da realização das concessões florestais, as florestas públicas ocupadas ou utilizadas por comunidades locais serão identificadas para a destinação, pelos órgãos competentes, por meio de criação de Reservas Extrativistas – RESEX e Reservas de Desenvolvimento Sustentável – RDS, Unidades de Conservação de Uso Sustentável; ou concessão de uso, por meio de projetos de assentamento florestal, de desenvolvimento sustentável, agroextrativistas ou outros similares, nos termos do art. 189º da Constituição Federal e das diretrizes do Programa Nacional de Reforma Agrária.

O Decreto Federal nº 6874/2009 (Brasil, 2009a), revogado pelo Decreto 10.180/2021, considerava o manejo florestal comunitário e familiar como a execução de planos de manejo realizada pelos agricultores familiares, assentados da reforma agrária e pelos povos e comunidades tradicionais para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema. Porém, atualmente não existe definição específica em decreto federal regulamentador para o Manejo Florestal Comunitário. A Instrução Normativa ICMBio nº 5, de 14 de abril de 2022 (ICMBio, 2022) conceitua o MFC no interior de RESEX, RDS e Flona, Unidades de Conservação Federais de uso sustentável, como a execução de planos de manejo florestal realizada pelos povos e comunidades tradicionais beneficiários destas áreas, com propósito fundamental de melhorar as condições de sociais, econômicas e ambientais das populações tradicionais beneficiárias.

Atualmente, no âmbito da esfera federal, cabe ao ICMBio a competência para gestão de PMFS Comunitários em UCs federais de uso sustentável, e ao Ibama a mesma competência em assentamentos florestais e agroextrativistas em terras da União, enquanto os órgãos ambientais estaduais cumprem tal prerrogativa em nível

das UCs estaduais e assentamentos em terras originárias do Estado. Destaca-se que o MFC segue as mesmas diretrizes e princípios regulamentares ambientais para execução do manejo florestal privado/empresarial e sua diferenciação se restringe à titularidade da terra e respectivo direito de uso dos seus recursos naturais renováveis. Embora os parâmetros de manejo florestal de baixa intensidade possam ser aplicados ao Manejo Comunitário, não há necessariamente uma relação direta entre estas categorias, havendo também PMFS Plenos Comunitários, que se utilizam de maquinários para arraste de toras.

1.5. Manejo Florestal Sustentável nos Estados

Com base nos dados dos sistemas federais de monitoramento e controle da origem dos produtos florestais, a grande maioria dos PMFS aprovados pelos estados refere-se à exploração em áreas privadas, representando 96% do total, enquanto apenas cerca de 4% estão relacionados a Manejos Comunitários ou em Florestas Estaduais. Admite-se a exploração econômica da Reserva Legal exclusivamente mediante Manejo Florestal Sustentável de acordo com a Lei Proteção da Vegetação Nativa (Brasil, 2012). A Reserva Legal refere-se a uma área de manutenção da cobertura de vegetação nativa em 80% da propriedade no bioma amazônico. Esta deve ser uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, incluindo o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (Brasil, 2012). Já a supressão da vegetação nativa de florestas para uso alternativo do solo em propriedade ou posse rural na Amazônia é restrita à 20% da área do imóvel rural (Brasil, 2012).

Dessa forma, critérios ambientais estaduais para a exploração sustentável dos PMFS nos estados da Amazônia Legal foram estabelecidos em complemento à Resolução Conama 406/2009 (Brasil, 2009b) (Tabela 3).

Tabela 3. Normativas estaduais relativas a atividades de Licenciamento Ambiental e Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS na Amazônia Legal.

Unidade Federativa	Norma	Ementa
AC	Lei nº 1.426, de 27 de dezembro de 2001 (Acre, 2001)	Dispõe sobre a preservação e conservação das florestas do Estado, institui o Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas, cria o Conselho Florestal Estadual e o Fundo Estadual de Florestas e dá outras providências.
	Resolução Conjunta CE-MACT/CFE nº 003, de 12 de agosto de 2008 (Acre, 2008)	Disciplina o licenciamento, monitoramento e a fiscalização das áreas objeto de manejo florestal do estado do Acre.

Unidade Federativa	Norma	Ementa
AM	Resolução/CEMAAM nº 36, de 19 de janeiro de 2022 (CE-MAAM, 2022)	Estabelece os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS de Maior Impacto de Exploração e de Menor Impacto de Exploração nas florestas nativas e formações sucesoras no Estado do Amazonas.
AP	Portaria SEMA nº 082, de 16 de setembro de 2020 (SEMA, 2020)	Estabelece diretrizes voltadas à tramitação processual para emissão de Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – APAT e para homologação de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS e respectivo Plano Operacional Anual – POA.
MT	Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro 2005 (Mato Grosso, 2005)	Dispõe sobre a política florestal do MT.
	Decreto nº 1.313, de 11 de março de 2022 (Mato Grosso, 2022)	Regulamenta a Gestão Florestal do Estado de Mato Grosso, e dá outras providências.
PA	Decreto Estadual nº 697, de 03 de novembro de 2020 (Mato Grosso, 2020)	Regulamenta o procedimento de licenciamento ambiental no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA.
	Instrução normativa nº 05, de 19 de maio de 2011 (Pará, 2011)	Dispõe sobre os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal.
RR	Instrução normativa nº 05, de 10 de setembro de 2015 (Pará, 2015)	Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências.
	Lei nº 986, de 22 de janeiro de 2015 (Roraima, 2015)	Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS nas florestas nativas e formações sucessoras no Estado de Roraima, e dá outras providências.
RO	Decreto nº 23.481, de 28 de dezembro de 2018 (Roraima, 2018)	Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável nas florestas primitivas e suas formas de sucessão no Estado de Rondônia e dá outras providências.

Em face das normativas estaduais, observam-se critérios de manejo florestal que variam quanto ao grau de restrição em relação às regras federais e que são relevantes para a definição do Parecer de Extração Não Prejudicial - NDF das espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*.

Acre - A Resolução Conjunta CEMACT/CFE nº 003/2008 estabelece vistoria obrigatória antes da exploração da segunda Unidade de Produção Anual - UPA e condiciona a revisão do Plano de Manejo a cada cinco anos, reforçando a necessidade de monitoramento periódico.

Amazonas - A Resolução CEMAAN nº 35/2022 fixa limites diferenciados de intensidade de corte (25 m³/ha em 25 anos ou 10 m³/ha em 12 anos) e exige a manutenção de no mínimo 15% de porta-sementes distribuídas por classes diamétricas, em consonância com parâmetros internacionais da Cites.

Mato Grosso - O Decreto nº 1313/2022 impõe inventário completo de árvores com DAP ≥30 cm (mais restritivo que o padrão federal de 40 cm) e determina a manutenção de 10% de porta-sementes e de 10% de árvores remanescentes por espécie, além da proibição de exploração de espécies raras (<5 indivíduos/100 ha).

Pará - A Instrução Normativa nº 05/2015 limita a exploração a UPAs de até 500 ha, exige vistoria quando o volume por espécie ultrapassa 6 m³/ha e estabelece um diâmetro máximo de corte (200 cm), visando reduzir danos pela queda de árvores de grande porte.

Roraima - A Resolução CEMA nº 3/2022 permite a conversão de áreas exploradas em regeneração para uso alternativo do solo, medida incompatível com os princípios de sustentabilidade e os compromissos assumidos no âmbito da Cites.

Tabela 4. Principais critérios diferenciados de manejo florestal adotados por estados da Amazônia e sua relação com parâmetros federais.

Estado	Critério principal	Diferença frente à norma federal
Acre	Revisão do PMFS a cada 5 anos	Exige reavaliação periódica
Amazonas	≥15% porta-sementes distribuídas por classes	Critério específico para espécies Cites
Mato Grosso	Inventário 100% árvores ≥30 cm DAP	Mais abrangente (vs. 40 cm)
Pará	DAP máximo de corte = 200 cm	Norma federal não prevê limite
Roraima	Supressão de áreas florestais manejadas em regeneração	Contrário aos princípios de conservação da Cites

Os resultados evidenciam que Acre e Pará adotam medidas centradas em monitoramento e procedimentos operacionais, enquanto Amazonas e Mato Grosso avançam em critérios técnicos de sustentabilidade, especialmente relacionados a intensidade de corte, ciclo, DAP e porta-sementes. Em contrapartida, a normativa de Roraima representa um retrocesso normativo, ao permitir a supressão de áreas em regeneração, em descompasso com os parâmetros da Cites e com a lógica de manutenção de populações viáveis das espécies-alvo.

2. SISTEMAS FEDERAIS E ESTADUAIS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL (SINAFLO, DOF LEGADO, DOF+ RASTREABILIDADE, SISFLORA E SIMLAM)

A rastreabilidade, a legalidade e a sustentabilidade compõem os principais princípios que fundamentam o comércio internacional regulamentado pela Cites. Neste sentido, o Brasil possui um sistema complexo e amplo de rastreamento da cadeia produtiva da madeira nativa, fundamentado principalmente no controle de todos os seus elos, desde sua origem no PMFS, com monitoramento e transparência das autorizações de exploração em áreas privadas ou públicas, passando pelos empreendimentos de desdobro e comercialização do produto madeireiro, encerrando seu controle no usuário final ou na exportação.

Embora enfrente diversos desafios na evolução dos mecanismos de controle, o Brasil está na vanguarda do uso de tecnologia para monitoramento. Destacam-se a utilização de imagens de satélite e de algoritmos automatizados para análise dessas imagens, que auxiliam na identificação de explorações de florestas nativas, no controle de volume de madeira por árvore explorada nas Unidades de Produção Anual dos Planos de Manejo, e na especificidade do monitoramento de transações desses produtos florestais.

Atualmente todas as operações realizadas nas autorizações de exploração, nos empreendimentos envolvidos e nas transações de compra e venda de madeira, devem refletir seus respectivos volumes e informações nos sistemas virtuais. Estas movimentações virtuais se concretizam por meio da transferência de créditos, que representam volume por espécie, entre os empreendimentos na cadeia produtiva da madeira.

O PMFS, origem da madeira nativa, após ser analisado e aprovado via procedimento administrativo do órgão ambiental competente, tem sua autorização emitida com respectivo volume por espécie, fundamentado nas estimativas apresentadas no inventário florestal 100%.

Todo desdobro também é acompanhado pela transformação no sistema, que reflete a redução do volume decorrente do aproveitamento da madeira, como por exemplo, tora sendo serrada para tábuas, vigas, caibros, entre outros produtos. Os percentuais de aproveitamento nos processos de serragem primária, denominados Coeficientes de Rendimento Volumétrico – CRV, que geralmente equivalem a 35% , conforme estabelecido pela Resolução Conama nº 474, de 6 de abril de 2016, podem ser alterados desde que sejam apresentados estudos técnicos pelos

responsáveis técnicos dos empreendimentos, que comprovem a capacidade da serraria de acréscimo no aproveitamento da madeira.

Todas as operações decorrentes da produção física no pátio da indústria devem ser registradas também nos sistemas virtuais, garantindo um alto nível de controle pelos órgãos ambientais, situação que possibilita a detecção de atividades irregulares.

Nos últimos anos, os sistemas brasileiros passaram por uma grande evolução de paradigmas no monitoramento das florestas nativas. O controle, que até então se dava por volume consolidado por espécie em um Plano de Manejo, passou a se dar com a individualização do volume por cada árvore explorada. Assim, cada árvore e suas seções individuais contam com um código de rastreio único, garantindo sua rastreabilidade desde sua geolocalização na floresta, até o pátio na serraria. Essas características fazem dos sistemas de controle florestal brasileiros um dos mais complexos e avançados do mundo.

2.1 Sistemas Federais

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) (Brasil, 2012) trouxe ao órgão federal do Sisnama a competência para implementar, coordenar, regulamentar e fiscalizar a cadeia de produção florestal de origem nativa, por meio do desenvolvimento de um sistema nacional integrador de dados dos diferentes entes federativos. O Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais – Sinaflor, instituído e regulamentado pela Instrução Normativa Ibama nº 21, de 24 de dezembro de 2014 (Ibama, 2014), foi então implementado pelo Ibama no ano de 2018, com a finalidade de integrar toda a base de dados dos processos de autorização de exploração de produtos florestais no país, e vem, desde então, sendo a principal ferramenta para o monitoramento e controle florestal do Brasil.

Após a emissão da autorização no Sinaflor, havendo produto madeireiro a ser comercializado, seu respectivo volume, juntamente com todas as informações relacionadas à espécie, e empreendedor, são migrados para o Sistema DOF – SISDOF, responsável pelo controle de toda a cadeia produtiva da madeira, podendo chegar até a exportação, quando se utilizará a Plataforma de Anuência Única do Brasil – PAU Brasil.

Sinaflor

O Sinaflor integra informações de imóveis rurais, provenientes do Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, dados dos empreendedores e responsáveis

técnicos, projetos e autorizações de exploração florestal e supressão de vegetação nativa, permitindo a centralização das informações relacionadas às autorizações de uso da flora em uma base única. Essas informações possibilitam a elaboração de diagnósticos do setor de base florestal e a identificação de anormalidades que direcionam os esforços de auditoria e fiscalização, promovendo o fortalecimento da legalidade da cadeia produtiva nacional, além de constituir uma ferramenta fundamental para subsidiar definição de políticas públicas para a gestão florestal nacional.

O Sinaflor foi uma das principais fontes de bases de dados para a produção de conhecimento sobre as espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* neste parecer, possibilitando a avaliação das áreas autorizadas, volume e número de indivíduos inventariados, constituindo-se em eixo central para avaliação da sustentabilidade da exploração do gênero na Amazônia.

No contexto da exploração sustentável mediante Planos de Manejo Florestal, dois estados da Amazônia, Pará e Mato Grosso, se utilizam de sistemas próprios integrados ao federal, tanto para emissão de autorizações de exploração florestal, por meio do Sistema de Monitoramento e Licenciamento Ambiental – Simlam, quanto para o controle da comercialização de produtos florestais de origem nativa, através do uso do Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais – Sisflora.

Cumprindo seu papel de gestor do Sinaflor e visando atender o estabelecido pela Resolução Conama nº 497/ 2020 (Brasil, 2020), que determinou que o Sinaflor e os sistemas eletrônicos estaduais integrados deveriam conter mecanismos de rastreabilidade que possibilitassem a identificação da origem dos produtos florestais madeireiros brutos e processados, o Ibama lançou, em agosto de 2020, o Sinaflor+, evolução do sistema implantando em 2018.

O Sinaflor+ operacionalizou a rastreabilidade por meio das etapas de Traçamento/Dimensionamento e do Registro de Exploração de Toras em POAs de Planos de Manejo Florestal Sustentável. O Traçamento/Dimensionamento consiste em informar a cubagem rigorosa das seções, composta das mensurações dos diâmetros (base e topo), o comprimento e o volume real de cada árvore efetivamente explorada, sendo obrigatório para o tipo autorizativo Exploração de Plano Operacional Anual – POA com inventário florestal 100%. Na prática, uma expectativa de volume autorizado, emitido na autorização – Autex, baseado em parâmetros de estimativa coletados no Inventário Florestal 100%, com acurácia limitada, só serão de fato convertidos em volume aproveitável no sistema após a cubagem rigorosa de cada árvore georreferenciada explorada, e aquisição de um código de

rastreio específico, garantindo um controle preciso de cada seção de tora que sai da área autorizada.

Dessa forma, as árvores georreferenciadas destinadas ao corte seletivo podem ser rastreadas até o ponto exato de onde foi originalmente extraída e o produto florestal oriundo da exploração autorizada pode ser rastreado até os limites do polígono da colheita. Somente após a execução das etapas mencionadas no Sinaflor+ é que ocorre a disponibilização dos créditos florestais no Sistema DOF, possibilitando o transporte, beneficiamento, comércio, consumo e armazenamento de produtos florestais, ficando evidente a integração plena entre os sistemas federais.

DOF

O Documento de Origem Florestal – DOF foi instituído pela Portaria MMA nº 253, de 18 de agosto de 2006 (Brasil, 2006), em substituição à Autorização para Transporte de Produtos Florestais – ATPF, e é a licença obrigatória para o transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais de origem nativa, contendo as informações sobre a procedência desses produtos, gerado pelo sistema eletrônico denominado Sistema – DOF. Em dezembro de 2022, visando estender os parâmetros de rastreabilidade em todos os pontos da cadeia produtiva, em atendimento à Resolução Conama 497/2020 (Brasil, 2020), foi implementado o Sistema DOF+ Rastreabilidade.

O DOF+ Rastreabilidade foi instituído pela Instrução Normativa nº 16, de 25 de novembro de 2022 (Brasil, 2022), que estabeleceu, dentre outros, regras para o período de transição em que coexistirem os sistemas DOF+ e DOF Legado. Esta nova ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de aprimorar o sistema DOF, em funcionamento desde o ano de 2006, e fortalecer o controle da cadeia produtiva florestal em nível nacional. Para isso, incorporou os mecanismos de rastreabilidade que permitem identificar a origem dos produtos florestais madeireiros brutos e processados, por meio do código de rastreio que acompanha o produto desde sua origem no Sinaflor até o destino final de consumo.

Importante ressaltar que as tratativas para migração de dados de origem e crédito de produto florestal, porventura ainda existentes no DOF Legado para o DOF+, e sua consequente desativação estão em curso no âmbito do Ibama e, em breve, todas as transações envolvendo produtos florestais de origem nativa ocorrerão apenas no novo sistema. Abaixo, é apresentado o fluxograma do controle da cadeia produtiva da madeira nativa no sistema federal (Figura 2), adotado pelos estados da Amazônia Brasileira, a saber: Rondônia, Amazonas, Acre, Amapá, Roraima e Tocantins.



Figura 2. Fluxograma que relaciona todas as etapas de monitoramento da cadeia produtiva pelos sistemas Sinaflor, Sinaflor+ e DOF+, adotados pelos estados da Amazônia Brasileira, com exceção de Mato Grosso e Pará, que possuem sistemas próprios.

Para fins de exportação, utiliza-se ainda a Plataforma de Anuência Única do Brasil – PAU Brasil, relacionada abaixo no diagrama conceitual da Plataforma Sinaflor (Figura 3), que mostra como as ferramentas operam de forma a integrar dados e informações.



Figura 3. Diagrama conceitual da Plataforma Sinaflor.

2.2 Sistemas Estaduais (Mato Grosso e Pará)

Os Estados do Mato Grosso e Pará possuem sistemas próprios para a emissão de licenças de manejo e autorizações de exploração florestal. Por meio do Sistema de Monitoramento e Licenciamento Ambiental – Simlam, as informações sobre as análises, licenças e autorizações para exploração florestal, bem como sobre o licenciamento das indústrias madeireiras são registradas. Assim, são registrados nesse sistema, os dados dos responsáveis pela exploração florestal, processamento industrial da madeira e as especificações de cada empreendimento.

Ainda no âmbito do Simlam, após a aprovação dos inventários florestais pelos órgãos ambientais estaduais, são emitidas as autorizações de exploração florestal, desde que os PMFS estejam de acordo com as normas federais e disposições complementares estabelecidas pelo Decreto Estadual nº 1.313/2022 (Mato Grosso, 2022), no caso de Mato Grosso, e Instrução Normativa nº 5/2015 (Pará, 2015), no caso do Pará. Além disso, nesta etapa também são expedidos os comprovantes de liberação de créditos florestais – CLCF, que consistem em documentos contendo o volume máximo por espécie permitido para exploração nas áreas autorizadas.

Para a etapa do controle da comercialização e transporte de produtos florestais, utiliza-se o Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais – Sisflora. Assim, o volume de madeira do CLCF é registrado no cadastro de consumidor de matéria-prima de origem florestal no Sisflora (CC-SEMA no Mato Grosso e CEPFOP-PA no Pará), no qual toda comercialização e transporte de madeira passa a ser controlada. Este cadastro é um registro de pessoas físicas e jurídicas obrigatório para aqueles que extraíam, coletam, beneficiam, transformam, industrializam, comercializam, armazenam e consomem produtos, subprodutos ou matéria-prima proveniente da exploração de vegetação nativa. É por meio desse registro que são feitas as movimentações de créditos virtuais de madeira no Sisflora, que devem estar associadas às movimentações físicas das madeiras extraídas da vegetação nativa e transportadas para as indústrias.

Nas primeiras versões do sistema, implantados pelos órgãos ambientais estaduais para o controle da exploração e comércio de madeira nos seus territórios, estão reunidos dados de exploração florestal desde o ano 2006 até 2015 para o Sisflora no estado do Pará, e até maio de 2023 no Mato Grosso. Nesta primeira versão, denominada 1.0, eram registradas as informações dos empreendimentos de base florestal, das autorizações e comprovantes de liberação de créditos de produtos florestais, das movimentações de volume de madeira separadas por espécie e tipo de produto, dentre outras.

Embora tenha sido lançado em maio de 2023, somente em 1 de julho de 2024 o Sisflora 2.0 foi instituído no Estado de Mato Grosso como ferramenta para emissão, gestão e monitoramento para o transporte e armazenamento de produtos florestais, por meio do Decreto Estadual nº 937/2024 (Mato Grosso, 2024). Além disso, o regulamento também disciplinou a utilização, o preenchimento e a emissão da Guia Florestal – GF para o transporte de produtos e/ou subprodutos de origem florestal, bem como a cadeia produtiva da madeira para rastreabilidade dos produtos florestais desde a origem na área de exploração até seu processamento industrial.

No estado do Pará, o Sisflora 2.0 sucedeu sua versão inicial em 2016, fundamentada no Decreto Estadual nº 2596, de 31 de agosto de 2022 (Pará, 2022), que regulamenta o cadastro das atividades florestais, o Sistema Estadual de Sistemas de Informações Ambientais e o transporte de produtos e subprodutos de origem florestal, remanescendo ainda, a regulamentação específica sobre a rastreabilidade implantada no Sisflora estadual. Com o novo sistema, foram implementados mecanismos de rastreabilidade na origem do PMFS, como volume individualizado por seção de tora abatida, e respectivo controle da cadeia produtiva mediante especificação dos produtos florestais *in natura* em transações via Guia Florestal. No transporte da madeira em toras, cada seção possui sua identificação e volume específicos, permitindo em tese, o rastreio até a sua origem de exploração. Assim, após a informação do romaneio ser inserida no sistema, gera-se o código de rastreio de cada tora ou seção, permitindo que sejam rastreadas até o toco da árvore de origem enquanto não forem serradas nas indústrias, quando as informações de origem da árvore se perdem após o volume da tora ser transformado em volume de madeira serrada, utilizando-se coeficientes de rendimento volumétrico.

3. EXPLORAÇÃO DE *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP. EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

Para a avaliação da exploração das espécies de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., foi consolidada uma ampla base de dados extraída dos sistemas federais e estaduais de controle, monitoramento e licenciamento ambiental. Na esfera federal: Sinaflor, DOF, DOF+ Rastreabilidade, e na esfera estadual: Sisflora e Simlam, para os estados de MT e PA, referentes ao período de 2018 a 2023.

Assim, para as autorizações dos Planos Operacionais Anuais – POA Amazônia Legal Pleno e Baixa Intensidade, foram realizados diferentes recortes, categorizações e avaliações, de acordo com a limitação dos dados (Tabela 5). As informações para todas as UFs de forma integrada foram utilizadas para a avaliação da área total e do volume total autorizado. Para as avaliações do volume médio (autorizado,

explorado e transacionado) entre as UFs, apenas dados parciais foram analisados, visto a ausência de integração plena das bases estaduais de MT e PA. Ao avaliar a exploração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. ao longo das Unidades Federativas, Fitofisionomias e Categorias de Manejo Florestal, foi possível identificar em quais regiões há maior ocorrência e pressão comercial, favorecendo o direcionamento de medidas de gestão e práticas de manejo adequadas.

Tabela 5. Dados dos sistemas de controle florestal categorizados por avaliação, informação, área de abrangência e número de autorizações analisadas para as espécies de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.

Avaliação	Informação	Área de abrangência		N. de autorizações
3.1	<p>✓ Volume e área total autorizados.</p> <p>✓ Volume médio: autorizado, explorado e transacionado.</p> <p>Informação em nível de volume por espécie e área autorizada total (ha).</p>	Unidades – UF.	Federativas	2538
3.2	<p>✓ Número e volume médio de árvores inventariadas.</p> <p>Informação em nível de árvore por espécie e área de efetivo manejo (ha).</p>	Unidades – UF.	Federativas	650
3.3	<p>✓ Intensidade de exploração efetiva por categoria de manejo.</p> <p>Informação em nível de volume de árvore por espécie.</p>	Categorias de Manejo Florestal.		599

3.1. Avaliação 1 – Exploração Sustentável de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.: Área sob Manejo e Volume por Espécie

No período de análise, identifica-se o total de 10 milhões de hectares de floresta na Amazônia Legal autorizados para exploração sob regime de Manejo Florestal Sustentável. Cabe ressaltar que os estados de Mato Grosso e Pará, que se utilizam de sistemas próprios de gestão florestal, apresentam os dados de autorizações por meio de integração de sistemas próprios ao Sinaflor. O estado de Rondônia possui a maior área de florestas públicas sob manejo florestal em comparação com áreas privadas, representando 59% do total, seguido pelo Pará, equivalendo a 38% da área de florestas em PMFS autorizadas/exploradas nos últimos cinco anos. Já os estados de Mato Grosso, Roraima, Amazonas, Maranhão e Tocantins apresentaram exclusivamente florestas manejadas em áreas privadas (Tabela 6).

Tabela 6. Áreas de Manejo Florestal Sustentável autorizados em áreas privadas em comparação com florestas públicas no bioma amazônico entre 2018 e 2023.

Estado	PMFS em florestas privadas		PMFS em florestas públicas	
	hectares	%	hectares	%
AC	373.553	94	22.344	6
AM	760.331	100	1.000	0
AP	528.007	83	110.725	17
MA	624	100	0	0
RO	308.981	41	451.519	59
RR	45.347	100	0	0
TO	1.877	100	0	0
MT	1.201.489	100	0	0
PA	3.861.946	62	2.341.631	38
Total	6.575.387	66	3.433.987	34

A Tabela 7 apresenta a área de florestas na Amazônia Legal sob regime de PMFS por estado, abrangendo tanto explorações em áreas privadas quanto em florestas públicas sob concessões federais e estaduais, e respectiva comparação com planos contendo exploração de *Handroanthus serratifolius*, espécie que representa aproximadamente 90% do volume explorado do gênero, enquanto as demais espécies apenas 10%.

O estado do Pará concentra a maior área de manejo florestal autorizado no bioma, representando 62% do total, seguido pelo Mato Grosso, com 12%. No que se refere especificamente à exploração de *Handroanthus serratifolius*, observa-se duas dimensões distintas (Tabela 7): em termos relativos, o Amazonas apresenta a maior proporção de planos de manejo com ocorrência da espécie (17,33%), seguido pelo Acre (14,01%). Já em valores absolutos, o Pará concentra a maior área explorada da espécie, com aproximadamente 427 mil hectares, o que corresponde a quase metade de toda a área sob exploração de *Handroanthus* na Amazônia Legal.

Tabela 7. Dados do Sinaflor no período 2018-2023, referente à área de floresta no bioma amazônico sob regime de PMFS, em comparação com áreas de manejo sustentável com exploração de *Handroanthus serratifolius* (para fins de cômputo, também foi considerada a espécie *Tabebuia serratifolia*).

Estados	Sob regime de PMFS (ha)	PMFS com exploração de <i>Handroanthus serratifolius</i> (ha)	Percentual (%)
AC	395.897	55.495	14,01
AM	761.331	131.971	17,33
AP	638.732	17.855	2,79
MA	624	-	-
RO	760.500	81.859	10,76

Estados	Sob regime de PMFS (ha)	PMFS com exploração de <i>Handroanthus serratifolius</i> (ha)	Percentual (%)
RR	45.347	3.507,3	7,77
TO	1.877	-	-
MT	1.201.489	160.679	13,37
PA	6.203.577	427.052	6,88
Total	10.009.374	878.420	8,77 %

Para avaliação da produção florestal da Amazônia foi necessário examinar as diversas etapas da cadeia produtiva da madeira, desde a autorização inicial até as transações realizadas. Ao avaliar as autorizações categorizadas como POA Amazônia Legal Pleno e Baixa Intensidade no período entre 2018 e 2023, verificou-se que o estado do Pará se destaca como a unidade federativa com maior produção autorizada para as espécies *Handroanthus serratifolius* e *H. impetiginosus* avaliadas, com mais de 427.000 m³ totais autorizados para *Handroanthus serratifolius* e aproximadamente 253.000 m³ para *H. impetiginosus*, seguidas pelo Mato Grosso e Amazonas, como as unidades federativas com maior volume autorizado, principalmente para *H. serratifolius* (Figura 4). O maior volume autorizado total de *Tabebuia aurea* é observado para AM, com 380 m³, sendo significativamente menor que o autorizado para as espécies de *Handroanthus*.

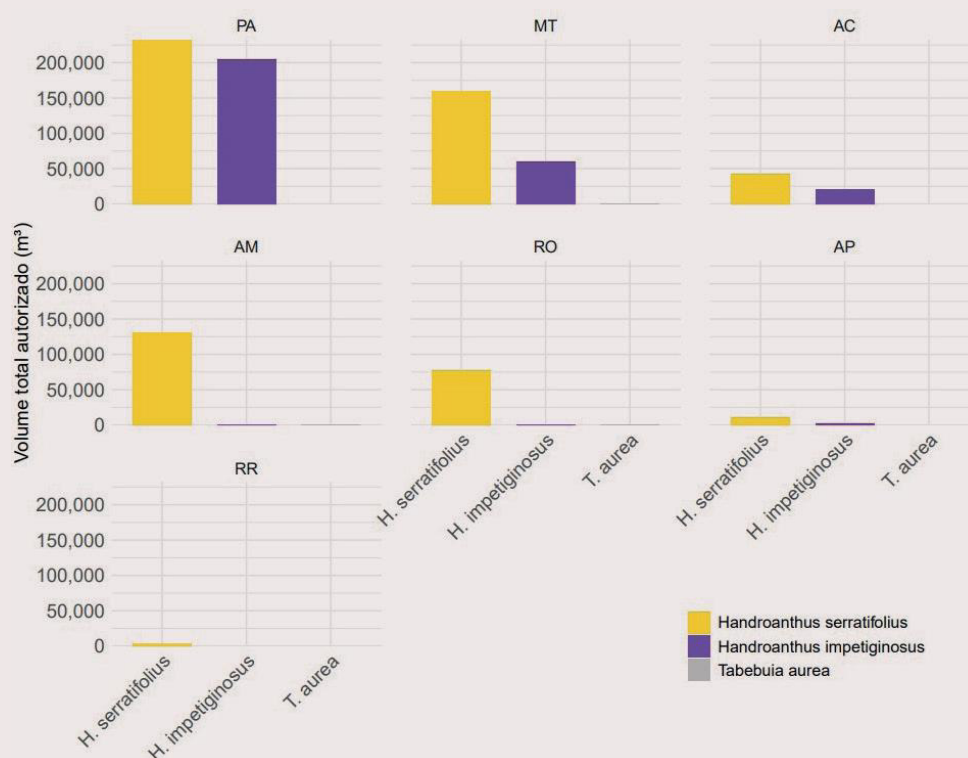


Figura 4. Volume autorizado total das espécies mais comercializadas de *Handroanthus* spp. (*H. serratifolius* e *H. impetiginosus*) e *Tabebuia* spp. (*T. aurea*) por unidade federativa – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal, no período de 2018-2023.

Os volumes médios autorizados, explorados e transacionados por área autorizada para o gênero *Handroanthus* spp. ao longo das unidades federativas da Amazônia Legal são observados na Figura 5. O estado de Mato Grosso - MT apresentou o maior volume médio autorizado, com um valor substancialmente mais alto que os demais estados, ficando acima de 3,5 m³/ha. Outros estados que se destacam com volumes autorizados expressivos são Amazonas (1,45 m³/ha), Amapá (1,49 m³/ha) e Roraima (1,45 m³/ha). Os maiores volumes médios, tanto explorados quanto transacionados, são vistos em Roraima (cerca de 1,00 m³/ha). Para os estados do Pará e Mato Grosso, devido à ausência de dados completos (informações apenas das florestas públicas no Pará), os valores de volume explorado e transacionado não são apresentados. Entre os estados que menos exploraram o que autorizaram, Acre e Amazonas se destacaram, com cerca de 30-50% de exploração do volume autorizado. Dados de exploração de *Tabebuia* spp. ao longo da cadeia de produção da madeira foram observados mais expressivamente nos estados do Amazonas e Rondônia.

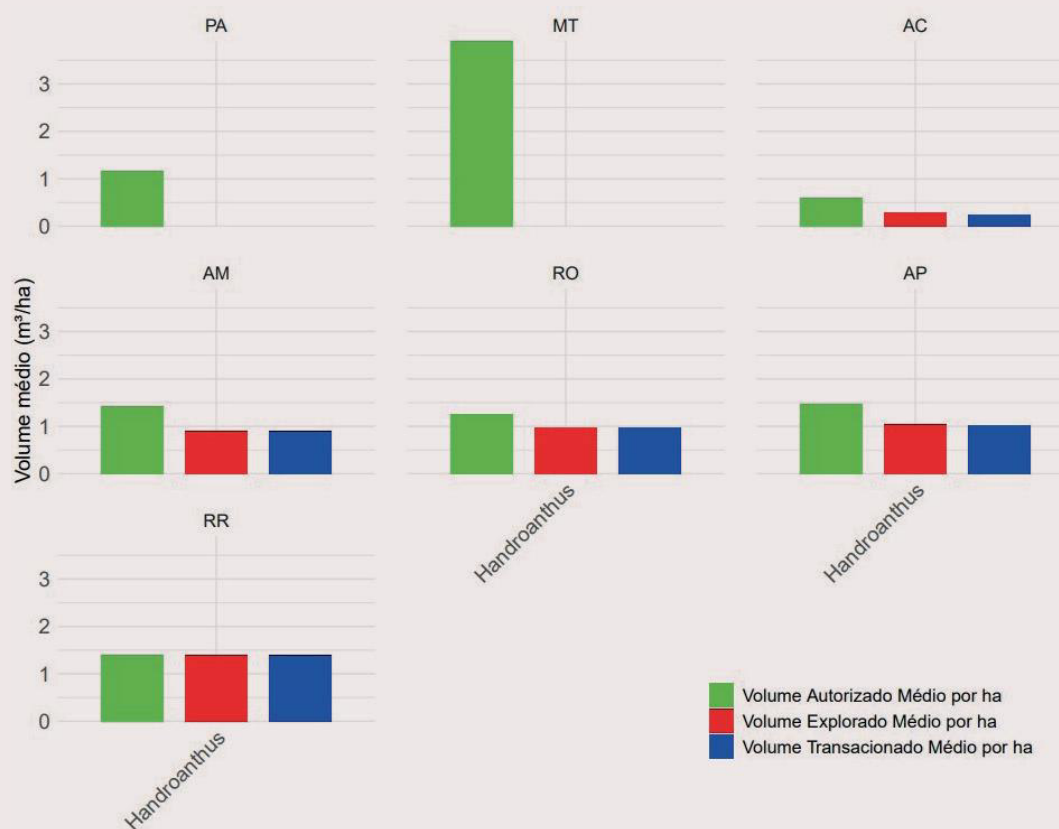


Figura 5. Volume autorizado, explorado e transacionado médio por hectare de *Handroanthus* spp. por unidade federativa – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal, no período de 2018-2023. Dados parciais para os estados do PA e MT.

3.2. Avaliação 2 – Exploração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em PMFS: Árvores por Área de Efetivo Manejo

Para o levantamento das informações dos inventários florestais dos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, com dados em nível de árvore, utilizamos as bases do Sinaflor.

Para o levantamento do número de árvores e volume médio de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. por hectare em área de efetivo manejo integraram-se dados de inventário florestal comercial – IF100% das bases federais (Sinaflor) e estaduais de Mato Grosso e Pará (Simlam). Devido à dificuldade de obtenção da informação da área de efetivo manejo por autorização, realizou-se uma amostragem aleatorizada, onde 650 autorizações foram selecionadas ao longo das unidades federativas da Amazônia Legal Brasileira, totalizando 97.097 árvores de *Handroanthus* spp. e 179 árvores de *Tabebuia* spp. (pela amostragem, somente dados em nível de gênero), conforme Tabela 8. Assim, informações florestais em nível de UF, fitofisionomia, e categorias de manejo florestal foram utilizadas. Contudo, mesmo nesse recorte de 650 autorizações, os dados disponíveis são parciais para o PA (apenas florestas públicas) e MT (categoria de árvore inventariada indisponível).

Tabela 8. Número de autorizações (total / amostradas, n = 650) e árvores amostradas de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS por unidade federativa – UF da Amazônia Legal. As autorizações referem-se aos Planos Operacionais Anuais – POA Pleno e de Baixa Intensidade, no período de 2018 a 2023. As autorizações amostradas para o Pará são restritas a Florestas Públicas.

UF	Número de autorizações: total / amostradas	Número de árvores amostradas
AC	91 / 41	23.766
AM	199 / 100	19.529
AP	188 / 58	3.095
MT	387 / 30	7.804
PA	766 / 52	29.568
RO	504 / 332	12.321
RR	41 / 37	1.193

Para a avaliação 2, além das Unidades Federativas, foi realizada a seguinte categorização:

I. manejo Florestal: Florestas Públicas, Propriedades Privadas e Manejo Florestal Comunitário.

II. fitofisionomias: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD. Visto que mais de 97% do total de árvores manejadas de *Handroanthus*

spp. e *Tabebuia* spp. ocorre nessas fitofisionomias, sendo: 62% em FOA e 36% em FOD do total amostrado.

Para o recorte amostrado, o maior número de árvores e volume médio de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. por hectare foi observado no estado do PA, com cerca de 1 árvore por ha (Figura 7). O estado do MT apresentou os maiores volumes em FOD (~1,5 m³/ha), apesar de um número relativamente baixo de árvores por hectare, indicando árvores de maiores dimensões nesta localidade. Para FOA, os maiores volumes foram registrados em PA e MT, com MT novamente apresentando alto volume mesmo com baixa densidade por ha.

Ao longo das fitofisionomias avaliadas, Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, tanto FOA como FOD no MT destacaram-se com o maior volume por hectare, cerca de 1,5 m³/ha (Figura 7).

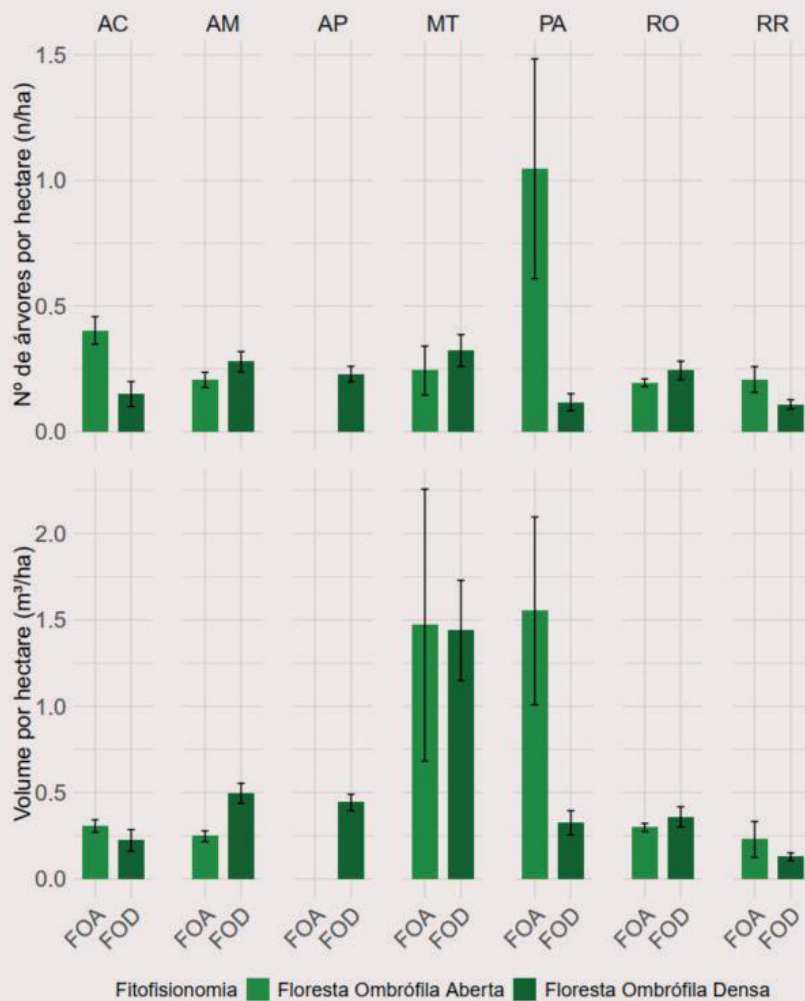


Figura 7. Número médio de árvores (com erro padrão da média) por hectare (área de efetivo manejo) nas duas principais fitofisionomias inventariadas de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. por autorização ao longo das unidades federativas - UF dos estados que compõem a Amazônia Legal, no período de 2018-2023 (n=650). As autorizações amostradas para o Pará são restritas a Florestas Nacionais.

3.3. Avaliação 3 – Exploração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em PMFS: Intensidade de exploração efetiva

Muito embora as categorias do inventário florestal definam os indivíduos e volume de corte e remanescentes na área a ser manejada, os parâmetros estabelecidos no planejamento nem sempre representam a realidade ao término da exploração, principalmente em decorrência das incertezas e adversidades das atividades de corte, arraste e transporte das toras na UMF. São dois os principais fatores responsáveis: 1) As diferenças matemáticas entre as grandezas envolvidas na estimativa de volume durante o inventário, baseadas em variáveis dendrométricas, e a cubagem rigorosa dos toros de madeira *in natura* após seu corte e traçamento; e 2) a constatação de árvores ocas, ou com características que impeçam seu corte durante a fase exploratória, que são mantidas na área, reduzindo o percentual de indivíduos abatidos, e conseqüentemente o volume a ser explorado.

Em extração e análise de dados do painel interno de monitoramento do Ibama, foram mantidas apenas as autorizações com percentual de exploração superior a 5% do volume autorizado, excluindo casos residuais ou não executados. Autorizações com status de suspensão administrativa foram avaliadas individualmente e incluídas somente quando os dados indicaram que a suspensão ocorreu após a conclusão da exploração. Em seguida, as autorizações foram classificadas por categoria de manejo (concessão em florestas públicas, privado e comunitário). A intensidade de efetiva exploração foi calculada por autorização como a razão entre o volume efetivamente explorado e o volume autorizado, expressa em percentual, e os valores agregados por categoria por meio do cálculo da média e do erro-padrão da média, assegurando comparabilidade entre os regimes de manejo. Desta forma, a intensidade efetiva de exploração média de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. foi avaliada a partir de 599 autorizações de exploração florestal emitidas entre 2018 e 2023. Assim, o número de autorizações consideradas para esta análise foi menor do que o total de autorizações emitidas para a espécie e utilizado na Avaliação 1. Dentre essas autorizações, 535 foram provenientes de manejo em áreas privadas, 50 de manejo em concessões em florestas públicas e 14 de manejo comunitário. Os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*, tratados de forma conjunta em razão de sua sinonímia botânica e indistinguibilidade operacional nos registros administrativos. A relação entre o volume inventariado e o volume efetivamente explorado foi estabelecida para esses gêneros nas três categorias de manejo.

Entre as categorias de manejo florestal, observaram-se diferenças consistentes na intensidade média de efetiva exploração por autorização (Figura 9). Nos planos de manejo em concessões em florestas públicas, a intensidade de exploração (76,4% \pm 3,0%) está associada, em parte, aos mecanismos econômicos e institucionais

específicos que regem a atividade em áreas da União onde a floresta é usada como ativo público produtivo. O processo de concessão florestal envolve etapas formais de planejamento e contratação, incluindo a definição das áreas, elaboração de estudos técnicos, licitação, consulta pública e assinatura de contrato, além da cobrança de valores vinculados aos créditos madeireiros efetivamente comercializados. Esse arranjo influencia diretamente a estratégia operacional dos concessionários, tornando economicamente inviável a exploração de fustes com baixa qualidade ou árvores ocas, e induzindo à seleção mais restritiva dos indivíduos efetivamente cortados. Como consequência, observa-se frequentemente a manutenção de um número de indivíduos remanescentes superior ao inicialmente previsto nos projetos de exploração, em consonância com parâmetros normativos de sustentabilidade e com a lógica econômica do regime concessionário.

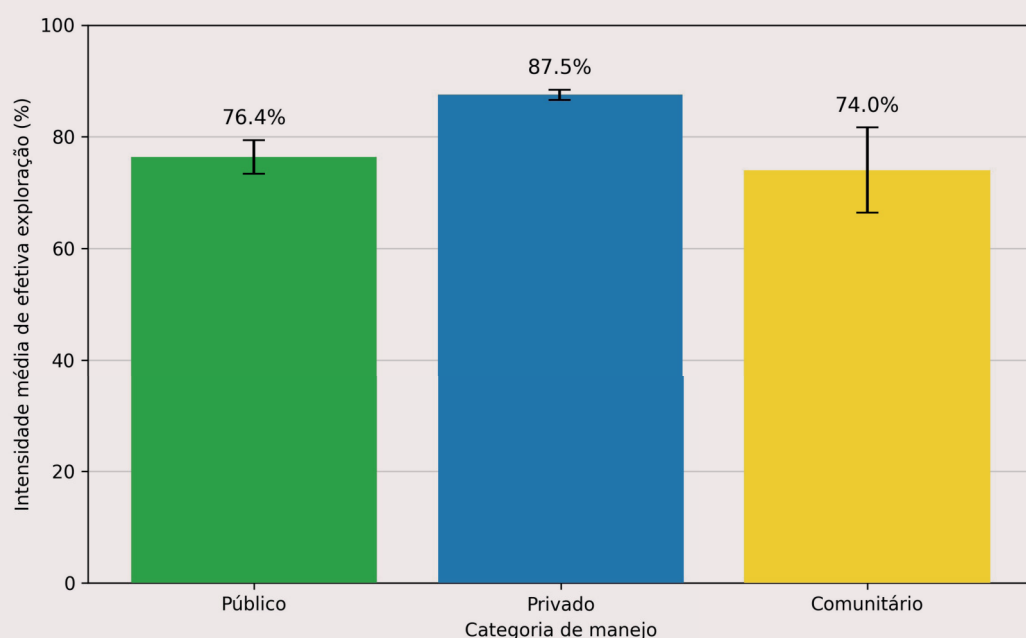


Figura 9. Intensidade de exploração efetiva média de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. (\pm erro padrão da média) por Categoria de Manejo na Amazônia Legal. Autorizações Plano Operacional Anual – POA Amazônia Legal Pleno e Baixa Intensidade, período entre 2018 e 2023. Dados relativos a 599. Dados parciais para os estados do PA e MT.

Nos planos de manejo florestal em domínio privado, a intensidade média mais elevada ($87,5\% \pm 1,1\%$) reflete um contexto distinto, marcado por relações contratuais privadas e pela lógica de mercado entre o detentor do PMFS e o proprietário da terra. Diferentemente das florestas públicas, o processo autorizativo conduzido pelos órgãos ambientais estaduais não envolve, em regra, mecanismos de cobrança direta ao poder público vinculados ao volume autorizado para exploração. Essa configuração tende a induzir estratégias operacionais orientadas à maior utilização da volumetria autorizada, visando à otimização da relação custo-benefício do em-

preendimento, o que se expressa em intensidades médias mais elevadas e menor variabilidade entre autorizações.

Com relação aos planos de manejo florestal comunitários (74,0% ± 7,6%), os resultados indicam um comportamento mais heterogêneo quando comparados às demais categorias de manejo, refletido em um erro padrão da média mais elevado. Esse padrão está associado à diversidade de arranjos organizacionais, contextos territoriais e estratégias operacionais que caracterizam o manejo comunitário. Diferentemente das concessões florestais e dos manejos privados, que operam sob regimes regulatórios e produtivos mais uniformes, os projetos comunitários abrangem desde iniciativas com maior estruturação técnica até arranjos de menor escala e maior dependência de condicionantes locais. Como consequência, observa-se maior variabilidade entre autorizações e uma menor precisão na estimativa da intensidade média de exploração, sem que isso implique, necessariamente, intensidades sistematicamente mais elevadas ou mais baixas de uso dos recursos florestais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo florestal sustentável no Brasil consolidou-se em um arcabouço normativo com mais de quatro décadas, inicialmente voltado à sustentabilidade média da floresta. Entretanto, as exigências da Cites e a pressão comercial sobre espécies de alto valor, como *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., evidenciam a necessidade de critérios específicos por espécie, baseados em dados empíricos de dinâmica populacional e intensidade de exploração.

As análises deste capítulo mostram que a exploração de *Handroanthus serratifolius* concentra-se em poucos estados, especialmente Pará, Mato Grosso e Amazonas, respondendo conjuntamente pela maior parte da área e volume autorizados. Em termos relativos, Amazonas e Acre apresentam a maior proporção de planos de manejo com ocorrência da espécie, enquanto o Pará concentra a maior área absoluta, com quase metade de toda a exploração registrada. Esses padrões reforçam a importância de diferenciar entre indicadores relativos e absolutos ao definir estratégias de manejo.

Quanto às categorias de manejo, observou-se que a intensidade efetiva média de exploração para *H. serratifolius* e *H. impetiginosus* foi de aproximadamente 79,3%, com variação entre áreas públicas (76,4%), privadas (87,5%) e comunitárias (74,0%). Esses resultados indicam que a pressão média exercida sobre as populações-alvo é, em termos gerais, comparável entre os diferentes regimes de manejo, embora com distintos perfis de governança e controle. Em áreas privadas, a combinação

de maior intensidade média e menor padronização de fiscalização tende a ampliar os riscos de sobre-exploração e de inconsistências na cadeia produtiva. No manejo comunitário, por sua vez, a menor intensidade média observada é acompanhada por maior variabilidade entre autorizações, refletida em um erro padrão da média mais elevado, associado à diversidade de arranjos organizacionais, contextos territoriais e estratégias operacionais, o que impõe maior cautela na interpretação da média como indicativo do padrão geral de exploração.

Por fim, a avaliação dos sistemas de controle florestal demonstra avanços significativos em rastreabilidade no âmbito federal (Sinaflor, DOF+), e também lacunas críticas na integração dos sistemas estaduais, notadamente em Mato Grosso e Pará, onde parte relevante dos dados permanece incompleta ou não harmonizada. A superação dessas falhas é indispensável para assegurar confiabilidade no processo autorizativo, rastreabilidade plena ao longo da cadeia de custódia e a formulação de pareceres de extração não prejudicial consistentes com as diretrizes da Cites.

Em síntese, a consolidação de critérios específicos de manejo por espécie, o fortalecimento da governança sobre áreas privadas e a integração plena dos sistemas estaduais aos federais constituem condições fundamentais para equilibrar a exploração econômica e a conservação de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. na Amazônia Legal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acre. (2001). *Lei nº 1.426, de 27 de dezembro de 2001*. Dispõe sobre a preservação e conservação das florestas do Estado, institui o Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas, cria o Conselho Florestal Estadual e o Fundo Estadual de Florestas e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Acre. <https://imac.ac.gov.br/wp-content/uploads/2022/legislacao/Leis/LEI%20N%C2%BA%201.426,%20DE%2027%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202001.pdf>

Acre. (2008). *Resolução CEMACT/CFE nº 003, de 12 de agosto de 2008*. Licenciamento, monitoramento e a fiscalização das áreas objeto de manejo florestal no Estado do Acre. Diário Oficial do Estado do Acre.

Amazonas. (2022). *Resolução/CEMAAM N. 35 de 19 de janeiro de 2022*. Altera a Resolução/CEMAAM N.º 30, de 03 de dezembro de 2018, que estabelece os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS de Maior Impacto de

Exploração e de Menor Impacto de Exploração nas florestas nativas e formações sucessoras no Estado do Amazonas. Diário Oficial do Estado do Amazonas.

Brasil. (1953). *Lei nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953*. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l1806.htm

Brasil. (1965). *Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965*. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm

Brasil. (1966). *Lei nº 5.173, de 27 de outubro de 1966*. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia; extingue a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), cria a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), e dá outras providências. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5173.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%205.173%2C%20DE%2027%20DE%20OUTUBRO%20DE%201966.&text=Disp%C3%B5e%20s%C3%B4bre%20o%20Plano%20de,%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.

Brasil. (1977). *Lei Complementar nº 31 de 11 de outubro de 1977*. Cria o Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp31.htm#:~:text=LEI%20COMPLEMENTAR%20N%C2%BA%2031%2C%20DE,Sul%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.

Brasil. (1981). *Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm

Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

Brasil. (1995). *Portaria Federal IBAMA nº 48, de 10 de julho de 1995*. Regulamenta o Decreto 1.282, de 19 de outubro de 1994. <http://www.ibama.gov.br/flores/leis/leis.html>

Brasil. (2006). *Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006*. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério

do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro – SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF; altera as Leis nos 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=03/03/2006>

Brasil. (2006a). *Decreto nº 5.975 de 30 de novembro de 2006*. Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nºs 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=01/12/2006&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=132>

Brasil. (2007). *Decreto nº 6.063, de 20 de março de 2007*. Regulamenta, no âmbito federal, dispositivos da Lei no 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=21/03/2007>

Brasil. (2009). *Resolução Federal CONAMA nº 406, de 02 de fevereiro de 2009*. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS. Diário Oficial da União, <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/02/2009&jornal=1&pagina=100&totalArquivos=160>

Brasil. (2009a). *Decreto nº 6.874, de 5 de junho de 2009*. Institui, no âmbito dos Ministérios do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Agrário, o Programa Federal de Manejo Florestal Comunitário e Familiar - PMCF, e dá outras providências. Diário Oficial da União.

Brasil. (2009b). Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 406, de 02 de fevereiro de 2009*. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Diário Oficial da União.

Brasil. (2011). *Lei complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011*. Estabelece normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio

ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm

Brasil. (2012). *Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/05/2012&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=168>

Brasil. (2014). *Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014*. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf

Brasil. (2020). Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução nº 497, de 19 de agosto de 2020*. Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos florestais madeireiros brutos e processados de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/08/2020&jornal=515&pagina=91&totalArquivos=137>

Brasil. (2022). *Instrução Normativa nº 16, de 25 de novembro de 2022*. Dispões sobre o sistema do Documento de Origem Florestal Rastreabilidade (DOF+), como ferramenta de emissão, gestão e monitoramento das licenças obrigatórias para transporte e armazenamento de produtos florestais de espécies nativas do Brasil. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/12/2022&jornal=515&pagina=77&totalArquivos=141>

Cites (2013). Resolution Conf. 16.7 (Rev. CoP17) on Non-detriment Findings. CITES Secretariat, Geneva. Recuperado de <https://cites.org/sites/default/files/documents/COP/19/resolution/E-Res-16-07-R17.pdf>

CNCFlora. (2012a). *Handroanthus arianae* in Lista Vermelha da flora brasileira. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://cncflora.jbrj.gov.br>

CNCFlora. (2012b). *Handroanthus riodocensis* in Lista Vermelha da flora brasileira. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://cncflora.jbrj.gov.br>

CNCFlora. (2012c). *Handroanthus spongiosus* in Lista Vermelha da flora brasileira. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://cncflora.jbrj.gov.br>

CNCFlora. (2012d). *Tabebuia cassinoides* in Lista Vermelha da flora brasileira. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://cncflora.jbrj.gov.br>

Conselho Estadual de Meio Ambiente do Amazonas – CEMAAM. (2022). *Resolução/CEMAAM N. 36 de 19 de janeiro de 2022*. Estabelece os procedimentos administrativos e a apresentação dos documentos fundiários para a concessão da Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - APAT no Estado do Amazonas. Diário Oficial do Amazonas. <https://www.sema.am.gov.br/wp-content/uploads/2024/03/35.-RESOLUCAO-N%C2%B0-35-ALTERA-A-RESOLUCAO-N%C2%B0-30-DE-2018-PMFS.pdf>

DeArmond, D., Emmert, F., Pinto, A.C., Lima, A.J., & Higuchi, N. (2023). A systematic review of logging impacts in the Amazon biome. *Forests*, 14(1), 81. <https://doi.org/10.3390/f14010081>

Fearnside, P.M. (2002). Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental conservation*, 28(1), 23-38. <https://doi.org/10.1017/S0376892901000030>

Ferreira, J., Aragão, L.E., Barlow, J., Barreto, P., Berenguer, E., Bustamante, M., ... & Zuanon, J. (2014). Brazil's environmental leadership at risk. *Science*, 346(6210), 706-707. <https://doi.org/10.1126/science.1260194>

Flores, W.M., França, I., Santos, G.G.A.D., Miranda, I.D.S., Moraes, E.F.S., Sánchez, G.H., ... & Hernández-Ruz, E.J. (2023). Diametric Growth of a Forest under Reduced-Impact Logging in the Eastern Region of the Brazilian Amazon. *Land*, 12(3), 704. <https://doi.org/10.3390/land12030704>

Fonseca Júnior, S.F., Piedade, M.T.F., & Schöngart, J. (2009). Wood growth of *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae) in Central Amazonian black-water (igapó) and white-water (várzea) floodplain forests. *Trees*, 23(1), 127-134. <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0261-4>

Gonçalves-Souza, D., Vilela, B., Phalan, B., & Dobrovolski, R. (2021). The role of protected areas in maintaining natural vegetation in Brazil. *Science Advances*, 7.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2006). *Norma de execução n°1, de 18 de dezembro de 2006*. Instituir, a

metodologia e o respectivo modelo de relatório de vistoria com a finalidade de subsidiar a análise dos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/12/2006&jornal=1&pagina=142&totalArquivos=160>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2007a). *Norma de Execução Ibama nº 1, de 24 de abril de 2007*. Institui, no âmbito do Ibama, as Diretrizes Técnicas para Elaboração dos PMFS. <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/NE0001-240407.PDF>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2007b). *Norma de Execução Ibama nº 2, de 26 de abril de 2007*. Institui, no âmbito do Ibama, o Manual Simplificado para Análise de Plano de Manejo Florestal Madeireiro na Amazônia com a finalidade de subsidiar a análise dos Planos de Manejo Florestal Sustentável. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=27/04/2007&jornal=1&pagina=74&totalArquivos=108>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2014). *Instrução Normativa nº 21, de 24 de dezembro de 2014*. Institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) e dá outras providências. Diário Oficial da União.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2015). *Instrução Normativa Ibama nº 9, de 08 de maio de 2015*. Estabelece os procedimentos para autorizar o aproveitamento de matéria-prima florestal. Diário Oficial da União. <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0009-08052015.pdf>

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (2022). *Instrução Normativa nº 5, de 14 de abril de 2022*. Regula, no âmbito do Instituto Chico Mendes, as diretrizes e os procedimentos administrativos e técnicos para a aprovação do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) comunitário para exploração de recursos madeireiros no interior de Reserva Extrativista, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Floresta Nacional. Diário Oficial da União.

Laurance, W.F., & Useche, D.C. (2009). Environmental synergisms and extinctions of tropical species. *Conservation biology*, 23(6), 1427-1437. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01336.x>

Mato Grosso. (2005). *Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro de 2005*. Dispõe sobre a Política Florestal do Estado de Mato Grosso e dá outras providências. Diário

Oficial do Estado do Mato Grosso. <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/visualizacoes/pdf/13910/#/p:8/e:13910>

Mato Grosso. (2020). *Decreto Estadual nº 697, de 03 de novembro de 2020*. Regulamenta o procedimento de licenciamento ambiental no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Mato Grosso. <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/visualizacoes/pdf/16084/#/p:2/e:16084>

Mato Grosso. (2022). *Decreto Nº 1.313 DE 11/03/2022*. Regulamenta a Gestão Florestal do Estado de Mato Grosso, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Mato Grosso. <https://app1.sefaz.mt.gov.br/Sistema/legislacao/legislacaotribut.nsf/07fa81bed2760c6b84256710004d3940/7158f0b42702d45c04258805004f23dc?OpenDocument>

Mato Grosso. (2024). *Decreto Nº 937 DE 01/07/2024*. Disciplina a utilização, o preenchimento e a emissão da Guia Florestal (GF) para o transporte de produtos e/ou subprodutos de origem florestal do Estado de Mato Grosso, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Mato Grosso. <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/visualizacoes/pdf/17970/#/p:1/e:17970>

Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2002). *Instrução normativa nº 4, de 4 de março de 2002*. Dispõe sobre os procedimentos relativos às atividades de Manejo Florestal Sustentável de Uso Múltiplo na Amazônia Legal. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/03/2002&jornal=1&pagina=75&totalArquivos=136>

Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2006a). *Instrução Normativa MMA nº 4 de 11/12/2006*. Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – APAT, e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/12/2006&jornal=1&pagina=154&totalArquivos=232>

Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2006b). *Instrução Normativa MMA nº 5 de 11/12/2006*. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/12/2006&jornal=1&pagina=155&totalArquivos=232>

Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2015). *Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015*. Dispõe sobre a aprovação de Planos de Manejo Florestal

Sustentável – PMFS e seus respectivos Planos Operacionais Anuais – POA. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/02/2015&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=304>

Pará. (2011). *Instrução normativa nº 05, de 19 de maio de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal. Diário Oficial do Estado do Pará. <https://www.ioepa.com.br/pages/2011/2011.05.23.DOE.pdf>

Pará. (2015). *Instrução normativa nº 05, de 10 de setembro de 2015*. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Pará. <https://www.ioepa.com.br/pages/2015/2015.09.11.DOE.pdf>

Pará. (2022). *Decreto nº 2.596, de 31 de agosto de 2022*. Regulamenta o cadastro de atividade florestal, o Sistema Estadual de Gestão de Informações Ambientais e a licença para transporte de produtos e subprodutos de origem florestal no Estado do Pará. Diário Oficial do Estado do Pará. <https://www.ioepa.com.br/pages/2022/2022.08.31.DOE.pdf>

Patriota, A.D. (2008). An Introduction to Brazilian Environmental Law. *The George Washington International Law Review*, 40, 611.

Putz, F.E., Blate, G.M., Redford, K.H., Fimbel, R., & Robinson, J. (2001). Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. *Conservation Biology*, 15(1), 7-20. <https://www.jstor.org/stable/2641641>

Roraima. (2015). *Lei nº 986, de 22 de janeiro de 2015*. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS nas florestas nativas e formações sucessoras no Estado de Roraima, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Roraima. https://www.imprensaoficial.rr.gov.br/app/_visualizar-doe/

Roraima. (2018). *Decreto nº 23.481, de 28 de dezembro de 2018*. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável nas florestas primitivas e suas formas de sucessão no Estado de Rondônia e dá outras providências. <http://ditel.casacivil.ro.gov.br/COTEL/Livros/Files/D23481.pdf>

Roraima. (2022). *Resolução CEMA nº 3 de 25 de novembro de 2022*. Dispõe sobre os procedimentos para o registro da Reserva Legal de propriedades e posses rurais do Estado de Roraima na Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – FEMARH. Diário Oficial do Estado de Roraima.

Rosa, I.M., Souza Jr, C., & Ewers, R.M. (2012). Changes in size of deforested patches in the Brazilian Amazon. *Conservation biology*, 26(5), 932-937. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01901.x>

Rosa, S.A., Barbosa, A.C.M.C., Junk, W.J., Da Cunha, C.N., Piedade, M.T.F., Scabin, A.B., ... & Schöngart, J. (2017). Growth models based on tree-ring data for the Neotropical tree species *Calophyllum brasiliense* across different Brazilian wetlands: implications for conservation and management. *Trees*, 31, 729-742. <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1503-5>

Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA. (2020). *Portaria SEMA nº 082, de 16 de setembro de 2020*. Estabelece diretrizes voltadas à tramitação processual para emissão de Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável (APAT) e para homologação de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) e respectivo Plano Operacional Anual (POA). <https://sigdoc.ap.gov.br/public/arquivo/ec04c9c9-d92d-432c-ae9b-a71c668eaf23>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2022). *Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF*. Brasília, 2019. <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/>

Vargas, D.L. (2021). *“Na contramão da sustentabilidade”: a pauta da governança ambiental no Brasil*. COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional.



CAPÍTULO 5

PRODUÇÃO, COMÉRCIO E FISCALIZAÇÃO
DE PRODUTOS MADEIREIROS

Caroline S.S, França¹, Vinícius B. Costa², Gustavo Bediaga de Oliveira³, Allan Jordani^{4,5}, Manolo Quintilhan⁵, Yanka Alves⁵, Claudia Mello⁶, José Pedro Zuffo Janducci⁷, Alexandra Alves⁸, Dalton Cardoso⁸, Camila Damasceno⁸, Paulo Amaral⁹ e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024¹⁰

RESUMO

O Brasil permanece entre os maiores produtores e exportadores mundiais de madeiras tropicais, sendo a produção advinda do manejo florestal de espécies nativas uma importante estratégia de diversificação da bioeconomia e manutenção da floresta em pé. Persiste, entretanto, o desafio nacional no equilíbrio entre o uso sustentável dos recursos florestais e a exploração madeireira predatória e ilegal. Esse capítulo traz estatísticas sobre a produção e comércio madeireiro relevantes ao entendimento da pressão que o mesmo exerce sobre *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. no Brasil. Estimativas sobre o mercado legal bem como a parcela ilegal da produção são contextualizadas em relevância, incluindo parâmetros de riscos predominantes advindos da fiscalização, e estudo de caso para as espécies no contexto do Pará. O capítulo baseia-se majoritariamente em estudos e metodologias que utilizam dados dos sistemas oficiais de licenciamento e de controle de origem e transporte de produtos florestais estaduais e nacionais. As espécies comercializadas sob o vernacular ipê, principalmente *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus impetiginosus* estão entre as espécies nativas brasileiras de maior produção nacional. Em contraste à tendên-

1 Departamento de Espaço, Terra e Meio Ambiente, Universidade de Tecnologia Chalmers - CTH

2 Superintendência no estado do Paraná, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - SUPES/PR/Ibama

3 Coordenação de Gestão do Uso Sustentável da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Cousf/Ibama

4 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama

5 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - CGFlo/Ibama

6 Coordenação de Comércio Exterior, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Comex/Ibama

7 Diretoria de Proteção Ambiental, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - DIPRO/Ibama

8 Centro de Geotecnologia, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon

9 Programa de Restauração de Paisagens, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon

10 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

cia nacional de declínio, a produção de *Handroanthus serratifolius* aumentou entre 2012-2020 e os valores dos produtos consumidos então entre 3-5 vezes acima da média geral das espécies, sendo hoje uma das espécies de mais alto valor no mercado. Ainda em substancial contraste com a tendência nacional de consumo interno, os produtos consumidos das espécies são majoritariamente de destinação internacional. Em estudo de caso específico ao Pará, estimativas sobre riscos de ilegalidade sugerem que 81% do volume transacionado apresentou algum risco de ilegalidade com relação aos três parâmetros avaliados (situação da autorização inválida, superestimativa do volume comercial das espécies, discrepâncias entre consumo e produção). Os resultados mostram que a maioria da produção é comprometida por riscos associados à ilegalidade e à falta de rastreabilidade, necessitando maior rigor na análise das informações para a determinação da origem por parte dos gestores e consumidores.

Palavras-chave: manejo florestal sustentável; riscos de ilegalidade; cadeia de produção madeireira.

CONTEXTO

O Brasil permanece entre os maiores produtores e exportadores mundiais de madeiras tropicais (ITTO, 2023) e a região Amazônica, por sua vez, é a origem predominante da produção madeireira de toras oriunda de espécies nativas (Ibama, 2019; 2024). Em um cenário de contínua redução dos estoques florestais globais (FAO, 2020; FDAP, 2024) e crescente demanda por produtos madeireiros (Peng et al., 2023), especialmente devido ao uso na substituição de produtos fósseis em esforço na mitigação das mudanças climáticas (Herren & Hellweg, 2019), a produção madeireira nacional apresenta um enorme potencial e responsabilidade.

O equilíbrio entre o uso sustentável dos recursos florestais e sua exploração excessiva são desafios persistentes nas fronteiras florestais brasileiras (Richardson et al., 2016; Matricardi et al., 2020; Rajão et al., 2020; Lapola et al., 2023). Apesar do desafio permanecer, há amplo consenso de que a produção madeireira por meio de Manejo Florestal Sustentável é uma ferramenta fundamental na diversificação da bioeconomia local e instrumento estratégico de implementação das políticas públicas ambientais, de governança territorial e de mitigação das mudanças climáticas (Azevedo-Ramos et al., 2015; Vidal et al., 2020; Moutinho & Azevedo-Ramos, 2023). O Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm, a exemplo, expõe a meta de alcançar aumento na produção de produtos madeireiros via Manejo Florestal Sustentável e Concessões Florestais a ser medido, entre outros indicadores, pela área (ha) sob concessão

florestal, quantidade de produtos florestais madeireiros comercializados e valor da produção (R\$) (Brasil, 2023).

O Brasil é pioneiro na implementação de sistemas que buscam o controle da origem e do transporte dos produtos de origem em florestas nativas (Brasil, 1992; 2006; 2014), bem como no arcabouço legal de determinação de parâmetros para exploração florestal (Brasil, 1986; Drummond & Barros-Platiau, 2006). Entretanto, o impacto cumulativo da exploração predatória e em contravenção às normas (Valdiones et al., 2021; Simex, 2024) contribuem para inviabilizar a produção sustentável (Lima et al., 2018; Scocoti et al., 2023), levando espécies a maior vulnerabilidade (Schulze et al., 2008; Brancalion et al., 2018) e criando um ambiente de conflito e violência contra as comunidades que dependem dos recursos florestais (Celentano et al., 2018).

As informações apresentadas nas próximas sessões baseiam-se na síntese de análises e aplicação de metodologias apresentadas em estudos técnicos e científicos recentes. Tais estudos utilizam-se majoritariamente dos sistemas estaduais e nacional oficiais de licenciamento e de controle da origem e transporte dos produtos madeireiros de origem nativa. Representam, assim, a prática da implementação e utilização dos sistemas de controle por diversos atores da cadeia produtiva da madeira, bem como a sua evolução no tempo. Nesse contexto, é relevante ressaltar que não raro, espécies de maior popularidade dentro do gênero, como a *Handroanthus serratifolius*, podem ser utilizadas para a inserção de outras espécies similares nos sistemas. No caso das espécies de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., a revisão taxonômica de *Tabebuia serratifolia* para *Handroanthus serratifolius* e de *Tabebuia impetiginosa* para *Handroanthus impetiginosus* ainda representa um desafio nos sistemas de controle e na interpretação de dados de parcelas coletadas antes da disseminação dessas mudanças. Em muitos casos, comparações em nível de gênero são a abordagem mais adequada para analisar tendências relacionadas a esse grupo de espécies. Tais fatores devem guiar expectativas sobre limitações dos estudos, ou seja, dados aqui utilizados representam a simplificação da realidade da biodiversidade, porém, igualmente traduzem à prática o arcabouço legal e realidade de implementação dos sistemas.

As próximas sessões são divididas em quatro partes, que objetivam elucidar as tendências de produção e comércio legal bem como subsidiar a avaliação da potencial fração ilegal da produção para o *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. Primeiramente, tendências gerais de produção e consumo nacionais são apresentadas com base em Ibama (2019; 2024). A relevância da exploração ilegal é, então, contextualizada com base nas análises da Rede Simex (Valdiones et al., 2021; Simex, 2024). Na sequência, aprofunda-se o entendimento sobre riscos de irregularidades a partir da caracterização das intercorrências técnico-legais predominantes em Planos de Manejo Florestal com base em Costa et al. (2024). A última parte do capítulo é

dedicada à avaliação mais específica e quantificação de potenciais riscos de ilegalidade para as *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. com base em estudo de caso para o Pará em adaptação da abordagem de Franca et al. (2023). Considerações finais trazem pontos de destaque levantados ao longo das sessões. Para detalhes metodológicos não abordados no Capítulo, sugere-se a consulta das publicações associadas às análises e adaptações apresentadas.

1. TENDÊNCIAS GERAIS DE PRODUÇÃO E CONSUMO

1.1. Produção

De acordo com os dados oriundos dos sistemas federais e estaduais de controle de origem e transporte dos produtos florestais, Sistema DOF (Sinaflor) e Sisflora-PA e Sisflora-MT, respectivamente, a produção anual madeireira oriunda de espécies nativas atualmente oscila entre 7-11 Mm³ em tora ao ano (Figura 1), no período

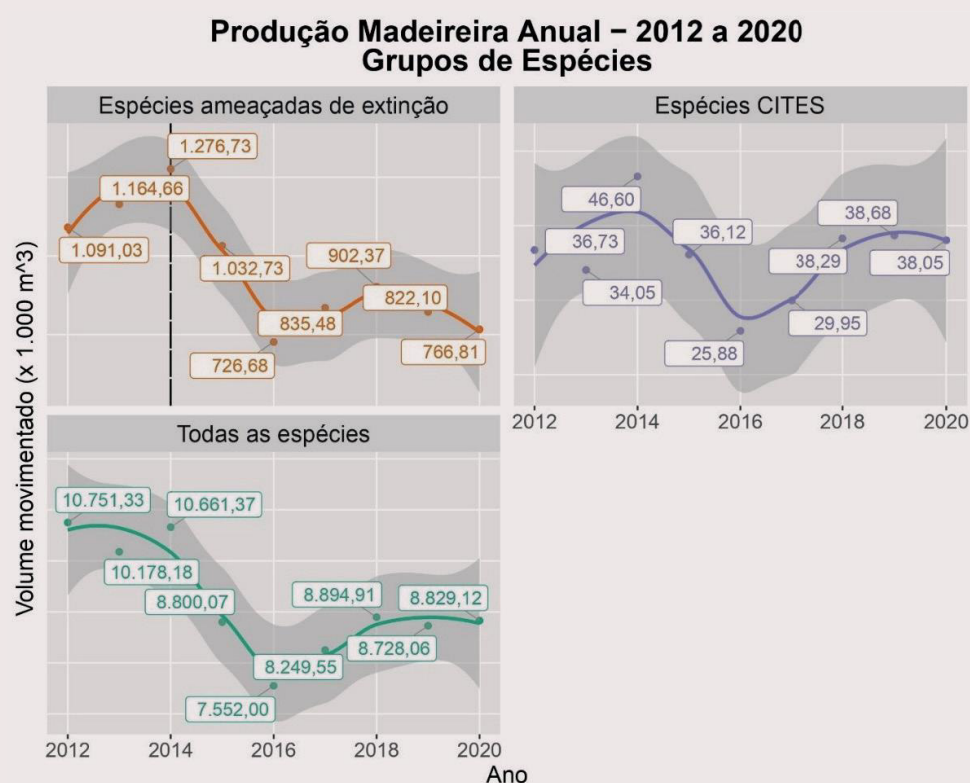


Figura 1. Produção madeireira anual no período de 2012 a 2020 (m³ x 1,000), conforme os diferentes grupos de espécies analisados. **Todas as espécies**: conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará. **Espécies ameaçadas de extinção**: conjunto de espécies da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. **Espécies Cites**: conjunto de espécies constantes em algum dos anexos da Convenção Cites. **A linha vertical pontilhada** indica a publicação, em 18 de dezembro de 2014, da Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014, que institui a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, Fonte: Ibama (2024).

entre 2012-2020 (Ibama, 2019; Ibama, 2024). De forma geral, a tendência atual de produção nacional representa um declínio em relação ao final dos anos 1990 quando estimativas sugerem que a produção alcançava 28 milhões de metros cúbicos (Lentini et al., 2003; Valdiones et al., 2021). Entretanto, a redução das taxas de desmatamento com relação ao período e associada redução na oferta (INPE, 2024), a exaustão de recursos madeireiros nas antigas fronteiras de exploração (Richardson et al., 2016), e a substituição por novos materiais (Lentini et al., 2021; 2023) são fatores que contribuíram com a tendência geral de declínio.

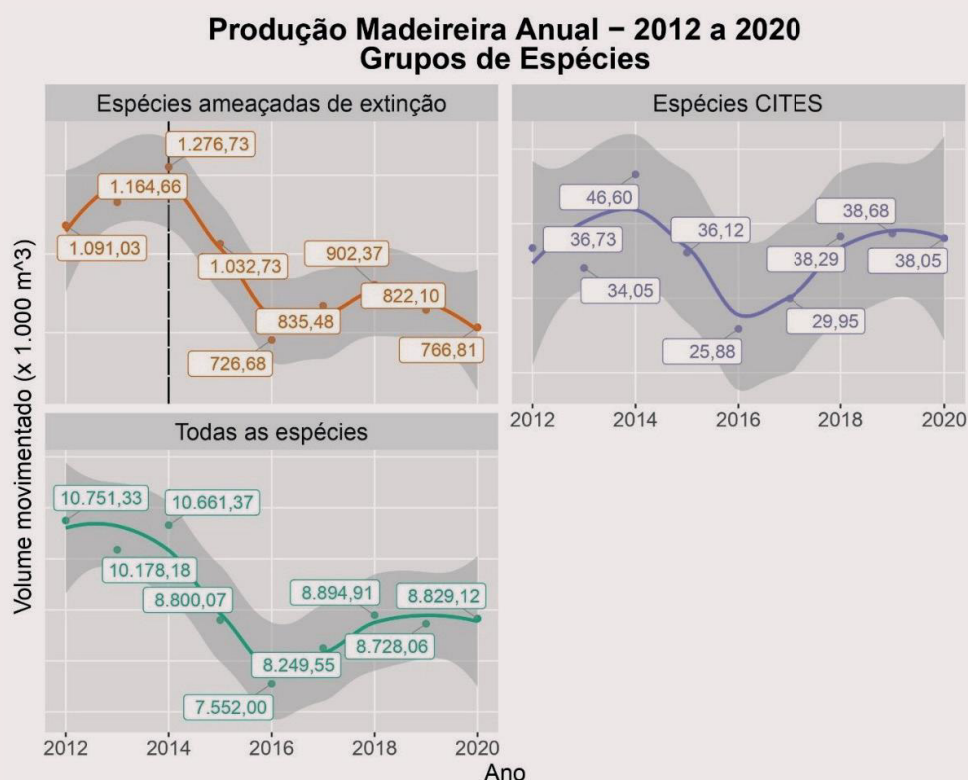


Figura 1. Produção madeireira anual no período de 2012 a 2020 (m³ x 1.000), conforme os diferentes grupos de espécies analisados. **Todas as espécies:** conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará. **Espécies ameaçadas de extinção:** conjunto de espécies da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. **Espécies Cites:** conjunto de espécies constantes em algum dos anexos da Convenção Cites. **A linha vertical pontilhada** indica a publicação, em 18 de dezembro de 2014, da Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014, que institui a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, Fonte: Ibama (2024).

A produção madeireira de tora acumulada para o conjunto de todas as espécies no período foi de aproximadamente 82 milhões de metros cúbicos (Ibama, 2024). Vinte e cinco espécies de maior produção madeireira (Figura 2) representaram 60% da produção total, sendo que a proporção relativa das espécies ameaçadas de extinção (Portaria MMA nº 443, 2014) (Brasil, 2014a) e espécies Cites (excluindo gêneros ainda não incluídos até 2020) ficou em torno de 10% e 0,4% da produção geral, respectivamente.

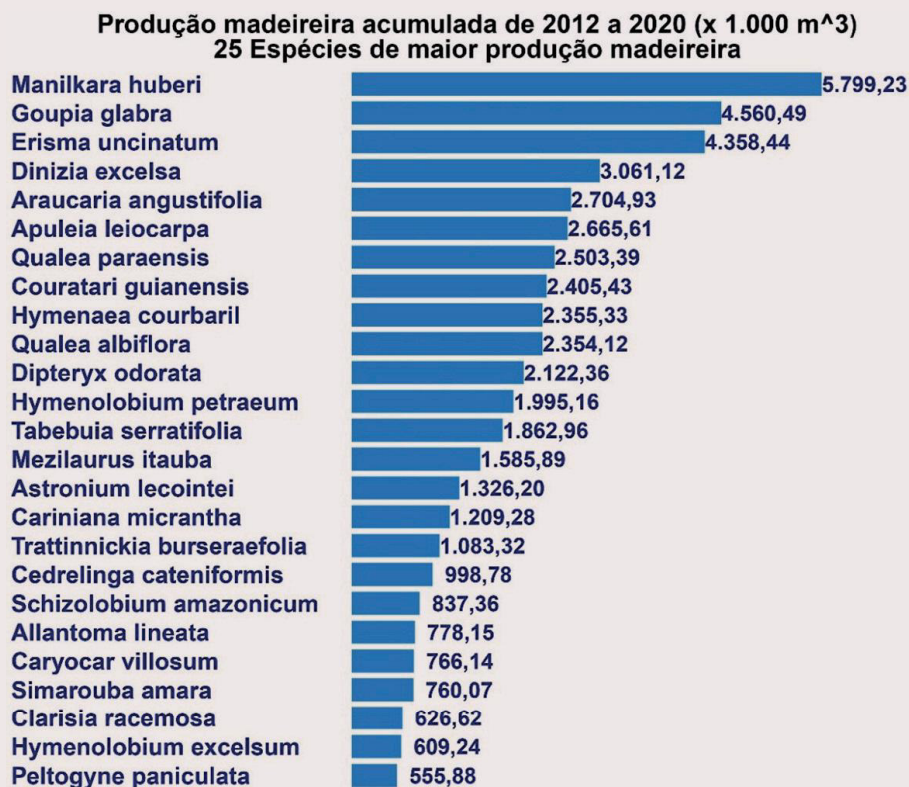


Figura 2. Produção madeireira acumulada de 2012 a 2020 (m³ x 1,000) das 25 espécies de maior produção madeireira no período, Fonte: Ibama (2024).

Mato Grosso (39%), Pará (27%) e Rondônia (17%) são os maiores estados produtores, juntos totalizando aproximadamente 83% da produção nacional no período (2012-2020) (Ibama, 2024). Outros estados da Amazônia contribuem para a predominância da região que totaliza aproximadamente 96% da produção nacional de tora de espécies nativas, com contribuições dos estados do Amazonas (7%), Roraima (2,6%), Acre (2%) e Amapá (1,1%). O Manejo Florestal Sustentável é a forma predominante de produção, representando 87% do volume, ao passo que aproximadamente 9% do volume é oriundo da Supressão Vegetal e somente 4% de plantios florestais, apesar da interpretação requerer atenção visto que algumas dessas espécies são cultivadas em plantios. Por exemplo, 94% da produção de *Araucaria angustifolia* é oriunda de plantios florestais de acordo com dados inseridos nos sistemas (Ibama, 2024).

1.2. Consumo

Os produtos oriundos do sistema de produção abastecem majoritariamente o mercado interno, sendo que somente 12,8% dos produtos madeireiros consumidos são exportados. Polos consumidores do Sudeste e Sul predominam na demanda interna, com destaque para São Paulo com a maior parcela de consumo (32,6%).

Nesse contexto, é importante destacar que os produtos finais são isentos de rastreabilidade (Brasil, 2014, Art, 49), limitando o entendimento sobre o real consumo final por meio dos sistemas de rastreabilidade existentes. Além disso, os dados coletados por meio do módulo de destinação final no Sistema DOF (Ibama, 2024a), ou seja, módulo de indicação do uso ou transformação final realizada que representa a saída do produto florestal do fluxo de controle do sistema, não estão disponibilizados sistematicamente. Somente através de pesquisas individuais dos empreendimentos pode-se verificar a situação e categoria utilizada para a destinação final do crédito. Tais lacunas na rastreabilidade e disponibilidade dos dados podem acarretar viés no entendimento da utilização da madeira incorporada em produtos, visto o predomínio das categorias de madeira serrada (Figura 3), quando outros e diversos usos são documentados para as diferentes espécies.



Figura 3. Tipos de produtos madeireiros consumidos no período de 2012 a 2020 (volume relativo), Ibama (2024).

Os Estados Unidos da América (26,2%) e países da União Europeia (Holanda, com 8,85%, França, com 8,71%, Bélgica, com 6,91% e Portugal, com 4,87%), por sua vez, constituem os maiores mercados consumidores internacionais dos produtos madeireiros entre 2012-2020. Além desses, também consumiram produtos madeireiros a China (7,21%), Suíça (4,86%), República Dominicana (3,61%) e Reino Unido (3,33%). Apesar de os valores apresentados não terem sido corrigidos pela inflação, em contraste com a oscilação observada no volume de produção, observa-se uma tendência relativamente constante de aumento do valor médio dos produtos madeireiros consumidos para o conjunto de todas as espécies (Figura 4).

Valor Médio dos Produtos Madeireiros Consumidos Grupos de Espécies – 2012 a 2020

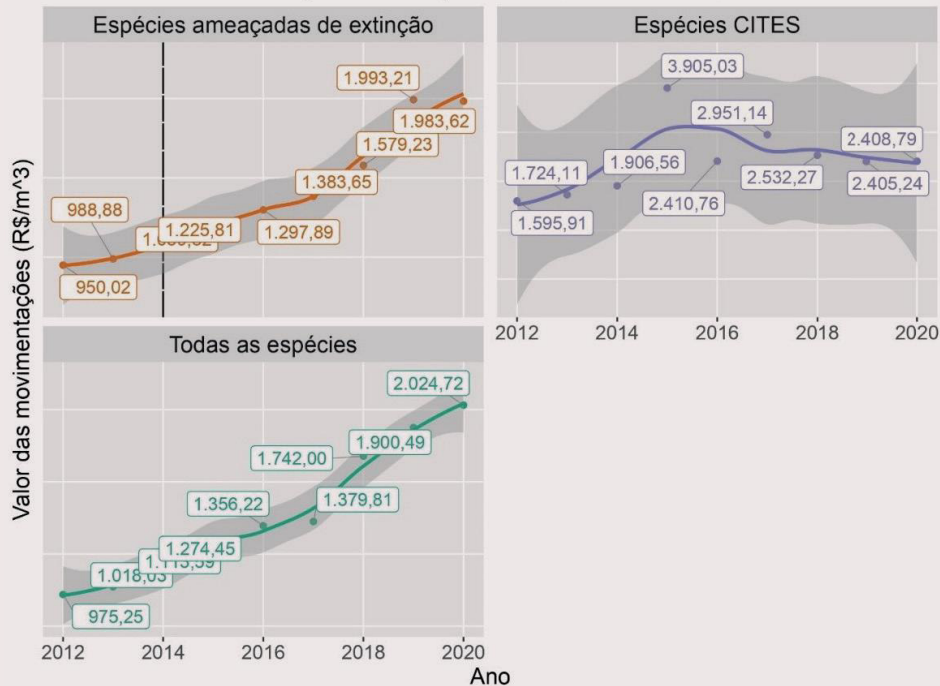


Figura 4. Valor médio dos produtos madeireiros consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³, inflação não corrigida), conforme os diferentes grupos de espécies analisados no estudo Ibama (2024). **Todas as espécies:** conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará. **Espécies ameaçadas de extinção:** conjunto de espécies da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. **Espécies Cites:** conjunto de espécies constantes em algum dos Anexos da Convenção Cites. **A linha vertical pontilhada** indica a publicação, em 18 de dezembro de 2014, da Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014, que instituiu a antiga Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, Fonte: Ibama (2024).

2. RELEVÂNCIA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO ILEGAL

Das evidências da contínua exploração e comércio ilegal dos produtos madeireiros oriundos de espécies nativas, as estatísticas de produção total derivadas dos sistemas de controle representam uma subestimativa da real produção total. Assim mostra-se fundamental o entendimento de ambas as faces, legal e ilegal, da produção. Estudos do Sistema de Monitoramento da Exploração Florestal – Simex estimam que a área explorada não autorizada entre 2007-2019 foi de 44%-68% considerando análises aprofundadas para os estados de Mato Grosso e Pará, respectivamente (Valdiones et al., 2021). Análises recentemente ampliadas para todos os estados da Amazônia demonstram que apesar de 2020-2022 apresentar tendência geral de queda (Valdiones et al., 2021; Simex, 2023), atualmente 35% da área de exploração madeireira ainda é feita sem a devida autorização (Figura 5) (Simex, 2024).

A última análise também ressalta a necessária atenção com a característica dinâmica das novas fronteiras de exploração madeireira e, em particular, a exploração

ilegal. O Amazonas foi o terceiro estado de maior produção em 2022-2023, entretanto somente 23% da área explorada foi autorizada, com pressão desproporcional observada na região do sul do estado, parte integral da Zona de Desenvolvimento Sustentável dos Estados do Amazonas, Acre e Rondônia – AMACRO e atual fronteira de desmatamento (Chaves et al., 2024).

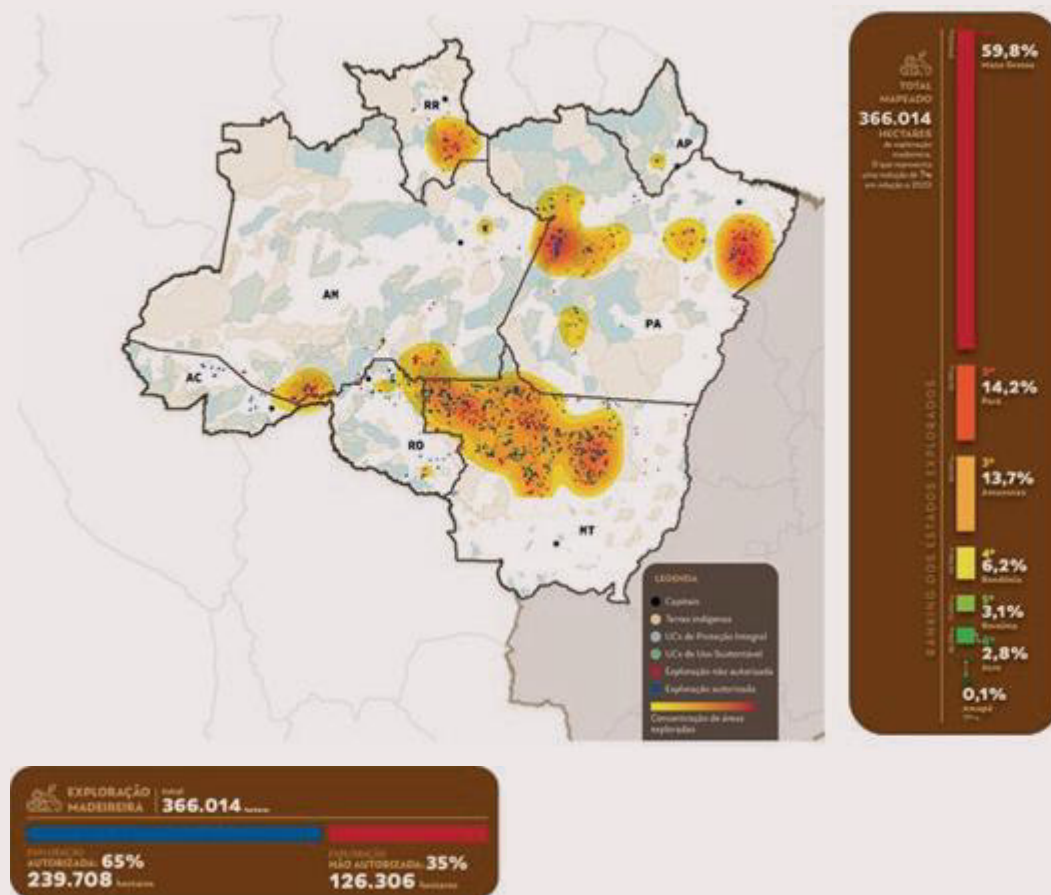


Figura 5. Mapeamento da exploração madeireira na Amazônia de Agosto 2022 a Julho 2023, Fonte: Simex (2024).

Tanto a exploração quanto o comércio ilegal exercem pressões sobre os recursos florestais que são diferenciadas e específicas de acordo com cada espécie e região geográfica de ocorrência. Para avaliar essas pressões sobre *Handroanthus serratifolius* na Amazônia Legal brasileira, foi realizada uma análise para estimar a quantidade de área de extração madeireira autorizada, não autorizada ou sem definição entre os anos 2020 e 2023, considerando a sobreposição entre a máxima probabilidade de ocorrência da espécie (Capítulo 2) e os dados do Simex. Ressalta-se que a indefinição de classes em determinados estados ocorreu em virtude de deficiências no acesso e transparência de dados oficiais. As áreas autorizadas, representadas pelos pontos azuis na figura abaixo, são aquelas exploradas detectadas dentro dos limites legais e espaciais da Autorização de Exploração Florestal.

Em contraste, as áreas não autorizadas, indicadas pelos pontos vermelhos, são as regiões detectadas fora dos limites legais e/ou espaciais da Autorização. As áreas sem definição representam áreas exploradas delimitadas sem verificação da legalidade devido à falta de recursos do Simex, sendo apenas mapeadas quanto à sua extensão, indicadas pelos pontos laranjas (Figura 6).

A espécie *Handroanthus serratifolius* apresenta máxima probabilidade de ocorrência, principalmente, nos estados de Rondônia, Mato Grosso e Pará, destacados em verde na figura abaixo. Mato Grosso apresenta as maiores áreas de exploração não autorizada, enquanto Rondônia e Mato Grosso apresentam o maior número de áreas exploradas sem definição. Ao comparar as três categorias de extração madeireira, as áreas autorizadas somam 2.603 km², seguidas pelas áreas sem definição (1.386 km²) e, por último, as áreas não autorizadas (903 km²). No total, são 4.891 km² de exploração madeireira, tanto legal quanto ilegal, nas regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *H. serratifolius* (Figura 6).

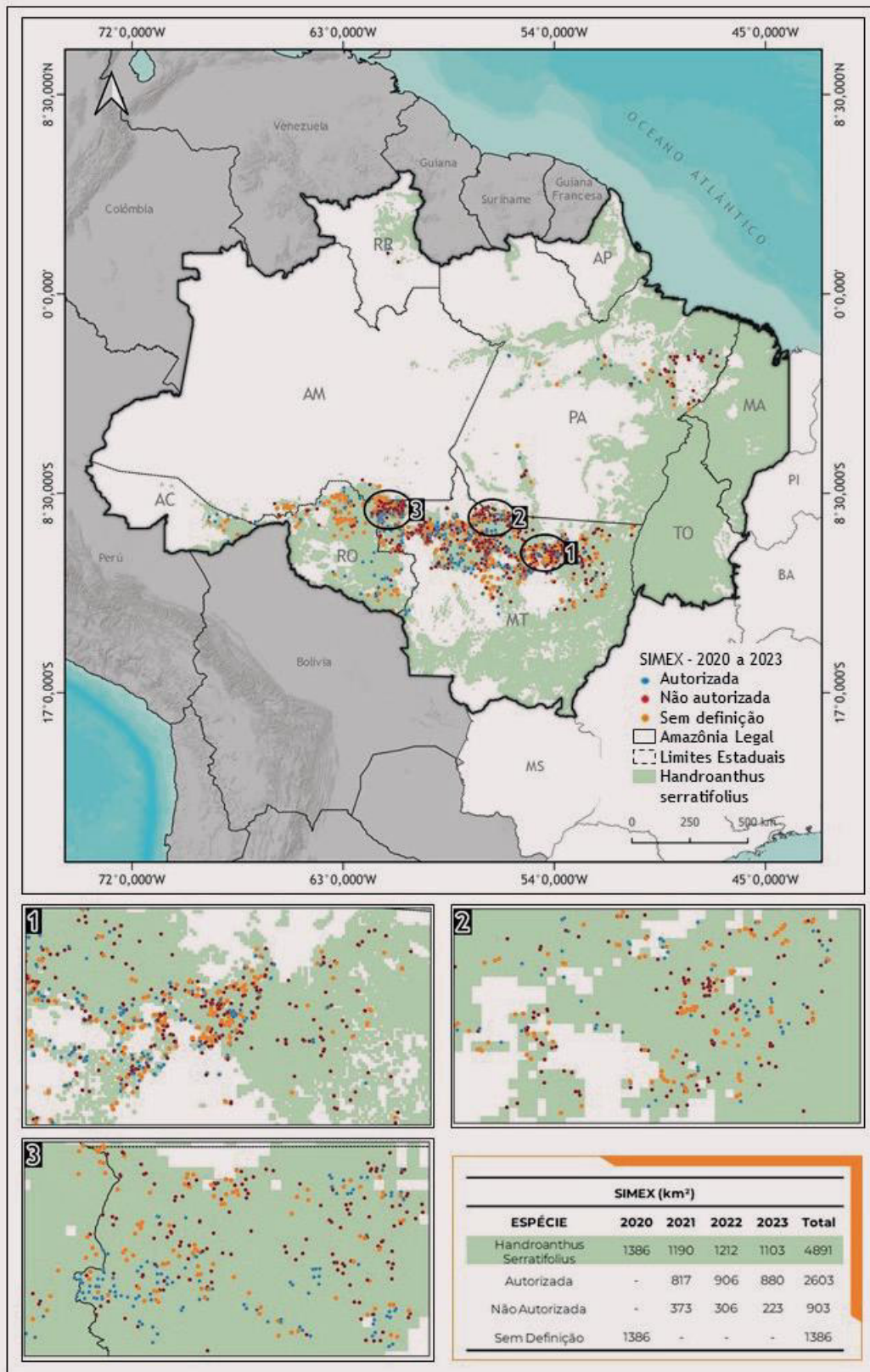


Figura 6. Mapa de sobreposição Simex (2020 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Handroanthus serratifolius* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. Os pontos com cor azul representam as áreas autorizadas. Os pontos com cor vermelha representam as áreas não autorizadas. Os pontos com cor laranja representam as áreas sem definição. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS INTERCORRÊNCIAS TÉCNICO-LEGAIS EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL

Na Amazônia, a degradação florestal, a qual inclui a extração ilegal de madeira, é um problema de escala equiparável ao desmatamento (Lapola et al., 2023). A implantação de uma legislação ambiental mais rigorosa melhorou a detecção de algumas formas de extração ilegal de madeira. Todavia, existem vulnerabilidades no controle florestal, principalmente a métodos mais sutis que mascaram a origem da madeira ilegal (Brancalion et al., 2018). A madeira sem origem legal é uma mercadoria de alto valor que é facilmente misturada com produtos florestais legítimos para evitar que seja detectada (Bisschop, 2012).

Os crimes e infrações que objetivam acobertar madeira amazônica sem origem legal ocorrem nos diversos elos da cadeia produtiva. No início dessa cadeia estão os processos autorizativos, dentre eles, os relacionados aos Planos de Manejo Florestal Sustentável, alvos de ações ilícitas que objetivam a exploração irregular de produtos florestais e/ou a geração de créditos virtuais os quais serão utilizados para acobertar madeira sem origem legal (Costa et al., 2024).

No Brasil, o Ibama tem como objetivo exercer o poder de polícia ambiental e realizar ações no âmbito das políticas nacionais de meio ambiente relacionadas às atribuições federais, como o licenciamento ambiental, controle de qualidade do meio ambiente, autorização para o uso de recursos naturais e fiscalização, monitoramento e controle ambiental (Ibama, 2022).

A legislação brasileira estipula a necessidade de controle sobre produtos florestais nativos e estabelece um sistema nacional para o controle da origem da madeira, que é coordenado, supervisionado e regulamentado pelo Ibama (Capítulo 4). Esse sistema inclui a inserção e comercialização de créditos virtuais de madeira, portanto, o Ibama possui atribuição legal para fiscalizar as informações oriundas dos processos autorizativos e dessa forma garantir a origem legal da madeira extraída em território nacional (Brasil, 2012).

Nos casos em que se suspeita de irregularidades nos PMFS, o Ibama analisa as informações no sistema de controle e realiza vistorias *in loco* para verificar as atividades na floresta, comparando-as com o que está estipulado na legislação ambiental. Ao identificar irregularidades técnicas e legais, são aplicadas penalidades administrativas, como multas, apreensões e embargos. A instauração do processo administrativo pelo Ibama para investigar infrações ambientais ocorre com a emissão do Auto de Infração pelo agente ambiental federal, exercendo seu poder de polícia, após a identificação de comportamentos e atividades prejudiciais

ao meio ambiente, conforme previsto na legislação brasileira. No entanto, devido às fragilidades da legislação ambiental brasileira, a punição dos infratores, especialmente daqueles com maior poder aquisitivo, é pouco eficaz (Costa et al., 2024; Folly & Viera, 2024).

Considerando a importância do manejo florestal para a sustentabilidade e a necessidade de fortalecer as medidas de combate à extração ilegal de madeira (Sen, 2020), o estudo de Costa et al. (2024) teve como objetivo identificar e analisar as principais irregularidades legais e técnicas cometidas nos PMFS na Amazônia Brasileira, as quais comprometem a sustentabilidade da atividade e aumentam a concorrência desleal.

As principais irregularidades técnicas e legais em Planos de Manejo foram analisadas a partir de 184 processos administrativos autuados pelo Ibama entre 2006 e 2021 (Costa et al., 2024). Os Planos estão localizados em oito estados da Amazônia Legal brasileira (Figura 7), abrangendo uma área de 746 mil hectares de manejo florestal e envolvendo a autorização de 4,1 milhões de metros cúbicos de madeira em tora. Maiores detalhes metodológicos podem ser consultados em Costa et al. (2024).

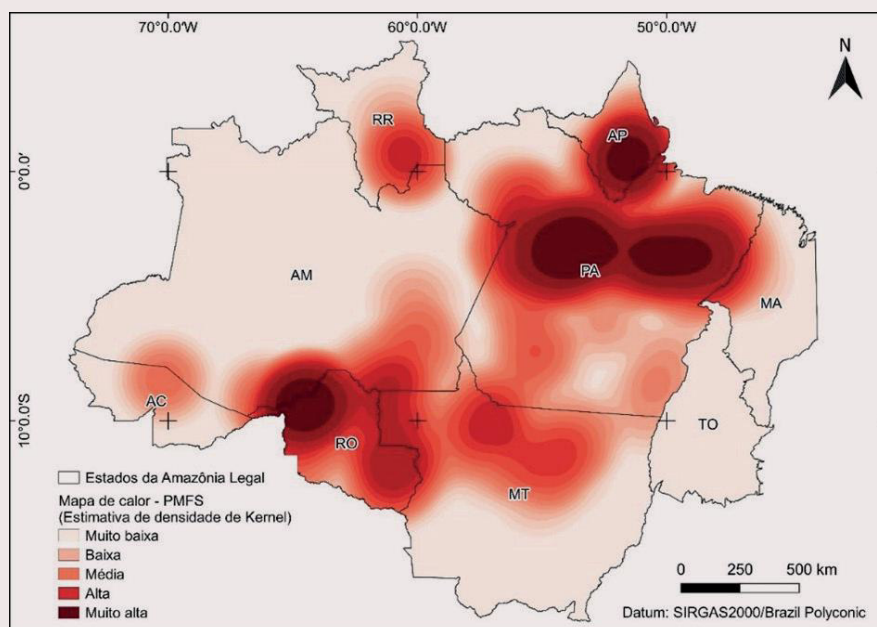


Figura 7. Mapa de calor da distribuição geográfica dos PMFS (estimativa da densidade de Kernel), Fonte: Costa et al. (2024).

A análise identificou 27 variáveis, resultando em 1.003 não-conformidades técnicas e legais. Tais não conformidades foram agrupadas em 27 intercorrências

técnico-legais relacionadas às 13 atividades do manejo florestal envolvendo as fases pré-exploratória e exploratória (Tabela 1). Problemas na cadeia de custódia, transporte florestal irregular, exploração florestal não autorizada e movimentação fraudulenta de créditos foram as principais irregularidades encontradas (Costa et al., 2024). Ainda, constatou-se que 82,3% destes PMFS foram autorizados com unidades de produção anual – UPA únicas, as quais contrariam os preceitos do manejo florestal e tendem a facilitar o cometimento de ilícitos.

Tabela 1. Intercorrências apontadas pelo Órgão Ambiental Federal, Fonte: Adaptado de Costa et al, 2024.

Fase	Atividade do manejo florestal	Intercorrência	Nº de intercorrências detectadas
Pré-exploratória	Documentos autorizativos	▪ Irregularidade nos documentos	41
	Delimitação da área de manejo	▪ Falhas no macro e microplanejamento (UPA e/ou UT)	38
	Inventário florestal 100%	▪ Identificação botânica irregular ▪ Erros nos dados dendrométricos e nas estimativas de volume ▪ Árvores inexistentes ou sem volume comercial aptas para corte	44
			34
			17
	Seleção e marcação de árvores para corte	▪ Problemas na marcação e localização das árvores	45
	Corte de cipós	▪ Não realização do corte de Cipós	25
Definição do estágio sucessional	▪ Floresta com sinais de exploração anterior ao PMFS	14	
Exploratória	Apresentação de informações sobre as atividades	▪ Movimentação fraudulenta de créditos (V9)	134
		▪ Declaração falsa apresentada no romaneio e/ou sistema	29
	Corte	▪ Danos em APP	24
		▪ Altura de toco	16
		▪ Ausência de teste de oco	27
		▪ Falhas no corte direcional	36
		▪ Sobre-exploração da floresta	33
		▪ Toras abandonadas no interior da AMF	40
	Arraste	▪ Corte de árvores não Autorizadas	39
		▪ Estradas e ramais de arraste sem planejamento	46
Pátios de estocagem	▪ Estradas e ramais de arraste em APP	15	
	▪ Pátios de estocagem com dimensões excedentes ou alocados em áreas proibidas	24	

Fase	Atividade do manejo florestal	Intercorrência	Nº de intercorrências detectadas
	Transporte	Irregularidades no transporte (V21)	76
	Cadeia produtiva da madeira	▪ Problemas na cadeia produtiva da madeira (V22)	81
		▪ Presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS	27
	Intervenções florestais	▪ Exploração florestal não Autorizada (V24)	58
		▪ Armazenamento de toras do PMFS em pátios externos não autorizados	12
		▪ Desmatamento não autorizado	19
		▪ Incêndio florestal intencional	9
Total	13	27	1003

Tendo em vista que as variáveis envolvendo as intercorrências técnico-legais são em grande número, a aplicação da estatística multivariada é fundamental para a compreensão do *modus operandi* dos infratores que utilizam o PMFS de forma indevida. Uma das técnicas aplicadas foi a análise de agrupamentos das intercorrências em PMFS utilizando-se o coeficiente de correspondência simples (*simple matching*) com a aplicação do método de ligação entre grupos ou ligação média. O resultado é apresentado no dendrograma abaixo (figura 8), cuja função é resumir graficamente a solução dos agrupamentos efetuados pelo método hierárquico.

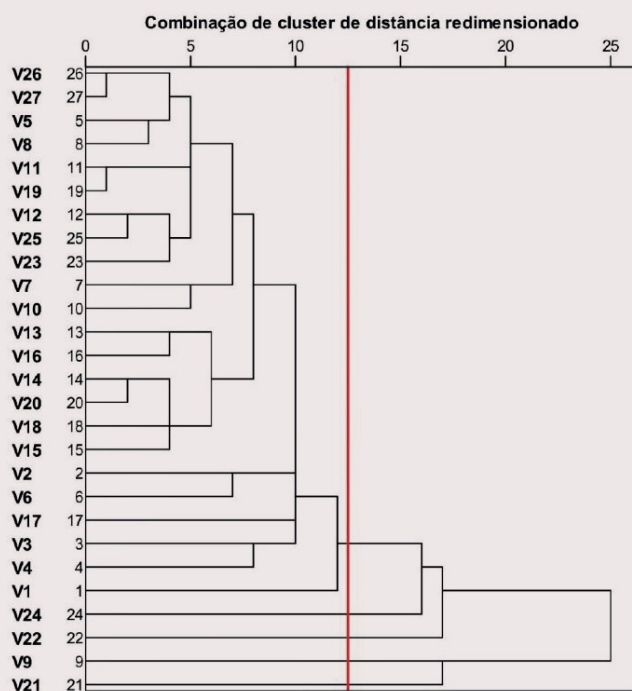


Figura 8. Dendrograma usando ligação média (entre grupos) - coeficiente de correspondência simples. Fonte: Costa et al. (2024).

Os quatro grupos (2, 3, 4 e 5) formados, respectivamente, pelas variáveis únicas: exploração florestal não autorizada (V24), problemas na cadeia de custódia (V22), movimentação fraudulenta de créditos (V9) e irregularidades no transporte (V21), representam 14,8% do número de variáveis e 34,8% do total de anomalias. Em conjunto, essas variáveis somam 349 intercorrências, sendo exclusivas da fase exploratória. A separação dessas variáveis em grupos distintos demonstrou a importância dessas intercorrências em relação ao número absoluto de irregularidades detectadas.

A exploração florestal não autorizada (V24) representa 7,8% das intercorrências identificadas na fase exploratória, essa anomalia está presente em 31,5% dos PMFS analisados. As áreas de exploração florestal ilegal, usualmente, são direta ou indiretamente conectadas com a estrutura do PMFS com intuito de legitimar as toras sem origem. O Ibama identificou alguns PMFS localizados próximos ou limítrofes a áreas protegidas que praticaram a mencionada intercorrência e confirmou que a madeira ilícita era oriunda de terras indígenas ou unidades de conservação.

Os problemas na cadeia de custódia (V22) ocorreram em 44% dos PMFS analisados, essa irregularidade ocupou a segunda posição em termos de relevância no contexto de todas as intercorrências. Cabe salientar que o monitoramento da cadeia de custódia da madeira é uma exigência legal definida pela Resolução Conama nº 406/2009 (Brasil, 2009). Esse procedimento possibilita a rastreabilidade do produto florestal extraído em planos de manejo na Amazônia, garantindo que a tora possua origem lícita e possibilite a confirmação desse fato, pois com as informações registradas na própria tora é factível localizar o toco da árvore de origem.

A principal intercorrência encontrada foi a movimentação fraudulenta de créditos (V9), a qual pode ser definida pelo envio de créditos virtuais de madeira pelo sistema oficial de controle, sem lastro físico, para acobertamento de madeira sem origem. Este crédito é comumente gerado pela superestimativa da volumetria de indivíduos na elaboração do inventário florestal 100%, durante a fase pré-exploratória. Essa intercorrência foi detectada em 72,8% dos PMFS fiscalizados pelo Ibama (Costa et al., 2024). Para circular na cadeia produtiva, a madeira ilegal precisa estar amparada por documentos que garantam uma aparente legalidade. É nesse momento que alguns PMFS participam da fraude, emitindo créditos virtuais.

As irregularidades no transporte (V21) estão presentes em 41,3% dos PMFS analisados. Resumidamente, essa atividade quando realizada às margens da lei serve para envio de créditos fraudulentos ou transporte de madeira ilegal. Costa et al. (manuscrito submetido para publicação, 2023), realizaram estudo sobre o transporte florestal em PMFS na Amazônia brasileira e constataram que os dados apontam que o tempo de efetivo transporte estimado não corresponde com as

informações declaradas, a diferença substancial entre a validade imposta pela legislação e os diferentes cenários de tempo de efetivo transporte, podem dificultar a rastreabilidade da madeira. Aliado a isso, o exame da capacidade de carga evidenciou que parcela significativa dos transportes florestais em PMFS superam os máximos limites legais.

Quando analisadas as espécies de maior predominância em planos de manejo autuados, observa-se que a *Handroanthus serratifolius* encontra-se entre as três espécies de maior relevância (Figura 9). Destaca-se ainda que 95,8% dos PMFS que possuem o *Handroanthus serratifolius* como uma das três espécies com maior volume autorizado apresentam movimentação fraudulenta de créditos. A identificação botânica irregular foi descrita em 45,8% dos PMFS em que o *Handroanthus serratifolius* figura entre as três espécies de maior volume. De maneira geral, os resultados demonstraram que há um direcionamento da exploração para poucas espécies de alto valor econômico e elevado interesse mercadológico.

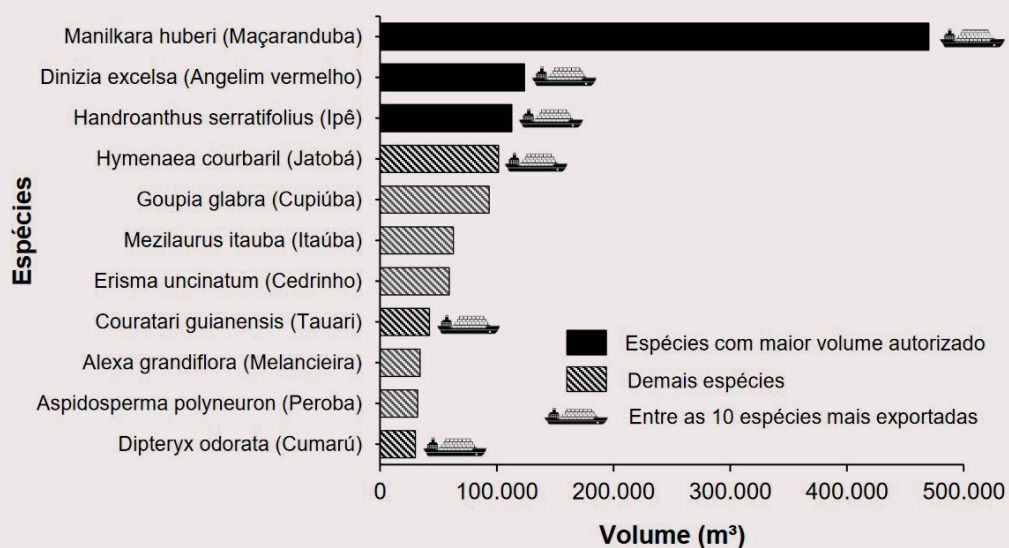
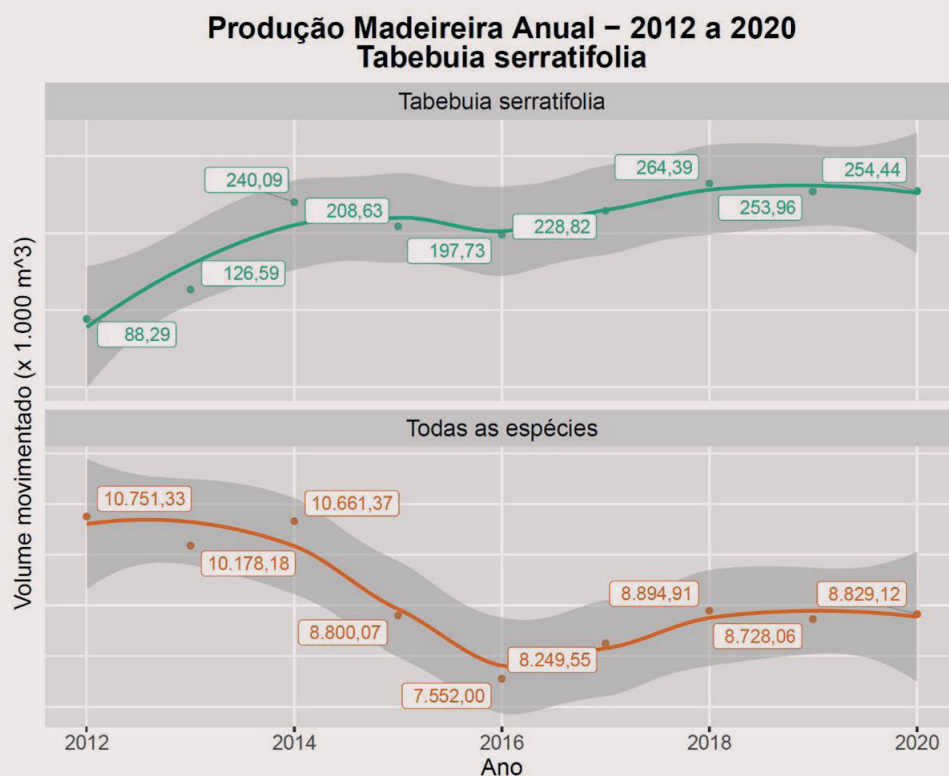


Figura 9. Volume total autorizado das espécies mais representativas no âmbito dos PMFS analisados, Fonte: Adaptado de Costa (2023).

É irrefutável a importância do manejo florestal e do uso consciente da floresta para a Amazônia, todavia, com base nos resultados, infere-se que os PMFS, quando utilizados indevidamente, podem atuar como vetores para a prática de ilícitos ambientais, principalmente no acobertamento de madeira sem origem legal. A identificação e quantificação das deficiências pode contribuir para melhorias nos mecanismos de controle florestal visando coibir a concorrência desleal e garantir a sustentabilidade dessa atividade, principalmente no que se refere às espécies ameaçadas.

4. AVALIAÇÃO DO COMÉRCIO LEGAL E ILEGAL, *HANDROANTHUS* SPP. E *TABEBUIA* SPP.

De acordo com Ibama (2024), a produção madeireira de *Handroanthus serratifolius*^{11*} no ano de 2020 foi 188% maior do que a observada em 2012, ao passo que a produção madeireira diminuiu 18% de 2012 a 2020, se considerarmos o conjunto de todas as espécies (Figura 9a). O estudo Ibama (2024) não contempla a análise de outras espécies de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. em específico, entretanto, como levantado anteriormente, o *Handroanthus serratifolius* constitui a espécie de maior popularidade no gênero sendo representativa das tendências observadas de maneira geral para os produtos comercializados sob o nome vernacular ipê. O Pará é o maior estado produtor da espécie (40%, seguido do Mato Grosso, 34%, e Rondônia, 16%), apesar de ser o segundo maior produtor nacional em relação a todas as espécies. Ao contrário da tendência nacional, 94% dos produtos de ipê são destinados à exportação, com o predomínio do consumo pelos EUA (37%) e diversos países da União Europeia (França 14%, Bélgica 11%, Portugal 8%, Espanha 5%, Itália 2,5%, Holanda 2,2%).



¹¹ *Handroanthus serratifolius* é a espécie de maior comercialização dos gêneros *Handroanthus* spp. (e *Tabebuia* spp., considerando a reclassificação taxonômica das espécies), sendo assim considerada representativa aos gêneros no âmbito de avaliação do comércio.

Valor Médio dos Produtos Madeireiros Consumidos Tabebuia serratifolia – 2012 a 2020

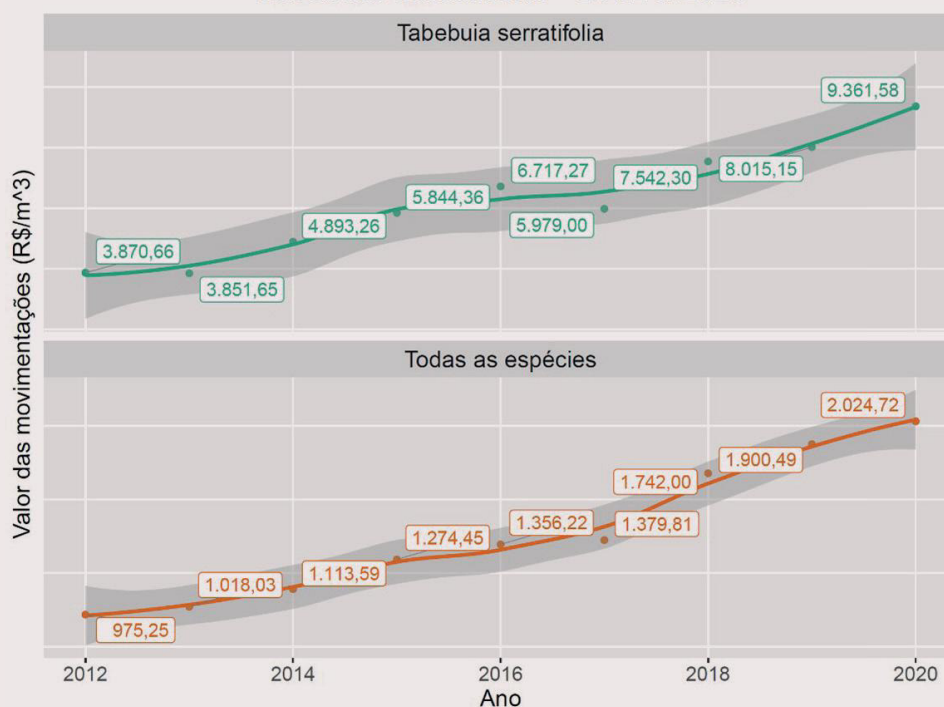


Figura 9. (a) Produção madeireira anual de *Handroanthus serratifolius* no período de 2012 a 2020 ($m^3 \times 1.000$). (b) Valor médio dos produtos madeireiros de *Handroanthus serratifolius* consumidos no período de 2012 a 2020 ($R\$/m^3$). **Todas as espécies**: conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará.

Com base nos dados do Sistema de Comércio Exterior - Siscomex, é relevante destacar que há designação específica no conjunto de Nomenclatura Comum do Mercosul – NCMs para o ipê (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.). Entretanto, estes dados estão disponíveis para produtos com processamento primário somente (madeiras de maneira geral serrada, cortada transversalmente ou desenrolada, aplainada, Código NCM 44072910), sendo ausentes para outros produtos com maior processamento que eventualmente incluam o conjunto de espécies. Em especial, tal categoria não inclui produtos como o *decking* ou assoalhos, que de acordo com Ibama (2024) constituíram 74% do consumo no período.

Ainda que com limitações e oscilações ao longo dos anos, observa-se que no período entre 2013-2023 a exportação dessa categoria apresentou queda de 28.853 m^3 a 9.687 m^3 , com destaque à queda substancial e contínua após 2018, sendo 2023 o primeiro ano da última década em que a exportação da categoria ficou abaixo de 10.000 m^3 . Em 2023, o valor do m^3 FOB (US\$) foi de 1.645,00 para essa categoria de exportação. ITTO (2024) sugere que tais valores podem alcançar FOB (US\$) 2.427,00 para madeiras serradas, e FOB (US\$) 3.217,00 para *decking* destinado à exportação, respectivamente. A criação de NCMs específicos para

todos os produtos que incorporam as espécies Cites é considerado de grande importância para o melhor monitoramento do comércio dessas espécies, já que é notória a dificuldade na alteração dos códigos do Sistema Harmonizado – SH de âmbito internacional.

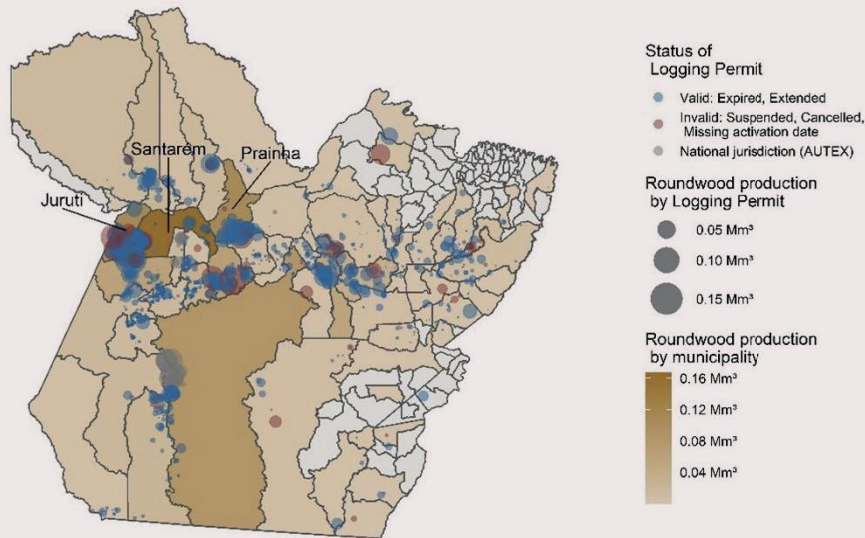
De acordo com os dados apresentados em Ibama (2024), os valores de venda de produtos consumidos estão, de modo geral, 4-5 vezes acima do valor da média de preços relativo a todas as espécies (Figura 9b), sendo que em 2012 essa valorização era de aproximadamente 3,9 vezes acima da média de todas as espécies, ao passo que em 2020 esse valor é de 4,6 vezes, representando um aumento relativo substancial no valor dos produtos da espécie se comparado aos demais. É importante ressaltar que os valores em Ibama (2024) foram mantidos como representados nos sistemas sem correção à inflação, porém, esse aumento (140% entre 2012 e 2020) está acima da média para o conjunto de todas as espécies (108%), espécies ameaçadas de extinção (109%) e espécies Cites (51%).

4.1. Riscos de ilegalidade associados às autorizações de extração e superestimativa das espécies

Os riscos a seguir são apresentados com relação ao Pará no período entre 2009-2019, sendo esse o estado de maior produção entre 2012-2020 (Ibama, 2024). Detalhes apresentados nesse estudo de caso são baseados na síntese da análise e abordagem apresentadas em Franca et al. (2023) para esse grupo de espécies. De antemão nota-se os esforços dispendidos no âmbito do Grupo de Trabalho estabelecido na Portaria de Pessoal N° 701, de 15 de abril de 2024, na expansão da análise para todos os estados da Amazônia e maior cobertura temporal em particular ao estado do Mato Grosso. Entretanto, gargalos no acesso, sanitização e harmonização dos dados advindos da integração ainda parcial entre sistemas foi fator limitante da expansão em tempo hábil. Novos e contínuos esforços na identificação e quantificação das características da parcela ilegal da produção e comércio (e.g, Simex, 2024; Nonato et al., em revisão) devem ser considerados para as futuras revisões do NDF.

Como explicitado no Capítulo anterior, as autorizações de extração florestal (AU-TEX, AUTEF) são instrumentos fundamentais de controle nos elos iniciais da cadeia de abastecimento. Assim, o questionamento relativo ao uso desse instrumento para a introdução de madeira ilegal mostra-se relevante (Brancaion et al., 2018; Costa et al., 2024). Cerca de 16% (0,16 Mm³) do volume em toras transportado é oriundo de autorizações inválidas, ou seja, de autorizações que foram canceladas, suspensas ou que não apresentaram data de ativação (Figura 10).

a



b

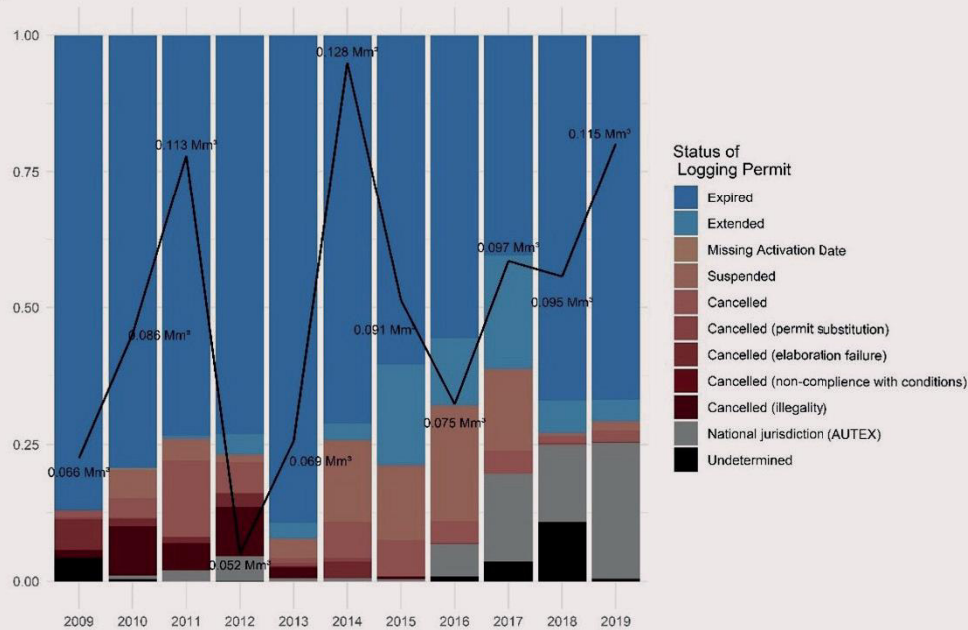


Figura 10. Origem da Produção, *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. (a) Distribuição espacial do volume entrando na cadeia de abastecimento de acordo com a geolocalização das respectivas autorizações de exploração florestal. (b) Status das autorizações de extração florestal associadas aos volumes de tora transportados na cadeia de abastecimento. Fonte: Franca et al. (2023).

A superestimativa das espécies em planos de manejo e associadas autorizações de extração constitui estratégia dentre as de maior relevância no âmbito de avaliação de riscos de ilegalidade (Brancalion et al., 2018; Perazzoni et al., 2020; Costa et al., 2024). Tal risco anteriormente mensurado contrastando dados de volume apresentados nas AUTEFs em comparação com os de ocorrência natural da espécie com base no do RADAM (Brancalion et al., 2018), são aqui mensurados com base no volume já transacionado, ou seja, o volume de tora que entrou na cadeia

de abastecimento e a relação desse volume com a área autorizada em AUTEF. De maneira geral, Franca et al. (2023) evidencia que como em Brancalion et al. (2018) esse risco também é observado na entrada da tora na cadeia de abastecimento.

Com relação à fração de volume advindo de autorizações válidas, a média de rendimento da produção foi de $1,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ ($\pm 2,2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$). Esse valor contrasta com a média de distribuição para as espécies de ipê que, de acordo com o RADAM, é de aproximadamente $0,7 \text{ (m}^3\text{ha}^{-1})$ (Figura 11). Observamos ainda que 28% das autorizações válidas estão associadas a valores de rendimento acima do percentil 99% ($2,4 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), valor que corresponde a quase metade (48%, $0,36 \text{ Mm}^3$) do volume válido e aproximadamente 36% de todo o volume de ipê entrando na cadeia de abastecimento. Dentre os três grupos de espécies analisadas no escopo desse estudo, os gêneros *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. demonstraram o maior risco de superestimativa do volume, concordando com estimativas anteriores (Brancalion et al., 2018) que sugerem resultados similares e sobre as quais a análise apresentada aqui se constrói.

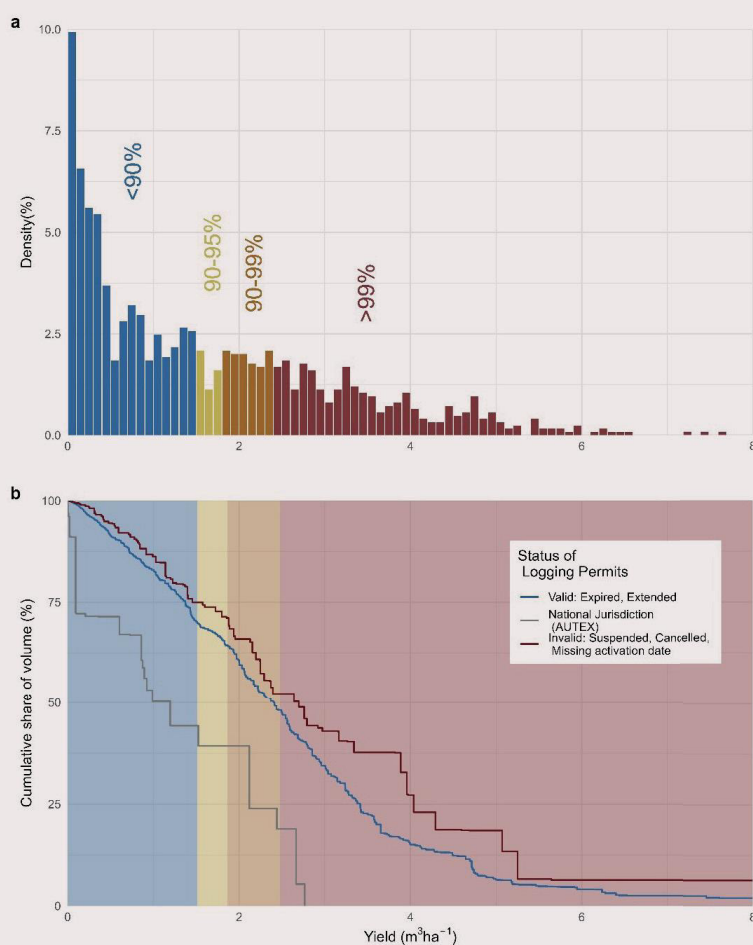


Figura 11. Rendimento comercial da espécie. (a) Comparativo entre rendimento da produção (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., m^3ha^{-1}) e volume comercial estimado via inventário RADAM (*Tabebuia serratifolia*, *Tabebuia impetiginosa*, m^3ha^{-1}) de acordo com os percentis <90, 90–95, 95–99 e >99. (b) Proporção do volume cumulativo de acordo com a situação das autorizações de extração florestal, Fonte: Franca et al. (2023).

4.2. Riscos de ilegalidade associados ao inventário e subsequente declaração de corte

A similaridade entre os dados do inventário florestal (compilados para a determinação da viabilidade do manejo e o pré-requisito para o licenciamento dos planos de manejo) e os dados oriundos das declarações de corte (dado coletado no processo de gestão das atividades de derrubada e romaneio das toras) representa uma estatística importante na detecção de métodos mais sutis que possam ser utilizados para avaliação de fraudes (Brancaion et al., 2018; Perazzoni et al., 2020; Costa et al., 2024). Uma grande similaridade em nível de árvore, entre o volume inventariado e o volume declarado no corte representa indício de que o inventário não representa a realidade e/ou os dados inseridos no sistema sobre a volumetria de indivíduos abatidos é fictício ou manipulado.

A distribuição relativa de indivíduos por classes de variação percentual entre os volumes inventariados e os volumes efetivamente romaneados de *Handroanthus/Tabebuia* spp. é apresentada na Figura 12, com base na mesma amostra de 599 autorizações utilizada na análise da intensidade de efetiva exploração no capítulo 4. O conjunto analisado compreende 42.321 indivíduos, sendo 9.856 oriundos de concessões federais em florestas públicas, 30.821 de planos de manejo em áreas privadas e 1.644 de planos de manejo comunitários, todos localizados em estados da Amazônia Legal que utilizam o Sinaflor, o que limita a abrangência da análise a esse universo, além de evidenciar a relevância do acesso integrado aos dados para o aprimoramento do monitoramento e da formulação de políticas públicas florestais. Para cada indivíduo, foi calculada a variação percentual entre o volume inventariado e o volume romaneado, com posterior agrupamento em classes percentuais e estratificação por categoria de manejo, expressas em termos de frequência relativa. As linhas verticais de referência em -10%, 0% e +10% delimitam a faixa de maior aderência entre inventário e romaneio, adotada como parâmetro empírico para a interpretação comparativa da forma e da concentração das distribuições entre os diferentes regimes de manejo.

Evidenciam-se padrões contrastantes na relação entre volumes inventariados e romaneados de *Handroanthus/Tabebuia* spp. entre as categorias de manejo. Nas concessões em florestas públicas, a distribuição é relativamente espalhada, com predominância de classes negativas, sobretudo entre -30% e -10%, e presença residual em classes extremas, indicando que os volumes efetivamente romaneados tendem, de forma sistemática, a ser inferiores às estimativas do inventário, em um padrão compatível com a execução regular do romaneio individual e com incertezas dendrométricas esperadas. No manejo privado, observa-se uma concentração muito acentuada na faixa imediatamente próxima de zero (-10% a 0%),

formando um pico pronunciado que responde por parcela expressiva dos indivíduos, acompanhado por redução marcada da frequência nas demais classes, o que denota baixa variabilidade declarada na relação inventário–romaneio. Já o manejo comunitário apresenta um comportamento intermediário e mais heterogêneo, com maior dispersão entre classes negativas e positivas e participação relevante fora da zona central de aderência, refletindo a diversidade de contextos operacionais e institucionais desses empreendimentos.

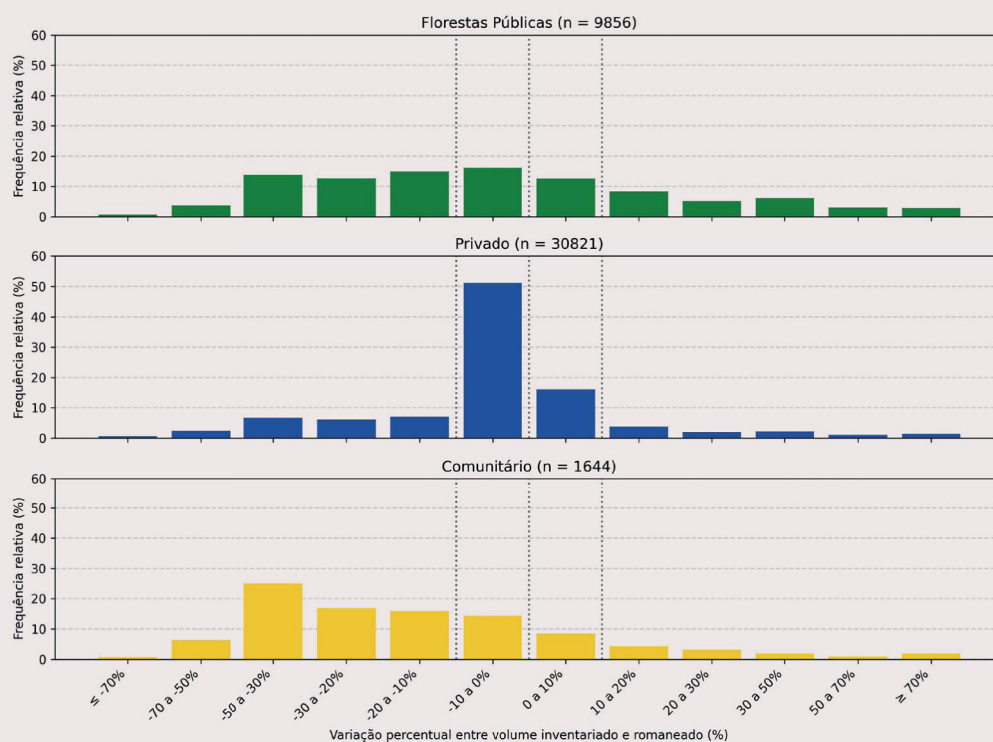


Figura 12. Distribuição relativa da variação percentual entre os volumes inventariados e os volumes romaneados de indivíduos de *Handroanthus/Tabebuia* spp., estratificada por categoria de manejo (concessão em florestas públicas, privado e comunitário). As barras representam a frequência relativa de indivíduos em classes de variação percentual, calculada com base nos dados individuais de romaneio e inventário. As linhas verticais tracejadas indicam os limiares de referência em -10%, 0% e +10%, correspondentes à faixa de maior aderência entre os volumes estimados no inventário e os volumes efetivamente romaneados. O valor de *n* em cada painel refere-se ao número de indivíduos analisados em cada categoria de manejo. A categoria de manejo em florestas públicas inclui somente concessões federais.

O gráfico evidencia diferenças estruturais marcantes na relação entre volumes inventariados e romaneados entre os regimes de manejo. Nas florestas públicas, a distribuição é dispersa e assimétrica, compatível com a variabilidade esperada sob execução regular do romaneio individual. Em contraste, o manejo privado apresenta concentração excessiva e artificialmente estreita na faixa próxima de zero, com redução acentuada da variância, padrão estatisticamente improvável de ser explicado apenas por incertezas dendrométricas, configurando indícios relevantes de incongruência estrutural entre inventário e romaneio, associados a

contextos de maior risco de inconsistências e potencial uso indevido de créditos florestais.

4.3. Riscos de ilegalidade associados às discrepâncias entre consumo e produção e Distribuição geográfica dos riscos de ilegalidade

De acordo com as transações registradas via emissão de GFs e DOFs para o estado do Pará, aproximadamente 1,0 Mm³ de toras de ipê foram produzidas no estado entre 2009-2019, com um adicional de 0,17 Mm³ de equivalente-tora entrando via outros estados da federação (Figura 13). Esses números contrastam com o consumo interno e exportação, valores que somam 2,1 Mm³ em equivalente-tora (1,8–2,6 Mm³) quando utilizado CRV de eficiência de conversão alta, 53,9%, e baixa, 35%, baseado na Resolução Conama 474/2016 (Brasil, 2016), Conama 497/2020 (Brasil, 2020) e Romero et al. (2020) para processamento primário (Tabela 2). Consequentemente, 37–54% (0,65–1,39 Mm³) do total de volume entrando na cadeia de abastecimento não pode ser rastreado até a floresta de origem (ou entradas de outros estados).

Tabela 2. Parâmetros de conversão de produtos a equivalente-tora para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. Fontes: Resolução Conama 474/2016 (Brasil, 2016), Resolução Conama 497/2020 (Brasil, 2020) e Romero et al., 2020.

Produtos	CRV% (Baixo; Médio; Alto) para <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.
Processamento primário: bloco, quadrado ou filé, madeira serrada (incluindo tábua, viga, vigota, caibro, caibro curto, prancha, pranchão desdobrado, sarrafo, sarrafo curto, ripa, ripa curta, dormente)	35; 44,5; 53,9
Madeira aplainada 2 faces (s2s)	29,8; 37,8; 45,8
Madeira aplainada 4 faces (s4s)	28,7; 36,5; 44,2
Decking, pisos e assoalhos	28,7; 36,5; 44,2
Lâmina faqueada	45
Lâmina torneada	55

No que concerne às ilegalidades relacionadas ao acobertamento de madeira ilegal por meio de créditos madeireiros fraudulentos, no âmbito do monitoramento e controle da cadeia de custódia, os processos de desdobro nas indústrias de base madeireira devem ser observados com a mesma atenção que os Planos de Manejo Florestal. Empreendimentos com baixo rendimento nos processos de desdobro primário de madeira nativa podem se utilizar de altos índices de CRV aprovados pelos órgãos ambientais para inclusão de madeira ilegal na cadeia produtiva. Os CRVs na indústria, juntamente com a superestimativa de volumetria em PMFS, constituem as duas portas de entrada para créditos fictícios nos sistemas de controle, e devem ser objeto de constante aperfeiçoamento nos mecanismos de monitoramento.

Com relação às estimativas de destinação final relativa (consumo relativo), encontramos que pelo menos 65-69% do volume foi destinado à exportação, enquanto 31–35% devem ser interpretados como consumo interno final ou consumo por intermediários que ainda poderão exportar o produto. Apenas 19% do volume transacionado não apresentou nenhum risco de ilegalidade com relação aos três elencados (situação da autorização inválida, superestimativa do volume comercial das espécies, discrepâncias entre consumo e produção). Entre todos os grupos de espécies avaliados (*Cedreia* spp. e *Dipteryx* spp.), *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. são as espécies com o maior risco de ilegalidade quando considerados os parâmetros mensurados.

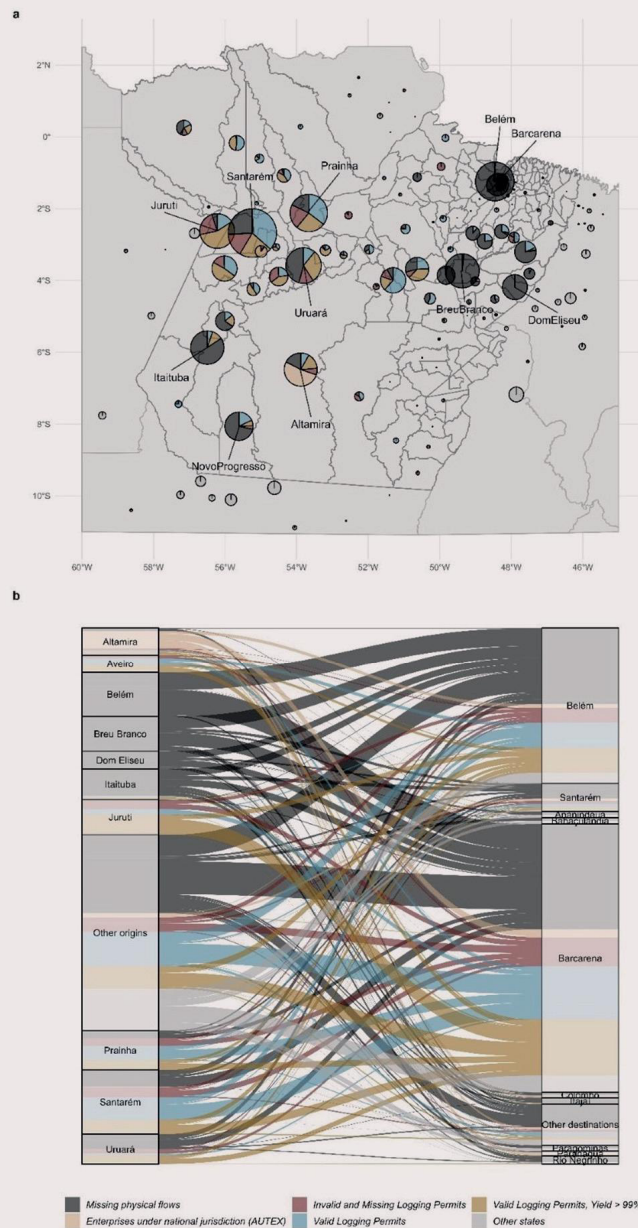


Figura 13. Origens e destinos do ipê comercializado de acordo com o risco de ilegalidade associado. (a) Municipalidade de origem de acordo com o volume em equivalente-tora registrado via DOF/GF e risco de ilegalidade potencial associados. (b) Visão geral das dez municipalidades de origem e destino e risco de ilegalidade potencial associados as transações. Fonte: Franca et al. (2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados neste capítulo demonstram que o gênero *Handroanthus* spp. ocupa posição de destaque na produção madeireira nacional, com *H. serratifolius* figurando entre as espécies mais relevantes. O gênero *Tabebuia* spp. também permanece importante, seja por sua relevância econômica, seja pelas sinonímias ainda utilizadas em inventários e sistemas de controle, que mantêm pertinência para a contextualização e análise dos dados.

Em contraste à tendência nacional de declínio da produção de espécies nativas, a produção de *H. serratifolius* cresceu substancialmente no período 2012–2020. Diferentemente de outras espécies, sua destinação é majoritariamente internacional: cerca de 94% do volume que circula formalmente é exportado. Ainda que os volumes exportados tenham apresentado queda em termos absolutos nos últimos anos, essa proporção elevada confirma o perfil de mercado essencialmente externo do ipê, reforçado por sua crescente popularidade internacional diante da redução da disponibilidade de outras espécies tropicais, fato que corrobora com a inclusão destes gêneros no Anexo II da Cites.

O valor de mercado da espécie reflete esse posicionamento. Em 2020, a média de produtos de *H. serratifolius* foi quatro a cinco vezes superior à média das demais espécies nativas, consolidando sua classificação como madeira de luxo. O decking desponta como principal produto de exportação, alcançando preços FOB de até USD 3.217/m³, o que explica a atratividade contínua da espécie mesmo em contexto de menor disponibilidade. Entretanto, a utilização de códigos genéricos na Nomenclatura Comum do Mercosul - NCM para madeiras serradas dificulta a distinção por espécie, limitando a rastreabilidade e criando lacunas no monitoramento do comércio legal.

Em se tratando dos riscos de ilegalidade que a pressão de exploração exerce sobre *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., primeiramente destaca-se a parcela persistente de exploração florestal predatória e ilegal. Essa ainda é observada no contexto brasileiro além de ser de natureza dinâmica no espaço e tempo. Entre PMFS atuados, *Handroanthus serratifolius* encontra-se entre as três espécies de maior relevância, onde 95,8% dos PMFS que possuem essa espécie apresentam movimentação fraudulenta de créditos. A identificação botânica irregular foi descrita em 45,8% dos PMFS em que o *Handroanthus serratifolius* está entre as três espécies de maior volume.

De maneira geral, PMFS atuados demonstram que há um direcionamento da exploração para poucas espécies de alto valor econômico e elevado interesse mer-

cadológico. Ademais, para além da superestimativa em PMFS, destaca-se que o uso de CRVs autorizados acima da capacidade real das serrarias constitui um ponto crítico de entrada de créditos fictícios, permitindo a inserção de madeira ilegal nos sistemas de controle.

Em estudo de caso no Pará, avaliando *Handroanthus* e *Tabebuia*, foram identificados três principais riscos de ilegalidade, movimentação de créditos com autorizações inválidas, superestimativa de volumes e discrepâncias entre consumo e produção. Os resultados indicaram que 81% do volume transacionado apresentou algum risco, evidenciando que a maior parte da produção está comprometida por ilegalidade e falta de rastreabilidade, o que demanda maior rigor na verificação da origem da madeira.

Nesse contexto, ressalta-se a necessidade de elaboração e divulgação periódicas de estimativas oficiais de risco pelos órgãos do Sisnama, de modo a orientar a priorização de recursos e esforços de fiscalização. Cumpre observar ainda que a análise se fundamenta em base oficial consolidada pelo Ibama (2024), que traduz tanto as dinâmicas do setor quanto o processo de harmonização dos sistemas de controle florestal em nível nacional. A melhoria da qualidade e do detalhamento das informações disponíveis, associada à maior transparência, abre espaço para novas linhas de pesquisa e políticas públicas que incorporem os componentes de produção, comércio e fiscalização ao entendimento das ameaças a espécies como *H. serratifolius* e *H. impetiginosus*, e outras espécies do gênero.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo-Ramos, C., Silva, J.N.M., & Merry, F. (2015). The evolution of Brazilian forest concessions. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 3, 000048. <https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000048>

Bisschop, L. (2012). Out of the woods: the illegal trade in tropical timber and a European trade hub. *Global Crime*, 13(3), 191–212. <https://doi.org/10.1080/17440572.2012.701836>

Brançalion, P.H.S., De Almeida, D.R.A., Vidal, E., Molin, P.G., Sontag, V.E., Souza, S.E. X.F., & Schulze, M.D. (2018). Fake legal logging in the brazilian amazon. *Science Advances*, 4(8), 1–8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1192>

Brasil. (1986). *Portaria n° 486-P, de 28 de outubro de 1986*. Institui conceitos e procedimentos a serem observados para a exploração florestal.

Brasil. (1992). *Portaria Ibama nº 139, de 05 de junho de 1992*. Institui a obrigatoriedade de autorização para o transporte de produtos florestais de origem nativa. <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0138-141197.PDF>

Brasil. (2006). *Portaria MMA nº 253 de 18/08/2006*. Institui, a partir de 1º de setembro de 2006, no âmbito do IBAMA, o Documento de Origem Florestal - DOF em substituição à Autorização para Transporte de Produtos Florestais - ATPF. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=92&data=21/08/2006>

Brasil. (2009). *Resolução Federal CONAMA nº 406, de 02 de fevereiro de 2009*. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS. Diário Oficial da União, <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/02/2009&jornal=1&pagina=100&totalArquivos=160>

Brasil. (2012). *Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/05/2012&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=168>

Brasil. (2014). *Instrução Normativa do Ibama nº 21/2014*. Institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/sinaflor/2018/2018-06-13-Ibama-IN-IBAMA-21-24-12-2014-SINAFLO-DOF-compileada.pdf>

Brasil. (2014a). *Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014*. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf

Brasil. (2016). *Resolução CONAMA nº 474, de 6 de abril de 2016*. Altera a Resolução no 411 de 06 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos e dá outras providências.

Brasil. (2020). *Resolução CONAMA nº 497, de 19 de agosto de 2020*. Altera a Resolução no 411 de 06 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de

indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/08/2020&jornal=515&pagina=91&totalArquivos=137>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. (2023). *Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 5ª fase (2023 a 2027)*. Brasília, DF.

Celentano, D., Miranda, M.V., Mendonça, E.N., Rousseau, G.X., Muniz, F.H., Loch, V.D. C., ... & Martins, M. B. (2018). Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi"-A região mais ameaçada da Amazônia. *Estudos avançados*, 32, 315-339. <https://doi.org/10.5935/0103-4014.20180021>

Chaves, M.E.D., Mataveli, G., Conceição, K.V., Adami, M., Petrone, F.G., & Sanches, I.D. (2024). AMACRO: the newer Amazonia deforestation hotspot and a potential setback for Brazilian agriculture. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 22(1), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2024.01.009>

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2019). *Consideration of proposals for amendment of appendices I and II*. <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/18/prop/E-CoP18-Prop-57.pdf>

Costa, V.O.B., Koehler, H.S., & Robert, R.C.G. (2024). Characterization of technical and legal irregularities in management plans in the Brazilian Amazon. *Trees, Forests and People*, 16, 100548. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100548>

Costa, V.O.B. (2023). *Caracterização das intercorrências técnico-legais em planos de manejo florestal na Amazônia*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná]. <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/86779>

Drummond, J., & Barros-Plataiu, A.F. (2006). Brazilian Environmental Laws and Policies, 1934–2002: A Critical Overview. *Law & Policy*, 28, 83–108. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9930.2005.00218.x>

Franca, C.S.S., Persson, U.M., Carvalho, T., & Lentini, M. (2023). Quantifying timber illegality risk in the Brazilian forest frontier. *Nature Sustainability*, 6(11), 1485–1495. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01189-3>

Folly, M., & Vieira, F. do A. (Eds.). (2024). *Crimes Ambientais na Amazônia: Lições e desafios da linha de frente*. Plataforma CIPÓ. <https://plataformacipo>.

org/publicacoes/livros/livro-destaca-necessidade-de-acoes-coordenadas-para-protecao-da-amazonia/

Food and Agriculture Organization – FAO. (2020). *Global forest resources assessment 2020 – Key findings*. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>

Forest Declaration Assessment Partners – FDAP. (2024). *Forests under fire: Tracking progress on 2030 forest goals*. Climate Focus (coordinator and editor). www.forestdeclaration.org

Heeren, N., & Hellweg, S. (2019). Tracking Construction Material over Space and Time: Prospective and Geo-referenced Modeling of Building Stocks and Construction Material Flows. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 253–267. <https://doi.org/10.1111/jiec.12739>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. (2024). *Boletim mensal integrado dos avisos de desmatamento, degradação e queimadas no Brasil*. https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Boletins-Integrados/2024/07_2024.pdf

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2019). *Produção madeireira de espécie nativas brasileiras (2012 a 2017)*. (T. L. Farani & G. B. de Oliveira, Orgs.). Brasília: Ibama. <http://www.ibama.gov.br/flora-e-madeira/publicacoes>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2022). *Portaria 92, de 14 de setembro de 2022*. Regimento Interno do Ibama. <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=139181>.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2024). *Produção madeireira de espécie nativas brasileiras (2012 a 2020)*. Brasília: Ibama. (Forthcoming).

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2024a). *Já fez a “Destinação Final” do seu saldo no DOF?*. https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/flora-e-madeira/arquivos/dof/20241001_Cartilha_Destinacao_Final_no_Sistema_DOF_3a_versao.pdf

International Tropical Timber Organization – ITTO. (2023). *Biennial review and assessment of the world timber situation 2021-2022*. Yokohama, Japan, Tech. Rep. https://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/topics_id=7590&no=1

Lapola, D.M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L.E.O.C., Berenguer, E., Carmenta, R., Liddy, Lapola, D.M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L.E.O.C., Berenguer, E., Carmenta, R., ... & Walker, W. S. (2023). The drivers and impacts of Amazon forest degradation, *Science*, 379, eabp8622. <https://doi.org/10.1126/science.abp8622>

Lentini, M., Veríssimo, A., & Sobral, L. (2003). *Fatos Florestais da Amazônia 2003*. Belém: Imazon. <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/atos-florestais-da-amazonia-2003.pdf>

Lentini, M., Sobral, L., Nunes, F., & Carvalho, T. (2021). *A evolução da atividade madeireira no estado do Pará: Situação atual e perspectivas para o setor florestal no século XXI*. (Boletim Timberflow). Imaflora. https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_3_marco_2021_final_1.pdf

Lentini, M.W., Ducatti, M., Camargo, F., Pinto, R.C., & Andrade, M. (2023). *Desafios e oportunidades para a produção de madeira sólida de cultivos florestais voltada ao desenvolvimento da construção civil brasileira*. (Boletim Timberflow). Imaflora. https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_14_desafios_e_oportunidades_para_a_producao_de_madeira_solida_de_cultivos_florestais_voltada_ao_desenvolvimento_da_construcao_civil_brasileira.pdf

Lima, L.S. de, Merry, F., Soares-Filho, B., Rodrigues, H.O., Damaceno, C. dos S., & Bauch, M.A. (2018). Illegal logging as a disincentive to the establishment of a sustainable forest sector in the Amazon. *PLoS one*, 13(12), e0207855. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207855>

Matricardi, E.A.T., Skole, D.L., Costa, O.B., Pedlowski, M.A., Samek, J.H., & Miguel, E. P. (2020). Long-term forest degradation surpasses deforestation in the Brazilian Amazon. *Science*, 369(6509), 1378–1382. <https://doi.org/10.1126/science.abb3021>

Moutinho, P., & Azevedo-Ramos, C. (2023). Untitled public forestlands threaten Amazon conservation. *Nature Communications*, 14, 1152. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36427-x>.

Peng, L., Searchinger, T.D., Zions, J., & Waite, R. (2023). The carbon costs of global wood harvests. *Nature*, 620(7972), 110-115. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06187-1>.

Perazzoni, F., Bacelar-Nicolau, P., & Painho, M. (2020). Geointelligence against illegal deforestation and timber laundering in the Brazilian Amazon. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 398. <https://doi.org/10.3390/ijgi9060398>

Rajão, R., Soares-Filho, B., Nunes, F., Börner, J., Machado, L., Assis, D., ... & Figueira, D. (2020). The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*, 369(6501), 246–248. <https://doi.org/10.1126/science.aba6646>

Richardson, V.A., & Peres, C.A. (2016). Temporal Decay in Timber Species Composition and Value in Amazonian Logging Concessions. *PLoS one*, 11, e0159035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159035>

Romero, F.M.B., Jacovine, L.A.G., Ribeiro, S.C., Ferreira Neto, J.A., Ferrante, L., Da Rocha, S.J.S.S., ... & Fearnside, P.M. (2020). Stocks of carbon in logs and timber products from forest management in the southwestern amazon. *Forests*, 11(10), 1–20. <https://doi.org/10.3390/f11101113>

Sen, M. (2020). *Forests: at the heart of a green recovery from the COVID-19 pandemic*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/ca7463ff-en>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2021). *Diagnóstico das condições de logística de transporte, infraestrutura e levantamento de preços no entorno da Floresta Nacional de Mulata, no Estado do Pará, para a concessão florestal (Produtos nº 2 e nº 3)*. Projeto gestão florestal para produção sustentável na Amazônia - Fundo Suplementar FS C Nº 08/2020/SFB.

Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira – Simex. (2023). *System for Monitoring Timber Harvesting (Simex): Mapping of logging in Brazilian Amazon August 2021 to July 2022*. Imazon, ICV, Imaflora, Idesam. <https://imazon.org.br/en/publicacoes/system-for-monitoring-timber-harvesting-simex-mapping-of-logging-in-the-brazilian-amazon-august-2022-to-july-2023-2/>

Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira – Simex. (2024). *System for Monitoring Timber Harvesting (Simex): Mapping of logging in the Brazilian Amazon – August 2022 to July 2023*. Imazon, ICV, Imaflora, Idesam. <https://imazon.org.br/en/publicacoes/system-for-monitoring-timber-harvesting-simex-mapping-of-logging-in-the-brazilian-amazon-august-2022-to-july-2023-2/>

Scoti, M.S.V., Mascarenhas, A.R.P., Rebelo, A.C., Fernandes, I.M., Vendruscolo, J., das Dores de Sá Rocha, J., & Moreto, R.F. (2023). Current practices of conducting forest management plans in the Amazon may risk the survival of timber species. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(34), 82589–82600. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28311-4>

Schulze, M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M., & Vidal, E. (2008). Evaluating ipê (Tabebuia, Bignoniaceae) logging in Amazonia: Sustainable management or catalyst for forest

degradation? *Biological Conservation*, 141, 2071–2085. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.003>

Valdiones, A.P., Amaral, C., & Thuault, A. (2021). *Transparência das informações ambientais na Amazônia Legal: O acesso à informação e a disponibilização de dados públicos*. In ICV (Vol. 8, Issue 13). <https://www.icv.org.br/publicacao/transparencia-das-informacoes-ambientais-na-amazonia-legal-o-acesso-a-informacao-e-a-disponibilizacao-de-dados-publicos/>

Vidal, E., West, T., Lentini, M., Souza, S., Klauberg, C., & Waldhoff, P. (2020). Sustainable forest management (SFM) of tropical moist forests: the case of the Brazilian Amazon. In: *Achieving Sustainable Management of Tropical Forests*. pp. 619–650. <https://doi.org/10.19103/AS.2020.0074.42>



CAPÍTULO 6

CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL DE *HANDROANTHUS* SPP. E
TABEBUIA SPP. NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Manolo Quintilhan¹, Allan Jordani^{1,2}, José Roberto Vieira Aragão³, Yanka Alves¹, Lucas Pereira⁴, André Gilles⁵, Maria Luiza de Azevedo⁶, Jochen Schöngart⁷, Peter Groenendijk⁸ e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024⁹

RESUMO

O manejo florestal sustentável deve ter como principal fundamento as características biológicas e ecológicas das espécies exploradas. Portanto, uma análise robusta das estruturas populacionais e do crescimento das espécies em áreas com diferentes históricos de manejo florestal é essencial para realizar projeções mais confiáveis. Ao compreender e quantificar como o manejo florestal impacta a dinâmica populacional, é possível estimar as populações futuras, por exemplo, após um ciclo de corte de 30 anos. Nesse contexto, simulações que avaliem como as características biológicas das espécies, como a sua recuperação volumétrica, respondem a diferentes parâmetros de manejo podem aprimorar a análise do efeito da exploração, contribuindo para a sustentabilidade do manejo das espécies ao longo do tempo. No presente capítulo, avaliou-se como mudanças no diâmetro mínimo de corte – DMC e na intensidade de exploração – IE alteram o índice de recuperação volumétrica – RI, com base no volume prévio à exploração. Para isso, foram utilizados dados de inventário florestal das Florestas Nacionais (estrutura populacional), anéis de crescimento (autocorrelação e variabilidade intrapopulacional do crescimento) e parcelas permanentes (crescimento diamétrico e mortalidade). As projeções dos modelos definidas estabelecem cenários para alteração dos critérios de manejo para os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* no bioma amazônico, com alterações no DMC e IE. Os modelos foram baseados nas características de *H. serratifolius*, devido a maior robustez dos seus dados biológicos. As simulações indicaram que os critérios vigentes (DMC = 50 cm; IE = 90%) resultaram em índices de recuperação volumétrica inferiores a 50% após 30 anos ($\approx 25\%$ em FOA e $< 15\%$ em FOD). Em FOA, cenários com DMC de 60–65 cm e IE ≤ 60 –63% alcançaram RI próximos de 75%. Em FOD, valores de RI entre 50% e 75% foram obtidos apenas com DMC de 70–80 cm e IE ≤ 60 –70%. O capítulo também

1 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - CGFlo/Ibama

2 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama

3 Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará - UFC

4 Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras - UFLA

5 Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

6 Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

7 Coordenação de Uso da Terra e Mudança Climática, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CODAM/INPA

8 Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

9 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

destacou que, em função da elevada pressão comercial e da baixa abundância de algumas espécies, torna-se necessário considerar espécies alternativas de menor valor e/ou complementar a exploração com tratamentos silviculturais, como corte de cipós, condução da regeneração e enriquecimento em clareiras. Esses tratamentos mostram potencial de aumentar o crescimento diamétrico, favorecer a reposição de estoques e ampliar a resiliência das populações exploradas. Assim, este capítulo fornece subsídios técnicos robustos para a definição de parâmetros no Parecer de Extração Não Prejudicial - NDF de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., alinhados à literatura, conciliando conservação e uso econômico no bioma amazônico.

Palavras-chave: manejo florestal sustentável; anéis de crescimento; recuperação volumétrica; *Handroanthus*; *Tabebuia*; ipê.

CONTEXTO

O manejo florestal sustentável das espécies na Amazônia representa um dos grandes desafios para a conservação e o uso responsável dos recursos naturais (Putz et al., 2001). No caso de espécies madeireiras de alto valor comercial e intensa pressão de exploração, como *Handroanthus serratifolius*, esse desafio é ainda mais crítico. Assim, torna-se fundamental o desenvolvimento de critérios específicos de exploração que garantam a sustentabilidade do manejo (Brienen & Zuidema, 2006a). Contudo, alcançar essa sustentabilidade exige não apenas avanços científicos, mas também diretrizes claras e adaptadas às particularidades biológicas e ecológicas de cada espécie (Worbes & Schongart, 2019; Sarfo-Adu, 2021; Regmi et al., 2023).

As políticas de manejo florestal no Brasil são amplamente regulamentadas por resoluções e instruções normativas que definem parâmetros gerais de manejo e exploração das espécies madeireiras (Brasil, 2006; 2009; Banerjee et al., 2009). No entanto, estas diretrizes costumam ser insuficientes quando aplicadas de forma homogênea a espécies com características ecológicas distintas e com histórico de alta pressão comercial (Lindenmayer et al., 2006; Zimmerman & Kormos, 2012; Capanema et al., 2022). Caso o manejo florestal desconsidere as particularidades biológicas e ecológicas de cada espécie, pode ocasionar o esgotamento dos estoques madeireiros e comprometer a regeneração e recuperação populacional (Fortini et al., 2015; Jardim , 2015; Chaudhary et al., 2016), colocando em risco as espécies (Schulze et al., 2008), o setor produtivo (Braz et al., 2017) e os serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas (Temperli et al., 2012).

A definição de critérios específicos para o manejo florestal sustentável é especialmente importante para espécies vulneráveis, particularmente em relação à exploração (Scoti & Souza, 2020). Análises sobre o efeito da exploração madeireira em populações de *Handroanthus* spp. verificaram uma maior vulnerabilidade das espécies ao aplicar os atuais critérios de manejo da legislação brasileira, com Diâmetro Mínimo de Corte – DMC de 50 cm e 90% de Intensidade de Exploração – IE, e sugeriram mudanças, como o aumento do DMC e a redução na IE (Schulze et al., 2008). Portanto, espécies que estão sob forte pressão de exploração, e que apresentam maior vulnerabilidade biológica e ambiental devem ser avaliadas de forma criteriosa (Fremout et al., 2020). Nesse sentido, sua exploração demanda práticas de manejo específicas, baseadas em suas características biológicas como crescimento e mortalidade, especialmente em situações em que as taxas demográficas são mais lentas, como nos casos de menor regeneração natural (Teketay, 2011; Jardim, 2015; Capanema et al., 2022). Para maior eficácia e sustentabilidade das atividades de exploração madeireira, é fundamental que se baseiem em dados de pesquisa florestal que integram a análise e monitoramento contínuo dessas espécies sob diferentes condições socioambientais e de manejo florestal (Andersson et al., 2004; von Gadow et al., 2004; Andani et al., 2024).

A dinâmica populacional na Amazônia e, conseqüentemente, seus critérios de manejo florestal sustentável são diretamente influenciados pelo recrutamento, crescimento e mortalidade das espécies exploradas. A exploração seletiva de árvores grandes ($DAP \geq 50$ cm) através da Exploração de Impacto Reduzido tem efeitos claros sobre a dinâmica da floresta (De Avila et al., 2017) com perdas de estoque. O corte seletivo de espécies arbóreas em florestas tropicais influencia diretamente na regeneração natural, crescimento, recrutamento e mortalidade de indivíduos que compõem as comunidades destas florestas (Arevalo et al., 2016; Darrigo et al., 2016; Schwartz et al., 2017; De Avila et al., 2017; Dionisio et al., 2017 citado por Dionisio, 2020). O conhecimento sobre a dinâmica florestal é fundamental para seu manejo e conservação, permitindo regular os ciclos de corte e/ou intensidade de exploração conforme características da floresta (Dionisio et al., 2018). O rendimento madeireiro destas áreas pode ser afetado pelo crescimento em diâmetro e pela mortalidade das árvores remanescentes de tamanho médio e grande após a exploração (Reategui-Betancourt, 2023). Já a capacidade de regeneração, ou recuperação, de uma população explorada refere-se à habilidade das árvores remanescentes de reconstruir a população ou repovoar áreas onde indivíduos ou subpopulações foram removidos (Wolf et al., 2018). Desta forma, a compreensão destes fatores está intrinsecamente relacionada à definição de parâmetros específicos para manejo florestal sustentável de uma determinada espécie.

O diâmetro mínimo de corte, o ciclo de corte e a intensidade da exploração do estoque madeireiro populacional são alguns dos parâmetros mais importantes para

a definição dos critérios do manejo sustentável de espécies florestais (Brienen & Zuidema, 2007; Schöngart, 2008; Andrade, et al., 2019). A definição desses critérios, quando baseados nas características biológicas das espécies e na dinâmica de suas populações, permite gerar estimativas mais precisas sobre o manejo das espécies ao longo do tempo (Brienen & Zuidema, 2006a). Dados biológicos, como: estrutura populacional, taxa de crescimento e mortalidade, ao subsidiarem modelos preditivos de recuperação volumétrica entre ciclos de corte são mais precisos do que estimativas globais em nível de floresta (Groenendijk et al., 2017). Por meio do monitoramento de longo prazo da dinâmica das espécies, aliado a dados de inventário florestal, parcelas permanentes e anéis de crescimento, é possível construir uma base sólida para a definição de parâmetros de manejo mais confiáveis em nível de espécie (Biondi, 1999; Chagneau et al., 2009; Worbes & Schongart, 2019).

Neste capítulo, projetou-se a recuperação volumétrica madeireira de *Handroanthus serratifolius* para dois tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, com a avaliação de diferentes cenários, levando-se em conta os critérios de sustentabilidade definidos no âmbito das práticas de manejo florestal sustentável. Para isso, dados de inventário florestal de Florestas Nacionais da Amazônia foram utilizados para analisar as estruturas populacionais, bem como dados de parcelas permanentes de monitoramento e anéis de crescimento para estimar as taxas de crescimento e mortalidade. Os modelos de recuperação volumétrica utilizaram de base os dados biológicos de *H. serratifolius* para simular sua recuperação volumétrica após um ciclo de exploração de 30 anos. Nessas simulações, variaram-se os diâmetros mínimos de corte e as intensidades de exploração para buscar cenários sustentáveis de manejo madeireiro para as espécies. Não foram avaliados cenários com a mudança no ciclo de corte, haja vista a dificuldade de compatibilização de distintos períodos de exploração dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* e das demais espécies comerciais, o que acarretaria acréscimo de impactos decorrentes da reentrada na área.

1. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RIGOR DAS ATUAIS MEDIDAS APLICÁVEIS AOS PLANOS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL – PMFS NO BRASIL

A exploração madeireira seletiva é regulamentada pela Resolução Conama nº 406, de 02 de fevereiro de 2009 (MMA, 2006), que define um diâmetro mínimo de corte – DMC padronizado em 50 cm para árvores comerciais, além de limitar as intensidades máximas de exploração a 30 m³/ha, com ciclos de corte entre 25 e 35 anos para PMFS Pleno (Tabela 1). Na Amazônia também podem ser realizados PMFS de Baixa Intensidade, com ciclos de corte mínimos de 10 anos, colheitas anuais máximas de 10 m³/ha e ausência de maquinário para

arraste de toras. Para os PMFSs de Baixa Intensidade em áreas de várzea, o órgão ambiental competente, com base em estudos sobre o volume médio por árvore, poderá autorizar a intensidade de corte acima de 10 m³/ha, limitada a três árvores por hectare (MMA, 2006).

Tabela 1. Critérios atuais de exploração florestal para todas as espécies de acordo com Instrução Normativa MMA nº 5, 11 de dezembro de 2006 (MMA, 2006).

Medida de Manejo	Parâmetro quantitativo	Detalhamento
Estimativa da produtividade anual da floresta manejada para o grupo de espécies comerciais	0,86 m ³ /ha/ano para PMFS	Com uso de máquinas para arraste de toras e quando não houver estudos para a área
Ciclo de corte inicial	Mínimo 25 anos e de no máximo 35 anos	Para o PMFS
Intensidade de corte	21,5 a 30 m ³ /ha	Utilização de máquinas para o arraste de toras, com ciclo de corte inicial de 35 anos
Manutenção de árvores por espécie	Pelo menos 10% do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA, como porta-sementes	Respeitados o limite mínimo de manutenção de três árvores por espécie por 100 ha (cem hectares), em cada UT
Manutenção de árvores de corte	Abundância seja igual ou inferior a três árvores por 100 ha de área de efetiva exploração da UPA, em cada UT	Sem detalhamento
Diâmetro Mínimo de Corte (DMC)	50 cm	Para todas as espécies, para as quais ainda não se estabeleceu o DMC específico

Estudos indicam que as regulamentações atuais de exploração seletiva no Brasil, apesar de serem um avanço em relação à exploração predatória, ainda não garantem um rendimento sustentável a longo prazo, resultando no esgotamento dos estoques madeireiros de diversas espécies (Brienen & Zuidema, 2007; Schulze et al., 2008; Avila et al., 2017; Sist et al., 2021; Putz et al., 2022). Um exemplo marcante é o mogno (*Swietenia macrophylla*), cuja superexploração impulsionada pela alta demanda de mercado resultou em severos declínios populacionais (Grogan et al., 2010).

Corroborando esta premissa, ainda que a floresta possa recuperar seu volume total em até menos de um ciclo de corte, espécies valiosas no mercado com baixa abundância e crescimento lento podem desaparecer em um futuro próximo se não receberem uma atenção maior nos planos de manejo florestal (Pinheiro, 2019). Sist et al. (2007) enfatizam que retiradas mais baixas (reduções de 40-50% das retiradas atuais) são necessárias para a sustentabilidade do manejo das florestas tropicais da Amazônia.

Nesse contexto, em que pese estabelecer a possibilidade de alteração dos critérios de MFS, como Intensidade de Corte, DMC e Ciclo de Corte, com base em estudos técnico-científicos apresentados no âmbito da autorização do plano de manejo, a Resolução Conama 406/2009 define o regramento de exploração levando em consideração os parâmetros gerais da floresta.

De acordo com Reategui-Betancourt (2023), o rendimento madeireiro pode ser afetado pelos diferentes arranjos de tamanhos de árvores e espécies a serem cortadas, sendo essencial que os planos de manejo florestal utilizem estas informações para decisões de manejo, como intensidade de corte e ciclo de corte, em vez de seguirem a diretiva simplificada do Conama, que pode afetar negativamente a produção sustentável de madeira no médio e longo prazo.

Passados 15 anos da sua publicação, salvo exceções, como a normativa estadual IN nº 009 /2010 do Amazonas que trata de critérios do MFS em ecossistemas de várzea, não se observa a prática de avaliações e definições de parâmetros específicos por tipo de vegetação e espécie nos manejos florestais sustentáveis explorados no bioma amazônico.

Neste sentido, é fundamental a necessidade de mudança de paradigmas, de modo que, no futuro, a sustentabilidade da atividade também inclua critérios específicos para cada espécie (Figura 1). Assim, possibilitar-se-á que os parâmetros técnicos de manejo e exploração florestal sejam ajustados de forma a garantir a conservação e a regeneração dos estoques madeireiros em nível de espécie e de floresta.



Figura 1. Proposta de evolução de paradigma para uma exploração florestal sustentável em nível de espécie no Brasil.

2. CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO EM NÍVEL DE ESPÉCIE

A manutenção de uma produção sustentável de madeira pode teoricamente ser alcançada por meio da alteração dos ciclos de corte, nos diâmetros mínimos de corte e/ou nas intensidades de exploração (Putz et al., 2022). Quando se busca estabelecer critérios de manejo florestal madeireiro específicos em nível de espécie, esses são os parâmetros que normalmente são considerados. Para enfrentar esse desafio, avanços têm sido alcançados por meio da análise de anéis de crescimento das árvores, que fornece informações detalhadas sobre o desenvolvimento das espécies ao longo do tempo. Essa técnica tem proporcionado uma compreensão aprofundada das taxas de crescimento, da longevidade das árvores e da resposta a eventos climáticos, como secas e inundações (Bräuning et al., 2016; Brien et al., 2016). A partir desses dados é possível estimar diâmetros mínimos de corte e ciclos de corte específicos para espécies utilizando modelagem de crescimento (Brien & Zuidema, 2006a; Schöngart, 2008; Scabin et al., 2012; Inga & del Valle, 2017; Rosa et al., 2017; Miranda et al., 2018; Andrade et al., 2019; Worbes & Schöngart, 2019 ; Conde et al., 2024), contribuindo para a definição de critérios de manejo mais adequados.

Esses esforços foram formalmente reconhecidos pela Instrução Normativa nº 009 do Estado do Amazonas, de 12 de novembro de 2010, que determina ciclos de corte agrupados por densidade de madeira e diâmetros mínimos de corte específicos para espécies comerciais nos ecossistemas de várzea (Schöngart, 2020).

Para os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*, alguns estudos sugerem diferentes DMCs e ciclos de corte para o manejo das espécies. Braz et al., (2022), ao simularem cenários de exploração de *Handroanthus* spp. com DMC entre 50-70 cm e ciclos de corte entre 25-60 anos, nativos da região de MT e AC, constataram maior recuperação volumétrica com DMC e ciclos de corte menores. No sul da Amazônia, no entanto, sugeriu-se um DMC mínimo de 69,5 cm e um ciclo de corte de 26 anos para *Handroanthus serratifolius*, com incremento médio diamétrico de $4,1 \pm 0,6$ mm ano⁻¹ (Andrade et al., 2019). Na mesma linha, Schulze et al. (2008) observaram maior recuperação volumétrica (48,9–99%) para *H. serratifolius* e *H. impetiginosus* com DMC de 70 cm e IE de 70% na Amazônia brasileira. Para *Tabebuia aurea*, um estudo que avaliou a dinâmica e o crescimento da espécie no Pantanal sugeriu que um DMC de 40 cm e ciclos de corte de 31,2 anos são adequados para o manejo da espécie (Leite, 2012).

Tabela 2. Critérios de manejo e exploração recomendados para espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* em diferentes regiões do Brasil, segundo estudos específicos. Os parâmetros incluem diâmetro mínimo de corte - DMC, ciclos de corte, incrementos médios, intensidade de exploração e práticas silviculturais complementares, quando aplicáveis.

Fonte	Espécie / Local	DMC (cm)	Ciclo (anos)	Outros parâmetros	Principais achados
Braz et al. (2022)	<i>Handroanthus</i> spp. – MT e AC	50–70	25–60	–	Simulações apontam maior recuperação volumétrica em cenários com DMC e ciclos menores.
Andrade et al. (2019)	<i>H. serratifolius</i> – Sul da Amazônia	69,5	26	Incremento 4,1 ± 0,6 mm/ano	Modelo de crescimento indica necessidade de DMC elevado para garantir sustentabilidade.
Schulze et al. (2008a, b); Schulze (2008)	<i>Handroanthus</i> spp. – Amazônia	≈70	–	Intensidade ≈70%; enriquecimento em clareiras	Sustentabilidade limitada pela baixa densidade; recuperação volumétrica (48,9–99%) possível com DMC elevado e IE controlada, mas declínio populacional persiste; enriquecimento pode ser necessário.
Leite (2012)	<i>T. aurea</i> – Pantanal	40	31,2	Dados de dendrocronologia	Estudo sugere parâmetros adaptados ao Pantanal, com DMC menor e ciclos mais longos.

Para a análise das estruturas populacionais de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. na Amazônia Brasileira, os grupos de estudo foram definidos com base em dados de inventário florestal de Florestas Nacionais – Flonas. Para Floresta Ombrófila Aberta – FOA, utilizaram-se dados da Flona do Jacundá, enquanto para a Floresta Ombrófila Densa – FOD, os dados da Flona de Altamira. Em ambas as localidades, foram usados dados de inventário comercial – IF100%, abrangendo todas as árvores a partir de 40 cm inventariadas, e dados de inventários diagnósticos com indivíduos a partir de 20 cm. Dessa forma, foi possível estimar dados de estrutura populacional ao longo de todas as classes diamétricas, tornando os parâmetros dos modelos mais próximos da realidade de campo. Ao todo, foram inventariados 53.549 ha na Flona Altamira (FOD), e 29.159 ha na Flona Jacundá (FOA) (Figura 2).

Os modelos de recuperação volumétrica – RI utilizaram de base os seguintes parâmetros: estrutura populacional, taxa de crescimento diamétrico (cm/ano) e taxa de mortalidade (%/ano) (Tabela 4). Com a estrutura populacional (Figura 2), dados de crescimento simulados das parcelas permanentes e autocorrelação dos anéis de crescimento (Figura 3), bem como as taxas de mortalidade obtidas pelas parcelas permanentes, aplicou-se o método *bootstrapping* (Brienen et al., 2006) para realizar 100 simulações para cada cenário planejado. As simulações foram aplicadas para evitar efeitos de aleatoriedade na escolha dos indivíduos a serem explorados nas simulações (por exemplo, pela escolha aleatória de indivíduos grandes ou pequenos) e para obter uma melhor aproximação da média e variabilidade nas estimativas de recuperação volumétrica.

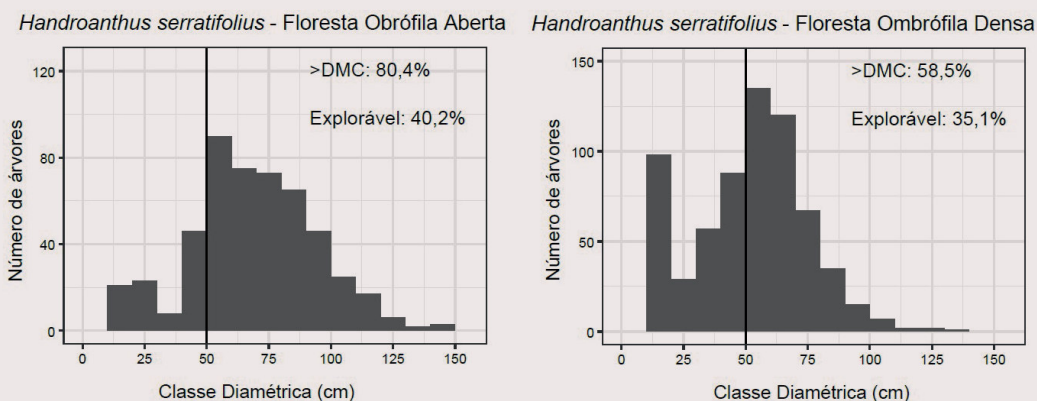


Figura 2. Distribuição do número de árvores por classes diamétricas (intervalos de 10 cm) inventariadas nas Florestas Nacionais representativas de dois tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Aberta (FOA - Flona Jacundá, 29.159 ha) e Floresta Ombrófila Densa (FOD - Flona Altamira, 53.549 ha) para *Handroanthus serratifolius*. A linha vertical contínua marca o diâmetro mínimo de corte – DMC estabelecido pela legislação atual (50 cm). As porcentagens indicadas referem-se à proporção da população com diâmetro acima do DMC e à proporção correspondente de árvores exploráveis. Na FOA, 80,4% das árvores inventariadas estão acima do DMC, das quais 40,2% são exploráveis, enquanto na FOD, 58,5% das árvores estão acima do DMC, sendo 35,1% exploráveis.

Para incorporar as diferenças em crescimento entre FOD e FOA, foram utilizados dados de parcelas de monitoramento em ambas as fitofisionomias para identificar eventuais diferenças em crescimento entre elas (como por exemplo, crescimento mais alto em FOA do que em FOD) e aplicaram-se essas diferenças nas séries de crescimento modeladas. Para FOD, a trajetória de crescimento contida nos anéis de árvores foi utilizada, enquanto para FOA, aplicou-se a mesma trajetória de FOD corrigida pela variabilidade no crescimento de árvores nas parcelas de FOA. Nesta etapa, a correção no crescimento de FOD pela variabilidade de crescimento de FOA foi predita por modelos aditivos generalizados - GAM. Por meio destes modelos foi possível utilizar a mesma trajetória de crescimento da espécie, respeitando a variabilidade de crescimento inerente a cada fitofisionomia. Assim, para cada cenário com diferentes relações entre diâmetro mínimo de corte e intensidade de exploração foi obtido um valor de RI respectivo (Figura 4).

Os cenários de exploração madeireira foram projetados variando o DMC convencional de 50 cm e intensidades de exploração durante a primeira exploração e no ciclo subsequente, após 30 anos. Calculou-se o volume explorado inicial como a somatória dos volumes de todas as árvores >DMC exploradas no primeiro ciclo de corte. O volume madeireiro foi calculado por árvore utilizando equações volumétricas gerais de planos de manejo da empresa Agrocartex¹⁰, sendo:

$$V(m^3) = 0,00087 * D^{2,06}$$

Onde: V é o volume estimado (m^3), e D o diâmetro mensurado no inventário florestal (cm).

10 Agrocartex Madeiras do Acre – Fazenda Seringal Novo Macapá: localizada entre os municípios de Manoel Urbano/AC, Boca do Acre/AM e Pauini/AM.

Projetou-se o crescimento da população remanescente após a primeira rodada de simulação por um ciclo de corte de 30 anos. A variabilidade em crescimento entre indivíduos nessas projeções foi incorporada para aprimorar as simulações, deixando-as mais realistas se comparadas com projeções utilizando dados de crescimento fixos (Figura 3). Utilizaram-se dados de crescimento através das informações de anéis de crescimento de *H. serratifolius* em FOD (Andrade et al., 2019). Dados de anéis de crescimento proporcionaram uma base de dados de crescimento que cobre a longevidade dos indivíduos e registram a autocorrelação e a variabilidade entre indivíduos no crescimento diamétrico (Figura 3).

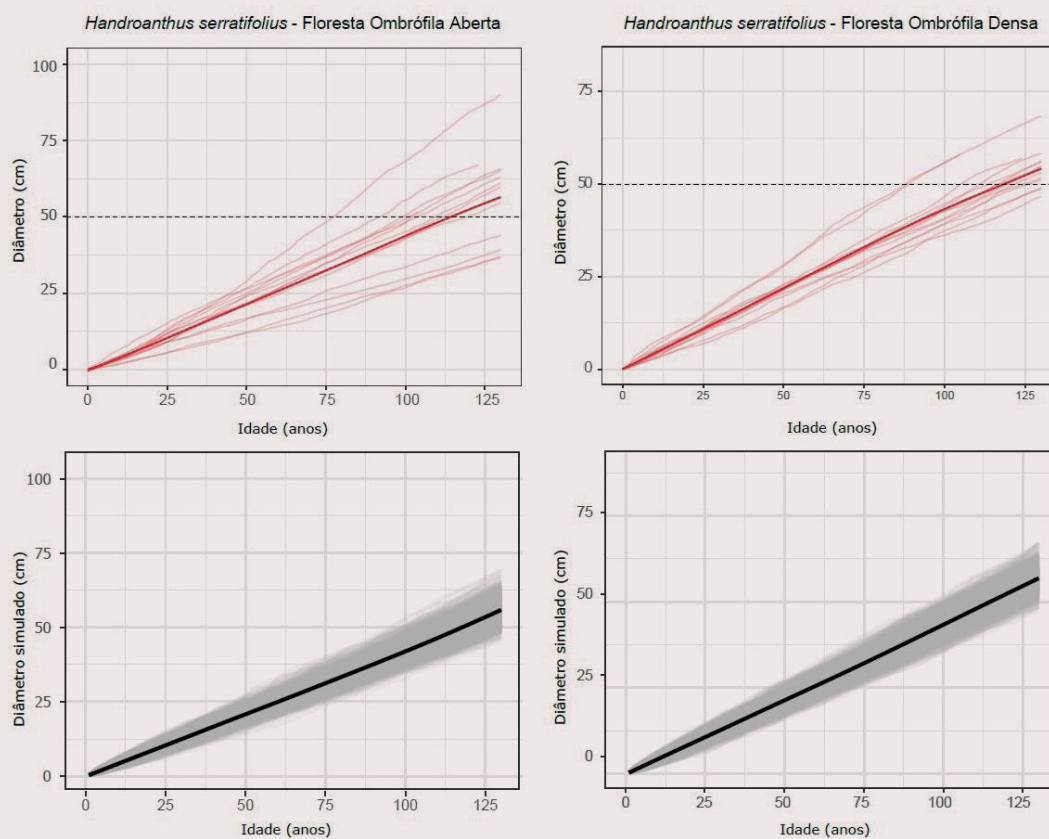


Figura 3. Trajetórias de diâmetro acumulado por idade para *Handroanthus serratifolius* nas fitofisionomias Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD. Na linha superior, os dados de anéis de crescimento são apresentados, enquanto na linha inferior, as simulações baseadas nos dados de crescimento das parcelas permanentes, porém, integrando a autocorrelação e variabilidade dos anéis de crescimento.

Tabela 3. Parâmetros utilizados para avaliação dos critérios de manejo florestal para *Handroanthus serratifolius* na Amazônia Brasileira por fitofisionomia: densidade de árvores a partir de 50 cm de diâmetro mínimo de corte e porcentagem de árvores comerciais (>50 cm de diâmetro) remanescentes, taxas de crescimento diâmetro anual (cm/ano) e taxa de mortalidade média anual (%/ano). Fitofisionomias: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD.

Espécie	Fitofisionomia	Densidade de árvores (n/ha)	Taxa de crescimento diamétrico (cm/ano)	Taxa de mortalidade média (%/ano)
<i>Handroanthus serratifolius</i>	FOA	0,19	0,35	0,27
	FOD	0,17	0,27	3,65

Para evitar efeitos de aleatoriedade na escolha das trajetórias de crescimento nas simulações de recuperação volumétrica, gerou-se séries de crescimento de árvores virtuais simuladas a serem exploradas seguindo a abordagem sugerida por Brienen et al., (2006) e adaptada por Groenendijk et al. (2017). As séries de crescimento das árvores virtuais incorporaram a tendência ontogenética e a autocorrelação no crescimento das espécies. Finalmente, o volume de madeira disponível no segundo ciclo de exploração florestal foi calculado aplicando as mesmas funções alométricas nos diâmetros projetados das árvores após um ciclo (dos indivíduos que sobreviveram após 30 anos), aplicando o mesmo DMC e intensidade de exploração que no primeiro ciclo. O índice de recuperação volumétrica – RI% foi calculado como a porcentagem do volume extraído na segunda exploração relativo ao volume na primeira exploração (Figura 4).

A Cites é implementada na União Europeia por meio do Regulamento de Comércio de Vida Selvagem (*Wildlife Trade Regulations* em inglês), que condiciona uma importação de espécies do Anexo II a um Parecer de Extração Não Prejudicial – NDF realizado pela Autoridade Científica do Estado-Membro da UE responsável pela importação. Neste contexto, o Grupo de Revisão Científica, constituído pelas Autoridades Científicas de seus Estados-Membro, tem utilizado critérios de avaliação da capacidade de regeneração para a elaboração dos NDFs de espécies arbóreas e considera que medidas como o cálculo do Índice de Recuperação – RI devem fundamentar os critérios de sustentabilidade, tendo em vista se tratar de um indicador-chave na manutenção das funções ecossistêmicas das espécies exploradas.

Assim, no âmbito da 27ª Reunião do Comitê de Plantas da Cites¹¹, por meio do documento (PC27 Inf. 10) são propostos pelo GRC da UE-WTR critérios técnico-científicos para definição do RI no manejo florestal sustentável. É estabelecido um limite mínimo de índice de recuperação de 75% ideal para florestas tropicais clímax não exploradas, e 100% de recuperação do volume explorado a partir do segundo ciclo

¹¹ Vigésima sétima reunião do Comitê de Plantas Genebra (Suíça), 8 a 13 de julho de 2024.

de corte ou em florestas já exploradas nos últimos 100 anos, de modo a garantir que o papel no ecossistema desempenhado pela espécie explorada se mantenha constante ao longo do tempo. Alternativamente, é aceito um índice mínimo RI de 50%, desde que devidamente embasado em fundamentos científicos.

Os RIs demonstraram uma ampla variabilidade entre rodadas de simulação para diferentes cenários de manejo florestal, considerando valores diversos de diâmetro mínimo de corte e intensidade de exploração. Desta forma, estabeleceu-se esta amplitude de variação como parâmetro mínimo de RI% para *Handroanthus serratifolius* nos diferentes cenários de manejo. Foram projetados cenários por tipo de vegetação, Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Ombrófila Densa, levando em consideração uma floresta clímax sem exploração anterior, para a propositura de novos critérios de manejo da espécie em função da recuperação volumétrica (RI 50-75%) no segundo ciclo de corte:

- 1) Cenário 1 - DMC de 50 cm com 90% de intensidade de exploração, refletindo os atuais critérios de manejo vigentes para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.;
- 2) Cenário 2 - DMC e intensidade de exploração ajustados para alcançar >75% de RI; e
- 3) Cenário 3 - DMC e intensidade de exploração ajustados para alcançar um mínimo 50% de RI.

As projeções concentraram-se em mudanças nas variáveis de diâmetro mínimo de corte - DMC e intensidade de exploração - IE, não incluindo alterações no ciclo de corte, estabelecido em 30 anos. Essa opção decorre da necessidade de compatibilizar a exploração dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* com as demais espécies manejadas na mesma área, evitando a adoção de ciclos intermitentes, que exigiriam reentradas frequentes e, conseqüentemente, aumentariam custos operacionais e o risco de danos às árvores remanescentes e à regeneração (Clatterbuck & Meadows, 2023). Por outro lado, ciclos demasiadamente longos também não foram considerados, uma vez que a FAO (1998) recomenda que planos de manejo adotem horizontes de planejamento realistas, com duração mínima de 10 anos e máxima em torno de 20 anos, a fim de garantir a coerência na execução das práticas silviculturais e evitar entraves administrativos.

A figura 4 apresenta a projeção do impacto de DMC de 50cm e Intensidade de Exploração – IE de 90% nas populações de *H. serratifolius* para o segundo ciclo de corte. Os dois quadrantes superiores avaliam o impacto da alteração do DMC no Índice de Recuperação Volumétrica, considerando a IE equivalente a 90%, para um

ciclo de corte de 30 anos, em FOA à esquerda, e FOD, à direita. Já os quadrantes inferiores projetam a variação da IE no percentual de RI em função do DMC equivalente a 50 cm, em FOA à esquerda, e FOD à direita.

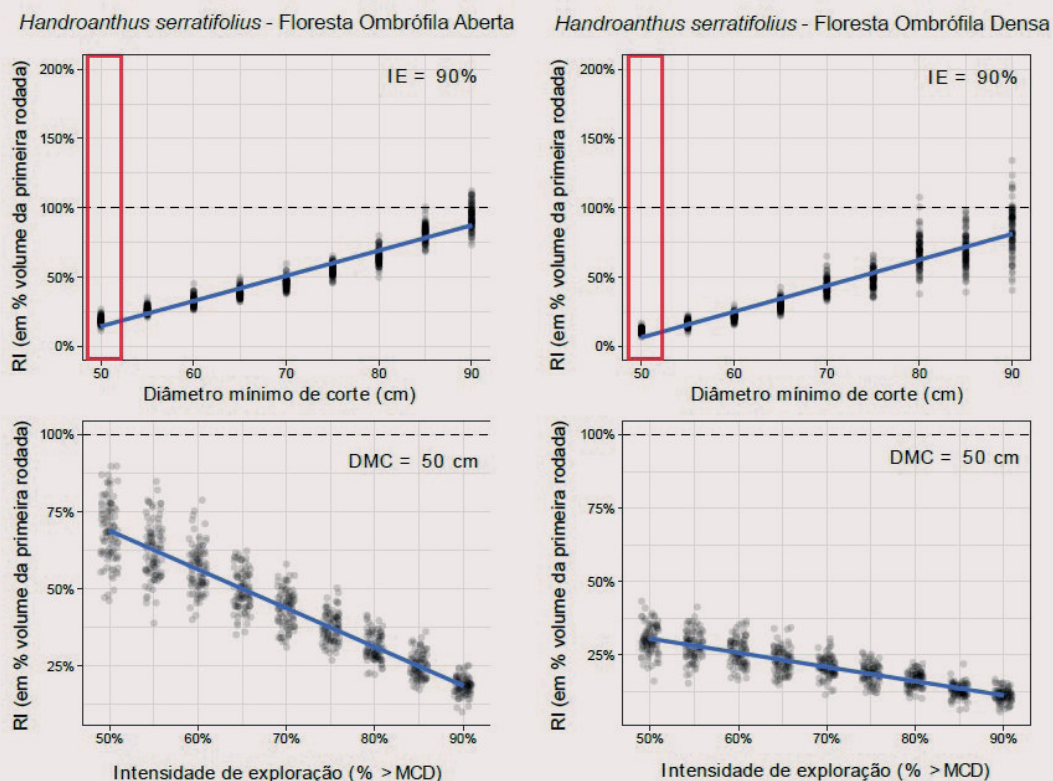


Figura 4. Simulação de Índice de recuperação volumétrica – RI% com base nos critérios de manejo florestal atuais de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. por tipo de vegetação Floresta Ombrófila Aberta – FOA (esquerda): no quadrante superior considerando a Intensidade de Exploração de 90%, e inferior o DMC= 50 cm; e Floresta Ombrófila Densa – FOD (direita): no quadrante superior considerando a Intensidade de Exploração de 90%, e inferior o DMC= 50 cm. RI% baseado no volume inicial pré-exploração e nas trajetórias de crescimento projetadas (dados de anéis e parcelas permanentes) em função do diâmetro mínimo de corte – DMC. Para as projeções manteve-se ciclo de corte de 30 anos.

Os resultados para este cenário, em ambos os tipos de vegetação, FOA e FOD, apresentaram RI inferior a 50%, indicando que estes critérios não garantem 50% de volume no segundo ciclo de corte, em relação ao primeiro. Em FOA, a recuperação com os parâmetros convencionais (DMC = 50cm, IE = 90%, ciclo de corte = 30 anos) ficou em torno de 20%, enquanto em FOD, abaixo de 15%.

As figuras 5 e 6 apresentam os demais cenários projetados de exploração para *Handroanthus serratifolius*, considerando a alteração dos parâmetros DMC e Intensidade de Exploração, mantendo-se o ciclo de corte em 30 anos. Na figura 5, o cenário 2 apresenta critérios de exploração mais restritos, onde o quadrante superior esquerdo avalia diferentes DMCs e seu impacto no RI% para FOA, considerando a IE equivalente a 60%. No quadrante superior direito, avalia-se a IE equivalente a 50%

para diferentes DMCs para FOD. Já nos quadrantes inferiores, são estabelecidos DMCs de 65 cm para FOA à esquerda, e 80cm para FOD à direita, em ambos com variação da intensidade de exploração de 50 a 90%.

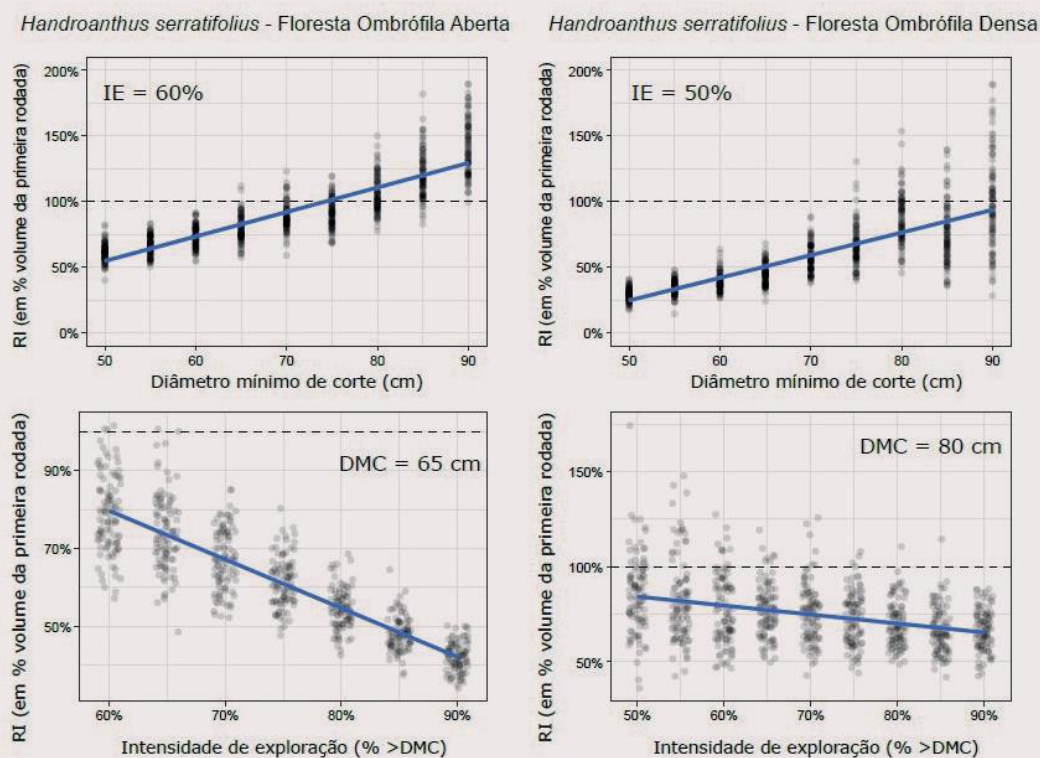


Figura 5. Simulação de Índice de recuperação volumétrica – RI% com base em critérios de manejo florestal Floresta Ombrófila Aberta – FOA (esquerda): no quadrante superior considerando a Intensidade de Exploração de 60%, e inferior o DMC= 65 cm; e Floresta Ombrófila Densa – FOD (direita): no quadrante superior considerando a Intensidade de Exploração de 50%, e superior o DMC= 80 cm. RI baseado no volume inicial pré-exploração e nas trajetórias de crescimento projetadas (dados de anéis e parcelas permanentes) em função do diâmetro mínimo de corte – DMC. Para as projeções manteve-se ciclo de corte de 30 anos.

Os resultados de projeções no cenário 2 indicam que a recuperação volumétrica - RI acima de 75% pode ser alcançada em diferentes contextos, mas com parâmetros contrastantes entre os tipos de vegetação: em floresta ombrófila aberta - FOA, isso foi obtido com DMC de 65 cm, intensidade de exploração (IE) de 60%, enquanto em floresta ombrófila densa - FOD exigiu-se DMC de 80 cm, IE de 70%. Embora o cenário 2 de exploração demonstre, em tese, a possibilidade de garantir a exploração não prejudicial ao longo do tempo, na FOD esse arranjo reduz drasticamente a proporção de árvores passíveis de corte, o que pode inviabilizar economicamente a atividade. A literatura reforça essa tensão ao apontar que a sustentabilidade do manejo não depende apenas da regeneração ecológica, mas também da viabilidade econômica, pois práticas sem rentabilidade tendem a ser abandonadas (Putz et al., 2022).

A figura 6, representando o cenário 3, apresenta projeções com intensidade de exploração equivalentes para os dois tipos de vegetação estudados, 60%, para

FOA (superior esquerdo) e para FOD (superior direito) nos quadrantes superiores. A definição destas IEs foi baseada nos percentuais médios de exploração efetiva destas espécies nos Manejos Florestais em Concessões Federais. Já nos quadrantes inferiores, são avaliadas as IE entre 50 e 90%, com DMC de 60 cm para FOA (esquerdo), e 70 cm para FOD (direito).

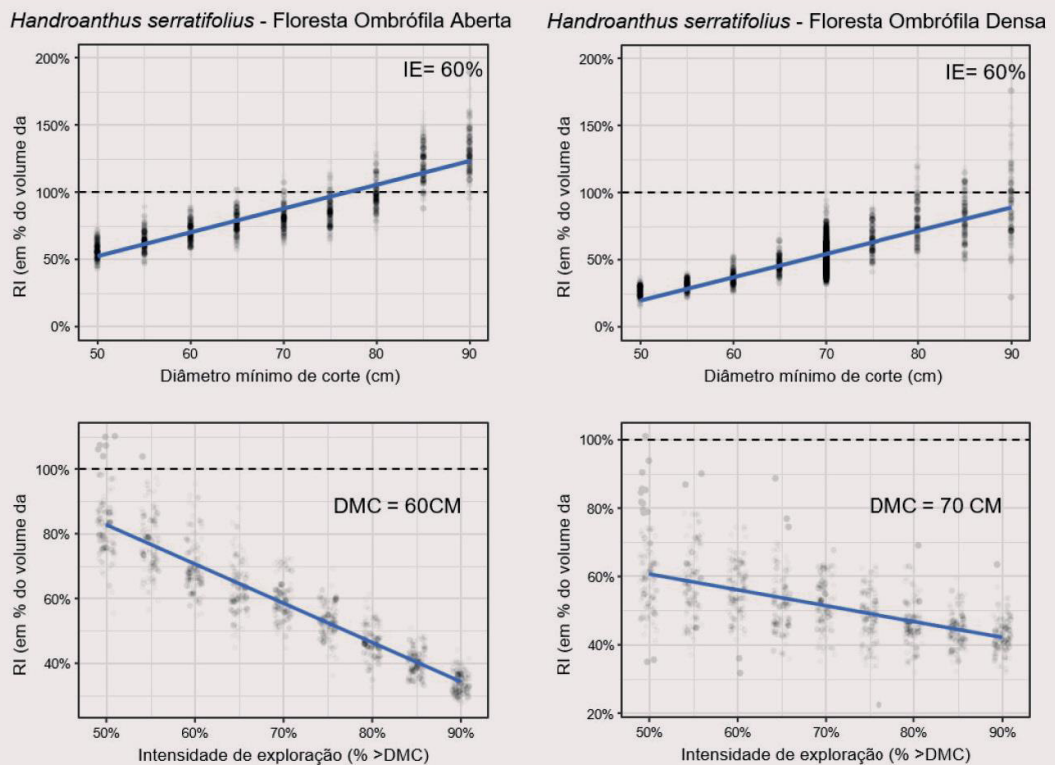


Figura 6. Simulação de Índice de recuperação volumétrica – RI% com base em critérios de manejo florestal para Floresta Ombrófila Aberta – FOA (esquerda): no quadrante superior considerando a Intensidade de Exploração de 60%, e inferior DMC= 60 cm; e Floresta Ombrófila Densa – FOD (direita): no quadrante superior considerando a Intensidade de Exploração de 60% e quarto quadrante o DMC= 70 cm. RI% baseado no volume inicial pré-exploração e nas trajetórias de crescimento projetadas (dados de anéis e parcelas permanentes) em função do diâmetro mínimo de corte – DMC. Para as projeções manteve-se ciclo de corte de 30 anos.

Os resultados de recuperação volumétrica para o cenário 3, em ambos os tipos de vegetação, FOA e FOD, alcançaram o mínimo de RI equivalente 50%. Em FOA, atinge-se o percentual de 75% de recuperação volumétrica com 60cm de DMC e intensidade de exploração de 60%. Já em FOD, o mínimo de RI foi atingido com DMC = 70 cm, IE = 60%, sempre com ciclo de corte = 30 anos (Figura 4). Propõe-se o balanço entre os cenários de exploração de modo a garantir a exploração não prejudicial da espécie por tipo de vegetação ao longo do tempo, em relativo equilíbrio entre conservação e viabilidade da atividade econômica florestal. No último cenário, em destaque, observa-se uma redução estimada de 14% na população passível de exploração em FOA e 62% em FOD, em comparação com o cenário atual (Figuras 2 e 7).

Em todos os cenários, as taxas de mortalidade de *Handroanthus serratifolius* foram maiores em FOD, resultando em menor recuperação volumétrica em comparação a FOA. Destaca-se também que, segundo os dados dos Sistemas de Controle Florestal, a exploração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. ocorre majoritariamente em FOA (62% dos PMFS) em comparação a FOD (36% dos PMFS), sendo os 2% restantes distribuídos em outros tipos vegetacionais e/ou em áreas de contato.

As mudanças no diâmetro mínimo de corte e nas intensidades de exploração a partir do cenário 3 (Figura 6) também afetaram a porcentagem média de árvores passíveis de exploração (Figura 7). Assim, as estimativas de exploração para *Handroanthus serratifolius* passam a ser de 37,4% em FOA e de 11,8% em FOD.

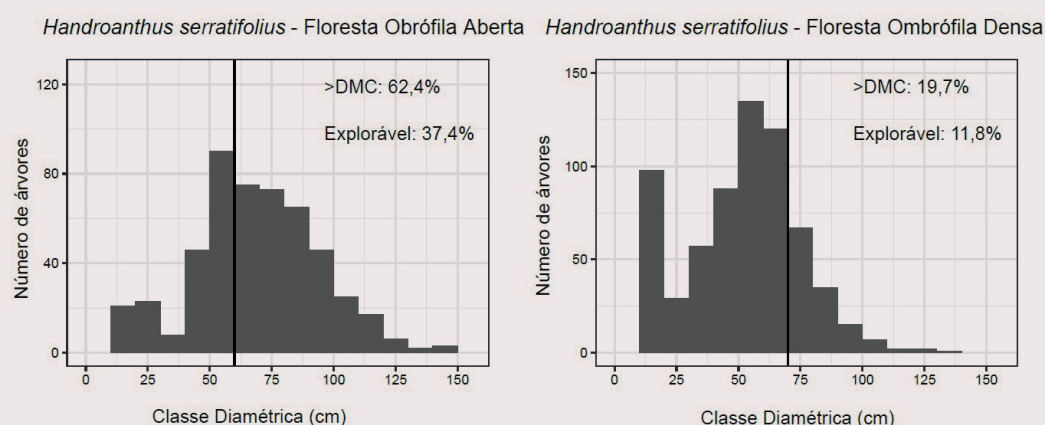


Figura 7. Distribuição do número de árvores por classes diamétricas (intervalos de 10 cm) inventariadas nas Florestas Nacionais representativas de duas fitofisionomias: Floresta Ombrófila Aberta (FOA - Flona Jacundá, 29.159 ha) e Floresta Ombrófila Densa (FOD - Flona Altamira, 53.549 ha), para *Handroanthus serratifolius*. A linha vertical contínua marca o novo diâmetro mínimo de corte – DMC estabelecido (60 cm para FOA e 70 cm para FOD). As porcentagens indicadas referem-se à proporção da população com diâmetro acima do DMC e à proporção correspondente de árvores exploráveis. Na FOA, 62,4% das árvores inventariadas estão acima do DMC, das quais 37,4% são exploráveis (com intensidade de exploração de 60%), enquanto na FOD, 19,7% das árvores estão acima do DMC, sendo 11,8% exploráveis (com intensidade de exploração de 60%).

2.1. Efeito do manejo e recomendações de tratamentos silviculturais para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.

A adoção de tratamentos silviculturais tem papel fundamental na mitigação dos impactos da exploração seletiva e na aceleração da recuperação estrutural e funcional das florestas manejadas. Conforme ilustrado por Putz et al. (2022), após a colheita inicial, as florestas tendem a passar por um declínio temporário nos valores de conservação e de produção, que representa o período de maior vulnerabilidade ecológica. Intervenções como o controle de cipós, a liberação de regenerantes e a proteção de árvores de futuro podem suavizar esse decaimento e

antecipar o retorno a um novo patamar de equilíbrio produtivo e conservacionista. A compreensão desse comportamento ecológico é essencial para definir parâmetros de manejo que assegurem a sustentabilidade entre ciclos sucessivos, reforçando a importância dos tratamentos silviculturais como medidas complementares de manejo adaptativo.

Com relação às taxas de crescimento, as espécies de *Handroanthus*, por exemplo, possuem índices consideravelmente baixos em condições naturais. Andrade et al. (2019) ao analisarem os anéis de crescimento de *H. serratifolius* observaram taxas de crescimento diamétrico anual de $0,41 \pm 0,06$ cm/ano em média, com idades variando de 104 a 241 anos (Andrade et al., 2019). Outros estudos relataram valores ainda menores, como Jenkins (2009), com $0,30 \pm 0,13$ cm/ano e Schulze et al. (2008), com cerca de 0,25 cm/ano para *H. serratifolius* e *H. impetiginosus*. Esses valores são similares ao que foi encontrado no presente estudo (Tabela 4) e reforçam a necessidade de práticas de manejo que otimizem o crescimento e assegurem a sustentabilidade da exploração madeireira de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.

Diversos experimentos de manejo foram realizados para avaliar estratégias que conciliassem conservação e produtividade. Oliveira (2005) implementou tratamentos que incluíram a exploração seletiva de árvores comerciais e o desbaste de espécies sem interesse econômico, com monitoramento ao longo de 22 anos em uma área de 136 ha na Amazônia. No tratamento, caracterizado pela exploração das árvores de espécies comerciais com DAP ≥ 55 cm e desbaste de 20% de espécies não comerciais, houve alta redução de *H. serratifolius* (90,7%) após um ano do manejo. Apesar disso, registrou-se maior densidade de regeneração de outras espécies, indicando o desafio do manejo para espécies de crescimento lento como o ipê (Schulze et al., 2008a). Mesmo sendo uma espécie heliófita, observou-se maior densidade de regeneração de outras espécies, variando de 2 a 22 vezes mais do que o encontrado para *H. serratifolius*, possivelmente, por conta do seu lento crescimento (Schulze et al., 2008a).

Nessa mesma linha, Pinto et al. (2021) avaliaram o desenvolvimento inicial de mudas de *H. serratifolius* em condições de campo. No estudo, analisaram as características técnicas e financeiras do replantio de *H. serratifolius* em clareiras pós-exploração na Amazônia Oriental. Constataram que a taxa de crescimento diamétrico anual foi de 0,65 cm nos primeiros oito anos após o plantio, diminuindo com o aumento da idade. A mortalidade média anual foi de 16%, reduzindo entre cinco e oito anos.

Muitas espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*, necessitam de luz para o crescimento, mas toleram sombreamento em estágios jovens (Gama, 2017; Medina Arroyo et al., 2020). Portanto, práticas que promovam a entrada de luz no interior da

floresta são importantes para promover maiores taxas de crescimento (Justiniano et al., 2000; Schwartz et al., 2013; Schröder, 2017). Diversos estudos demonstraram a importância do plantio de enriquecimento em clareiras para a regeneração e crescimento de *Handroanthus* spp. e outras espécies tropicais (Schulze et al., 2008; Keef et al., 2009; Schwartz et al., 2013; Schwartz et al., 2016; Pinto et al., 2021). Assim, recomenda-se a adoção dessa prática para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., especialmente em clareiras com área superior a 300 m² e em áreas de terra firme, que são consideradas adequadas para garantir a luminosidade necessária ao desenvolvimento das mudas, acelerando seu crescimento (Schulze, 2008; Vatrás et al., 2016).

O plantio de enriquecimento não apenas tem o potencial de aumentar a produtividade em menor tempo, mas também contribui para a conservação dessas espécies, especialmente considerando a baixa regeneração natural sem intervenção silvicultural em clareiras de exploração (Sist & Ferreira, 2007; Schulze, 2008; Putz et al., 2012; Shearman et al., 2012; Vidal et al., 2020). Isso é particularmente relevante devido à baixa densidade populacional de *Handroanthus*, que comumente varia de 0,0007 a 1,45 indivíduos/ha em florestas naturais (Schulze et al., 2008a; Andrade et al., 2019; Coutinho et al., 2021).

Além do plantio, outras práticas silviculturais, como o controle de cipós, a liberação de copas para aumentar a captação de luz e a condução da regeneração natural podem ser benéficas, contribuindo para o crescimento e a sustentabilidade das populações (Vidal et al., 2016). Entretanto, é crucial considerar as características específicas de cada espécie e localidade, optando por técnicas que maximizem o crescimento e a sobrevivência, assegurando a viabilidade econômica e ecológica do manejo a longo prazo. A aplicação de tratamentos silviculturais pode aumentar as taxas de crescimento em até 27% (Peña-Claros et al., 2008), demonstrando a importância dessas práticas para a sustentabilidade da produção madeireira e a conservação das espécies. Assim, o manejo sustentável de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. na Amazônia exige práticas silviculturais cuidadosamente planejadas, que considerem as condições ecológicas das espécies e do ambiente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram avaliadas a estrutura populacional e as taxas demográficas (crescimento diamétrico e mortalidade) de diversas espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* com base em dados de inventário florestal, anéis de crescimento e parcelas permanentes na Amazônia. As análises consideraram as diferentes fitofisionomias em que a exploração dessas espécies predomina, como Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD. Assim, com base na

análise populacional e nas simulações de recuperação volumétrica realizadas para *H. serratifolius*, são apresentados critérios de manejo florestal sustentável para as outras espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* spp. no bioma amazônico, tanto para Floresta Ombrófila Aberta quanto para Floresta Ombrófila Densa, em diferentes cenários para avaliação em conjunto com as demais conclusões apresentadas nos capítulos anteriores.

A aplicação desses critérios visa a manutenção de uma estrutura populacional sustentável, respeitando a densidade e a variabilidade populacional da espécie nas diferentes fitofisionomias. A combinação dos dados de inventário florestal, anéis de crescimento e monitoramento de parcelas permanentes fornece uma base sólida para o estabelecimento de práticas de manejo florestal adaptadas às características biológicas e ecológicas de cada espécie, visando a conservação e o uso sustentável dos recursos florestais na Amazônia.

Além disso, recomenda-se que os critérios de manejo sejam periodicamente revisados com base em novos dados de monitoramento e pesquisas, garantindo sua adequação às mudanças ambientais, climáticas e às dinâmicas populacionais das espécies. Essa abordagem adaptativa permite responder de forma mais eficiente às pressões decorrentes do uso da terra e dos efeitos das mudanças climáticas, assegurando a sustentabilidade do manejo das populações florestais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andani, N.N., Wahyuni, W., Nilawati, N., & Ridwan, I. (2024). The Impact of Social and Ecological Accounting in Forest Management. *Jurnal Impresi Indonesia*, 3(7), 529-535. <https://doi.org/10.58344/jii.v3i7.5238>

Andersson, F., Birot, Y., & Päivinen, R. (2004). *Towards the sustainable use of Europe's forests-forest ecosystem and landscape research: scientific challenges and opportunities*. European Forest Institute. Folke Andersson, Yves Birot and Risto Päivinen (eds.).

Andrade, V.H.F., do Amaral Machado, S., Figueiredo Filho, A., Botosso, P. C., Miranda, B. P., & Schöngart, J. (2019). Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 438, 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.030>

Arevalo, B., Valladarez, J., Muschamp, S., Kay, E., Finkral, A., Roopsind, A., & Putz, F. E. (2016). Effects of reduced-impact selective logging on palm regeneration in

Belize. *Forest Ecology and Management*, 369, 155-160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.040>.

Banerjee, O., Macpherson, A. J., & Alavalapati, J. (2009). Toward a policy of sustainable forest management in Brazil: a historical analysis. *The Journal of Environment & Development*, 18(2), 130-153. <https://doi.org/10.1177/1070496509333567>

Biondi, F. (1999). Comparing tree-ring chronologies and repeated timber inventories as forest monitoring tools. *Ecological Applications*, 9(1), 216-227. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1999\)009\[0216:CTRCAR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1999)009[0216:CTRCAR]2.0.CO;2)

Brasil. (2006). *Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006*. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nos 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=03/03/2006>

Brasil. (2009). *Resolução Federal CONAMA nº 406, de 02 de fevereiro de 2009*. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS. Diário Oficial da União, <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/02/2009&jornal=1&pagina=100&totalArquivos=160>

Braz, E., Canetti, A., de Mattos, P.P., Oliveira, M.D., Thaines, F., Oliveira, M., & Garrastazu, M. (2022). *Ocorrência e crescimento de Handroanthus spp. na Amazônia, nos estados de Mato Grosso e Acre, como subsídio para a elaboração de normativas de manejo florestal e avaliação de risco de extinção*. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-infoteca-e-doc-1146613/Description>

Brienen, R.J., Zuidema, P.A., & Daring, H.J. (2006). Autocorrelated growth of tropical forest trees: unraveling patterns and quantifying consequences. *Forest Ecology and Management*, 237(1-3), 179-190. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.042>

Brienen, R.J.W., & Zuidema, P.A. (2006a). The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species. *Forest Ecology and Management*, 226, 256–267. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.01.038>

Brienen, R.J.W., & Zuidema, P. A. (2007). Incorporating persistent tree growth differences increases estimates of tropical timber yield. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(6), 302-306. <https://www.jstor.org/stable/20440674>

Braz, E.M., de Mattos, P.P., Arco-Verde, M.F., Basso, R.O., Canetti, A., Basso, R.O., & Canetti, A. (2017). *Otimização do ciclo de corte na Floresta Amazônica sob o ponto de vista econômico*. Colombo: Embrapa Florestas. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1073850>

Capanema, V.P., Escada, M.I.S., Andrade, P.R., & Landini, L.G. (2022). Assessing logging legislation parameters and forest growth dissimilarities in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 513, 120170. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120170>

Clatterbuck, W. K., & Meadows, J. S. (2023). Uneven-aged silviculture in bottomland hardwoods. University of Tennessee Extension. Publication PB1798. Retrieved from <https://utia.tennessee.edu/publications/wp-content/uploads/sites/269/2023/10/PB1798.pdf>

Chagneau, P., Mortier, F., & Picard, N. (2009). Designing permanent sample plots by using a spatially hierarchical matrix population model. *Journal of the Royal Statistical Society Series C: Applied Statistics*, 58(3), 345-367. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9876.2008.00657.x>

Chaudhary, A., Burivalova, Z., Koh, L.P., & Hellweg, S. (2016). Impact of forest management on species richness: global meta-analysis and economic trade-offs. *Scientific reports*, 6(1), 23954. <https://doi.org/10.1038/srep23954>

Coutinho, C.H.O., da Silva Cruz, H., da Silva Carneiro, F., Souza, C.B.G., & da Silva Viana, J. (2021). Geotechnology applied in the evaluation of phytosociological parameters of the species *Handroanthus* sp, in the State of Pará, Brazil. *Research, Society and Development*, 10(6), e18210615437-e18210615437. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15437>

Conde, M.L.G., Piedade, M.T.F., Wittmann, F., Nascimento, R.G.M., & Schöngart, J. (2024). Evaluation of the management potential of timber resources in clearwater floodplain forests in the Amazon using growth models. *Journal of Environmental Management*, 351, 119781. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119781>

Conselho Estadual de Meio Ambiente, Pará – COEMA. (2007). *Resolução COEMA nº 54 de 24 de outubro de 2007*. Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará, Belém, PA. <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/375.pdf>

Darrigo, M. R., Venticinque, E. M., & Santos, F. A. M. (2016). Effects of reduced impact logging on the forest regeneration in the central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 360, 52-59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.10.012>

de Avila, A.L., Schwartz, G., Ruschel, A.R., do Carmo Lopes, J., Silva, J.N.M., de Carvalho, J.O.P., ... & Bausch, J. (2017). Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. *Forest Ecology and Management*, 385, 225-235. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.039>

Dionisio, L. F. S., Schwartz, G., Mazzei, L., Lopes, J. C., Santos, G. G. A., & Oliveira, F. A. (2017). Mortality of stocking commercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 401, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.060>.

Dionisio, L. F. S., Schwartz, G., Lopes, J. C., & Oliveira, F. A. (2018). Growth, mortality, and recruitment of tree species in an Amazonian rainforest over 13 years of reduced impact logging. *Forest Ecology and Management*, 430, 150-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.024>.

Dionisio, L.F. (2020). Efeitos a médio prazo da exploração seletiva no crescimento, mortalidade e recrutamento de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. em uma floresta amazônica. *Scientia Forestalis*, 48. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n125.21>

Fearnside, P.M. (2008). Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 80, 101-114. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652008000100006>

Fearnside, P.M. (2009). The vulnerability of the amazon forest in the face of climate change. *Oecologia Brasiliensis*, 13(4), 609-618. <https://doi.org/10.4257/OECO.2009.1304.05>

Flores, B.M., Montoya, E., Sakschewski, B., Nascimento, N., Staal, A., Betts, R.A., ... & Hirota, M. (2024). Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature*, 626(7999), 555-564. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06970-0>

Fonseca Júnior, S.F., Piedade, M.T.F., & Schöngart, J. (2009). Wood growth of *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae) in Central Amazonian black-water (igapó) and white-water (várzea) floodplain forests. *Trees*, 23(1), 127-134. <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0261-4>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1998). Sustainable forest management toolbox: Guidelines for the management of tropical forests. FAO Forestry Paper No. 142. Rome: FAO. Retrieved from <https://www.fao.org/4/w8212e/w8212e07.htm>

Fortini, L.B., Cropper Jr, W.P., & Zarin, D.J. (2015). Modeling the complex impacts of timber harvests to find optimal management regimes for Amazon tidal floodplain forests. *PLoS One*, 10(8), e0136740. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136740>

Freitas, L.J.M., Venturieri, A., Ruschel, A.R., & Guerreiro, L.M. (2022). Projeto SEG EMBRAPA - Subsídios para o manejo florestal das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose – Projeto Ipê. SEI 21159.002025/2021-57

Fremout, T., Thomas, E., Gaisberger, H., Van Meerbeek, K., Muenchow, J., Briers, S., ... & Muys, B. (2020). Mapping tree species vulnerability to multiple threats as a guide to restoration and conservation of tropical dry forests. *Global Change Biology*, 26(6), 3552-3568. <https://doi.org/10.1111/gcb.15028>

Gama, L.E.D.S. (2017). *Equações monoespecíficas de incremento em área basal de Handroanthus serratifolius (Vahl) SO Grose (ipê amarelo) e Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos (ipê roxo) da floresta tropical pluvial do Acre.* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria].

Groenendijk, P., Bongers, F., & Zuidema, P.A. (2017). Using tree-ring data to improve timber-yield projections for African wet tropical forest tree species. *Forest Ecology and Management*, 400, 396–407. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.054>

Jardim, F.C.S. (2015). Natural regeneration in tropical forests. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 58(1), 105-113. <http://dx.doi.org//10.4322/rca.1676>

Jenkins, H. S. (2009). *Amazon climate reconstruction using growth rates and stable isotopes of tree ring cellulose from the Madre de Dios Basin, Peru.* [Tese de doutorado, Duke University].

Justiniano, M.J., Nash, D., & Fredericksen, T.S. (2000). *Ecología y silvicultura de especies menos conocidas, Tajibos o Lapachos Tabebuia spp. Gomes ex AP de Candolle Bignoniaceae*, Santa Cruz, Bolivia.

Keefe, K., Schulze, M.D., Pinheiro, C., Zweede, J.C., & Zarin, D. (2009). Enrichment planting as a silvicultural option in the eastern Amazon: case study of Fazenda Cauaxi. *Forest Ecology and Management*, 258(9), 1950-1959. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.07.037>

Leite, P.T.P. *Dendroecologia de Tabebuia aurea (Manso) Benth. & Hook e Tabebuia heptaphylla (Vell.) Toledo (Bignoniaceae) no Pantanal de Mato Grosso, Brasil*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso].

Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F., & Fischer, J. (2006). General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological conservation*, 131(3), 433-445. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.019>

Medina Arroyo, H.H., Torres-Torres, J.J., Palacios Palacios, C.A., Ruiz-Blandón, B.A., Martínez Guardia, M., & Rengifo Murillo, L. (2020). Germination and growth of the tree *Handroanthus chrysanthus* (Bignoniaceae) under nursery conditions. *Cuadernos de Investigación UNED*, 12(2), 409-418. <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v12i2.3175>

Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2006). *Instrução Normativa MMA nº 5 de 11/12/2006*. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/12/2006&jornal=1&pagina=155&totalArquivos=232>

Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2015). *Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015*. Dispõe sobre a aprovação de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS e seus respectivos Planos Operacionais Anuais – POA. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/02/2015&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=304>

Miranda, D.L.C., Higuchi, N., Trumbore, S.E., Latorraca, J.V.F., do Carmo, J.F., & Lima, A.J. (2018). Using radiocarbon-calibrated dendrochronology to improve tree-cutting cycle estimates for timber management in southern Amazon forests. *Trees*, 32, 587-602. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1658-3>

Negrón-Juárez, R.I., Holm, J.A., Marra, D.M., Rifai, S.W., Riley, W.J., Chambers, J.Q., ... & Higuchi, N. (2018). Vulnerability of Amazon forests to storm-driven tree mortality. *Environmental Research Letters*, 13(5), 054021. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabe9f>

Oliveira, L.C. (2005). *Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136ha na floresta nacional do Tapajós*. [Tese doutorado, Universidade de São Paulo].

Peña-Claros, M., Fredericksen, T. S., Alarcón, A., Blate, G. M., Choque, U., Leaño, C., ... & Putz, F. E. (2008). Beyond reduced-impact logging: silvicultural treatments to increase growth rates of tropical trees. *Forest Ecology and Management*, 256(7), 1458-1467. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.11.013>

Pinheiro, K. A. O., Ruschel, A. R., Oliveira, F., Carneiro, F. D. S., D'arace, L., Silva, F. L., & Frazão, A. (2019). Resiliência. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 6(6), 570-580. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2019.006.0006>

Pinto, R.C., Pinheiro, C., Vidal, E., & Schwartz, G. (2021). Technical and financial evaluation of enrichment planting in logging gaps with the high-value species *Swietenia macrophylla* and *Handroanthus serratifolius* in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 495, 119380. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119380>

Putz, F.E., Blate, G.M., Redford, K.H., Fimbel, R., & Robinson, J. (2001). Tropical Forest Management and Conservation of Biodiversity: An Overview. *Conservation Biology*, 15, 07–20.

Putz, F.E., Zuidema, P.A., Synnott, T., Peña-Claros, M., Pinard, M.A., Sheil, D., ... & Zagt, R. (2012). Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. *Conservation letters*, 5(4), 296-303. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00242.x>

Putz, F.E., Romero, C., Sist, P., Schwartz, G., Thompson, I., Roopsind, A., ... & Ellis, P. (2022). Sustained timber yield claims, considerations, and tradeoffs for selectively logged forests. *PNAS nexus*, 1(3), pgac102. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac102>

Reategui-Betancourt, J., Mazzei de Freitas, L.J., Santos, K.R., Briceño, G., Matricardi, E.A., Ruschel, A.R., & de Faria Ferreira, N.C. (2023). Timber yield of commercial tree species in the eastern Brazilian Amazon based on 33 years of inventory data. *Forestry: An International Journal of Forest Research*.

Rosa, S.A., Barbosa, A.C.M.C., Junk, W.J., Da Cunha, C.N., Piedade, M.T.F., Scabin, A.B., ... & Schöngart, J. (2017). Growth models based on tree-ring data for the Neotropical tree species *Calophyllum brasiliense* across different Brazilian wetlands: implications for conservation and management. *Trees*, 31, 729-742. <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1503-5>

Salati, E., & Vose, P.B. (1984). Amazon basin: a system in equilibrium. *Science*, 225(4658), 129-138. <https://doi.org/10.1126/science.225.4658.129>

Sarfo-Adu, G.K. (2021). Role of Forest Related Policies and Laws on Sustainable Forest Management Practice: A Critical Overview. *Journal of Resources Development and Management*, 73. <https://doi.org/10.7176/JRDM/73-06>

Scabin, A.B., Costa, F.R.C., & Schöngart, J. (2012). The spatial distribution of illegal logging in the Anavilhanas archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on species. *Environmental Conservation*, 39(2), 111-121. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000610>

Scoti, M.S.V., & Souza, E.M. (2020). Influência da exploração florestal nas populações de espécies ameaçadas de extinção na FLONA do Jamari, RO. *Biodiversidade Brasileira*, 10(3), 64-73. <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v10i3.1637>

Shearman, P., Bryan, J., & Laurance, W. F. (2012). Are we approaching 'peak timber' in the tropics?. *Biological Conservation*, 151(1), 17-21. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.036>

Schöngart, J. (2008). Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. *Forest Ecology and Management*, 256(1-2), 46-58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.037>

Schröder, T. (2017). *Análise dos fatores influentes sobre o crescimento de ipê-roxo (Handroanthus heptaphyllus Vell. (Mattos)) – um estudo de caso*. [Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Maria].

Schulze, M. (2008). Technical and financial analysis of enrichment planting in logging gaps as a potential component of forest management in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 255(3-4), 866-879. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.082>

Schulze, M., Grogan, J., Landis, R.M., & Vidal, E. (2008). How rare is too rare to harvest?: management challenges posed by timber species occurring at low densities in the Brazilian Amazon. *Forest ecology and management*, 256(7), 1443-1457. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.02.051>

Schulze, M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M., & Vidal, E. (2008a). Evaluating ipê (Tabebuia, Bignoniaceae) logging in Amazonia: sustainable management or catalyst for forest degradation?. *Biological Conservation*, 141(8), 2071-2085. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.003>

Schwartz, G., Lopes, J.C., Mohren, G.M., & Peña-Claros, M. (2013). Post-harvesting silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. *Forest Ecology and Management*, 293, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.040>

Schwartz, G., Bais, A.L.S., Peña-Claros, M., Hoogstra-Klein, M.A., Mohren, G.M.J., & Arts, B.J.M. (2016). Profitability of silvicultural treatments in logging gaps in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Forest Science*, 68-78.

Schwartz, G., Falkowski, V., & Peña-Claros, M. (2017). Natural regeneration of tree species in the Eastern Amazon: Short-term responses after reduced-impact logging. *Forest Ecology and Management*, 385, 97-103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.036>.

Sist, P., & Ferreira, F.N. (2007). Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest ecology and management*, 243(2-3), 199-209. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.02.014>

Sist, P., Pioniot, C., Kanashiro, M., Pena-Claros, M., Putz, F.E., Schulze, M., ... & Vidal, E. (2021). Sustainability of Brazilian forest concessions. *Forest Ecology and Management*, 496, 119440. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119440>

Temperli, C., Bugmann, H., & Elkin, C. (2012). Adaptive management for competing forest goods and services under climate change. *Ecological Applications*, 22(8), 2065-2077. <https://doi.org/10.1890/12-0210.1>

Vatrás, S., Carvalho, J.D., Silva, J.N.M., & Castro, T.D.C. (2016). Effect of the reduced impact exploration on growth dynamics of a natural forest. *Scientia Forestalis*, 44 (109), 261-271. <dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n109.25>

Vidal, E., Lentini, M.W., de Souza, S.E., Klauberg, C., & Waldhoff, P. (2020). Sustainable forest management (SFM) of tropical moist forests: the case of the Brazilian Amazon. *Achieving sustainable management of tropical forests*. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing. <https://doi.org/10.19103/AS.2020.0074.42>

Von Gadow, K., Orois, S.S., & Calderón, O.A.A. (2004). Manejo forestal con bases científicas. *Madera y bosques*, 10(2), 3-16. <https://doi.org/10.21829/myb.2004.1021271>

Wolf, D., Oldfield, T.E.E., & McGough, N. (2018). Cites Non-detriment Findings for Timber. A nine-step process to support Cites Scientific Authorities making science-

based non-detriment findings (NDFs) for timber/tree species listed in Cites Appendix II. Version 3.0. BfN-Skripten 504. Bundesamt für Natur schutz, Bonn.

Zimmerman, B.L., & Kormos, C.F. (2012). Prospects for sustainable logging in tropical forests. *BioScience*, 62(5), 479-487. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.5.9>



CAPÍTULO 7

PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL:
CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Allan Jordani^{1,2}, Yanka Alves¹, Manolo Quintilhan¹, Maria Luiza de Azevedo³, Suelma Ribeiro Silva⁴, Jochen Schöngart⁵ e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024⁶

RESUMO

A inclusão das espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* sob a Anotação nº 17 (toras, madeira serrada, lâminas, compensados e madeira transformada) no Anexo II da Cites foi aprovada na 19ª Conferência das Partes – CoP19, realizada em novembro de 2022, na Cidade do Panamá, com o objetivo de regulamentar o comércio internacional desses produtos. Para as espécies listadas no Anexo II, a emissão de licenças de exportação requer que a Autoridade Científica – AC do país exportador elabore um Parecer de Extração Não Prejudicial – NDF. Esse procedimento técnico-científico avalia parâmetros como distribuição geográfica, estrutura populacional, taxas de crescimento e mortalidade, práticas de manejo e impactos do comércio. No Brasil, o NDF para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. foi inspirado no Guia Simplificado para Elaborar Parecer de Extração Não Prejudicial de Espécie Madeireira, publicado pela Traffic. Esse guia estabelece nove etapas, que incluem desde a análise da necessidade de emissão do parecer até a avaliação do estado de conservação, dos riscos biológicos, dos impactos do comércio e das práticas de manejo, culminando na formulação da decisão final. O Ibama, como uma das Autoridades Científicas Cites do Brasil, coordenou um Grupo de Trabalho com instituições científicas, órgãos ambientais e outras ACs, reunindo a maior base de dados já compilada para as espécies de ipê na Amazônia, complementada por oficinas técnicas com especialistas, pesquisadores e representantes do setor florestal. Os resultados apontaram baixa densidade populacional e taxas de crescimento

1 Coordenação Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – CGFlo/Ibama

2 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama

3 Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

4 Autoridade Científica Cites, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

5 Coordenação de Uso da Terra e Mudança Climática, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -CODAM/INPA

6 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

reduzidas para a maioria das espécies. As modelagens populacionais indicaram que a sustentabilidade do manejo requer diâmetros mínimos de corte superiores a 60 cm, ciclos de 30 anos e intensidade máxima de exploração de 70%, parâmetros compatíveis com a recuperação das populações no segundo ciclo de corte. Com base nessa análise integrada, o Parecer de Extração Não Prejudicial é desfavorável para *Handroanthus obscurus*, *H. uleanus*, *Tabebuia fluviatilis* e *T. pilosa*, e favorável, com restrições, para *Handroanthus barbatus*, *H. capitatus*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*, *H. serratifolius*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis* na Amazônia Legal brasileira. Os novos critérios técnicos de manejo propostos para essas espécies, aliados ao fortalecimento do processo autorizativo, da rastreabilidade e do controle da cadeia produtiva, representam um avanço significativo no aprimoramento das práticas de manejo florestal sustentável e no cumprimento das obrigações internacionais assumidas pelo Brasil no âmbito da Cites.

Palavras-chave: parecer de extração não prejudicial; manejo florestal sustentável; ipê.

CONTEXTO

Ao longo dos capítulos 1 a 6, fundamentados em uma extensa base de dados, foram avaliados os principais fatores intrínsecos e extrínsecos aos gêneros *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., abrangendo aspectos de conservação, riscos biológicos, parâmetros normativos e tendências de exploração e comércio registradas nos sistemas de controle. Foram também examinados os impactos do comércio legal e ilegal, bem como os critérios de manejo sustentável aplicados no bioma amazônico. Nesse contexto, discutiram-se os desafios relacionados à identificação taxonômica entre espécies morfologicamente semelhantes e à caracterização de parâmetros biológicos, incluindo reprodução, polinização, frutificação e dispersão de sementes. A análise desses fatores permitiu compreender sua relação com a vulnerabilidade das populações exploradas e com a manutenção dos processos ecológicos necessários à sobrevivência e regeneração das espécies.

A ocorrência de *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*, *H. barbatus*, *H. obscurus*, *H. uleanus* e *H. capitatus*, além de *Tabebuia aurea*, *T. fluviatilis*, *T. insignis* e *T. pilosa*, foi analisada em conjunto com variáveis ambientais (climáticas, edáficas, topográficas e de cobertura florestal) (Capítulo 2). Essas informações foram sobrepostas a dados de desmatamento (PRODES, 2008–2023) e a sistemas preditivos (como o PrevisIA, 2024), possibilitando avaliar riscos de conversão de áreas com alta probabilidade de ocorrência para usos alternativos do solo. Foram também consideradas as classificações de risco e tendências populacionais disponíveis na literatura e em avaliações internacionais.

No que se refere aos dados de exploração sustentável, analisaram-se informações de inventários florestais em aproximadamente 150.000 hectares de cinco Florestas Nacionais, abrangendo mais de 52.000 árvores amostradas (Capítulo 3). Esses dados foram complementados por 412 parcelas permanentes de monitoramento distribuídas na Pan-Amazônia, acompanhadas entre 1962 e 2024, que totalizam cerca de 22.200 anos-acumulados de observações (Capítulo 3). Foram ainda incorporadas análises dendrocronológicas de *H. serratifolius*, cobrindo até 130 anos de idade individual e somando mais de 2.000 anos de séries anuais de crescimento (Capítulos 3 e 6). Esse conjunto de informações forneceu estimativas robustas de crescimento, mortalidade e regeneração, fundamentais para a modelagem de cenários de manejo. Paralelamente, foram avaliados os registros de exploração nos sistemas de controle e monitoramento da produção florestal (Sinaflor/DOF), fornecendo um panorama da ocorrência de *Handroanthus* e *Tabebuia* spp. nos Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS, associado ao contexto regulatório vigente (Capítulos 4 e 5).

Outro aspecto essencial abordado foi a influência do comércio legal e ilegal sobre a sustentabilidade das espécies. Além das estatísticas oficiais de produção e exportação, analisaram-se estimativas de mercado paralelo e mecanismos de fraude, como a superestimativa de volumes autorizados em PMFS, permitindo compreender riscos adicionais de redução populacional. Essa perspectiva ampliou a compreensão dos impactos cumulativos do uso legal e ilegal sobre as populações naturais, subsidiando recomendações mais cautelosas para o manejo (Capítulo 5).

Por fim, uma análise da estrutura populacional e das taxas demográficas, com destaque para *H. serratifolius* pela robustez dos dados disponíveis, subsidiou as simulações apresentadas no Capítulo 6. A integração de inventários, parcelas permanentes e anéis de crescimento permitiu avaliar cenários de recuperação volumétrica para FOA e FOD após 30 anos do primeiro corte. Os resultados indicaram contrastes entre tipologias: em FOA, taxas de crescimento mais elevadas e mortalidade reduzida favoreceram maior recuperação, enquanto em FOD, a mortalidade elevada comprometeu os índices de recuperação, exigindo parâmetros mais restritivos de exploração para manutenção da sustentabilidade.

1. DA EVIDÊNCIA À DECISÃO: AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DAS ESPÉCIES

Para superar os desafios constatados, foram levantadas diversas alternativas que vão desde soluções tecnológicas até mudanças na gestão dos processos autorizativos, visando ampliar a confiabilidade das informações que

subsidiar a tomada de decisão dos atores envolvidos. Essa perspectiva envolve apoiar a Autoridade Administrativa na avaliação dos possíveis impactos da exportação de espécimes de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., listados sob a Anotação #17 (toras, madeira serrada, lâminas, compensados e madeira transformada), compreender os fatores que influenciam a conservação dessas espécies, e direcionar mudanças necessárias nos diferentes elos da cadeia produtiva, considerando todos os atores envolvidos e as etapas do processo, desde a origem no inventário florestal até o consumidor final.

Conforme apresentado no capítulo 1, a correta classificação e nomenclatura das espécies madeireiras apresenta diversos desafios significativos. A identificação do táxon em todos os elos da cadeia produtiva, desde sua origem no inventário florestal em campo até a exportação, são fundamentais para diferenciação das espécies do mesmo gênero e a compreensão da dinâmica de exploração em nível de espécie. Nesse processo, um dos principais desafios ocorre nas etapas de fiscalização do produto madeireiro ao longo da cadeia produtiva, em razão da perda de características botânicas (folhas, flores e frutos). Dessa forma, no que concerne ao NDF, esta etapa constitui a base que fundamentará todas as análises subsequentes. Assim, é importante que os empreendimentos florestais realizem coletas botânicas das espécies, ou outra técnica de identificação das espécies com nível de confiabilidade equivalente, em percentual dos indivíduos selecionados para corte.

As análises realizadas nos Capítulos 2 e 3 evidenciam que *Handroanthus serratifolius* e *H. impetiginosus*, embora amplamente distribuídos, apresentam tendência de declínio populacional em razão da elevada pressão de exploração e da perda de habitat. No que se refere a *H. serratifolius*, os dados de conservação indicam uma tendência preocupante: a espécie encontra-se classificada como “Em Perigo” na lista global da IUCN (2021) e “Quase Ameaçada” pelo CNCFlora (2019). Para *H. impetiginosus*, a situação é ligeiramente menos crítica, figurando como “Quase Ameaçada” em nível global e nacional. Para espécies de ocorrência restrita e baixa densidade, como *H. obscurus*, *H. uleanus*, *T. fluviatilis* e *T. pilosa*, embora o risco nas classificações não seja tão evidente, a situação exige cautela, pois os dados de distribuição (Cap. 2) e dinâmica populacional (Brienen & Zuidema, 2006a; Worbes & Schöngart, 2019) apontam baixo potencial de recuperação. Em conjunto, essas evidências reforçam que a exploração madeireira, nas condições atuais, compromete a sustentabilidade das populações naturais, exigindo critérios de manejo mais restritivos, conforme demonstrado nas simulações do Capítulo 6 (Schulze et al., 2008; Fortini et al., 2015).

Esses fatores apontam para um risco considerável que deve ser cuidadosamente avaliado no processo decisório acerca da exploração das espécies. Modelos

de distribuição de espécies sobrepostos a dados de desmatamento do PRODES (2008–2023) e à ferramenta PrevisIA (INPE & Imazon, 2024) apresentados no Capítulo 2 indicam que áreas com maior probabilidade de ocorrência de *Handroanthus serratifolius* e *H. impetiginosus* apresentam prognóstico de risco entre baixo a moderado de conversão do habitat. Essa diferenciação espacial reforça que a aplicação de critérios de manejo e monitoramento não deve ser homogênea em toda a Amazônia, mas ajustada conforme a vulnerabilidade dos habitats e a incerteza sobre a conservação das espécies, de modo a orientar a alocação eficiente dos recursos públicos e fortalecer a robustez do processo autorizativo.

A gravidade do risco de extinção está diretamente relacionada à distribuição geográfica e ao tamanho populacional das espécies. Quando a ocorrência é restrita a áreas pequenas ou fragmentadas, a vulnerabilidade tende a ser maior, especialmente se associada a baixas densidades populacionais e reduzido potencial de regeneração. Esse cenário é particularmente relevante para espécies como *Handroanthus obscurus*, *H. uleanus*, *Tabebuia fluviatilis* e *T. pilosa*, cuja distribuição restrita na Amazônia, aliada à baixa abundância observada nos inventários, indica maior fragilidade frente à exploração madeireira e à perda de habitat (Cap. 2 e 3). Em contraste, espécies mais amplamente distribuídas, como *H. serratifolius* e *H. impetiginosus*, ainda que apresentem maior resiliência, também registram tendência de declínio populacional (IUCN, 2021; CNCFlora, 2019), o que reforça a necessidade de estabelecer parâmetros de manejo específicos para garantir sua conservação (Wolf et al., 2018).

Esses fatores são consistentes com as informações avaliadas acerca da estrutura e dinâmica populacional apresentadas nos Capítulos 3 e 4 nas áreas de efetivo manejo. Putz et al. (2022) ressaltam que decisões adequadas sobre manejo florestal sustentável dependem de informações robustas sobre composição e estrutura das populações, bem como de estimativas confiáveis de crescimento, recrutamento e mortalidade. No caso de *H. serratifolius* e *H. impetiginosus*, os dados de inventário e parcelas permanentes revelaram estruturas populacionais com distribuição assimétrica em “J-invertido”, indicando presença de regeneração, mas com baixa densidade de indivíduos comerciais acima de 50 cm de diâmetro. Em FOA, foram observadas apenas 0,19 árvores/ha, enquanto em FOD esse valor foi ainda menor, 0,17 árvores/ha, com taxas médias anuais de mortalidade mais elevadas nesta última (3,65%/ano contra 0,27%/ano em FOA). Para espécies de ocorrência restrita, como *H. obscurus*, *H. uleanus*, *T. fluviatilis* e *T. pilosa*, a abundância é ainda menor, frequentemente inferior a 0,05 árvores/ha, reforçando sua vulnerabilidade. Essa combinação de regeneração limitada, baixa densidade e pressões externas reforça a conclusão de que as populações naturais não suportam critérios de exploração homogêneos, sendo necessário o estabelecimento de parâmetros de manejo diferenciados por espécie e tipo de floresta (Machado, 2009; Putz et al., 2022).

Em termos volumétricos, o estoque médio de *Handroanthus serratifolius* situa-se em torno de 0,5 m³/ha, valor considerado reduzido frente à demanda do mercado e à baixa reposição natural observada (Andrade et al., 2019). Essa limitação é ainda mais evidente quando comparada a outros gêneros também listados na Cites, como *Dipteryx odorata*, cuja densidade média em FOD alcança 0,42 árvores comerciais/ha, ou seja, mais de duas vezes superior à de *H. serratifolius*, resultando em estoque volumétrico igualmente maior (Schulze et al., 2008). Esses resultados quantitativos reforçam que, sob os critérios de manejo atuais, a exploração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. não se mostra sustentável em médio e longo prazo.

Complementando a análise da estrutura populacional e dos prognósticos de redução do habitat, a caracterização do comércio dessas espécies, apresentada no Capítulo 5, revela a forte pressão sobre *Handroanthus serratifolius* e *H. impetiginosus*, que se destacam entre as espécies mais exploradas e de maior valor de mercado. A maior parte da produção madeireira registrada provém de áreas de Floresta Ombrófila Aberta (62% dos PMFS), seguida por Floresta Ombrófila Densa (36%), refletindo sua predominância nesses ambientes. Esses resultados contrastam com a situação de espécies de ocorrência restrita, como *H. obscurus*, *H. uleanus*, *T. fluviatilis* e *T. pilosa*, cuja presença no comércio formal é quase nula, resultado direto de sua raridade nos inventários (Cap. 3 e 5).

De forma geral, os valores médios de crescimento diamétrico para *H. serratifolius* situaram-se entre 0,21 e 0,35 cm/ano, com maior incremento em FOA e em áreas sob manejo, quando comparados às parcelas-controle em FOD (Andrade et al., 2019; Cap. 3). Em termos demográficos, as taxas de mortalidade foram relativamente baixas em FOA ($\approx 0,2\%$ /ano), mas alcançaram 4,5%/ano em FOD, indicando condições menos favoráveis à manutenção das populações (Cap. 3). Para uma avaliação mais aprofundada das espécies, constata-se a necessidade de incremento na base de dados para monitoramento da estrutura populacional, principalmente nas classes diamétricas inferiores à 40 cm de diâmetro. Esta expansão nos dados permitirá uma avaliação mais precisa da sua capacidade regenerativa (Maua et al., 2020). Além disso, para facilitar o fluxo gênico, destaca-se a importância da proximidade entre indivíduos e a conservação de um número mínimo de remanescentes em todas as classes diamétricas, especialmente porta-sementes e árvores nas classes prévias ao diâmetro mínimo de corte.

A intensidade de exploração e o estoque volumétrico remanescente são parâmetros decisivos para a recuperação das espécies após a colheita florestal. O Capítulo 4 consolida os dados de exploração de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. registrados entre 2018 e 2023, abrangendo concessões, manejos comunitários e áreas privadas. O estoque remanescente inclui não apenas indivíduos abaixo do

DMC ou porta-sementes, mas também árvores inventariadas para corte que não foram efetivamente exploradas, compondo parte essencial da regeneração natural. Observou-se uma diferença na intensidade de exploração efetiva: cerca de 76% do volume autorizado em florestas públicas e 87% em áreas privadas. Essa disparidade influencia diretamente a sustentabilidade do manejo e pode refletir, em alguns casos, o uso indevido de créditos madeireiros excedentes para acobertar madeira de origem irregular. O capítulo conclui discutindo os aspectos normativos e os mecanismos de monitoramento nos sistemas de controle florestal.

O capítulo 5, por sua vez, trata a exploração e o comércio ilegais de maneira aprofundada, considerando os principais fatores relacionados às irregularidades no controle dos produtos florestais. Uma das principais abordagens relaciona a superestimativa da espécie em planos de manejo por meio dos créditos madeireiros consignados em autorizações de exploração, constituindo-se como uma das estratégias de maior relevância no âmbito da avaliação de riscos de ilegalidade (Brancaion et al., 2018; Perazzoni et al., 2020). Costa et al. (2024) identificaram, em PMFS contendo *Handroanthus* spp. autuados pelo Ibama, a movimentação fraudulenta de créditos como a principal intercorrência, frequentemente associada a espécies de alto valor como o ipê. Em consonância, as análises do Capítulo 5, baseadas também em França et al. (2023), mostram rendimento médio de 1,8 m³/ha (\pm 2,2) nas autorizações válidas, contraste marcante com a referência de 0,7 m³/ha observada em inventários independentes (RADAM), configurando superestimativas superiores a 100 % em parte das AUTEFs. Essas discrepâncias revelam o uso recorrente de créditos inflados, compatível com práticas de acobertamento de madeira sem origem.

Tais constatações devem orientar premissas nos processos autorizativos, de forma a restringir a superestimativa de créditos madeireiros ao longo da cadeia produtiva. Um dos principais avanços nesse controle foi implementado com o Sinaflor+, que passou a permitir a análise volumétrica por árvore explorada em cada UPA, comparando o inventário florestal e o romaneio. Análises estatísticas da base de dados permitem identificar indícios de inconsistência volumétrica de forma remota, reduzindo significativamente as possibilidades de acobertamento de madeira nativa. Dessa forma, recomenda-se ainda ampliar para todas as categorias de PMFS as boas práticas observadas em concessões florestais federais, que tendem a reduzir a exploração de indivíduos de baixa qualidade de fuste e a fortalecer o controle do estoque remanescente, contribuindo para mitigar o risco de créditos fictícios no mercado ilegal.

No âmbito deste Parecer, propõe-se o uso da Intensidade Máxima de Exploração para ipê, definida como a razão entre o volume efetivamente explorado (cubagem

rigorosa) e o volume estimado no inventário florestal 100%, como uma variável-chave para avaliação da sustentabilidade das espécies. Além do monitoramento dos PMFS como fonte potencial de crédito irregular, é recomendável atenção às indústrias de base florestal, especialmente quanto ao uso de Coeficientes de Rendimento Volumétrico - CRV, conforme estabelecido na Resolução Conama nº 411/2009, de modo a evitar sua utilização como mecanismo indireto de acobertamento de madeira ilegal (Capítulo 5).

No Capítulo 6, foram avaliadas a estrutura populacional e as taxas demográficas das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* no bioma amazônico, com base em inventários florestais, anéis de crescimento e parcelas permanentes em Floresta Ombrófila Aberta - FOA e Floresta Ombrófila Densa - FOD, onde essas espécies se concentram. As simulações de recuperação volumétrica, tendo *H. serratifolius* como espécie modelo, indicaram que os critérios vigentes (DMC = 50 cm; IE = 90%) resultam em índices de recuperação inferiores a 50% após 30 anos de ciclo, aproximadamente 20% em FOA e menos de 15% em FOD. Em cenários alternativos, ajustes no diâmetro mínimo de corte para 60–65 cm em FOA e 70–80 cm em FOD, combinados a intensidades de exploração de 50–60%, permitiram alcançar índices de recuperação mais elevados, próximos ou superiores a 75%. Esses resultados evidenciam que a sustentabilidade da exploração depende de critérios mais restritivos de DMC e IE, variando conforme a fitofisionomia. A análise não contemplou cenários de alteração do ciclo de corte, uma vez que intervalos mais curtos acarretariam maior frequência de reentradas e risco de danos às árvores remanescentes e à regeneração, enquanto ciclos demasiadamente longos comprometeriam a viabilidade operacional dos planos de manejo. Dessa forma, o horizonte de 30 anos foi mantido como referência, em consonância com recomendações técnicas e operacionais.

Tabela 1. Projeções de recuperação volumétrica de *Handroanthus serratifolius* em diferentes cenários de manejo florestal, considerando variações no Diâmetro Mínimo de Corte – DMC, Intensidade de Exploração – IE e Recuperação de Volume – RI para Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, com um ciclo de corte de 30 anos.

Cenário	Floresta Ombrófila Aberta - FOA			Floresta Ombrófila Densa - FOD		
	DMC (cm)	IE (%)	RI (%)	DMC (cm)	IE (%)	RI (%)
1	50	90	25	50	90	<15
2	65	63	≥75	80	70	≥75
3	60	60	75	70	60	50

O Quadro de cenários (Tabela 1) sintetiza os parâmetros de diâmetro mínimo de corte - DMC e intensidade de exploração - IE adotados em cada simulação, destacando os limites de recuperação volumétrica obtidos.

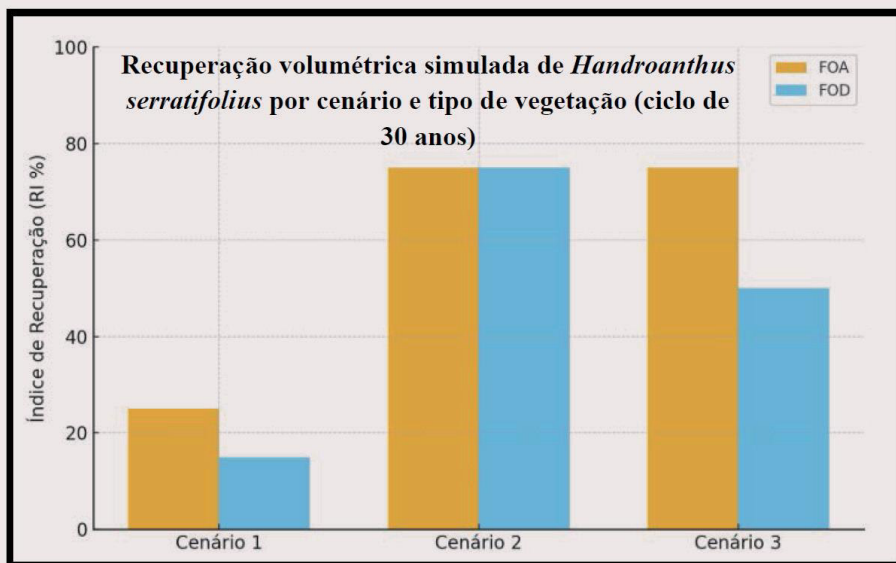


Figura 1. Índice de recuperação volumétrica - RI de *Handroanthus serratifolius* em diferentes cenários de manejo simulados para Floresta Ombrófila Aberta - FOA e Floresta Ombrófila Densa - FOD, considerando ciclo de corte de 30 anos.

Já a Figura 1 ilustra graficamente esses resultados, permitindo visualizar a diferença de desempenho entre FOA e FOD nos três cenários. A leitura conjunta da tabela e do gráfico evidencia que, enquanto os critérios vigentes (Cenário 1) resultam em índices de recuperação muito baixos, apenas combinações mais restritivas de DMC e IE (Cenários 2 e 3) permitem alcançar níveis de RI compatíveis com os referenciais de sustentabilidade considerados no NDF.

Com base em parâmetros sugeridos pelo Grupo de Revisão Científica da UE-WTR propõe-se como balizador inicial um índice de recuperação de 75%, para florestas tropicais clímax não exploradas, e 100% de recuperação do volume explorado a partir do segundo ciclo de corte ou em florestas já exploradas nos últimos 100 anos. Alternativamente, é aceito um índice mínimo RI de 50%, desde que devidamente embasado em fundamentos científicos.

2. CRITÉRIOS GERAIS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

A definição dos critérios para o manejo de *Handroanthus* e *Tabebuia* foi fundamentada em três pilares complementares: (i) a teoria do bônus da primeira exploração, que evidencia os limites ecológicos de rendimentos sustentados (Putz et al., 2012; Putz et al., 2022); (ii) os condicionantes econômicos, que influenciam a viabilidade do manejo em longo prazo (Zimmerman & Kormos, 2012; Holmes, 2016); e (iii) a evidência empírica de que gradientes ambientais

estruturantes moldam padrões diferenciados de crescimento, mortalidade e recuperação em populações arbóreas amazônicas (Schöngart, 2008; Junk et al., 2011), base conceitual utilizada para interpretar as diferenças observadas entre as fitofisionomias analisadas.

Putz et al. (2012), após uma meta-análise baseada em mais de 100 publicações, com uma ampla variação entre as taxas de recuperação volumétrica, constataram que os rendimentos de madeira, considerando a volumetria de todas as espécies comerciais, diminuem cerca de 46% após a primeira colheita, mas se mantêm estáveis nesse nível posteriormente. Caso as colheitas subsequentes se apeguem apenas nas mesmas espécies exploradas no ciclo inicial, apenas 35% do estoque estará disponível. Sist e Ferreira (2007), ao avaliarem a sustentabilidade do manejo de impacto reduzido na Amazônia, reforçam que a exploração de impacto reduzido isolada não garante a manutenção do rendimento no segundo ciclo, ou seja, mesmo em cenários otimistas de crescimento (5 mm/ano), apenas cerca de metade do estoque comercial é recuperada após 30 anos. Mais recentemente, Putz et al. (2022) alertaram que muitas alegações de rendimento sustentado se apoiam em práticas contábeis frágeis, como redução do DMC, ampliação da lista de espécies ou aceitação de toras de qualidade inferior, e que, para serem críveis, exigem condições restritivas: ciclos mais longos, intensidades menores e uso sistemático de tratamentos silviculturais. Assim, a noção de “rendimento sustentado” não é apenas técnica, mas envolve uma escolha normativa sobre quanto do bônus inicial pode ser apropriado sem comprometer a reposição futura.

A dimensão econômica amplia essa complexidade. A literatura mostra que a exploração sustentável é intrinsecamente mais onerosa: ciclos mais longos, DMCs mais altos e intensidades menores elevam custos e reduzem margens de lucro (Zimmerman & Kormos, 2012). Sem instrumentos de compensação, como REDD+, certificação ou pagamentos por serviços ambientais, há risco de prevalecer a lógica extrativista de curto prazo, na qual se captura o bônus inicial e se abandona a floresta à conversão agrícola (Sist & Gourlet-Fleury, 2012). Putz et al. (2022) reforçam esse dilema ao demonstrar que práticas compatíveis com rendimentos sustentados reduzem significativamente a lucratividade frente à exploração convencional e, portanto, dependem de incentivos institucionais e financeiros. Isso torna evidente que a decisão sobre RI mínimo deve ponderar não apenas a biologia das espécies, mas também a atratividade econômica do manejo frente a alternativas de uso do solo.

Com a conclusão de que diminuições nos rendimentos de madeira após a primeira colheita em florestas maduras parecem inevitáveis, Putz et al. (2012) sugerem a aceitação de um ‘prêmio de floresta primária’, com rendimentos subsequentes mantidos em um nível inferior acordado. No Noroeste do Pacífico dos EUA, por

exemplo, a intenção é sustentar rendimentos a 50% do volume da primeira colheita comercial (Putz et al., 2022). No entanto, o principal objetivo deste prêmio é manter os diversos valores das florestas manejadas, sem adentrar nas especificidades de volumes específicos por espécie explorada, principalmente no que se refere às que sofrem uma histórica pressão de exploração e comércio.

Assim, a sustentabilidade não pode ser entendida como a simples repetição do volume inicial, mas como a capacidade de manter a floresta produtiva e funcional em longo prazo. A decisão normativa sobre quão elevada deve ser a retenção de indivíduos comerciais é, portanto, uma escolha que envolve ponderar entre conservação, viabilidade econômica e risco biológico (Zimmerman & Kormos, 2012; Sist & Gourlet-Fleury, 2012). Essa diferenciação também deve levar em consideração o histórico de exploração em ciclo de “boom-colapso”, documentado para o mogno e reproduzido para o ipê, no qual a valorização de mercado é seguida pela exaustão regional e deslocamento da fronteira de exploração. Ao incorporar parâmetros mais restritivos para espécies de maior pressão e vulnerabilidade, o NDF contribui para quebrar essa trajetória, assegurando que os segundos ciclos mantenham ao menos volumes suficientes para sustentar as funções ecológicas e o valor econômico dessas espécies em longo prazo.

A convergência desses elementos permite construir uma decisão normativa informada, na qual os parâmetros técnicos (RI, DMC, intensidade de exploração e ciclo de corte) são calibrados à luz de restrições biológicas e pressões econômicas. Os dados empíricos analisados indicam que a dinâmica populacional das espécies arbóreas amazônicas varia de forma significativa entre diferentes contextos ambientais, refletindo respostas distintas em termos de crescimento, mortalidade e capacidade de recuperação. A literatura ecológica amazônica demonstra, de forma consistente, que variações ambientais estruturantes são determinantes na organização e no desempenho das populações arbóreas, tornando inadequada a aplicação de critérios homogêneos de manejo florestal sustentável em contextos ecológicos distintos (Schöngart, 2008; Junk et al., 2011). Essas premissas são corroboradas empiricamente pelos resultados apresentados no capítulo 6. Em florestas ombrófilas abertas - FOA, registraram-se incremento médio de 0,35 cm/ano e mortalidade de apenas 0,27%/ano, revelando maior resiliência demográfica. Nessas condições, ainda que o bônus inicial seja elevado, a capacidade de recuperação da população é relativamente maior. Por essa razão, adota-se um critério de RI mínimo de 75% dos indivíduos comerciais \geq DMC, associado a DMC \geq 60 cm, intensidade máxima de exploração equivalente a 70% do volume comercial, e ciclo de até 35 anos. Esse parâmetro assegura retenção robusta de matrizes reprodutivas, internalizando o bônus da primeira exploração e protegendo a base populacional frente às pressões econômicas de curto prazo.

Em florestas ombrófilas densas - FOD, por outro lado, a dinâmica mostrou-se mais restritiva: incremento médio de 0,27 cm/ano e mortalidade muito mais elevada (3,65%/ano). Isso indica que, mesmo com menor bônus inicial, a reposição populacional é mais frágil e vulnerável a reduções excessivas de retenção. Ainda assim, reconhece-se que cenários demasiadamente conservadores podem inviabilizar economicamente o manejo nessas áreas, onde os custos operacionais são mais altos. Por isso, adota-se um RI mínimo de 50%, calibrado para equilibrar a fragilidade ecológica com a necessidade de manter parâmetros economicamente viáveis. Esse critério é complementado por DMC \geq 70 cm, intensidade máxima de exploração equivalente a 70% do volume comercial e ciclo de até 35 anos.

A partir desses critérios gerais, torna-se indispensável avançar para as especificidades por espécie, reconhecendo que a pressão comercial e a vulnerabilidade ecológica não são homogêneas dentro dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia*. Conforme destacado na Introdução, espécies como *Handroanthus serratifolius* enfrentam pressão exacerbada de mercado, figurando entre as madeiras tropicais mais valiosas do comércio internacional, e já foram avaliadas pela IUCN (2020) como “Endangered” - EN. Outras espécies, como *H. arianae*, *H. riococensis*, *H. spongiosus* e *Tabebuia cassinoides*, estão listadas na Portaria MMA nº 443/2014 como “Em Perigo”. Esses enquadramentos já determinam que espécies enquadradas em categorias de ameaça mais severa na avaliação nacional sejam proibidas de exploração, enquanto aquelas situadas em categorias menos críticas devem ser manejadas com critérios mais conservadores, por exemplo, diâmetro mínimo de corte mais elevado e maior retenção de matrizes, a fim de evitar a redução populacional historicamente observada em espécies de alto valor comercial, como o próprio ipê.

Em síntese, a diferenciação normativa entre FOA (RI \geq 75%) e FOD (RI \geq 50%), somada à definição de parâmetros específicos por espécie, reflete a articulação entre teoria, economia e dados populacionais. Em FOA, a maior resiliência permite internalizar o bônus da primeira exploração sem comprometer a recuperação, desde que a retenção seja elevada. Em FOD, o menor crescimento e a mortalidade alta exigem prudência, mas o critério é calibrado para não afastar a prática do manejo legal.

Quanto à definição da intensidade de exploração adequada, o processo decisório buscou basear-se nos percentuais médios praticados em áreas de concessões federais em florestas públicas, de modo a representar também o estoque remanescente apto ao corte, mas não explorado, seja por limitações operacionais, seja por condições fitossanitárias dos indivíduos que inviabilizam seu pleno aproveitamento madeireiro.

Finalmente, ao reconhecer que espécies sob pressão comercial intensa ou sob maior risco de extinção necessitam de critérios ainda mais conservadores, este capítulo estabelece parâmetros normativos realistas e diferenciados, capazes de conciliar a conservação das populações naturais de ipê com a viabilidade do manejo florestal amazônico em longo prazo. Esse modelo conceitual sintetiza o princípio ecológico que fundamenta a definição dos critérios de diâmetro mínimo de corte, intensidade máxima de exploração e recuperação mínima - RI adotados neste parecer.

Para mitigar os efeitos do declínio populacional de espécies exploradas, em especial em recuperações volumétricas próximas a 50%, recomenda-se a diversificação de espécies no segundo ciclo, o uso de técnicas de impacto reduzido e a aplicação sistemática de tratamentos silviculturais, de modo a restabelecer a trajetória ascendente de recuperação. Tais medidas devem ser consideradas prioritárias para espécies incluídas no Anexo II da Cites, como forma de garantir a manutenção das funções ecológicas e a viabilidade econômica dos ciclos subsequentes.

As avaliações e considerações sobre as espécies dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* foram baseadas nos dois tipos de vegetação predominantes na Amazônia, que correspondem a 85% do bioma (SFB, 2022). Entretanto, pode haver a possibilidade de ocorrência de exploração de espécies em outras fitofisionomias, como floresta estacional, savana e campinarana, tipologias que apresentam subtipos com características florestais. Dada as limitações amostrais que permitam analisar com a mesma eficácia, e considerando características que se assemelham à densidade e composição da vegetação, os critérios de manejo florestal sustentável para Floresta Ombrófila Aberta devem ser estendidos para MFS nestas áreas.

Além da recuperação volumétrica baseada em dados de densidade, estrutura e dinâmica populacional, a avaliação da sustentabilidade das populações considerou critérios espaciais de conectividade genética, entendida como o movimento de genes por pólen e sementes que mantém a variabilidade intraespecífica (Sork & Smouse, 2006). Estudos de modelagem genética e demográfica em espécies amazônicas indicam que a intensidade de exploração, o diâmetro mínimo de corte e a distribuição espacial de árvores férteis são determinantes para conservar a diversidade genética e evitar a deriva ao longo dos ciclos de manejo (Sebbenn et al., 2008; Vinson et al., 2015). Em consonância, Sontag et al. (2025) demonstram que estratégias específicas por espécie, que preservam densidades mínimas e padrões espaciais adequados, são mais eficazes na manutenção do fluxo gênico do que critérios generalistas de manejo.

Assim, alguns parâmetros já estabelecidos pela IN MMA 01/2015 para exploração de espécies vulneráveis e apresentados no item 1.2 do capítulo 4 devem ser man-

tidos, como a manutenção de quatro árvores aptas para corte a cada 100 hectares de área de efetiva exploração da UPA, em cada Unidade de Trabalho – UT. No que se refere à manutenção de 15% de árvores aptas para corte como porta-sementes, propõe-se como critérios adicionais que sejam distribuídas ao longo de todas as classes diamétricas inventariadas e, sempre que possível, de maneira uniforme ao longo da UT/UPA. Embora a distribuição das espécies não seja sistemática em ambiente natural, o planejamento da exploração que leve em conta a possibilidade de dispersão uniforme de sementes ao longo da área aumenta as chances de sucesso na regeneração natural.

Igualmente relevante, a ampliação do conhecimento sobre a dinâmica populacional deve ser subsidiada por esses critérios de manejo. Isso implica na necessidade de que os inventários florestais 100% dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* incluam as classes diamétricas a partir de 20 cm de DAP, além de estimativa populacional entre 10 e 19,9 cm. Por fim, assimila-se o critério de raridade, já abordado pelo estado de Mato Grosso e citado do capítulo 5, vedando a exploração em UPAs com densidade de espécies inferior a 5 árvores a cada 100 hectares.

3. ANÁLISES POR ESPÉCIE

A definição do Parecer de Extração Não Prejudicial para os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* exige que as conclusões sejam apresentadas não apenas de forma normativa, mas também fundamentadas em uma análise crítica das evidências disponíveis. Para tanto, este capítulo organiza uma descrição interpretativa espécie por espécie, sintetizando informações de identificação taxonômica, ocorrência, status de conservação, dinâmica populacional (crescimento, mortalidade e recrutamento), pressão comercial e riscos de ilegalidade. Esses elementos, tratados nos capítulos anteriores, são aqui retomados em chave analítica, de modo a explicitar como cada evidência sustenta a decisão do NDF.

Handroanthus serratifolius

A espécie é uma das mais amplamente distribuídas na Amazônia Legal (exceto no Amazonas) e foi classificada como “Quase Ameaçada” pelo CNCFlora (2019) e “Em Perigo” pela IUCN (2021). Apesar desse status, estudos de abundância (ter Steege et al., 2020) apontam que se trata de espécie hiperdominante, com população estimada em 374 milhões de árvores, o que confere resiliência relativa. Do ponto de vista demográfico, apresenta estrutura populacional em J-invertido e densidade comercial próxima a 0,18–0,19 árvores/ha, com taxas de crescimento (0,32–0,35 cm/ano em FOA; 0,21–0,32 cm/ano em FOD) e mortalidade baixas em

FOA (0,2%/ano) e mais elevadas em FOD ($\approx 3,6\%$ /ano), sempre compensadas por recrutamento. O problema central está na pressão comercial intensa: só no Pará foram autorizados 1 milhão de m³ entre 2018 e 2023, e 94% da produção é exportada, sobretudo para EUA e União Europeia. Soma-se a isso a estimativa de que 81% do volume transacionado apresenta risco de ilegalidade. Portanto, embora a biologia da espécie permita exploração sob parâmetros prudenciais, sua exploração só pode ser considerada não prejudicial se vinculada a restrições reforçadas de manejo e a controles rígidos de cadeia de custódia, sob pena de repetir o histórico de colapso observado em espécies madeireiras de alto valor, como o mogno.

Handroanthus impetiginosus

Com distribuição concentrada nas bordas da Amazônia (RO, MT, TO, MA, RR), *H. impetiginosus* é classificado como “Quase Ameaçado” (CNCFlora, 2012; IUCN, 2021b) e “Vulnerável” no Pará (COEMA, 2017). A população total é estimada em 98 milhões de árvores, mas a densidade comercial é baixa, principalmente em FOD (0,09 árv/ha). Suas taxas de crescimento são variáveis, com incremento de até 0,42 cm/ano em áreas manejadas, mas de apenas 0,24 cm/ano em condições naturais de FOD. O dado mais crítico é a mortalidade elevada em FOD ($\approx 4\%$ /ano em manejo), que supera amplamente a observada em FOA (0,5%/ano). Embora o recrutamento em FOD (3,8–5,5%/ano) compense parcialmente, a dinâmica é frágil, tornando o estoque mais suscetível a desequilíbrios. A pressão comercial, sobretudo no Pará, agrava esse quadro, ainda mais em contextos de risco de ilegalidade elevado (81%). Assim, o manejo da espécie pode ser autorizado, mas somente sob restrições reforçadas, que elevem DMC e RI em FOD, e reduzam a intensidade de corte. Sem tais medidas, há alto risco de a exploração acelerar a erosão populacional da espécie.

Handroanthus incanus

Embora bem identificável do ponto de vista taxonômico, *H. incanus* tem ocorrência mais restrita (sudeste do AM, leste do PA, norte de RO) e status de conservação “Vulnerável” (IUCN, 2021c). Sua população total, de 53 milhões de árvores, esconde uma realidade crítica: a densidade de árvores comerciais é muito baixa, variando entre 0,017 árv/ha em FOA e 0,027 árv/ha em FOD. Além disso, o crescimento é modesto (0,25 cm/ano em FOA e apenas 0,07 cm/ano em FOD natural), alcançando valores maiores apenas em áreas manejadas (0,42 cm/ano). Ou seja, o estoque potencial é pequeno e a reposição natural é lenta, o que reduz drasticamente a capacidade de sustentar cortes repetidos. A pressão comercial atual é baixa e os volumes autorizados pouco expressivos, entretanto, 81% do volume transacionado no Pará apresenta risco de ilegalidade. Isso significa que, se o mercado se voltar para essa espécie (em substituição a outras mais exploradas), a base populacional

não suportará extrações significativas. Portanto, o NDF deve ser favorável com restrições.

Handroanthus ochraceus

Com ocorrência restrita às zonas de transição savana–floresta, *H. ochraceus* é classificado como “Menos Preocupante” pela IUCN (2023) e possui uma população estimada de 49 milhões de árvores (ter Steege et al., 2020). Embora sua abundância total seja expressiva, os dados demográficos revelam fragilidades: as taxas médias de crescimento em condições naturais são baixíssimas, cerca de 0,10 cm/ano, e a densidade de árvores comerciais é reduzida. A pressão comercial registrada entre 2018 e 2023 foi baixa, mas, como nas demais espécies do gênero, até 81% do volume transacionado no Pará apresenta risco de ilegalidade. Isso significa que, mesmo não estando sob forte demanda hoje, a espécie pode se tornar alvo de substituição caso outras mais valiosas sejam restringidas. Nesse contexto, a exploração pode ser considerada viável, mas apenas sob restrições prudenciais.

Handroanthus barbatus

Espécie especialista de áreas alagáveis, com ocorrência predominante em várzeas e igapós, onde seu crescimento e regeneração estão diretamente associados às condições hidrológicas e edáficas desses ambientes. *H. barbatus* é considerado “Quase Ameaçado” pela IUCN (2021d). Paradoxalmente, sua população estimada é muito alta (392 milhões de árvores), o que a coloca como espécie hiperdominante (ter Steege et al., 2020). Do ponto de vista demográfico, apresenta boas taxas de crescimento em várzeas (0,38–0,58 cm/ano) e em igapós (0,34 cm/ano), mas os ciclos de corte estimados diferem fortemente: cerca de 23–31 anos em várzeas e até 56 anos em igapós (Schöngart, 2008; Fonseca et al., 2009). Ou seja, trata-se de uma espécie cuja dinâmica depende fortemente da tipologia ambiental. A pressão comercial atualmente é baixa, mas a vulnerabilidade está no risco de manejo indiferenciado: aplicar os mesmos parâmetros para várzeas e igapós pode comprometer a sustentabilidade. Assim, o NDF pode ser favorável com restrições, mas explicitando parâmetros diferenciados por ambiente, com ciclos e intensidades ajustados à ecologia local.

Handroanthus obscurus

Com ocorrência extremamente restrita ao noroeste do Amazonas (São Gabriel da Cachoeira), *H. obscurus* é classificado como “Menos Preocupante” pela IUCN (2023a) e possui uma população estimada em apenas 13 milhões de árvores. Apesar do status global aparentemente benigno, a distribuição muito limitada e a ausência

de histórico de exploração por manejo florestal tornam a espécie altamente vulnerável a qualquer intervenção. As taxas de crescimento são baixas (0,17 cm/ano), e não há dados consistentes sobre densidade comercial em áreas de manejo. A falta de informações taxonômicas mais robustas, associada à inexistência de registros de exploração efetiva, impede que se comprove a viabilidade de exploração não prejudicial. Nesse caso, a decisão mais prudente é um NDF desfavorável, até que novos estudos possam ampliar a base de conhecimento sobre a espécie.

Handroanthus uleanus

A espécie tem ocorrência restrita ao extremo norte da Amazônia (Roraima), com população estimada em 21 milhões de árvores (ter Steege et al., 2020). É classificada como “Quase Ameaçada” pela IUCN (2021e), mas não possui avaliação nacional. Do ponto de vista biológico, há poucas informações taxonômicas e nenhum registro relevante de exploração por manejo florestal. A ausência de dados sobre dinâmica demográfica (crescimento, mortalidade, recrutamento) impede a definição de parâmetros de sustentabilidade. Considerando sua distribuição limitada e o risco de sobre-exploração em contextos de baixa governança, não há condições para afirmar que a extração seria não prejudicial. Assim, a decisão deve ser desfavorável, até que novos dados sejam produzidos.

Handroanthus capitatus

Embora apresente descrições taxonômicas adequadas, a espécie tem ocorrência rara e restrita ao norte da Amazônia, incluindo Roraima, Pará e Amapá (Cap. 2). É considerada “Vulnerável” pela IUCN (2021f), com população estimada em 20 milhões de árvores. Os dados demográficos apontam crescimento baixo (0,24 cm/ano) e densidades comerciais reduzidas, o que limita a capacidade de sustentar ciclos repetidos de corte. A pressão comercial atual é baixa, mas, como em outras espécies menos exploradas, existe o risco de aumento da demanda em substituição a espécies mais restritivas. Nesse cenário, a exploração pode ser considerada viável, mas apenas sob restrições prudenciais, com intensidades menores e elevação do DMC.

Tabebuia aurea

Com ampla distribuição nas bordas da Amazônia (RO, MT, TO, MA, RR), *T. aurea* não possui classificação oficial de risco no CNCFlora ou IUCN, mas sua população total é estimada em 193 milhões de árvores (ter Steege et al., 2020). Apesar da abundância, suas taxas de crescimento são baixas (0,11 cm/ano), o que indica limitações na capacidade de reposição após a exploração. A pressão comercial tem sido baixa, com volumes médios autorizados de 0,28 m³/ha e efetivamente

explorados de 0,14 m³/ha entre 2018 e 2023. Portanto, a exploração pode ser considerada viável, desde que acompanhada de restrições que compensem a lentidão do crescimento.

Tabebuia fluviatilis

Espécie associada a ambientes alagáveis, *T. fluviatilis* possui população estimada em 39 milhões de árvores, mas registros muito limitados de ocorrência e de exploração (Cap. 2 e 4). É classificada como “Menos Preocupante” (CNCFlora, 2012; IUCN, 2021), mas não há histórico de manejo, nem informações demográficas consistentes. Essa ausência de dados torna impossível definir parâmetros seguros de sustentabilidade. Dada a distribuição restrita e a inexistência de base técnica para avaliar os impactos da exploração, a decisão deve ser desfavorável, até que haja novos estudos populacionais.

Tabebuia insignis

Amplamente distribuída nos estados da Amazônia Legal, *T. insignis* é considerada “Quase Ameaçada” pela IUCN (2021) e possui população estimada em 186 milhões de árvores. Apesar da abundância, suas taxas de crescimento são baixas (0,13 cm/ano), o que compromete a capacidade de reposição em ciclos curtos. A pressão comercial registrada é baixa. Assim, a exploração pode ser considerada favorável com restrições, com manutenção dos parâmetros gerais de FOA e FOD.

Tabebuia pilosa

Com registro único na Amazônia Legal (RR), *T. pilosa* é considerada “Quase Ameaçada” pela IUCN (2021) e não possui avaliação nacional. A população total é estimada em 39 milhões de árvores (ter Steege et al., 2020), mas não há histórico de exploração florestal por manejo. A ausência de dados demográficos (crescimento, mortalidade, recrutamento) e de informações sobre ocorrência em planos de manejo inviabiliza qualquer conclusão técnica sobre a sustentabilidade da exploração. Dada a distribuição extremamente restrita e a falta de base empírica, o NDF deve ser considerado desfavorável, até que novas informações estejam disponíveis.

A partir dessas análises individuais, observa-se que, embora existam padrões comuns de baixa densidade natural, crescimento lento e forte pressão comercial em algumas espécies, as respostas demográficas e o grau de vulnerabilidade variam significativamente entre os diferentes táxons. Essa heterogeneidade reforça

a necessidade de que o processo decisório do NDF seja diferenciado por espécie, calibrando restrições de manejo de acordo com os riscos biológicos e socioeconômicos envolvidos.

4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Diante das considerações apresentadas nas análises por espécies, conclui-se como insustentável a exploração das espécies *Handroanthus obscurus*, *H. uleanus*, *Tabebuia fluviatilis* e *T. pilosa* no bioma amazônico, resultando em um posicionamento **desfavorável** por parte da Autoridade Científica (Tabela 2).

Tabela 2. Tomada de decisão do NDF para espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia*, considerando informações biológicas, status de conservação, dados demográficos, pressão comercial e riscos de ilegalidade, com a conclusão final quanto à exploração florestal sustentável e não prejudicial.

Espécie	Conclusão NDF	Driver principal da decisão
<i>H. serratifolius</i>	Favorável com restrições	Alta pressão comercial + risco ilegalidade (81% no PA)
<i>H. impetiginosus</i>	Favorável com restrições	Mortalidade elevada em FOD (≈4%/ano) + pressão comercial alta
<i>H. incanus</i>	Favorável com restrições	Densidade comercial muito baixa + crescimento lento
<i>H. ochraceus</i>	Favorável com restrições	Crescimento natural muito baixo (0,10 cm/ano)
<i>H. barbatus</i>	Favorável com restrições	Espécie de várzea/igapó; ajuste dos critérios de manejo à realidade hidrológica e produtiva dos ambientes alagáveis
<i>H. obscurus</i>	Desfavorável	Distribuição muito restrita + ausência de manejo
<i>H. uleanus</i>	Desfavorável	Dados escassos + ocorrência restrita
<i>H. capitatus</i>	Favorável com restrições	Distribuição rara + crescimento baixo (0,24 cm/ano)
<i>T. aurea</i>	Favorável com restrições	Crescimento baixo (0,11 cm/ano)
<i>T. fluviatilis</i>	Desfavorável	Distribuição restrita + ausência de manejo
<i>T. insignis</i>	Favorável com restrições	Crescimento baixo (0,13 cm/ano)
<i>T. pilosa</i>	Desfavorável	Registro único + ausência de manejo

Em relação à *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*, *H. barbatus*, *H. capitatus*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis*, as análises e considerações apresentadas ao longo deste trabalho permitem concluir pelo parecer **favorável com restrições**. Para garantir a sustentabilidade das populações da espécie, a exploração deverá observar os critérios de Manejo Florestal Sustentável, parâmetros de seleção de árvores para corte e identificação de espécies abaixo relacionados (Tabela 3).

Tabela 3. Definição de DMC, Ciclo de Corte e Intensidade de Exploração para *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*, *H. barbatus*, *H. capitatus*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis* em MFS, de acordo com o tipo de vegetação no bioma amazônico.

<i>Handroanthus serratifolius</i> , <i>H. impetiginosus</i> , <i>H. incanus</i> , <i>H. ochraceus</i> , <i>H. capitatus</i> , <i>Tabebuia aurea</i> e <i>T. insignis</i> – NDF Favorável com restrições			
Tipo de vegetação	Diâmetro Mínimo de Corte	Ciclo de Corte	Intensidade de Exploração
Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional, Savana e Campinarana	60 cm	1 - 25 a 35 anos para o PMFS que prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras; ou 2 - no mínimo 10 anos para PMFS que não utiliza máquinas para o arraste de toras.	70%
Floresta Ombrófila Densa	70 cm		70%

A Tabela 3 apresenta os parâmetros técnicos definidos para o manejo florestal sustentável de *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*, *H. barbatus*, *H. capitatus*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis* para os diferentes tipos de vegetação do bioma Amazônico. É importante destacar que a intensidade de exploração, 70%, corresponde ao percentual máximo a ser explorado do volume total autorizado para corte, já desconsiderado o contingente de indivíduos portaseementes (conforme indicado na Tabela 4), e mantém equivalência ao limite de 60% de IE utilizado nos modelos de recuperação populacional.

Essa abordagem, amplamente utilizada em manejos de concessões florestais federais, difere dos modelos teóricos por permitir que a definição final dos indivíduos a serem cortados ocorra durante a execução do manejo, etapa em que as equipes de campo podem identificar com maior precisão árvores ocas, deterioradas ou inviáveis economicamente. Essa flexibilidade operacional confere realismo técnico ao manejo e permite ajustar o corte às condições efetivas da floresta, sem comprometer os parâmetros ecológicos de sustentabilidade.

Embora *Handroanthus barbatus* apresente ampla distribuição nas florestas alagáveis amazônicas, sua ecologia difere substancialmente das espécies analisadas na base empírica do presente NDF, composta majoritariamente por inventários e parcelas permanentes de florestas de terra firme (FOA e FOD). Essa diferença metodológica impõe limitações à aplicação direta dos parâmetros populacionais e de manejo utilizados para as demais espécies do gênero. A produtividade de *H. barbatus* está fortemente condicionada às características hidrológicas e químicas das florestas de várzea e igapó, onde o regime de inundação e a fertilidade dos solos determinam o ritmo de crescimento e a capacidade de regeneração (Schöngart, 2008; Fonseca Júnior et al., 2009).

As várzeas e igapós de água-clara, caracterizados por solos mineralizados, pH neutro e boa oxigenação, sustentam taxas de crescimento e regeneração compatíveis com o horizonte de 30 anos adotado neste parecer, enquanto os igapós de águas-pretas, de baixa fertilidade e elevada acidez, apresentam crescimento lento e limitada reposição natural, o que torna o manejo nessas áreas tecnicamente inviável e ecologicamente arriscado (Furch, 1984; Junk et al., 2011). Assim, a exploração de *H. barbatus* deve ser restrita às várzeas e igapós de água-clara, adotando-se os mesmos parâmetros de manejo definidos para Floresta Ombrófila Aberta, ou seja, diâmetro mínimo de corte - DMC de 60 cm e intensidade máxima de exploração - IE de 70%, de forma a compatibilizar os critérios de sustentabilidade do NDF às condições ecológicas específicas e à dinâmica populacional da espécie.

Além de DMC, ciclo de corte e intensidade de exploração, a seleção das árvores das espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* para corte dependerá de parâmetros adicionais, sintetizados na Tabela 4.

Tabela 4. Critérios para seleção de árvores para corte de *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*, *H. barbatus*, *H. capitatus*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis* em Manejo Florestal Sustentável no bioma amazônico.

Parâmetro	Critérios Técnicos
Abundância	Todas as árvores das espécies com NDF favorável com restrições cuja abundância de indivíduos com Diâmetro à Altura do Peito – DAP superior ao Diâmetro Mínimo de Corte – DMC seja menor ou igual a 4 árvores por 100 ha de área de exploração devem ser mantidas.
Porta-sementes	Manutenção de, no mínimo, 15% das árvores por espécie que atendem aos critérios de seleção para corte indicados no Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, considerando: <ul style="list-style-type: none"> • Sempre que possível, distribuição proporcional às classes de DAP existentes na Unidade de Produção Anual – UPA; • Limite mínimo de 4 árvores por espécie por 100 ha em cada Unidade de Trabalho – UT; • Distribuição ao longo de todas as classes diamétricas inventariadas; e • Sempre que possível, distribuição espacial uniforme das árvores ao longo da UT/UPA.
Inventário Florestal	<ul style="list-style-type: none"> • Inventário Florestal 100% de árvores com DAP a partir de 20 cm; • Estimativa da população de árvores com DAP na faixa entre 10 cm a 19,9 cm por meio de amostragem sistemática com intensidade de 0,05%.
Índice de raridade	<ul style="list-style-type: none"> • Em Unidades de Produção Anual que apresentem densidade inferior a 5 árvores/100ha, com DAP mínimo de 20 cm, será considerada rara, ficando vedada sua exploração.

Recomenda-se que a exploração de produtos florestais identificados apenas em nível de gênero não seja aceita, de modo a assegurar a rastreabilidade e a consistência taxonômica das informações apresentadas nos Planos Operacionais Anuais - POA. A identificação das espécies deve empregar metodologias reconhecidas cientificamente que garantam a correta determinação em nível específico.

Entre as abordagens, incluem-se a coleta botânica, preferencialmente por meio de exsicatas contendo material fértil e depositadas em herbário registrado na Rede Brasileira de Herbários, a análise anatômica de amostras de madeira por especialista, a identificação de campo realizada por profissional especialista de instituição científica, ou outras técnicas de acurácia comprovada, acompanhadas do respectivo laudo técnico.

Os laudos devem conter as informações necessárias à validação da identificação e à rastreabilidade das árvores inventariadas, assegurando a correspondência entre os dados de campo, o inventário florestal e o controle das autorizações. Essas medidas reforçam a aderência aos critérios de manejo aplicáveis às espécies incluídas nos Anexos da Cites e fornecem a base científica indispensável para garantir que a exploração não seja prejudicial à conservação das populações naturais.

4.1. Estudos Técnico-Científicos

A regulamentação de MFS estabelecida pela Resolução Conama 406/2009 possibilita alterações no DMC, ciclo e intensidade de corte, mediante a apresentação de estudos técnico-científicos e devida avaliação pela autoridade competente. Esta prerrogativa parte de uma condição básica da exploração florestal sustentável relacionada às especificidades e inúmeras variáveis que influenciam a dinâmica das espécies.

Da mesma forma, portanto, poderão ser apresentados estudos técnicos que permitam uma avaliação individualizada da dinâmica de *Tabebuia* spp. e *Handroanthus* spp. em função do sítio a ser explorado, para a alteração dos critérios de manejo propostos. Para tanto, estes estudos deverão ser elaborados por responsável técnico habilitado, analisados pela Autoridade Científica Cites do Ibama, e devem considerar as especificidades locais e apresentar o fundamento técnico-científico utilizado em sua elaboração. Em linhas gerais, a alteração do DMC e/ou da Intensidade Máxima de Exploração dependerá de comprovação da recuperação volumétrica nas classes de diâmetro igual ou maior à da categoria “a explorar” para o segundo ciclo de corte, levando-se em consideração o monitoramento da população da espécie de interesse, fundamentado nas taxas de crescimento médio anual por classe diamétrica, de recrutamento e mortalidade.

Em virtude da dinâmica da exploração madeireira sustentável de florestas nativas no Brasil compreender praticamente em sua totalidade o bioma amazônico, todas as bases de dados e análises que subsidiaram a elaboração do Parecer de Extração Não Prejudicial representaram esta realidade. Todavia, havendo eventuais exportações oriundas de tipos de vegetação localizados fora do bioma amazônico,

os mesmos estudos técnico-científicos deverão ser apresentados para análise da Autoridade Científica.

4.2. Recomendações de critérios no Processo Autorizativo

A Autoridade Científica Cites do Brasil, Ibama, após analisar diversas bases de dados e alinhar o entendimento entre os diferentes atores da gestão ambiental, recomenda melhorias e novas medidas nos processos autorizativos dos Planos de Manejo Florestal Sustentável que contenham espécies de Ipê. Essas ações devem ser implementadas pelo empreendedor, Órgãos Estaduais e Federais de Meio Ambiente.

Vistoria pré-exploratória

Recomenda-se que as vistorias pré-exploratórias em Planos de Manejo Florestal Sustentável sejam fundamentadas em modelos de precisão de informações, assegurando que as avaliações sejam consistentes e confiáveis. Nesse contexto, a elaboração de mapas de probabilidade de ocorrência de espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia*, conforme apresentados no Capítulo 2, tem potencial como ferramenta poderosa para orientar as vistorias em áreas com alta probabilidade de espécies em risco, direcionando os recursos da gestão pública, geralmente limitados.

As vistorias realizadas pelos Órgãos Licenciadores podem focar em uma fração das amostras apresentadas, priorizando localidades que divergem do mapa de probabilidade de ocorrência da espécie Cites em questão.

Modelos de estimativa de estoque volumétrico foram desenvolvidos com base nos mapas de probabilidade de ocorrência e nos dados de inventário florestal do Projeto Radar da Amazônia – RADAM Brasil. Esses modelos poderão auxiliar os Órgãos Ambientais na definição de medidas adicionais, funcionando como ferramentas de gestão no processo autorizativo. Por exemplo, em Projetos de Exploração onde o volume reportado por hectare/espécie exceder o estimado no mapa de estoque volumétrico natural, poderá ser indicada a necessidade de uma vistoria pré-exploratória para verificar as dimensões das árvores.

O item 3 do capítulo 5 aborda a constatação de Costa et al. (2024) de que 82,3% dos PMFS autuados pelo Ibama na Amazônia foram autorizados com unidades de produção anual – UPA únicas, as quais contrariam os preceitos do manejo florestal e tendem a facilitar o cometimento de ilícitos. Um dos principais motivos pode estar relacionado à tendência de superestimativa de espécies em virtude da dificuldade de monitoramento destas áreas, visto o curto período de exploração

e limitações de sanções objetivas que causem a dissuasão no cometimento das ilegalidades.

Evidencia-se, portanto, ser fundamental a aplicação de mecanismos mais rigorosos no processo autorizativo, principalmente relacionados à convalidação do volume de espécies prioritárias em momento prévio à emissão da autorização.

Vistoria pós-exploratória

As vistorias pós-exploratórias, assim como as pré-exploratórias, são fundamentais no processo autorizativo das espécies arbóreas listadas no Anexo II da Cites. Nesse contexto, é crucial estabelecer protocolos e critérios uniformes, garantindo uma aplicação padronizada em todos os estados da Amazônia Legal. Os procedimentos devem ser realizados durante a inspeção dos pátios nas indústrias florestais, especialmente na fase de desdobro das toras de madeira.

A Resolução Conama nº 411, de 6 de maio de 2009 (Brasil, 2016), trata dos procedimentos para a inspeção de indústrias que consomem ou transformam produtos e subprodutos florestais de origem nativa. Ela estabelece padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos - CRVs. Para serrarias, o coeficiente de rendimento volumétrico para a conversão da tora em madeira serrada é fixado em até 35%, havendo a possibilidade de alteração desde que comprovada a capacidade técnica do empreendimento para um maior aproveitamento mediante apresentação de estudos técnicos. Considerando que fatores como diâmetros das toras, maquinário, características tecnológicas das espécies e a qualificação da mão de obra são determinantes no rendimento da tora (Manhiça, 2010), é recomendável que sejam elaborados indicadores de Coeficientes de Rendimento Volumétricos Máximos para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. específicos, fundamentados nestas variáveis.

Conforme identificado no capítulo 5, este acréscimo nos índices de aproveitamento das indústrias de base florestal tem potencial para acobertamento de madeira ilegal, sendo fundamental que tais mudanças, além de precedidas de estudos técnicos, sejam vistoriadas pelo órgão ambiental.

Essa ação visa não apenas aumentar a eficiência do uso dos recursos florestais, mas também garantir a sustentabilidade em todos os processos da cadeia produtiva madeireira.

A Tabela 2 do capítulo 5 apresenta parâmetros de conversão de produtos a equivalente-tora para *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., que podem servir de parâmetros indicadores na avaliação da cadeia de custódia da exportação de espécimes do gênero.

Monitoramento dos sistemas de controle

Com o advento da implantação dos novos conceitos de rastreabilidade no Sinaflor, o Brasil aprimorou significativamente seus sistemas de monitoramento de florestas nativas, evoluindo de um controle baseado no volume consolidado por espécie em Planos de Manejo para a individualização do volume de cada árvore explorada. Torna-se possível com isso, um monitoramento remoto dos Planos de Manejo, com controle detalhado dos volumes inventariados em comparação com declarações de corte, aliadas à sobreposição com uma extensa base de dados e indicativos em análises de imagens de satélite. Outros aspectos podem ser abordados pelo Ibama nos processos de monitoramento e controle dos PMFS com base nos dados do Sinaflor, principalmente aqueles que contêm espécies listadas na Cites (Tabela 5).

O item 4.2 do Capítulo 5 apresenta a relação entre os volumes estimados no inventário florestal e os volumes declarados no romaneio individual para manejos em áreas privadas, comunitárias e em florestas públicas, considerando conjuntamente os indivíduos de *Handroanthus/Tabebuia* spp. Observam-se padrões distintos entre as categorias: no manejo privado, há forte concentração de registros na faixa entre -10% e 0%, indicando baixa dispersão e elevada proximidade entre inventário e romaneio; nas florestas públicas, a distribuição é mais ampla e dispersa, com predominância de valores negativos, mas com presença também relevante de classes positivas; e, no manejo comunitário, verifica-se predominância de valores negativos, sobretudo entre -50% e -10%, com menor participação relativa de valores positivos.

Tabela 5. Critérios sugeridos para monitoramento remoto dos PMFS com ocorrência de espécies incluídas no Anexo II da Cites.

Análises de Sistema	Visuais (imagens de Satélite)
Margem de erro do volume explorado por indivíduo em comparação ao volume inventariado inconsistente, fundamentada em análise probabilística;	Aspecto de área não explorada;
Árvores com volume explorado acima de 40 metros cúbicos;	Aparência de exploração em sistemática distinta de PMFS;
Soma do comprimento das seções de toras da árvore maior que o dobro da altura da mesma árvore no inventário.	Sinais de corte raso;
	Sinais de exploração do lado de fora da UPA autorizada.

Recomenda-se ao órgão ambiental licenciador a implementação de mecanismos de monitoramento dos dados dos sistemas de controle de produtos florestais para PMFS autorizados com espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia*.

Instrução Normativa

A publicação da Instrução Normativa Ibama nº 28, de 22 de julho de 2024 (Brasil, 2024), consolidou critérios técnicos e operacionais para o manejo florestal sustentável das espécies de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. no Brasil, abrangendo o mercado doméstico e o internacional. Fundamentada nos resultados dos Pareceres de Extração Não Prejudicial - NDFs elaborados para esses gêneros, a norma representa um avanço significativo na gestão das espécies incluídas nos anexos da Cites, conferindo maior uniformidade, rastreabilidade e segurança jurídica às autorizações de exploração.

A IN Ibama nº 28/2024 estabeleceu parâmetros mínimos de exploração específicos por espécie, além de diretrizes para monitoramento, auditoria e avaliação técnica por especialistas, complementando as análises realizadas pelos órgãos ambientais competentes. Dessa forma, assegura-se que o manejo madeireiro de *Handroanthus* e *Tabebuia* ocorra em conformidade com critérios científicos de sustentabilidade e conservação, garantindo a manutenção das populações naturais e a integridade da cadeia produtiva.

Espécies alternativas

Apesar da biodiversidade amazônica, estima-se que apenas cerca de 350 espécies sejam comercializadas na região (Martini et al., 1994; Richardson et al., 2016). Essa concentração da exploração em um grupo limitado de espécies revela a fragilidade da indústria madeireira, colocando em risco a sustentabilidade dos estoques futuros de madeiras valiosas. A dependência de poucas espécies aumenta a pressão sobre as mais demandadas pelo mercado, potencializando a sobre-exploração e comprometendo a regeneração natural. Portanto, diversificar a oferta de espécies florestais comerciais surge como uma estratégia essencial para reduzir a pressão sobre os recursos explorados e promover a sustentabilidade do setor a longo prazo. Nesse contexto, recomenda-se a inclusão de espécies alternativas à *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., com características semelhantes ao ipê, para ampliar o portfólio de espécies exploradas e aproveitar o potencial comercial dessas opções alternativas.

Andrade et al. (2022) propõem uma lista de espécies equivalentes entre as mais exploradas e as promissoras para o mercado, com base na densidade da madeira e nos indicativos de exploração nos Sistemas de Controle Florestal Brasileiro. Para as espécies de *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp., geralmente de madeira pesada, sugere-se a substituição por *Dialium guianense* (jataibepa), *Pouteria caimito* (abiurana vermelha), *Enterolobium schomburgkii* (fava-orelha-de-negro), *Pouteria*

guianensis (abiurana), *Zygia racemosa* (angelim-rajado), *Eperua falcata* (apá-roxo), *Leptobalanus octandrus* (caraipé) e *Lecythis idatimon* (sapacuaia-amargosa).

Em uma abordagem multi-critério robusta, sintetizada com base em dados da literatura especializada e informações de boletins técnicos (IPT, 1989; Cirad/Tropix, 2024; LPF, s.d.), procurou-se estabelecer um ranking com espécies candidatas a substituição do ipê no mercado. Inicialmente, o perfil técnico do ipê foi estabelecido em três critérios primários: alta densidade, elevada durabilidade natural e excelente resistência mecânica. O processo de análise evoluiu para a Matriz Decisória Ponderada, que introduziu um quarto critério, a Estética Visual/Acabamento, fundamental para o alto valor comercial do ipê. Os critérios foram ponderados (densidade e durabilidade com 30% cada) para refletir sua criticidade em aplicações severas. A pontuação de 1 a 5, aplicada a cada espécie, permitiu a quantificação de propriedades objetivas, como a Massa Específica Aparente, e de fatores semi-quantitativos, como a estética. O resultado da matriz forneceu uma classificação objetiva das alternativas (Tabela 6), direcionando as conclusões estratégicas e mitigando a dependência de espécies com crescente risco de ameaça de conservação.

Tabela 6. Matriz decisória ponderada de equivalência técnica e estética de espécies alternativas ao ipê (*Handroanthus* spp.). A Pontuação Ponderada é calculada pelo somatório da multiplicação da pontuação de cada espécie pelo peso do critério. A escala de pontuação (1 a 5) reflete o nível de equivalência da espécie em relação ao ipê (padrão 5) para o critério específico.

Critério de Avaliação	Peso (valor)	Ipê (<i>Handroanthus</i> spp.)	Abiurana Vermelha (<i>Pouteria caimito</i>)	Sucupira (<i>Diploptropis</i> spp./ <i>Bowdichia</i> spp.)
1. Densidade/Abrasão (Massa Específica ≥ 1.00 g/cm ³)	30%	5 (1.00 - 1.10)	5 (1.09)	3 (0.91)
2. Durabilidade Natural (Uso em contato c/ solo/ água)	30%	5 (Excepcional)	5 (Obras hidráulicas)	4 (Muito alta)
3. Rigidez/Resistência (MOR/MOE) ⁷	20%	5 (MOR ≥ 160 MPa)	4 (MOR 168 MPa, MOE 17.55 GPa)	3 (MOR ≈ 141 MPa)
4. Estética Visual/Acabamento (Cor, Grã e Textura)	20%	5 (Marrom-escuro, fina)	3 (Marrom-avermelhado, textura média)	4 (Castanho-escuro, grã reversa)
Pontuação Ponderada Final	100%	5.00	4.20	3.60

⁷ Os valores de MOR - Módulo de Ruptura e MOE - Módulo de Elasticidade citados no Critério 3 (Rigidez/Resistência) são apresentados na condição seca (12% de umidade), conforme o padrão de referência técnica (LPF, s.d.; Cirad/Tropix, 2024).

As análises físico-mecânicas e de durabilidade comparativas, consolidadas na Matriz Decisória, destacam a abiurana vermelha (*Pouteria caimito*) como a espécie que melhor replica o perfil de excelência técnica do ipê, atingindo uma pontuação ponderada de 4.20 de 5.00. Sua densidade, alcançando 1,09 g/cm³, e sua resistência mecânica a classificam na faixa superior das madeiras tropicais. Embora penalizada no critério estético (pontuação 3) por sua cor marrom-avermelhada e textura mais grossa, sua durabilidade natural é cientificamente referenciada para o uso em obras hidráulicas marítimas (Cirad/Tropix, 2024), indicando uma resistência robusta a ambientes de severa degradação biológica. Este desempenho técnico inigualável credencia-a como a substituta ideal para aplicações de alto estresse e longa vida útil, mitigando a pressão sobre o commodity ipê.

Por sua vez, a sucupira (*Diploptropis* spp. e *Bowdichia* spp.) se estabelece como uma alternativa robusta e amplamente aceita no mercado, obtendo 3.60 na avaliação final. Embora posicione-se ligeiramente abaixo do padrão do ipê e da abiurana em termos de desempenho estrutural extremo (densidade de 0,91 g/cm³ e MOR de ≈141,4 MPa), ela compensa com uma alta durabilidade natural (Classe I) e uma pontuação estética superior a abiurana (pontuação 4) devido à sua cor castanho-escura, amplamente valorizada em pisos de luxo (IPT, 1989; Remade, s.d.). A sucupira é, portanto, a alternativa estratégica para aplicações onde a durabilidade e a estética comercial são priorizadas em detrimento da resistência mecânica extrema.

A conclusão estratégica recomenda, portanto, a adoção da abiurana vermelha para projetos que exigem a máxima performance estrutural e durabilidade em ambientes severos, e a utilização da sucupira para usos gerais e estéticos que demandam madeiras pesadas e duráveis. Essa diversificação para espécies cientificamente validadas é fundamental para aumentar a sustentabilidade e a resiliência do setor madeireiro, reduzindo a dependência de um pequeno grupo de espécies e promovendo o manejo florestal sustentável na Amazônia (Gouveia et al., 2021).

Recomendações à Autoridade Administrativa Cites do Brasil

Com o objetivo de garantir a sustentabilidade da exploração e a manutenção das funções ecossistêmicas dos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* em seu ambiente de ocorrência natural, recomenda-se à Autoridade Administrativa Cites do Brasil:

1. O **indeferimento** de exportações de produtos madeireiros abrangidos pela **anotação #17⁸** (toras, madeira serrada, lâminas/veneer, compensados e madeira transformada) oriundos de *Handroanthus obscurus*, *H. uleanus*, *Tabebuia fluviatilis* e *T. pilosa*, em razão da conclusão desfavorável.

⁸ A definição oficial da anotação #17 (e o rol de produtos abrangidos) está consolidada em guias de espécies madeireiras Cites e notificações às Partes após a CoP19.

2. O **deferimento** de exportações de produtos madeireiros abrangidos pela **anotação #17** (toras, madeira serrada, lâminas/veneer, compensados e madeira transformada) oriundos de *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*, *H. barbatus*, *H. capitatus*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis*, condicionadas ao integral atendimento das recomendações deste Parecer de Extração Não Prejudicial.

No âmbito da análise para emissão da Licença Cites, recomenda-se que a Autoridade Administrativa avalie a manifestação do órgão ambiental licenciador no âmbito da Autorização de Exploração, ou parecer anexo, acerca dos critérios de manejo definidos em Instrução Normativa publicada pelo Ibama.

Recomenda-se o indeferimento de pedidos de exportação com espécimes identificados apenas em nível de gênero. Sugere-se ainda avaliação de vistorias pelos órgãos licenciadores em indústrias madeireiras na cadeia de custódia do produto florestal que apresentem números de desdobro acima dos percentuais de CRV avaliados neste NDF.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros avaliados ao longo deste trabalho reforçam a importância de caracterizar a sustentabilidade e a manutenção das funções ecossistêmicas das espécies em suas populações, especialmente nas áreas exploradas. Essa abordagem, voltada para critérios de manejo em escala local, visa assegurar a permanência das espécies a longo prazo, com a manutenção mínima da estrutura populacional em sua área de ocorrência, garantindo a continuidade da exploração de forma sustentável nos ciclos subsequentes.

Ao mesmo tempo, propõe-se a adoção de medidas em escala nacional, com potencial de garantir a conservação da espécie em nível macro, em um olhar voltado não apenas para a avaliação dos eventuais prejuízos à exportação de espécimes de *Handroanthus* e *Tabebuia*, mas ampliando o enfoque para toda a cadeia produtiva. Essas ações incluem a implementação de mecanismos de monitoramento e controle cada vez mais precisos, capazes de mitigar riscos associados à exploração e ao comércio ilegal, além da promoção de boas práticas de manejo florestal sustentável. Tais iniciativas visam assegurar a proteção das populações naturais, integrando as áreas de ocorrência em um contexto mais amplo e sustentável ao longo da cadeia produtiva e de exportação.

Conclui-se que o Parecer de Extração Não Prejudicial é **desfavorável** para *Handroanthus obscurus*, *H. uleanus*, *Tabebuia fluviatilis* e *T. pilosa*, e **favorável com restrições**, para *Handroanthus serratifolius*, *H. impetiginosus*, *H. incanus*, *H. ochraceus*,

H. barbatus, *H. capitatus*, *Tabebuia aurea* e *T. insignis* na Amazônia Legal brasileira, nos termos da Anotação #17.

Além do mais, na etapa pré-exploratória, é fundamental o estabelecimento de garantias quanto à correta identificação das espécies e à verificação dos volumes inventariados nos projetos de manejo. Na fase pós-exploratória, destacam-se a inspeção de pátios industriais e a verificação do coeficiente de rendimento volumétrico – CRV% como medidas essenciais de rastreabilidade e controle da cadeia produtiva.

Considerando que a exploração madeireira sustentável no Brasil ocorre quase que exclusivamente no bioma Amazônia, as bases de dados, análises e conclusões deste Parecer refletem predominantemente essa realidade. No entanto, para eventuais exportações de espécies oriundas de outros biomas ou tipologias florestais, deverão ser apresentados estudos técnico-científicos específicos para avaliação pela Autoridade Científica Cites do Brasil.

Por fim, este parecer consolida a base técnico-científica que fundamenta a Instrução Normativa Ibama nº 28/2024 e orienta a Autoridade Administrativa Cites quanto às decisões sobre exportação de produtos abrangidos pela Anotação #17. As conclusões e recomendações aqui apresentadas visam assegurar que o comércio internacional de espécies de ipê ocorra sob critérios científicos de sustentabilidade, com rastreabilidade, transparência e respeito à conservação das populações naturais e às obrigações assumidas pelo Brasil perante a Convenção Cites.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, M., Zenid, G. J., Lentini, M. W., Santos, H., Nunes, F., & Costa, J. N. (2022). *Espécies madeireiras nativas menos comercializadas: uma oportunidade para produção e conservação na Amazônia brasileira* (Boletim Técnico Timberflow 9). Imaflora. https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_set_2022.pdf

Andrade, V. H. F., ... (2019). Growth and yield of *Handroanthus serratifolius* in the southwestern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 433, 755–764. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.049>

Brançalion, P.H.S., De Almeida, D.R.A., Vidal, E., Molin, P.G., Sontag, V.E., Souza, S.E. X.F., & Schulze, M.D. (2018). Fake legal logging in the Brazilian Amazon. *Science Advances*, 4(8), 1–8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1192>

Brasil. (2009). Resolução CONAMA nº 411, de 6 de maio de 2009. Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. *Diário Oficial da União*. https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/flora-e-madeira/arquivos/dof/legislacao/20221212_Resolucao_Conama_411_6_mai_2009_compilada.pdf

Brasil. (2014). Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/PT0443-171214.pdf>

Brasil. (2014a). Instrução Normativa nº 21, de 24 de dezembro de 2014. Institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://www.gov.br/ibama/pt-br/phocadownload/dof/legislacao/IN-IBAMA-21-24.12.2014-Sinaflor.pdf/view>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2014b). Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e dá outras providências. *Diário Oficial da União*.

Brasil. (2016). Resolução CONAMA nº 474, de 06 de abril de 2016. Altera a Resolução nº 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/05/2016&jornal=1&pagina=74&totalArquivos=112>

Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). (2024). Instrução Normativa nº 28, de 11 de dezembro de 2024. *Diário Oficial da União*. <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?legislacao=139446>

Brienen, R. J. W., & Zuidema, P. A. (2006). Lifetime growth patterns and ages of Bolivian rainforest trees obtained by tree ring analysis. *Journal of Ecology*, 94(2), 481–493. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01080.x>

Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora). (2012). *Handroanthus impetiginosus*. In *Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2*. [[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus impetiginosus](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus%20impetiginosus)]([http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus impetiginosus](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus%20impetiginosus))

Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora). (2019a). *Handroanthus spp.* – *Avaliações do risco de extinção da flora brasileira*. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://cncflora.jbrj.gov.br>

Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora). (2019b). *Lista Vermelha da Flora Brasileira*. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/projetos/lista-vermelha>

Cirad/Tropix. (2024). *Abiurana Vermelha: Pouteria caimito / Pouteria guianensis* [Ficha Técnica]. Recuperado de <https://tropix.cirad.fr/FichiersComplementaires/EN/America/ABIURANA%20VERMELHA%202024.pdf>

Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA), Pará. (2007). Resolução COEMA nº 54, de 24 de outubro de 2007. Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará. <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/375.pdf>

Costa, J. P., Perazzoni, F., Brancalion, P. H. S., & Vidal, E. (2024). Fraudulent use of logging credits in Brazilian Amazon forest management plans. *Forest Policy and Economics*, 157, 103212. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.103212>

Fernandez, E. P., & Rivers, M. C. (2020). *Handroanthus serratifolius*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.T62021026A62021034. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T62021026A62021034.en>

Fonseca Júnior, S. F., Piedade, M. T. F., & Schöngart, J. (2009). Wood growth of *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae) in Central Amazonian black-water (igapó) and white-water (várzea) floodplain forests. *Trees*, 23(1), 127–134. <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0261-4>

Fortini, L. B., Zarin, D. J., Bauch, S. C., Vidal, E., & Grogan, J. (2015). The impact of selective logging on the demographic structure and dynamics of an Amazonian tree population. *Forest Ecology and Management*, 356, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.07.016>

França, C. S. S., Persson, U. M., Carvalho, T., & Lentini, M. (2023). Quantifying timber illegality risk in the Brazilian forest frontier. *Nature Sustainability*, 6(11), 1485–1495. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01189-3>

Fredericksen, T. S., & Putz, F. E. (2003). Silvicultural intensification for tropical forest conservation. *Biodiversity & Conservation*, 12(7), 1445–1453. <https://doi.org/10.1023/A:1023673625940>

Furch, K. (1984). Water chemistry of the Amazon basin: The distribution of chemical elements among freshwaters. In H. Sioli (Ed.), *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin* (pp. 167–199). Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6542-3_6

Gouveia, F. N., Silveira, M. F., & Garlet, A. (2021). Natural durability and improved resistance of 20 Amazonian wood species after 30 years in ground contact. *Holzforschung*, 74(5), 426–433. <https://doi.org/10.1515/hf-2020-0192>

Holmes, T. P. (2016). Financial and economic analysis of reduced impact logging. In: *Tropical Forestry Handbook* (2nd ed., pp. 1–15). Springer. <https://research.fs.usda.gov/treesearch/52837>

Householder, J. E., Wittmann, F., Schöngart, J., Piedade, M. T. F., Junk, W. J., Latrubesse, E. M., ... Chave, J. (2024). One sixth of Amazonian tree diversity is dependent on river floodplains. *Nature Ecology & Evolution*, 8(5), 901–911. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02364-1>

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). (1989). *Sucupira* [Informações sobre madeiras]. Recuperado de <https://madeiras.ipt.br/sucupira/>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). (2008–2023). *Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES*. <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), & Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon). (2024). *PrevisIA – Plataforma de Inteligência Artificial para Previsão de Áreas com Risco de Desmatamento na Amazônia*.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species* (Version 2021-3). <https://www.iucnredlist.org/>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021a). *Handroanthus barbatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171978413A171989549*. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171978413A171989549.en>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021b). *Handroanthus capitatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T61985445A145654078*. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T61985445A145654078.en>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021c). *Handroanthus impetiginosus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021:*

e.T144297143A173394208. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T144297143A173394208.en>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021d). *Handroanthus incanus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T171979070A171989554. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171979070A171989554.en>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021e). *Handroanthus obscurus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T171979210A171989559. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171979210A171989559.en>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021f). *Handroanthus serratifolius*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T61985509A145677076. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T61985509A145677076.en>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021g). *Handroanthus uleanus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T171979563A171989564. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171979563A171989564.en>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2023). *Handroanthus ochraceus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2023*: e.T145674139A145674143. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T145674139A145674143.en>

Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., Wittmann, F., & Parolin, P. (Eds.). (2011). Amazonian floodplain forests: Ecophysiology, biodiversity and sustainable management (Ecological Studies, Vol. 210). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-8725-6>

Laboratório de Produtos Florestais (LPF). (s.d.). *Abiurana (Pouteria caimito)* [Ficha Técnica]. Recuperado de https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/?option=com_madeirasbrasileiras&view=especieestudada&especieestudadaid=201

Lentini, M., Pereira, D., Celentano, D., & Pereira, R. (2021). *Fatos Florestais da Amazônia 2021*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon).

Machado, S. A. (2009). *Modelagem da estrutura diamétrica de espécies arbóreas em florestas tropicais*. UFPR.

Manhiça, A. A. (2010). *Rendimento e eficiência no desdobro de Pinus sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte* [Dissertação de mestrado,

Universidade Federal do Paraná]. Repositório da Universidade Federal do Paraná.
<https://hdl.handle.net/1884/22590>

Martini, A. M., Rosa, N. D. A., & 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.org/10.1017/S0376892900024589>

Maua, J.O., MugatsiaTsingalia, H., Cheboiwo, J., & Odee, D. (2020). Population structure and regeneration status of woody species in a remnant tropical forest: A case study of South Nandi forest, Kenya. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00820, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00820>

Peña-Claros, M., Fredericksen, T. S., Alarcón, A., Blate, G. M., Choque, U., Leaño, C., ... Putz, F. E. (2008). Beyond reduced-impact logging: Silvicultural treatments to increase growth rates of tropical trees. *Forest Ecology and Management*, 256(7), 1458–1467. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.11.013>

Perazzoni, F., Bacelar-Nicolau, P., & Painho, M. (2020). Geointelligence against illegal deforestation and timber laundering in the Brazilian Amazon. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 398. <https://doi.org/10.3390/ijgi9060398>

Putz, F. E., Zuidema, P. A., Synnott, T., Peña-Claros, M., Pinard, M. A., Sheil, D., ... Vanclay, J. K. (2012). Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: The attained and the attainable. *Conservation Letters*, 5(4), 296–303. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00242.x>

Putz, F. E., Romero, C., Sist, P., Schwartz, G., Thompson, I., Roopsind, A., Ruslandi, R., Medjibe, V., & Ellis, P. (2022). Sustained timber yield claims, considerations, and tradeoffs for selectively logged forests. *PNAS Nexus*, 1(3), pgac102. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac102>

Remade. (s.d.). *Sucupira-Parda: Madeiras Brasileiras e Exóticas*. Recuperado de <https://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/236/madeiras-brasileiras-e-exoticas/sucupira-parda>

Richardson, V. A., & Peres, C. A. (2016). Temporal decay in timber species composition and value in Amazonian logging concessions. *PloS One*, 11(7), e0159035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159035>

Schöngart, J. (2008). Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains.

Forest Ecology and Management, 256, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.037>

Schulze, M., Grogan, J., Landis, R. M., & Vidal, E. (2005). Seed dispersal, recruitment, and regeneration in *Handroanthus* spp. (Bignoniaceae) after logging in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 205(1–3), 285–298. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.10.050>

Schulze, M., Grogan, J., Landis, R. M., & Vidal, E. (2008). How rare is too rare to harvest? Management challenges posed by timber species occurring at low densities in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 256(7), 1449–1458. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.02.051>

Sebbenn, A. M., Degen, B., Araujo, A. J., Silva, J. M., Lacerda, A. E. B., Ciampi, A. Y., Kanashiro, M., Carneiro, F., Thompson, I., Loveless, M. D., & Kageyama, P. Y. (2008). Modelling the long-term impacts of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. *Forest Ecology and Management*, 254(2), 335–349. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.08.009>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2022). *Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF*. <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/temas-florestais/recursos-florestais/florestas-naturais>

Sist, P., & Ferreira, F. N. (2007). Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 243(2–3), 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.02.014>

Sist, P., & Gourlet-Fleury, S. (2012). The impacts of selective logging: Questionable conclusions. *BioScience*, 62(9), 786. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.9.19>

Sist, P., Rutishauser, E., Peña-Claros, M., Shenkin, A., Hérault, B., Blanc, L., ... Putz, F. E. (2014). The Tropical managed Forests Observatory: A research network addressing the future of tropical logged forests. *Applied Vegetation Science*, 18(2), 171–174. <https://doi.org/10.1111/avsc.12125>

Sontag, V. E., Dadio, B., Ambrosano, G. B., Miguel, S. R., Rodriguez, D. R. O., Fontana, C., Assis-Pereira, G., & Silva, E. J. V. (2025). Maintaining genetic diversity in the Amazon: Species-specific strategies are more effective for managed forests than generalist criteria in Brazilian legislation. *Forest Ecology and Management*, 584, 1–43. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.122568>

Sork, V. L., & Smouse, P. E. (2006). Genetic analysis of landscape connectivity in tree populations. *Landscape Ecology*, 21(6), 821–836. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-5415-9>

ter Steege, H., Pitman, N. C., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E., ... Silman, M. R. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342(6156), 1243092. <https://doi.org/10.1126/science.1243092>

ter Steege, H., Prado, P. I., Lima, R. A. D., Pos, E., de Souza Coelho, L., de Andrade Lima Filho, D., ... Junqueira, A. B. (2020). Biased-corrected richness estimates for the Amazonian tree flora. *Scientific Reports*, 10(1), 10130. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66686-3>

Varkulja, L. (2025). The Tree, The Forest. *Journal of Architectural Education*, 79(1), 157–163. <https://doi.org/10.1080/10464883.2025.2463308>

Vinson, C. C., Kanashiro, M., Harris, S. A., & Boshier, D. H. (2015). Long-term impacts of selective logging on two Amazonian tree species with contrasting ecological and reproductive characteristics: Inferences from Eco-gene model simulations. *Heredity*, 115(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/hdy.2013.146>

Wolf, S., ... (2018). Assessing population viability and extinction risk in tropical tree species. *Journal of Applied Ecology*, 55(6), 2761–2771. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13205>

Worbes, M., & Schöngart, J. (2019). Tree-ring research in the tropics: History, status and future directions. *Dendrochronologia*, 53, 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2018.11.001>

Zimmerman, B. L., & Kormos, C. F. (2012). Industrial logging should be discouraged: A response to Sist and colleagues. *BioScience*, 62(9), 786–787. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.9.20>

APÊNDICE A

Pesquisador Usuário ForestPlots	Instituição
Abel Monteagudo-Mendoza	Jardim Botânico de Missouri
Ademir Roberto Ruschel	Embrapa Amazônia Oriental
Adriana Prieto	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Adriane Esquivel Muelbert	University of Birmingham
Adriano Nogueira Lima	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Agustin Rudas	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Alejandro Araujo-Murakami	Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno
Ali D'Jesus	Wildlife Conservation Society
Aline Lopes	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Ana Andrade	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Anand Roopsind	Iwokrama International Centre for Rainforest Conservation and Development
Angelo Gilberto Manzatto	Fundação Universidade de Rondônia
Anthony Di Fiore	University of Texas at Austin
Antonio Cruz	Jardim Botânico de Missouri
Armando Torres-Lezama	Universidad de los Andes Merida
Barbara Vicenti	CIAT
Beatriz Marimon	Universidade do Estado de Mato Grosso
Ben Hur Marimon Junior	Universidade do Estado de Mato Grosso
Bert van Uft	Programa de Monitoramento de Microbacias
Boris Villanueva Tamayo	Universidad del Tolima
Camila Silva Valeria	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
Carlos Peres	University of East Anglia
Carlos Quesada	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Carolina Levis	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Carolina Volkmer de Castilho	Embrapa Roraima
Casimiro Mendoza	Forest Management in Bolivia
Christopher Baraloto	International Center for Tropical Botany
Danielle Storck-Tonon	Universidade do Estado de Mato Grosso
Darcy Galiano Cabrera	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
David Galbraith	University of Leeds
David Neill	Universidad Estatal Amazônica

Edmar Almeida de Oliveira	Universidade do Estado de Mato Grosso
Eduardo Hase	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Eliana Jimenez	Grupo de Ecología y Conservación de Fauna y Flora Silvestre, Nacional de Colombia sede Amazonia
Emanuel Gloor	University of Leeds
Emilio Vilanova Torre	Wildlife Conservation Society
Eric Arets	Programa de Monitoramento de Microbacias
Erick Lavado Esteban	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Erika Berenguer	Lancaster University
Esteban Alvarez Dávila	Universidad UNAD-Colombia, Jardín Botánico de Edimburgo
Euridice Honorio Coronado	University of St Andrews
Everton Almeida	Instituto de Biodiversidade e Floresta, Universidade Federal do Oeste do Pará
Fernanda Coelho	University of Leeds
Fernando Cornejo Valverde	Andes to Amazon Biodiversity Program
Fernando Elias	Universidade Federal do Pará/Embrapa Amazônia Oriental
Filipe França	Lancaster University
Flávia Costa	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Flávia Delgado Santana	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Flávio Amorim Obermuller	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Foster Brown	Woods Hole Research Center
Frans Bongers	Wageningen University, Forest Ecology and Forest Management Group, Centre for Ecosystem Studies
Freddie Draper	Carnegie Science
Freddy Ramirez Arevalo	Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
Gabriela Lopez-Gonzalez	University of Leeds
Geertje van der Heijden	University of Nottingham
Gerardo Flores Llampazo	Universidad Nacional Jorge Basadre de Grohmann
Germaine Alexander Parada Gutierrez	Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno
Gonzalo Rivas-Torres	Universidad San Francisco de Quito
Guido Pardo	Universidad Autonoma del Beni Riberalta
Gustavo Schwartz	Embrapa Amazônia Oriental
Hans ter Steege	Naturalis Biodiversity Center
Herison Madeiros	Universidade de São Paulo
Hirma Ramirez-Angulo	Universidad de los Andes
Ima Celia Guimaraes Vieira	Museu Paraense Emilio Goeldi
Irina Mendoza Polo	ColTree

Isau Huamantupa-Chuquimaco	Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios
James Comiskey	National Park Service
James Singh	Guyana Forestry Commission
Javier Silva Espejo	Universidad de San Antonio Abad del Cusco
Jean Olivier	Laboratoire d'Ecologie Terrestre
Jerome Chave	Laboratoire Evolution et Diversite Biologique
Jhon del Aguila Pasquel	Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana
Joeri Zwerts	Centre for Agricultural Research in Suriname
Joey Talbot	University of Leeds
John Lleigue	Programa de Monitoramento de Microbacias
John Pipoly	Broward County Parks and Recreation
John Terborgh	University of Florida
Joice Ferreira	Embrapa Amazônia Oriental
Jorcely Barroso	Universidade Federal do Acre
Jos Barlow	Lancaster University
José Luís Camargo	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Jose Luis Marcelo	Universidad Nacional de Jaen
Jose Reyna Huaymacari	Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
Juliana Schietti	Universidade Federal do Amazonas
Juliana Stropp	Joint Research Centre of the European Commission
Julie Peacock	University of Leeds
Julien Engel	UMR Ecologie des Forets de Guyane
Karina Garcia Cabreara	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Karina Melgaço	BeZero Carbon
Katherine Helen Roucoux	University of Leeds
Laura Vedovato	University of Exeter
Leandro Ferreira	Museu Paraense Emilio Goeldi
Lia de Oliveira Melo	Universidade Federal do Oeste do Pará
Lilian Blanc	CIRAD
Lily Rodriguez Bayona	CIMA
Lola da Costa	Universidade Federal do Pará
Lourens Poorter	Programa de Monitoramento de Microbacias
Lucas Jose Mazzei de Freitas	Embrapa Amazônia Oriental
Luciana de Oliveira Pereira	University of Exeter
Luis Valenzuela Gamarra	Jardim Botânico de Missouri
Luisa Fernanda Duque	Socioecosistemas y clima sostenible, Fundacion con Vida
Luiz Aragão	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Luzmila Arroyo	Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno
M Alexiades	New York Botanical Garden
Marcelo Fragomeni Simon	Embrapa Cenargem
Marcelo Brilhante de Medeiros	Embrapa Cenargem
Marcos Silveira	Universidade Federal do Acre
Maria Cristina Penuela-Mora	Universidad Regional Amazonica ikiam
Maria do Socorro	Embrapa Amazônia Oriental
Marielos Pena-Claros	Instituto Boliviano de Investigacion Forestal
Marisol Toledo	Museo de Historia Natural Noel Kempff
Maryane Bento Trindade de Andrade	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Massiel Corrales Medina	Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa
Mat Disney	University College London
Maureen Playfair	Centre for Agricultural Research in Suriname
Maxime Rejou	Universite Paul Sabatier
Michel Baisie	Cirad
Michelle Kalamandeen	University of Leeds
Miles Silman	Wake Forest University
Nallaret Davila Cardozo	Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
Natalino Silva	Serviço Florestal Brasileiro
Nayane Cristina Candida dos Santos Prestes	Universidade do Estado do Mato Grosso
Nazare Oliveira de Araujo	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Nigel Pitman	Science and Education, The Field Museum
Niro Higuchi	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Norma Salinas Revilla	Pontificia Universidad Catolica del Peru
Olaf Banki	Catalogue of Life
Oliver Phillips	School of Geography, University of Leeds
Omar Aurelio Melo Cruz	Universidad de Tolima
Pascal Petronelli	CIRAD, UMR Ecologie des Forets de Guyane
Patricia Alvarez Loayza	Center for Tropical Conservation, Nicholas School of the Environment, Duke University
Paulo Graça	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Paulo Morandi	Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Xavantina
Percy Vargas	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Peter van de Meer	Wageningen University
Peter van der Hout	Van der Hout Forestry Consulting
Petrus Naisso	Cirad

Philip Fearnside	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Pieter Zuidema	Programa de Monitoramento de Microbacias
Plinio Barbosa Camargo	Universidade de São Paulo
Priscila Souza	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Rafael Salomao	Museu Paraense Emilio Goeldi
Reinaldo Barbosa	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Rene Boot	Tropenbos International
Rene Guillen Villaroel	Consultor independente
Richarly da Costa Silva	Universidade Federal do Acre
Rodolfo Vasquez Martinez	Jardim Botânico de Missouri
Roel Brienen	University of Leeds
Sabina Cerruto Ribeiro	Universidade Federal do Acre
Samaria Murakami	Programa de Monitoramento de Microbacias
Simon Lewis	University of Leeds
Simone Aparecida Vieira	Universidade Estadual de Campinas
Simone Matias de Almeida Reis	Universidade do Estado de Mato Grosso/Universidade Federal do Amazonas
Sophie Fauset	University of Plymouth
Susan Laurance	Centre for Tropical Environmental and Sustainability Science (TESS) and College of Marine and Environmental Sciences, James Cook University
Ted Feldpausch	University of Exeter
Thaiane Rodrigues de Sousa	RAINFOR-PPBIO
Thaíse Emílio	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Thomas Lovejoy	George Mason University
Timothy Baker	University of Leeds
Timothy Killeen	Jardim Botânico de Missouri
Toby Gardner	Stockholm Environment Institute
Varun Swamy	San Diego Zoo Institute for Conservation Research
Verginia Wortel	Centre for Agricultural Research in Suriname
Victor Chama Moscoso	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Vincent Bezar	ONF
Vincent Vos	Universidad Autonoma del Beni
Walter Huaraca Huasco	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Wemo Betian	CNRS
Wendeson Castro	Universidade Federal do Acre
William E. Magnusson	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
William Farfan-Rios	Washington University in Saint Louis

William Laurance	Centre for Tropical Environmental and Sustainability Science (TESS) and College of Marine and Environmental Sciences, James Cook University
Yadvinder Malhi	University of Oxford
Yuri Tomas Huilca Aedo	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Zorayda Restrepo Correa	Servicios Ecosistemicos y Cambio Climatico (SECC) Fundacion Con Vida & Corporacion COL-TREE

APÊNDICE B

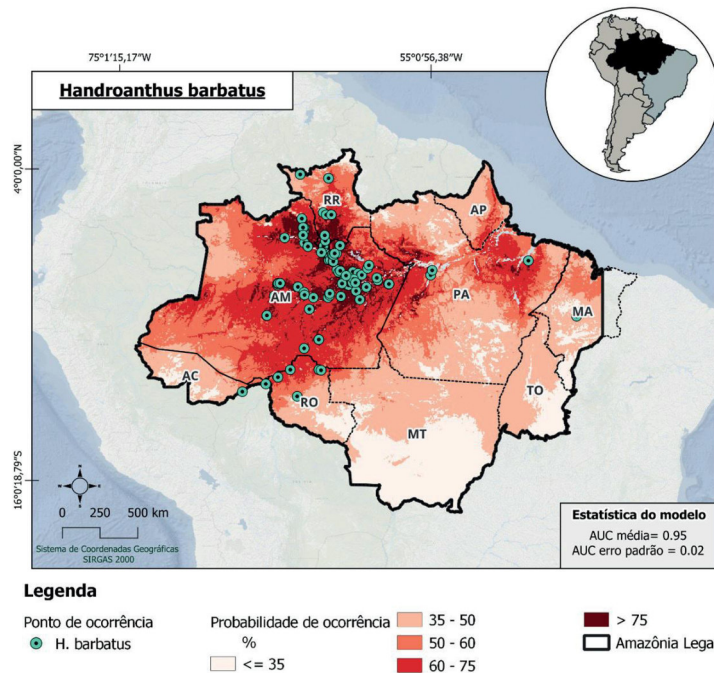


Figura 1. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus barbatus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaeher. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

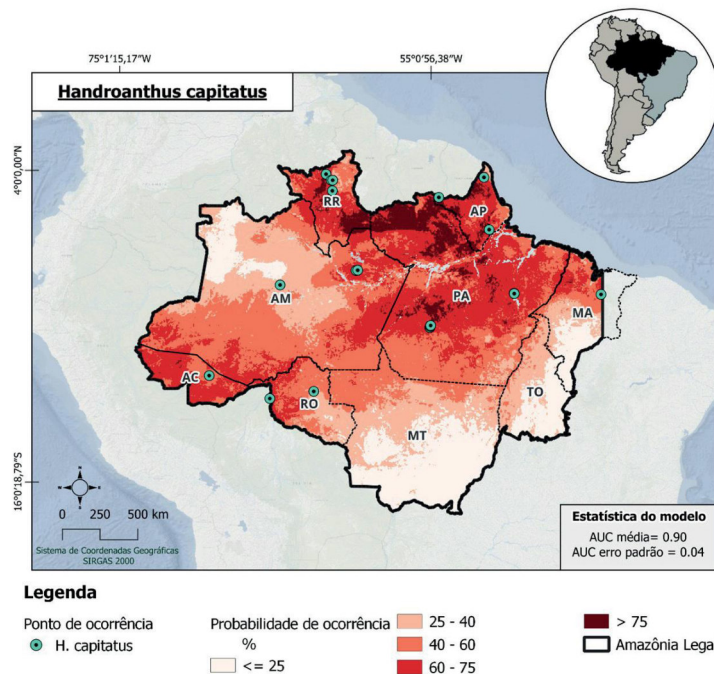


Figura 2. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus capitatus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaeher. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

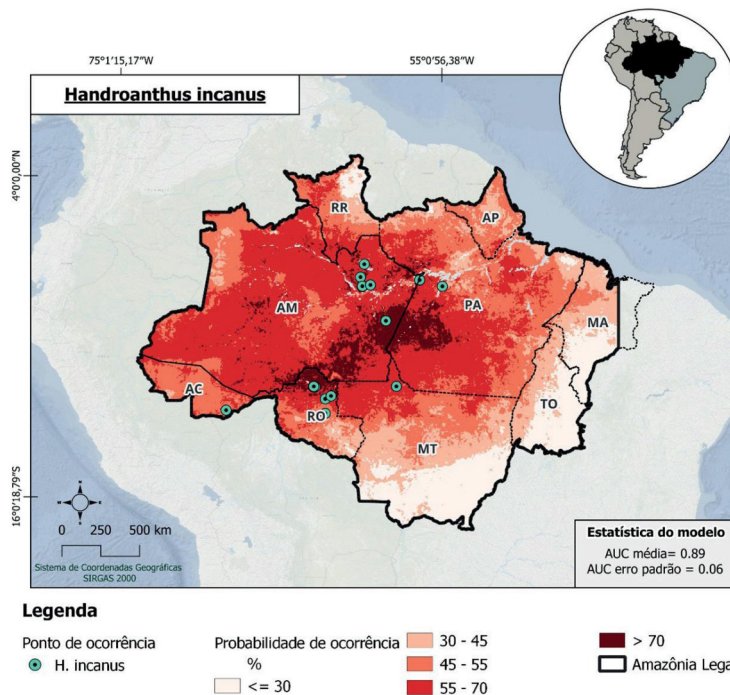


Figura 3. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus incanus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

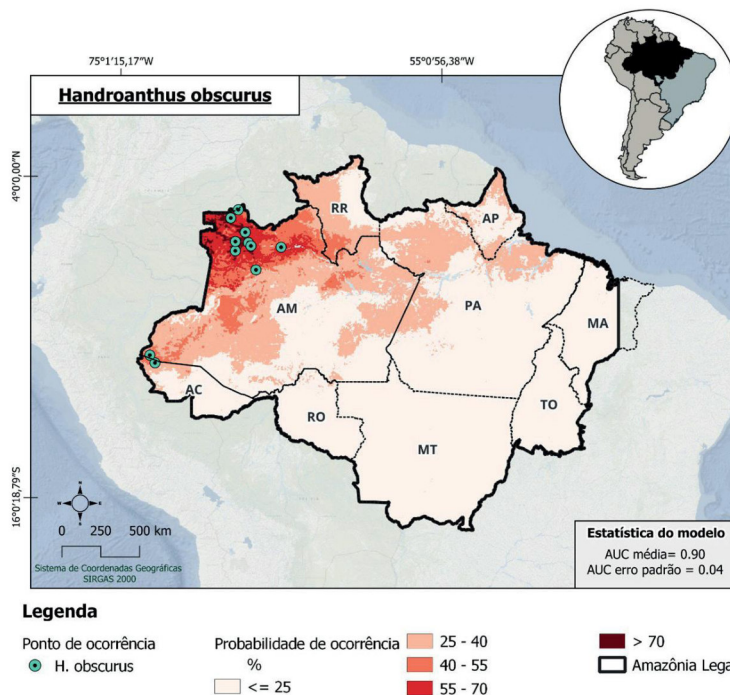


Figura 4. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus obscurus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

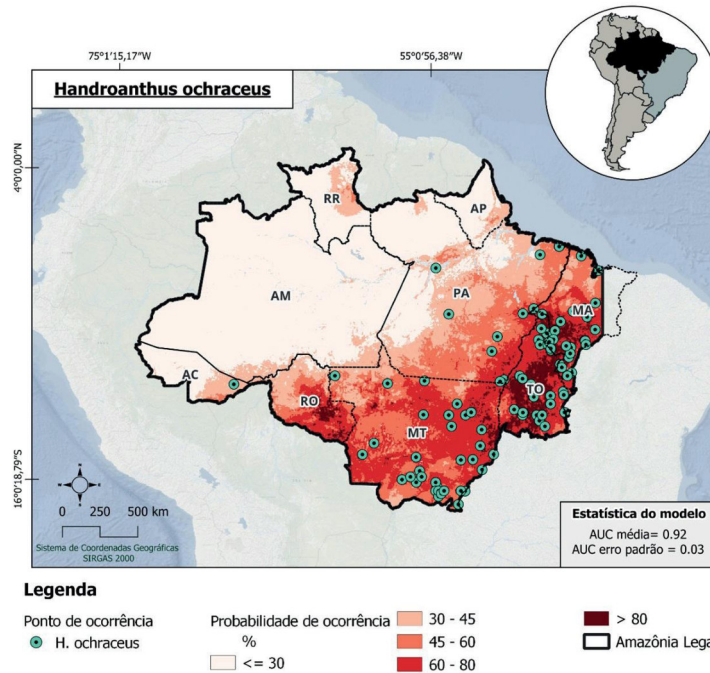


Figura 5. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus ochraceus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

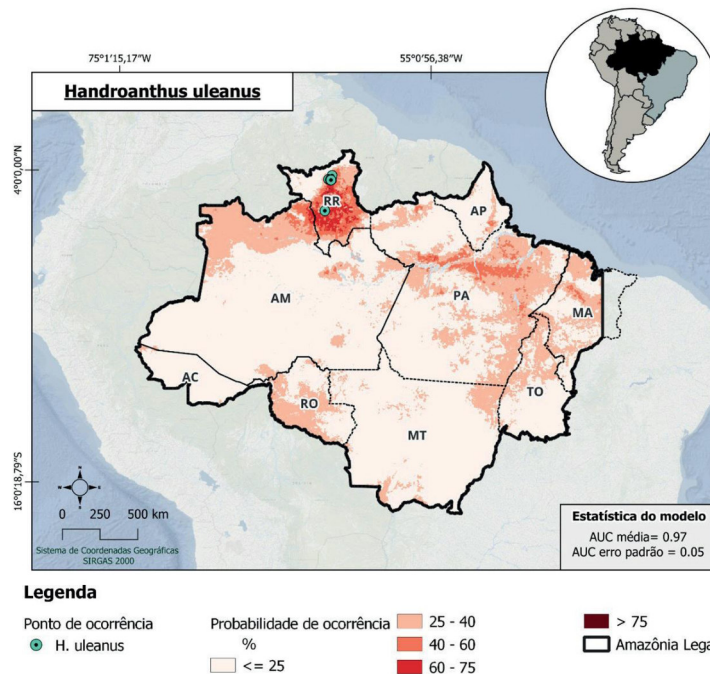


Figura 6. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Handroanthus uleanus* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

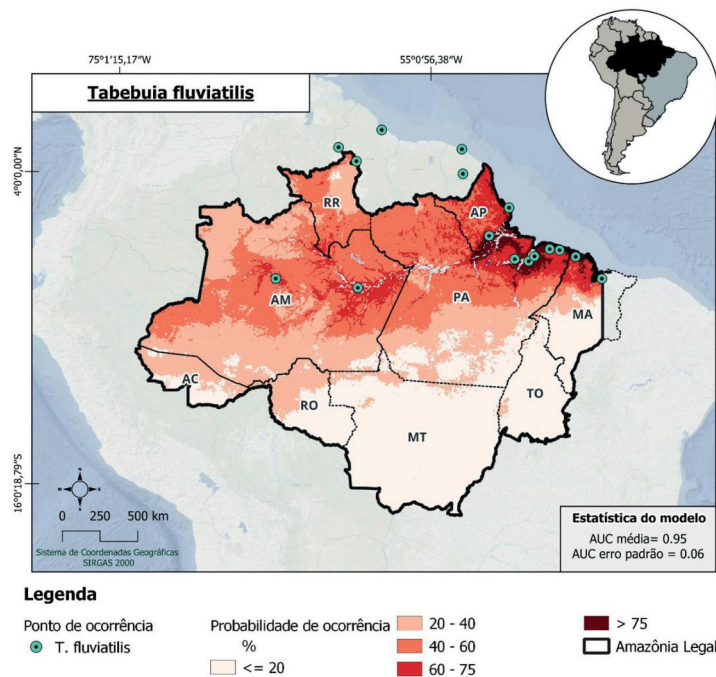


Figura 7. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Tabebuia fluviatilis* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

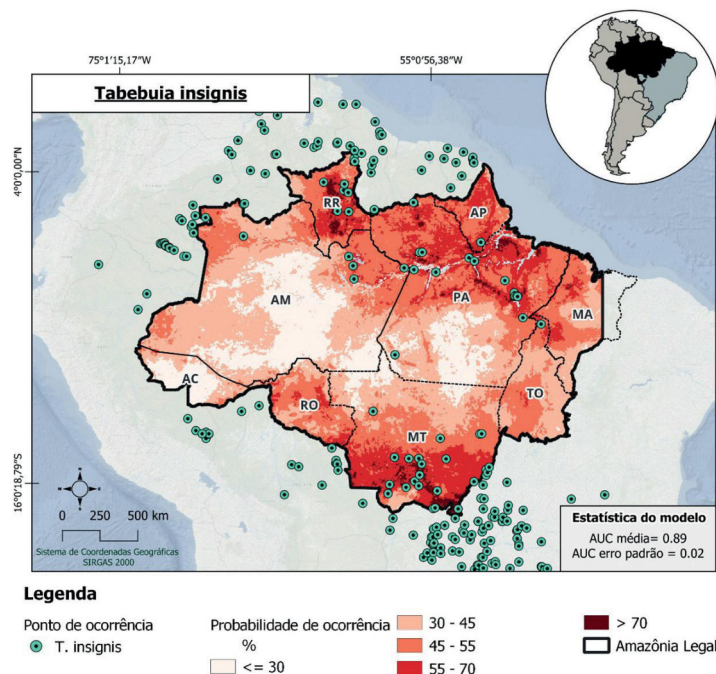


Figura 8. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Tabebuia insignis* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

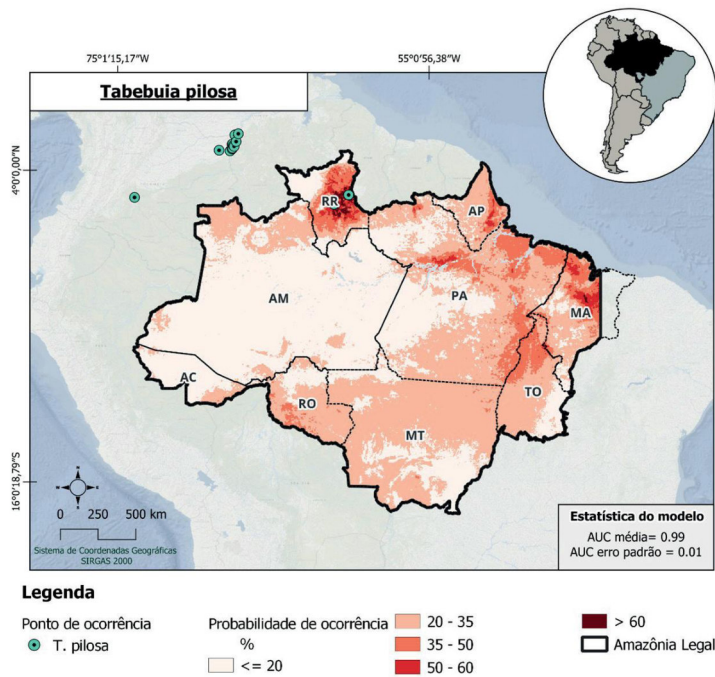
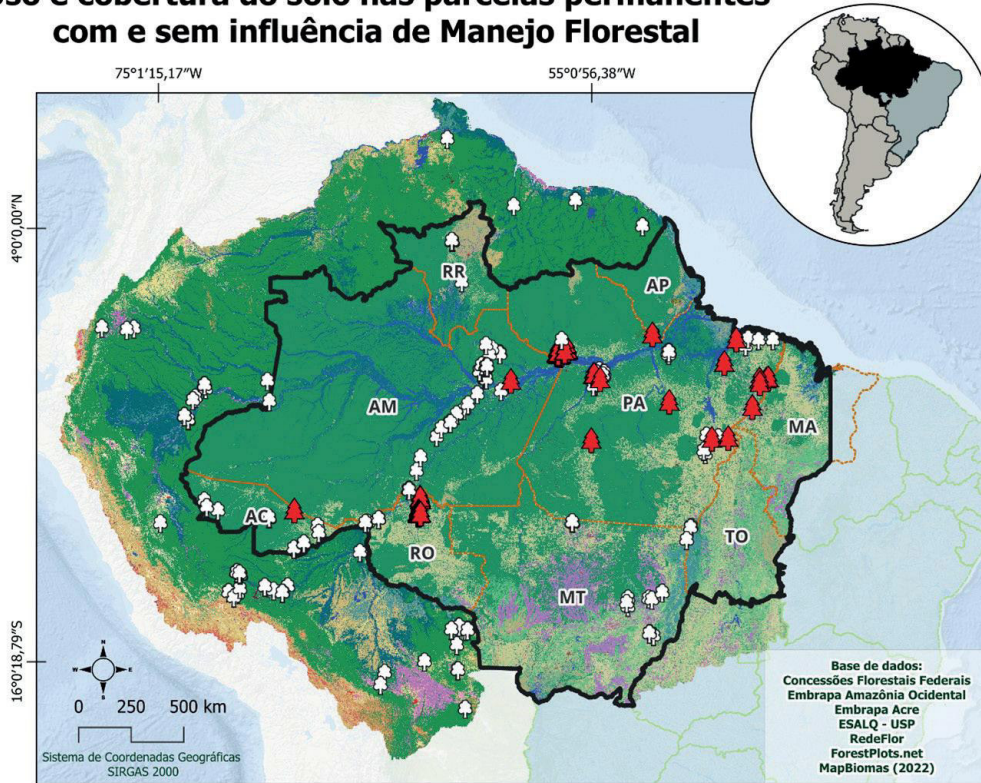


Figura 9. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Tabebuia pilosa* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Miriam Kaehler. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

APÊNDICE C

Uso e cobertura do solo nas parcelas permanentes com e sem influência de Manejo Florestal



Legenda			
	Espécies CITES sem influência de Manejo Florestal		Uso e cobertura do solo (2022)
	Espécies CITES com influência de Manejo Florestal		Formação Florestal
	Amazônia Legal		Formação Savânica
	UF da Amazônia Legal		Mangue
	Brasil		Floresta Alagável
	América do Sul		Silvicultura
			Campo Alagado
			Formação Campestre
			Outras Formações
			Pastagem
			Agricultura
			Mosaico de Usos
			Praia, Duna e Areal
			Área Urbanizada
			Afloramento Rochoso
			Mineração
			Rio, Lago e Oceano

Figura 1. Localização das parcelas permanentes distribuídas por regiões fitoecológicas, sem (em branco) e com histórico de manejo florestal (em vermelho) na Pan-Amazônia.

