

PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL
(Non-Detriment Findings, NDF) de
DIPTERYX 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
DIPTERYX 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

Livia 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 Povoas 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 *Dipteryx* spp. no Brasil

Coordenação do Projeto:

Allan Valezi Jordani – Autoridade Científica Cites Ibama para a Flora

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 *Dipteryx* 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

I59p Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
Parecer de extração não-prejudicial (Non-detriment Findings, NDF) de
Dipteryx spp. no Brasil. – Brasília, DF : Ibama, 2026.
247 p. : il. color.

ISBN 978-65-5799-075-9

1. Comércio internacional. 2. Exploração florestal. 3. Conservação de espécie.
4. Manejo sustentável. I. Título.

CDU 502:339.5

Ibama
Biblioteca Nacional do Meio Ambiente

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 Cumaru (<i>Dipteryx</i> spp.) na Amazônia....	18
2.2. Avaliação e Conservação do Gênero <i>Dipteryx</i>	20
2.3. Certificação Florestal e seus Limites para Espécies Valiosas	21
2.4. Novos Critérios para o Manejo de Espécies Comerciais	22
3. ESTRUTURAÇÃO DO PARECER E FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA.....	23
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
 CAPÍTULO 1	
DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DAS	
ESPÉCIES DE <i>DIPTERYX</i> NO BRASIL: UMA ABORDAGEM PARA O	
MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL	30
RESUMO	31
1. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE	32
1.1. Taxonomia	32
1.2. Dendrologia e anatomia da madeira	33
1.3. Identificação botânica em Plano de Manejo Florestal	
Sustentável – PMFS.....	43
2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	48
2.1. Papel no ecossistema	57
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
 CAPÍTULO 2	
MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO E STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS	
ESPÉCIES DE <i>DIPTERYX</i> NA AMAZÔNIA	68
RESUMO	69
1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TIPO DE HABITAT	70

2. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA	71
3. RISCOS BIOLÓGICOS	75
4. STATUS DE CONSERVAÇÃO	79
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

CAPÍTULO 3

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

PP. NA AMAZÔNIA.....	87
RESUMO	88
CONTEXTO	89
1. ESTRUTURA POPULACIONAL DE <i>DIPTERYX</i> SPP. NA AMAZÔNIA: INVENTÁRIOS FLORESTAIS.....	91
2. MONITORAMENTO POPULACIONAL DE <i>DIPTERYX</i> SPP.: PARCELAS PERMANENTES	94
3. MORTALIDADE E RECRUTAMENTO	98
4. DINÂMICA POPULACIONAL	100
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

CAPÍTULO 4

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

RESUMO	107
CONTEXTO	108
1. NORMAS E CONTROLE DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL NO BRASIL.....	111
1.1. Competências na gestão florestal.....	111
1.2. Normativas Federais.....	113
1.3. Manejo Florestal em Florestas Públicas	119
1.4. Manejo Comunitário – MFC	121
1.5. Manejo Florestal Sustentável nos Estados	122
2. SISTEMAS FEDERAIS E ESTADUAIS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL (SINAFLO, DOF LEGADO, DOF+ RASTREABILIDADE, SISFLORA E SIMLAM)....	125
2.1. Sistemas Federais	126
2.2. Sistemas Estaduais (Mato Grosso e Pará)	130

3. EXPLORAÇÃO DE <i>DIPTERYX</i> SPP. EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA	131
3.1. Avaliação 1 – Exploração Sustentável de <i>Dipteryx</i> spp.: Área sob Manejo e Volume por Espécie.....	132
3.2. Avaliação 2 – Exploração de <i>Dipteryx</i> spp. em PMFS: Árvores por Área de Efetivo Manejo	135
3.3. Avaliação 3 – Exploração de <i>Dipteryx</i> spp. em PMFS: Intensidade de exploração efetiva.....	137
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141

CAPÍTULO 5

PRODUÇÃO, COMÉRCIO E FISCALIZAÇÃO DE PRODUTOS MADEIREIROS...	149
RESUMO.....	150
CONTEXTO	151
1. TENDÊNCIAS GERAIS DE PRODUÇÃO E CONSUMO	153
1.1. Produção	153
1.2. Consumo	155
2. RELEVÂNCIA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO ILEGAL.....	156
3. CARACTERIZAÇÃO DAS INTERCORRÊNCIAS TÉCNICO-LEGAIS EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL.....	160
4. AVALIAÇÃO DO COMÉRCIO LEGAL E ILEGAL, <i>DIPTERYX</i> SPP.....	166
4.1. Riscos de ilegalidade associados às autorizações de extração e superestimativa das espécies.....	168
4.2. Riscos de ilegalidade associados ao inventário e subsequente declaração de corte	171
4.3. Riscos de ilegalidade associados a discrepâncias entre consumo e produção e Distribuição geográfica dos riscos de ilegalidade	173
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	176
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177

CAPÍTULO 6

CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DE <i>DIPTERYX</i> SPP. NA AMAZÔNIA BRASILEIRA	184
RESUMO.....	185
CONTEXTO	186
1. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RIGOR DAS ATUAIS MEDIDAS APLICÁVEIS AOS PLANOS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL – PMFS NO BRASIL	189

2. CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO EM NÍVEL DE ESPÉCIE	191
2.1. Efeito do manejo e recomendações de tratamentos silviculturais para <i>Dipteryx</i> spp.	201
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	203
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
 CAPÍTULO 7	212
PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	212
RESUMO.....	213
CONTEXTO	214
1. DA EVIDÊNCIA À DECISÃO: AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DAS ESPÉCIES	215
2. CRITÉRIOS GERAIS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL	220
3. ANÁLISES POR ESPÉCIE	225
4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	231
4.1. Estudos Técnico-Científicos	233
4.2. Recomendações de critérios no Processo Autorizativo	234
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	239
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	240
 APÊNDICE A.....	245
APÊNDICE B	250
APÊNDICE C	253



AGRADECIMENTOS

O Parecer de Extração Não Prejudicial de *Dipteryx* 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. O Grupo de Trabalho 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 Martinelli (JBRJ), Sra. Suelma Silva (ICMBio), Sr. Dárlison de Andrade (SFB), Sra. Flavia Costa (INPA), Sr. Jochen Schöngart (INPA), Sra. Maristerra R. 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 Doutor 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 direcionamento de análises de dados de parcelas permanentes.

Também agradecemos aos analistas ambientais do Ibama, Gustavo Bediaga de Oliveira, Lisarbson Messias e Silva, Fabrício Alves Rodrigues e Wanderley Ribeiro de Souza Júnior, pela ajuda

na extração, sanitização, refinamento e avaliação de dados dos sistemas de controle do Ibama, 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 a 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*”, que ocorreu 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*” 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 através do Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime – UNODC, por meio do Projeto ECOS - Cooperação Regional para Enfrentar Crimes Ambientais, e 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 CUMARU (*DIPTERYX* 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. A inclusão das espécies do gênero *Dipteryx* no Anexo II da Cites foi proposta pela Colômbia, Panamá e União Europeia durante a 19ª Conferência das Partes – CoP19, realizada em novembro de 2022 na Cidade do Panamá, refletindo uma precaução com o histórico de exploração madeireira intensa e redução populacional severa. Este gênero possui nome vernacular cumaru ou shihuahuaco, com ocorrência nos biomas Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica no território brasileiro, sendo amplamente explorado para fornecer produtos de madeira e de sementes para o mercado nacional e internacional. Para garantir que a exploração florestal não ocasione o declínio e extinção dessas espécies, o gênero *Dipteryx* foi oficialmente incluído no Anexo II da Cites sob anotação #17 (tora, madeira serrada, compensados, laminados e madeira transformada). Além do mais, a crescente pressão comercial associada à perda de habitat, levou à classificação de três espécies como ameaçadas de extinção em nível nacional, e uma em nível global. Com a inclusão do gênero no Anexo II da Cites, estabeleceu-se 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, 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

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 Nº 701, de 15 de abril de 2024

riscos e assegurar que a exploração e o comércio de cumaru sejam ecologicamente sustentáveis, garantindo a conservação das populações e a manutenção de suas funções ecossistêmicas.

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

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 das espécies 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 movimenta 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 diferen-

tes 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 madeiras, 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 do gênero *Dipteryx* 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 madeiras/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 de *Dipteryx*.

2. HISTÓRICO

2.1. A Exploração Madeireira e o Cumaru (*Dipteryx* spp.) na Amazônia

O gênero é valorizado por sua madeira nobre e por suas sementes, que são conhecidas como fava tonka, sendo procuradas internacionalmente para uso nas indústrias de fragrâncias, tabaco e alimentos (Bovell-Benjamin e Roberts, 2016). Em vários países onde ocorre sua distribuição, as espécies de *Dipteryx* também são importantes localmente para alimentação, medicina tradicional, produção de carvão, óleo e como árvores de sombra em sistemas agroflorestais de cacau. Essas espécies costumam ser comercializadas indistintamente para fins madeireiros devido à incerteza taxonômica e à dificuldade em distinguir as espécies umas das outras com base nas características morfoanatômicas do lenho. A madeira é comercializada sob diversos nomes comuns, incluindo cumaru, shihuahuaco, charapilla, almendro e almendrillo (ITTO, 2021). Geralmente é utilizada para pisos e decks (Putzel et al., 2008; Putzel et al., 2011).

A exploração florestal de cumaru na Amazônia começou de forma mais sistemática a partir da segunda metade do século XX, acompanhando a expansão da fronteira madeireira e o aumento da demanda internacional por madeiras tropicais de alta densidade e durabilidade. Até meados do século XX, o cumaru era explorado de forma pontual e artesanal, geralmente por comunidades locais e seringueiros, para uso doméstico e construção rústica. A madeira era apreciada por ser muito dura e resistente a pragas, mas de difícil corte e processamento, o que limitava seu uso comercial antes da chegada de serrarias mecanizadas. Com a abertura de rodovias e o incentivo à ocupação da Amazônia, a exploração florestal intensificou-se.

Nessa época, o cumaru passou a ser incluído entre as espécies de alto valor comercial devido à sua madeira densa e de grande durabilidade natural, ideal para pisos, pontes e mobiliário de luxo. A partir dos anos 1990, o cumaru consolidou-se como uma das madeiras tropicais mais valorizadas da Amazônia, ao lado de ipê (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.) e jatobá (*Hymenaea courbaril*). Estudos recentes indicam que a exploração madeireira na Amazônia está concentrada em cerca de 2% das espécies, dentre as quais a cumaru aparece na lista. A nomenclatura comercial “Brazilian teak” passou a ser usada no mercado internacional, especialmente nos EUA e Europa, onde se buscava uma alternativa ao teak asiático (*Tectona grandis*), fortalecendo a aceitação do cumaru no mercado internacional. De acordo com os relatórios de mercado da ITTO, o deck de cumaru tem um valor de mercado de USD 1204-1237/m³ nos EUA e USD 1093-1119/m³ na Ásia, tornando-se uma das madeiras mais caras do mercado global (ITTO, 2021).

Embora as principais rotas comerciais para essa commodity permaneçam incertas, sem dados comparáveis de exportação ou importação disponíveis, grandes volumes de madeira de *Dipteryx* foram exportados do Brasil (Fritz et al., 2020; Panjiva, 2021a), Bolívia, Colômbia e Peru (Global Witness, 2019) e, em menor escala, da Guiana, Panamá e Nicarágua. A Europa, os EUA e a República Popular da China (doravante China) foram identificados como grandes importadores de madeira de *Dipteryx* (Panjiva, 2021a; Putzel et al., 2008, 2011). Assim, essas espécies estão ameaçadas pela exploração madeireira direcionada (Requena Suarez 2017a; 2017b; Garcia-Davila et al. 2020) e, em algumas regiões, também pela colheita ilegal.

Além do mais, as espécies de *Dipteryx* enfrentam desmatamento e degradação de habitat em toda a sua área de distribuição global, e a exploração madeireira aumenta significativamente a pressão sobre as populações naturais. O comércio de sementes coletadas de populações naturais também pode resultar em regeneração reduzida nas populações de *Dipteryx* spp. Não existem dados populacionais para nenhuma espécie de *Dipteryx* em toda a sua área de distribuição, no entanto, embora haja pouca informação sobre o número atual de indivíduos maduros, o crescimento dessas espécies é muito lento e elas geralmente ocorrem em baixas densidades (Vinson et al., 2015). Essas ameaças atuam sinergicamente com o crescimento lento intrínseco do gênero e o longo tempo necessário para atingir o tamanho reprodutivo, causando declínios populacionais.

O mercado de madeira e sementes de *Dipteryx* é nacional e internacional, mas o mercado internacional de madeira, em particular, tem apresentado expansão, em parte devido à crescente escassez e à proteção concedida a outras madeiras nobres da Amazônia, como *Swietenia macrophylla* e *Cedrela odorata*, que impulsionam a diversificação do mercado (Putzel et al., 2011). Apesar de terem sido identificadas

ilegalidades substanciais nas indústrias madeireiras em alguns dos países de ocorrência de *Dipteryx* (Governo da Nicarágua, 2006; Schaaps e Canby, 2018; Global Witness, 2019), a madeira de cumaru é uma das mais caras do comércio global. Dessa forma, a regulamentação do comércio é necessária para reduzir a pressão cada vez mais prejudicial da exploração madeireira sobre a sobrevivência do cumaru na natureza. Garantir a sustentabilidade do comércio é fundamental não apenas para a sobrevivência do próprio gênero, mas também para manter o importante papel ecológico de suas espécies nos seus habitats naturais.

2.2. Avaliação e Conservação do Gênero *Dipteryx*

A crescente pressão sobre as espécies de cumaru levou à avaliação e inclusão de alguns de seus táxons na Lista Nacional e Global de Flora Ameaçada de Extinção, em especial aquelas com ocorrência na Amazônia. Em razão de ameaças relacionadas à perda e fragmentação severa dos habitats naturais, além da pressão pela exploração madeireira e não madeireira, as espécies *Dipteryx ferrea* e *D. odorata* foram classificadas na categoria "Vulnerável - VU", e *D. micrantha* como "Em Perigo - EN", avaliação do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro - JBRJ que fundamenta as Portarias da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção no Brasil, do MMA, implicando em restrições legais à sua exploração em populações naturais, com exceção de produtos oriundos de plantios licenciados (Brasil, 2014).

Entre 1998 e 2024, a União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN avaliou algumas espécies de *Dipteryx* comumente comercializadas sob o nome genérico "cumaru" para inclusão na Lista Vermelha Global de Espécies Ameaçadas. A análise indicou que duas espécies apresentam tendência populacional decrescente (*Dipteryx odorata* e *D. micrantha*), acompanhada pela redução no número de indivíduos adultos reprodutivos em ambientes naturais. Apesar desses resultados, essas mesmas espécies não possuem dados suficientes para a avaliação de seu status de conservação em nível global. Nenhuma espécie foi classificada como em "Em Perigo - EN", sendo a categorização de maior grau de ameaça de extinção "Vulnerável - VU" para *Dipteryx charapilla*, porém, esse táxon não possui registro de exploração e comércio no Brasil. Outras espécies utilizadas comercialmente foram enquadradas nas categorias "Quase Ameaçada - NT", "Menos Preocupante - LC", "Dados Insuficientes - DD" ou até mesmo não possuem avaliação, conforme critérios da IUCN.

Em novembro de 2022, o 19º Encontro da Conferência das Partes da Cites - CoP19 aprovou a inclusão do gênero *Dipteryx* no Anexo II da Convenção, com início de sua vigência em 25 de novembro de 2024. A partir desta data, a exportação de

madeira das espécies desse gênero 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 do gênero *Dipteryx* 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	Gênero <i>Dipteryx</i>
Anexo da Cites	Anexo II
Entrada em vigor	25 de novembro de 2024
Implicação	O comércio internacional passou a exigir: • Parecer de Extração Não Prejudicial – NDF • Licença Cites
Anotação aplicada	Anotação #17
Abrangência da Anotação #17	Aplica-se aos seguintes produtos de madeira: • Toras • Madeira serrada • Laminados (folheados) • Compensados • Madeira transformada
Definição de madeira transformada	Conforme NCM 44.09 / SH 44.09: • 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	• Autoridade Administrativa: Ibama • Autoridades Científicas: Ibama, ICMBio, JBRJ

2.3. 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. 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.

2.4. 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. Mesmo com a aplicação de técnicas de exploração de impacto reduzido (Reduced Impact Logging em inglês, RIL), as alterações na incidência de luz não são suficientes para manter as maiores taxas de recrutamento observadas durante o primeiro ano após o corte (Schwartz et al., 2012). *Dipteryx odorata* apresenta baixa densidade de regeneração pós-exploração (Schwartz et al., 2012), apesar do aumento na taxa de recrutamento no primeiro ano após a colheita, o RIL não afeta sua densidade (Herrero-Jáuregui et al., 2011; Schwartz et al., 2012).

Avaliações feitas no manejo florestal de *Dipteryx odorata*, a espécie mais explorada comercialmente na Amazônia sob o nome de cumaru, evidenciaram alguns aspectos que podem impactar negativamente a viabilidade de exploração futura da população (Herrero-Jáuregui et al., 2012). A espécie exibe uma distribuição em forma de "J-invertido" em toda a sua área de ocorrência, com poucas árvores adultas nas classes de tamanho grande e um número maior de juvenis (Requena Suarez, 2017a). As condições iniciais pós-exploração favoreceram o recrutamento de plântulas residuais em áreas recentemente desmatadas (Putzel et al., 2011). No entanto, os autores observaram que o restabelecimento a longo prazo de árvores maduras de *Dipteryx* spp. após a exploração madeireira não era garantido e que, com o tempo, a exploração do cumaru provavelmente "reduziria ou eliminaria a produção e a regeneração futura" (Putzel et al., 2011). Como observado em outras espécies arbóreas emergentes (Carneiro et al., 2011), a falta de árvores de grande porte pode impactar a polinização (Herrero-Jáuregui et al., 2012), a dispersão de

sementes (Jansen e Zuidema, 2001), a diversidade genética (Jennings et al., 2001) e a capacidade reprodutiva.

Embora técnicas de exploração de impacto reduzido possam ser aplicadas para mitigar danos imediatos à estrutura florestal, elas não são suficientes para garantir a regeneração de longo prazo de espécies arbóreas valiosas e de crescimento lento e com maturação tardia, como o cumaru (*Dipteryx* spp.). Estas espécies levam em média de 46 a 177 anos para atingir 30 cm de diâmetro (Clark e Clark, 2001). A sustentabilidade da exploração madeireira depende da adoção de práticas silviculturais adaptativas e intensificadas, ajustadas às características ecológicas das espécies-alvo (Sist & Brown, 2004). Dessa forma, as estratégias de manejo têm que ser adaptadas às características ecológicas e genéticas das espécies com o intuito de tornar a exploração florestal mais eficaz a longo prazo.

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 *Dipteryx* spp. na Amazônia.

Capítulo	Assunto	Objetivo
1	Desafios e estratégias na identificação taxonômica das espécies de <i>Dipteryx</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>Dipteryx</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>Dipteryx</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.
4	Legislação e Sistemas de Controle Florestal: Exploração Sustentável de <i>Dipteryx</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	Crítérios de Manejo Florestal Sustentável de <i>Dipteryx</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>Dipteryx</i> spp., com base na manutenção da ecossistêmica da espécie no habitat.

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.

O gênero *Dipteryx* apresenta ampla distribuição de 14 espécies na América Central e na América do Sul (Royal Botanic Garden, Kew, 2024), sendo 11 espécies com ocorrência no Brasil (Ducke, 1948), distribuídas na Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (CNCFlora, 2025). 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 ên-

fase 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 *Dipteryx*, a elaboração de um Parecer de Extração Não Prejudicial - NDF demanda um esforço técnico-científico que transcenda abordagens generalistas. O declínio populacional e a fragmentação devido à exploração madeireira intensiva contínua, bem como a vulnerabilidade biológica à sobre-exploração devido ao crescimento lento intrínseco e à maturação tardia 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 caracteriza 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 cumaru 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>

Bovell-Benjamin, A. C., & Roberts, J. (2016). Naturally occurring toxicants: presence in selected commonly consumed fruits. In *Regulating safety of traditional and ethnic foods* (pp. 247-282). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800605-4.00013-X>

Carneiro, F. D. S., Lacerda, A. E. B. D., Lemes, M. R., Gribel, R., Kanashiro, M., Wadt, L. H. D. O., & Sebbenn, A. M. (2011). Effects of selective logging on the mating system and pollen dispersal of *Hymenaea courbaril* L.(Leguminosae) in the Eastern Brazilian Amazon as revealed by microsatellite analysis. *Forest Ecology and Management*, 262(9), 1758-1765. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.07.023>

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2025). *Dipteryx ferrea* (Fabaceae). Lista Vermelha da Flora Brasileira: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Clark, D. A., & Clark, D. B. (2001). Getting to the canopy: tree height growth in a neotropical rain forest. *Ecology*, 82(5), 1460-1472. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[1460:GTTCTH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1460:GTTCTH]2.0.CO;2)

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>

Ducke, A. (1948). As espécies brasileiras do gênero "Coumarouna" Aubl. ou "Dipteryx" Schreb. (Família Leguminosae Papilionatae Dalbergieae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 20 (1), 39-56.

Fritz, A., Novello, B.Q., Assis, G. De, Domingues, F., Franca, C. & Tamaio, N. 2020. Endangered species account for 10% of Brazil's documented timber trade. *Journal for Nature Conservation*, 55, 125821. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125821>

Garcia-Davila, C., Gomero, D. A., Renno, J. F., Soria, R. D., Pizango, G. H., Llampazo, G. F., and Tysklind, N. 2020. Molecular evidence for three genetic species of *Dipteryx*

in the Peruvian Amazon. *Genetica*, 148(1): 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10709-019-00082-2>.

Global Witness 2019. The Forest Avengers. 24 pp. Available at: <https://www.globalwitness.org/en/campaigns/forests/forest-avengers/>.

Government of Nicaragua 2006. Resolución No. 29/06 – Incluye especie *Dipteryx panamensis* en el listado de Vedas Nacionales Indefinidas. La Gaceta No. 141: 6243-6244. Nicaragua.

Herrero-Jáuregui, C., Sist, P., Vinson, C., Martins-da-Silva, R. C., & Kanashiro, M. (2011). Impacto da exploração na dinâmica de regeneração de duas espécies de uso múltiplo: cumaru (*dipteryx odorata* (aubl.) willd.) e copaíba (*copaifera reticulata*). *Floresta em Pé*, 95.

Herrero-Jáuregui, C., Sist, P., & Casado, M. A. (2012). Population structure of two low-density neotropical tree species under different management systems. *Forest ecology and management*, 280, 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.06.006>

ITTO 2021. Cumaru (*Dipteryx* spp). Available at: <http://www.tropicaltimber.info/specie/cumaru-dipteryx-spp/#lower-content>

Jansen, P.A. and Zuidema, P.A. 2001. Logging, seed dispersal by vertebrates, and natural regeneration of tropical timber trees. In: Fimbel, R., Grajal, A. and Robinson, J.G. (Eds.). The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests. Columbia University Press, New York, pp. 35–59.

Jennings, S. B., Brown, N. D., Boshier, D. H., Whitmore, T. C., & do CA Lopes, J. (2001). Ecology provides a pragmatic solution to the maintenance of genetic diversity in sustainably managed tropical rain forests. *Forest ecology and management*, 154(1-2), 1-10. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00637-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00637-X)

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>

Panjiva 2021a. Panjiva Supply Chain Intelligence. Brazil exports April 2018-2021. Available at: www.panjiva.com

Putzel, L., Padoch, C., & Pinedo-Vasquez, M. (2008). The Chinese timber trade and the logging of Peruvian Amazonia. *Conservation Biology*, 22(6), 1659-1661. <https://www.jstor.org/stable/20183580>

Putzel, L., Peters, C. M., & Romo, M. (2011). Post-logging regeneration and recruitment of shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) in Peruvian Amazonia: Implications for management. *Forest ecology and management*, 261(6), 1099-1105. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.036>

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>

Requena Suarez, D.K. 2017. *Dipteryx odorata*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T62024955A62024965. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T62024955A62024965.en>

Requena Suarez, D.K. 2017. *Dipteryx micrantha*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T110474723A110474851. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T110474723A110474851.en>

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

Schwartz, G., Peña-Claros, M., Lopes, J. C., Mohren, G. M., & Kanashiro, M. (2012). Mid-term effects of reduced-impact logging on the regeneration of seven tree commercial species in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 274, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.02.028>

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

Sist, P., & Brown, N. (2004). Silvicultural intensification for tropical forest conservation: a response to Fredericksen and Putz. *Biodiversity & Conservation*, 13(12), 2381-2385.

Vinson, C.C., Kanashiro, M., Sebbenn, A.M., Williams, T.C.R., 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(2): 130-139. <https://doi.org/10.1038/hdy.2013.146>

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 *DIPTERYX* NO
BRASIL: UMA ABORDAGEM PARA O MANEJO
FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Yanka Alves¹, Elisa Souza², Alexandre Gontijo², Maristerra R. Lemes³, Izabela Aleixo⁴, Catarina S. Carvalho³, Manolo Quintilhan¹, Suelma Ribeiro Silva⁵, Allan Jordani^{1,6}, e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024⁷

RESUMO

Neste capítulo será abordada a complexidade da identificação e conservação das espécies do gênero *Dipteryx* manejadas no Brasil. Há uma grande dificuldade na identificação em nível de espécie devido à variação intraespecífica e em decorrência das semelhanças que podem ocorrer entre as espécies do mesmo gênero. Os táxons de *Dipteryx* frequentemente são comercializadas sob nomes comuns como cumaru, ou são agrupadas incorretamente, como ocorre com a identificação predominante de todas as espécies como *Dipteryx odorata* devido ao seu alto valor econômico. A ausência de uma revisão taxonômica recente dificulta a diferenciação entre as espécies de *Dipteryx*, bem como os desdobramentos para a tomada de decisão em relação a exploração florestal do gênero. Em resposta às necessidades de identificação mais precisa, uma revisão sistemática do gênero *Dipteryx* está em desenvolvimento, e o uso de marcadores genéticos como SNPs e marcadores de cloroplasto tem mostrado alta eficácia na diferenciação das espécies e na identificação da origem da madeira. A capacitação de profissionais e a elaboração de guias de campo para identificações mais eficazes também são necessárias. Além disso, a legislação referente ao manejo florestal pode ser aprimorada para incluir normas específicas que avaliem a qualidade da identificação botânica nos inventários florestais. Essas abordagens e tecnologias emergentes são essenciais para

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

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

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

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

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

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

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

superar as limitações atuais e garantir um manejo florestal mais sustentável e cientificamente embasado.

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

1. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE

1.1. Taxonomia

A Tabela 1 apresenta a classificação taxonômica do gênero *Dipteryx*, com a distribuição de seus principais níveis hierárquicos.

Tabela 1. Classificação taxonômica do gênero *Dipteryx*.

Reino	Filo	Classe	Ordem	Família
Plantae	Streptophyta	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae

Nome do Táxon: *Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f.

Nomes comuns: cumaru, cumaru-verdadeiro, cumaruzeiro (português), cumaru, mocairai, huitoto, sarrapia, shihuahuaco (espanhol), tonka (inglês)

Sinônimos relevantes: *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., *Coumarouna odorata* Aubl., *Baryosma tongo* Gaertn, *Heinzia peregrina* J.F.Gmel.

Nome do Táxon: *Dipteryx punctata* (S.F.Blake) Amshoff

Nome comum: Cumaru, cumaru-de-cheiro, cumaru-amarelo, cumarurana (português), sarrapia real, yape (espanhol)

Sinônimos relevantes: *Coumarouna punctata* S.F.Blake

Nome do Táxon: *Dipteryx polyphylla* Huber

Nome comum: Cumaru, cumarurana (português)

Sinônimos relevantes: *Coumarouna polyphylla* (Huber) Ducke

Nome do Táxon: *Dipteryx magnifica* (Ducke) Ducke

Nome comum: Cumaru rosa, cumarurana-verdadeira (português)

Sinônimo relevante: *Coumarouna magnifica* Ducke

Nome do Táxon: *Dipteryx micrantha* Harms

Nomes comuns: Cumaru-ferro, cumarurana, cumaru-de-cheiro (português), cumaru, charapilla, cumaru ferro, kumarut, shihuahuaco (espanhol), brazilian teak (inglês)

Sinônimo relevante: *Coumarouna micrantha* (Harms) Ducke

Nome do Táxon: *Dipteryx ferrea* (Ducke) Ducke

Nome comum: Cumaru-ferro (português), shihuahuaco (espanhol)

Sinônimo relevante: *Coumarouna ferrea* Ducke

Nome do Táxon: *Dipteryx charapilla* (J.F.Macbr.) Ducke

Nome comum: Charapilla (espanhol)

Sinônimo relevante: *Coumarouna charapilla* J.F.Macbr.

Nome do Táxon: *Dipteryx rosea* Spruce ex Benth.

Nome comum: Cumaru (português)

Sinônimo relevante: *Coumarouna rosea* (Spruce ex Benth.) Taub.

1.2. Dendrologia e anatomia da madeira

Para a fiscalização e 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, serão apresentadas as principais características organolépticas e anatômicas macroscópicas dessas madeiras, além dos caracteres das árvores que auxiliam na sua correta identificação e diferenciação.

Dipteryx odorata

■ Caracteres dendrológicos

Árvore emergente: tronco com protuberâncias e ritidoma pardo-amarelado escuro. Folhas glabras e coriáceas, raque foliar entre 11 e 30 cm de comprimento; 2 a 6 número de folíolos. Flor: cálice coriáceo; cor do cálice ferrugíneo; pontuações verrucosas ausentes; tamanho do cálice entre 6 e 15 mm de comprimento. Fruto: forma do fruto ovoides oblongo; pericarpo carnoso (Carvalho et al., 2024a) (Figura 1). Frequente em platôs da Amazônia ampla.



Figura 1. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx odorata* com ênfase nas características foliares, florais e do fruto. Fotos cedidas por Domingos Cardoso .

■ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Coradin et al. (2010), *Dipteryx odorata* tem como características gerais da madeira: cerne e alburno distintos pela cor, cerne amarelado ou amarronzado, anéis de crescimento distintos por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, madeira sem brilho nas superfícies longitudinais, cheiro imperceptível, madeira dura ao corte transversal manual, grã entrecruzada ou revessa, textura média, figura de aspecto fibroso, causada pelo contraste entre fibras e parênquima axial ou causada pelo destaque de linhas vasculares (Figura 2).

Vasos: visíveis apenas com lente de 10x, diâmetro pequeno (menores que 100µm), com distribuição difusa, frequência média (de 6 a 30 vasos por 2mm²), predominantemente solitários (mais que 2/3), dispostos em padrão não definido, com seção transversal de formato circular a oval, em parte obstruídos.

Parênquima axial: visível apenas com auxílio de lente de 10x, do tipo paratraqueal aliforme linear de extensão curta ou paratraqueal aliforme losangular.

Raios: visíveis a olho nu na superfície transversal e visíveis apenas com lente de 10x na superfície tangencial, pouco contrastados na superfície radial, finos (menores que 100µm de largura), baixos (menores que 1mm de altura), pouco

frequentes (de 5 a 10 raios por mm). Estratificação regular observada na superfície tangencial.

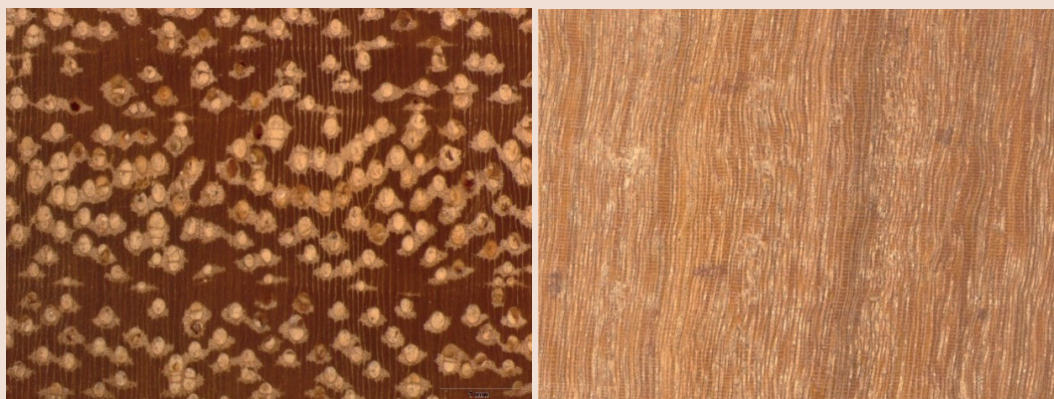


Figura 2. *Dipteryx odorata*. Seção transversal e seção longitudinal tangencial, respectivamente. Fonte: Coradin et al. (2010).

Dipteryx punctata

■ Caracteres dendrológicos

Árvore de dossel: folhas semelhantes às de *D. odorata*, porém, menores e com venação distinta. À lupa, observa-se a presença de pelos claros, curtos e estrelados nas alas da ráquis. Folha: raque foliar entre 9 e 15 cm de comprimento; 2 a 6 número de folíolos (Figura 3). Flor: cálice coriáceo; cor do cálice rósea purpúrea; pontuações verrucosas ausentes; tamanho do cálice entre 6 e 15 mm de comprimento. Fruto: forma do fruto ovoide oblongo; pericarpo carnoso (Carvalho et al., 2024b). Ocasional, encontrada em baixios da Amazônia ampla.



Figura 3. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx punctata* com ênfase nas características foliares. Fotos cedidas por Catarina S. Carvalho.

■ Caracteres anatômicos da madeira

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

Dipteryx polyphylla

■ Caracteres dendrológicos

Folha: raque foliar entre 19 e 35 cm de comprimento; 10 a 17 número de folíolos. Flor: cálice membranáceo; cor do cálice rosado; pontuações verrucosas presentes; tamanho do cálice entre 15 e 20 mm de comprimento (Figura 4). Fruto: forma do fruto ovoide; pericarpo carnoso (Carvalho et al., 2024c).

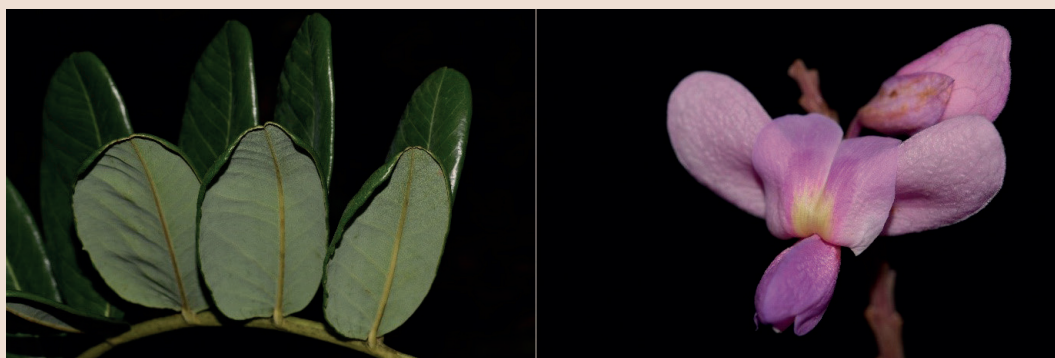


Figura 4. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx polyphylla* com ênfase nas características foliares e florais. Fotos cedidas por Domingos Cardoso.

■ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Coradin et al. (2010), *Dipteryx polyphylla* tem como características gerais da madeira: cerne e alborno distintos pela cor, cerne amarronzado, anéis de crescimento distintos por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, madeira sem brilho nas superfícies longitudinais, cheiro imperceptível, madeira dura ao corte transversal manual, grã entrecruzada ou reversa, textura média, figura de aspecto fibroso, causada pelo contraste entre fibras e parênquima axial ou causada pelo destaque de linhas vasculares (Figura 5).

Vasos: visíveis apenas com lente de 10x, diâmetro médio (de 100µm a 200µm), com distribuição difusa, frequência média (de 6 a 30 vasos por 2mm²), predominantemente solitários (mais que 2/3), dispostos em padrão não definido, com seção transversal de formato circular a oval, em parte obstruídos.

Parênquima axial: visível apenas com auxílio de lente de 10x, do tipo paratraqueal aliforme linear de extensão curta ou paratraqueal aliforme losangular.

Raios: visíveis a olho nu na superfície transversal e visíveis apenas com lente de 10x na superfície tangencial, pouco contrastados na superfície radial, finos (menores que 100µm de largura), baixos (menores que 1mm de altura), pouco frequentes (de 5 a 10 raios por mm). Estratificação regular observada na superfície tangencial.

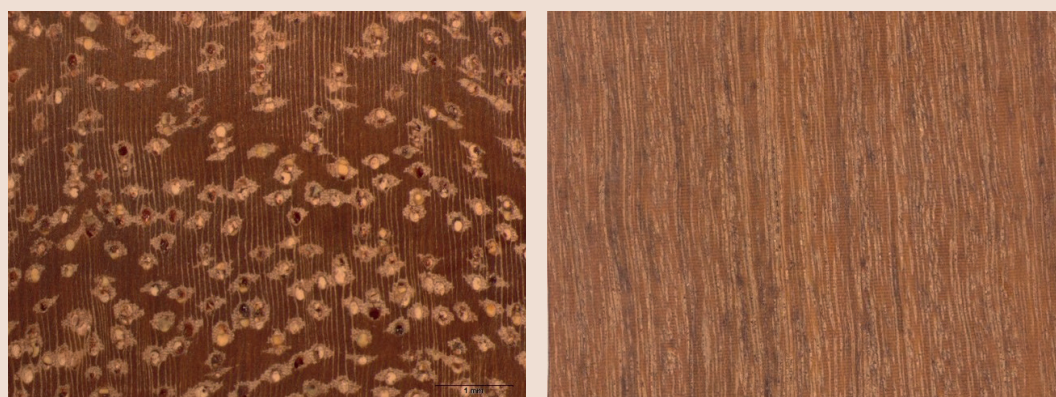


Figura 5. *Dipteryx polyphylla*. Seção transversal e seção longitudinal tangencial, respectivamente. Fonte: Coradin et al. (2010).

Dipteryx magnifica

■ **Caracteres dendrológicos**

Árvore de dossel: exsudação vermelha e escassa. Folhas glabras com folíolos mais alongados e geralmente mais numerosos em comparação com outras espécies do grupo. Folha: raque foliar entre 11 e 30 cm de comprimento; 8 a 14 número de folíolos. Flor: cálices membranáceos; cor do cálice rosado; pontuações verrucosas presentes; tamanho do cálice entre 20 e 25 mm de comprimento (Figura 6). Fruto: forma do fruto ovoide oblongo; pericarpo carnoso (Carvalho et al., 2024d). Ocasional, encontrada em platôs da Amazônia central.



Figura 6. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx magnifica* com ênfase nas características foliares e florais. Fotos cedidas por Catarina S. Carvalho e Domingos Cardoso.

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Coradin et al. (2010), a madeira de *Dipteryx magnifica* apresenta as seguintes características: o cerne e alburno distintos pela cor, o cerne avermelhado, anéis de crescimento distintos por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, madeira sem brilho nas superfícies longitudinais, cheiro imperceptível, madeira dura ao corte transversal manual, grã entrecruzada ou reversa, textura média, figura de aspecto fibroso, causada pelo contraste entre fibras e parênquima axial ou causada pelo destaque de linhas vasculares (Figura 7).

Vasos: visíveis apenas com lente de 10x, diâmetro pequeno (menores que 100µm), distribuição difusa, frequência média (de 6 a 30 vasos por 2mm²), predominantemente solitários (mais que 2/3), dispostos em padrão não definido, com seção transversal de formato circular a oval, em parte obstruídos.

Parênquima axial: do tipo paratraqueal aliforme linear de extensão curta ou paratraqueal aliforme losangular.

Raios: visíveis a olho nu na superfície transversal e visíveis apenas com lente de 10x na superfície tangencial, pouco contrastados na superfície radial, finos (menores

que 100µm de largura), baixos (menores que 1mm de altura), pouco frequentes (de 5 a 10 raios por mm). Estratificação regular observada na superfície tangencial.



Figura 7. *Dipteryx magnifica*. Seção transversal da madeira. Fonte: Coradin et al. (2010).

Dipteryx micrantha

■ Caracteres dendrológicos

Folha: raque foliar entre 10 e 20 cm de comprimento; 5 a 10 número de folíolos. Flor: cálice membranáceo; cor do cálice rosado; pontuações verrucosas presentes; tamanho do cálice entre 6 e 15 mm de comprimento (Figura 8). Fruto: forma do fruto ovoide oblongo; pericarpo carnoso (Carvalho et al., 2024e).



Figura 8. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx micrantha* com ênfase nas características foliares e florais. Fotos cedidas por Catarina S. Carvalho e Eurídice Honório, respectivamente.

■ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com SERFOR & ITP (2022), a madeira de *Dipteryx micrantha* apresenta as seguintes características: alburno de coloração esbranquiçada e cerne marrom avermelhado, odor e sabor imperceptíveis, brilho médio, figuras de arcos sobrepostos causadas pelos anéis de crescimento.

Vasos: visíveis com lupa de 10x, porosidade difusa, solitários de formato redondo e múltiplos radiais com 2 a 3 vasos. Presença de sílica, visíveis na forma de pontos brancos na secção longitudinal.

Parênquima axial: visível a olho nu, aliforme e aliforme confluyente.

Raios: visíveis com lupa de 10x em ambas as superfícies, finos e numerosos na face transversal e estratificados na face tangencial.

Dipteryx ferrea

■ Caracteres dendrológicos

Folha: raque foliar entre 11 e 30 cm de comprimento; 5 a 10 número de folíolos. Flor: cálices membranáceos; cor do cálice rosado; pontuações verrucosas presentes; tamanho do cálice entre 6 e 15 mm de comprimento (Figura 9). Fruto: forma dos frutos ovoides oblongos; pericarpo carnoso (Carvalho et al., 2024f).

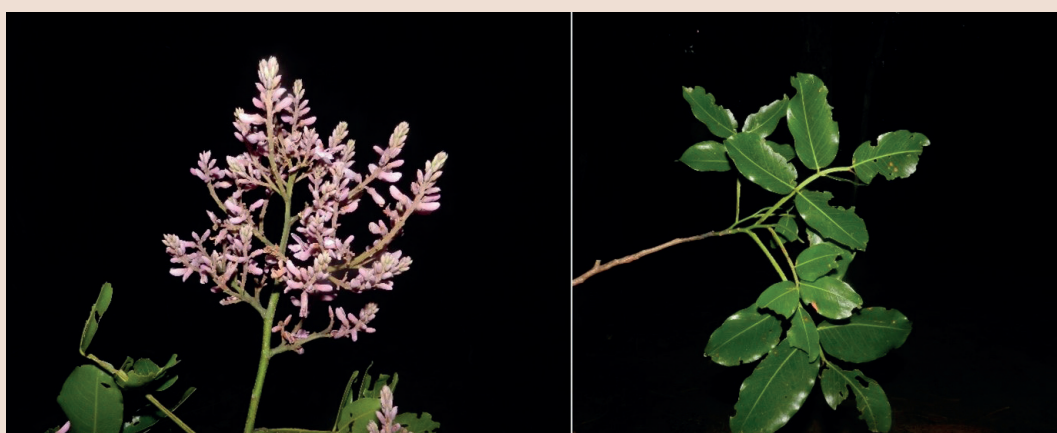


Figura 9. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx ferrea* com ênfase nas características florais e foliares. Fotos cedidas por Catarina S. Carvalho.

▪ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com SERFOR & ITP (2022), a madeira de *Dipteryx ferrea* apresenta as seguintes características: alburno de coloração esbranquiçada e cerne marrom avermelhado, odor e sabor imperceptíveis, brilho médio a alto, figuras de arcos sobrepostos causadas pelos anéis de crescimento.

Vasos: visíveis com lupa de 10x, porosidade difusa, solitários de formato redondo e múltiplos radiais com 2 a 3 vasos. Presença de sílica nos vasos, visíveis na forma de pontos brancos na seção longitudinal.

Parênquima axial: visível a olho nu, predominantemente aliforme confluyente, e aliforme.

Raios: visíveis com lupa de 10x em ambas as superfícies, finos e numerosos na transversal e estratificados na tangencial.

Dipteryx charapilla

▪ Caracteres dendrológicos

Folha: raque foliar entre 10 e 20 cm de comprimento; 5 a 10 número de folíolos. Flor: cálices coriáceos; cor do cálice alvo esverdeado; pontuações verrucosas ausentes; tamanho do cálice entre 20 e 25 mm de comprimento (Figura 10). Fruto: forma do fruto ovoide oblongo; pericarpo carnosos (Carvalho et al., 2024g).



Figura 10. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx charapilla* com ênfase nas características florais e foliares. Fotos cedidas por David Aldana.

■ Caracteres anatômicos da madeira

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

Dipteryx rosea

■ Caracteres dendrológicos

Folha: raque foliar entre 19 e 35 cm de comprimento; 5 a 10 número de folíolos. Flor: cálice coriáceo; cor do cálice alvo esverdeado; pontuações verrucosas ausentes; tamanho do cálice entre 25 e 30 mm de comprimento (Figura 11). Fruto: forma do fruto ovoide oblongo; pericarpo carnoso (Carvalho et al., 2024h).

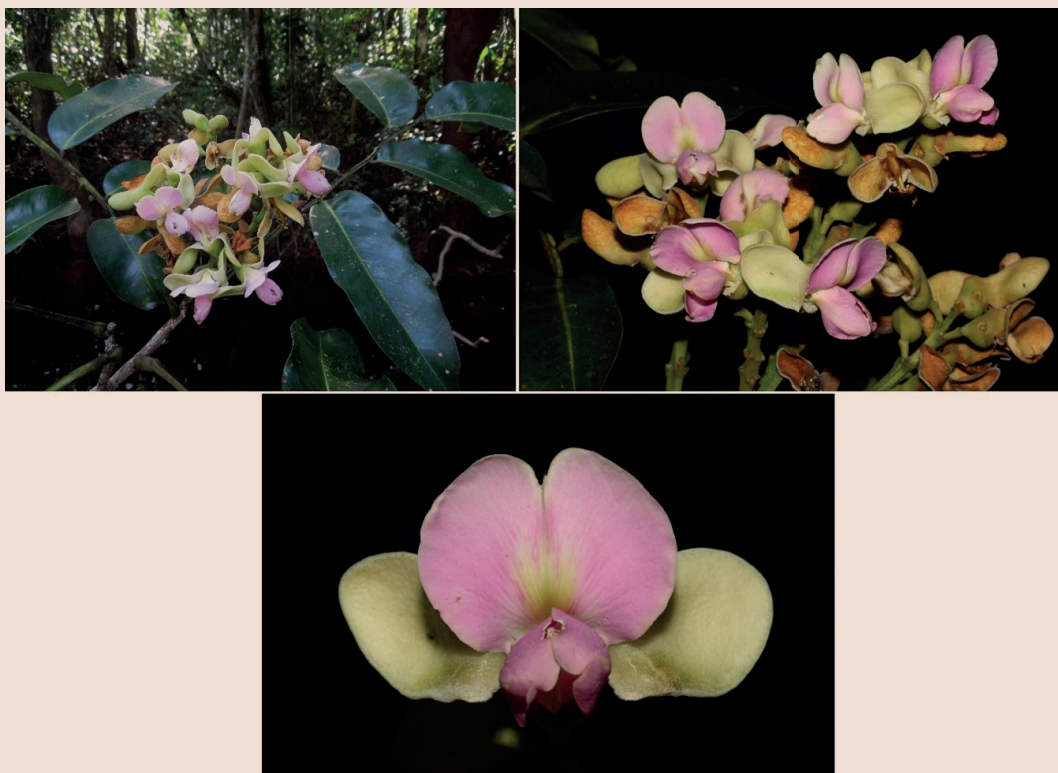


Figura 11. Caracteres dendrológicos da espécie *Dipteryx rosea* com ênfase nas características foliares e florais. Fotos cedidas por Domingos Cardoso.

■ 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 procedimentos técnico-científicos para a identificação de espécies em área sob manejo florestal, a confiabilidade dos inventários florestais ainda enfrenta desafios significativos. Nos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, a identificação botânica frequentemente se baseia no conhecimento empírico de profissionais locais, que utilizam características morfológicas e nomes vernaculares (Procópio & Secco, 2008). Embora esse conhecimento tradicional seja valioso, sua aplicação sem rigor científico pode gerar diversas imprecisões que comprometem a sustentabilidade do manejo florestal. Essas questões podem resultar em vários problemas, incluindo 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). Listas de correspondência entre nomes vernaculares e científicos, frequentemente usadas por empresas e profissionais, podem não seguir critérios científicos rigorosos, levando a imprecisões e à desvalorização de espécies não comerciais (Botosso, 2009).

Estudos sobre a identificação botânica em PMFS no Brasil destacam 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 autuados 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.

Relatos indicam que as espécies do gênero *Dipteryx* e *Tabebuia* foram comercializadas juntas sob a denominação comum de cumaru, sendo que as

espécies de *Tabebuia* são popularmente conhecidas como ipê (Souza et al., 2006). Além disso, há indícios de que todas as espécies de *Dipteryx* são exploradas sob o nome de *D. odorata* tanto pela dificuldade de identificação botânica precisa em campo como pelo alto valor econômico que *D. odorata* possui no mercado nacional e internacional (CNCFlora, 2023). Porém, de Lacerda et al. (2010) indicam que a identificação do cumaru apresentou boa precisão em Planos de Manejo Florestal no Pará, com 87,5% dos indivíduos corretamente identificados como *D. odorata*. No entanto, alguns indivíduos não foram identificados corretamente e três foram classificados como *Prunus myrtifolia*. Logo, evidencia-se que diferenciar as espécies de *Dipteryx* é um desafio dada a falta de uma revisão taxonômica recente (Ducke, 1940, 1948).

Não raras ocasiões foram identificadas autorizações de exploração florestal contendo espécies do gênero em localizações geográficas sem correspondente registro de ocorrência na lista oficial de espécies da flora do Brasil. Cita-se como exemplo *Dipteryx alata*, autorizada em PMFS no estado do Pará, sem ocorrência registrada no território nacional. Tais inconsistências, identificadas na literatura e na base de dados dos processos autorizativos na gestão pública, podem gerar informações equivocadas sobre a distribuição das espécies, subestimar espécies raras e superestimar populações comerciais. Neste sentido, não apenas a correção das discrepâncias pelos órgãos ambientais durante o processo de autorização são necessários para evitar que erros comprometam a confiabilidade das autorizações de exploração florestal vinculadas aos PMFS, mas também é fundamental que os responsáveis técnicos pela execução destes projetos de exploração, ao longo das etapas de inventário, se utilizem de métodos de identificação botânica confiáveis que possam fornecer informações consistentes para subsidiar os registros oficiais de ocorrência de espécies.

■ 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 aprimorada com a criação de coleções obrigatórias de espécies problemáticas, servindo como referência para futuras consultas e padronizando o reconhecimento das espécies. As coletas devem incluir vouchers para validação em herbários e xilotecas. Nesse sentido, duas iniciativas de instituições públicas, que serão apresentadas a seguir, podem servir como subsídios para a gestão de 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); e 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 estrutura e composição química (Wang et al., 2022); 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).

Estudos indicam que a diferenciação das espécies de *Dipteryx* pode ser aprimorada através de três regiões do DNA (Honorio Coronado et al., 2020). Dezesete marcadores informativos foram identificados, com taxas de sucesso na auto atribuição ao nível de espécie variando de 78% a 96%. Os Polimorfismos de Nucleotídeo Único – SNPs e marcadores de cloroplasto são eficazes para diferenciar espécies de *Dipteryx*, enquanto os SNPs mitocondriais são ideais para identificar grupos genéticos de *D. odorata* e *D. ferrea*. Os 32 SNPs selecionados oferecem ferramentas valiosas para a identificação precisa das espécies e do país de origem da madeira de *Dipteryx* (Honorio Coronado et al., 2020). Além disso, uma nova revisão sistemática do gênero *Dipteryx*, baseada em dados morfológicos e moleculares, está em desenvolvimento (Cites, 2022a, b; Carvalho et al., no prelo). Até sua publicação, a Cites recomenda seguir as diretrizes de Carvalho et al. (2020) para evitar interpretações errôneas.

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 produtiva da madeira na emissão e 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 – GT.

O GT 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 incluídas 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

O gênero *Dipteryx* possui espécies de grandes árvores nativas distribuídas pelas Américas Central e do Sul. As árvores possuem crescimento lento, são emergentes no dossel das florestas (Carvalho et al., 2020) e ocorrem em baixas densidades (Vinson et al., 2015). O gênero é valorizado por sua madeira pesada, densa e com alta resistência à umidade e ao ataque de pragas (Putzel et al., 2011), além de suas sementes aromáticas, conhecidas como favas *tonka*, que são utilizadas na indústria de perfumes, tabaco e alimentos (Ducke, 1940).

No Brasil, observou-se uma densidade muito baixa de *D. odorata* em áreas manejadas e em Unidades de Conservação, com 0,15 árvores por hectare para indivíduos adultos com DAP $\geq$ 45 cm em áreas de exploração madeireira de impacto

reduzido (Herrero-Jáuregui et al., 2012) e 0,12 indivíduos por hectare na Flona Nacional do Tapajós (Diaz-Martin et al., 2014). A exploração florestal e a colheita de sementes podem impactar negativamente a reprodução, regeneração e viabilidade de *D. odorata* e *D. micrantha* (Herrero-Jáuregui et al., 2012; Requena Suarez, 2017). A falta de árvores de grande porte também pode afetar a polinização (Vinson, 2009), a dispersão de sementes (Jansen & Zuidema, 2001), a diversidade genética (Jennings et al., 2001) e a capacidade reprodutiva da população. Estima-se que as espécies de *Dipteryx* levam de 250 a 300 anos para atingir o DAP mínimo para corte seletivo (DAP = 50 cm) no Brasil (CNCFlora, 2023).

As espécies de *Dipteryx* são frequentemente classificadas como tardias, pertencentes aos estágios avançados da sucessão florestal. As folhas normalmente têm sinais de fungos e/ou galhas, como na espécie *D. punctata*, que pode ser reconhecida rapidamente pelo padrão de manchas circulares nos folíolos (Ribeiro et al., 1999). A polinização é feita por insetos, principalmente abelhas nativas (entomofilia). As flores são bissexuais. O fruto é tipo drupa, com deiscência tardia após a decomposição do mesocarpo, que contém uma única semente, sensível ao dessecamento. A dispersão é feita principalmente por animais, como morcegos e roedores (zoocoria).

Na Amazônia central, a reprodução ocorre de forma supra-anual, em média a cada 2 a 7 anos, apesar de haver grande variação na frequência reprodutiva entre os indivíduos e entre as espécies. A floração se inicia entre setembro e fevereiro, dependendo da espécie e regime de chuva, e tem duração média de três meses. A frutificação se inicia entre novembro e maio, dependendo da espécie e regime de chuva, e tem duração de quatro a cinco meses. A dispersão dos frutos maduros foi observada a partir de março (para *D. magnifica*) e abril (para *D. odorata*) (Aleixo et al., 2023). As espécies podem ter comportamento decíduo ou semi-decíduo (copa parcialmente desfolhada) durante 1 a 2 meses, na estação seca. Entretanto, essa estratégia foliar não é observada regularmente. A produção de folhas novas acontece, principalmente, no final da estação seca e se estende até os primeiros meses da estação chuvosa, com duração de três a quatro meses (Figura 12).

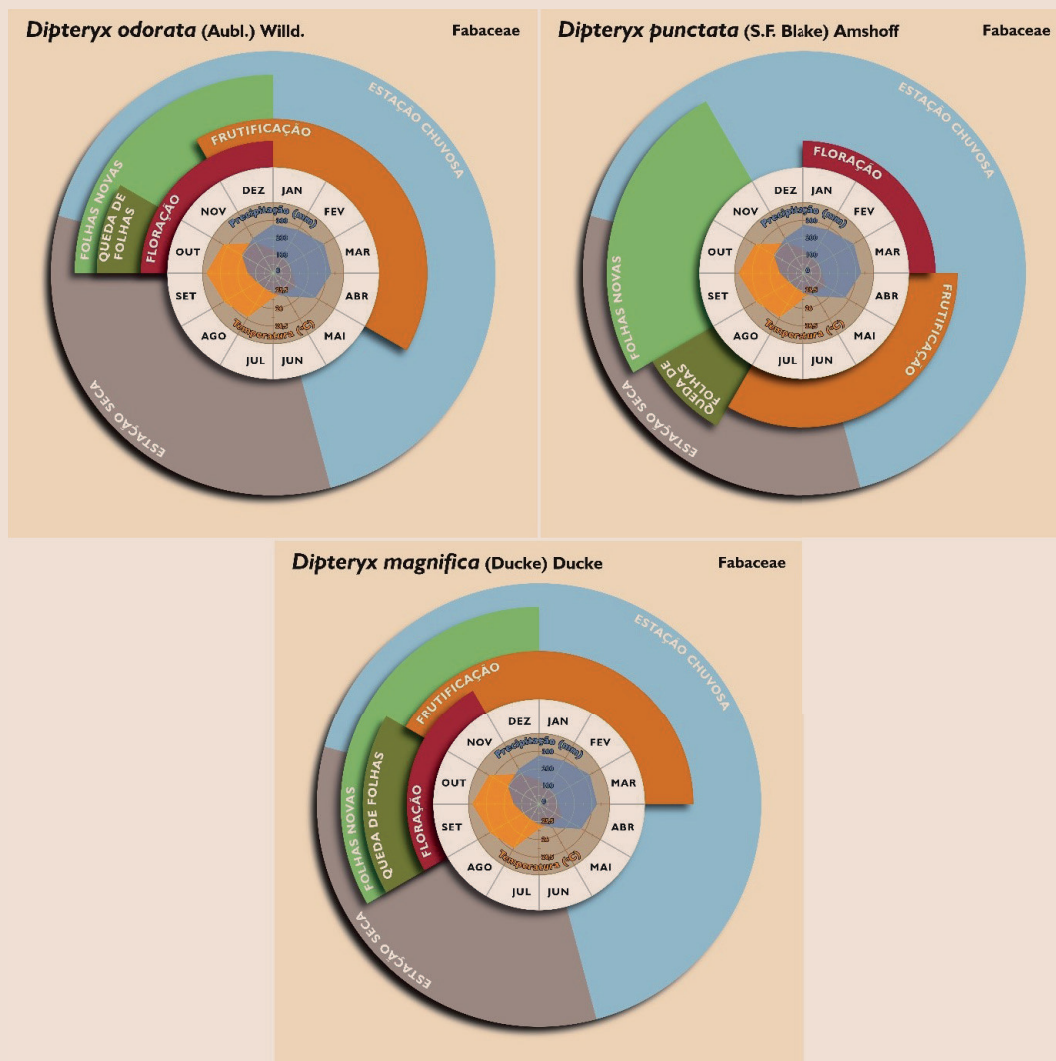


Figura 12. Padrão fenológico de floração, frutificação, queda e produção de folhas novas das espécies *D. odorata*, *D. punctata* e *D. magnifica*. Os dados foram obtidos a partir de monitoramento fenológico mensal de longo prazo (mais de 50 anos), em duas áreas de reserva florestal na Amazônia central (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 da estação seca, 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 a estação chuvosa. Fonte Aleixo (2024, estudo não publicado).

Maiores detalhes sobre as características das espécies avaliadas no presente estudo podem ser apreciados abaixo.

Dipteryx odorata

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);
- **Altura e Fuste:** Porte elevado, com altura de 20-50 m. Tronco ereto e cilíndrico, de 50-70 cm de diâmetro (Lorenzi, 2002);

- **Madeira:** Pesada, dura ao corte, de textura fina a média, grã revessa. Possui resistência mecânica elevada e é resistente ao ataque de fungos e cupins apodrecedores (Lorenzi, 2002);
- **Casca:** Rugosa, pouca espessa e descamante em placas irregulares (Lorenzi, 2002);
- **Flores:** Hermafroditas, aromáticas, pequenas, zigomorfas, com perianto rosado e curtamente pediceladas (Pesce, 2009);
- **Frutos:** Drupa, ovalado e lenhoso (Pesce, 2009);
- **Sementes e Dispersão:** Sementes marrom-escuras, com dispersão por gravidade (barocoria) e por meio de roedores e morcegos (zoocoria) (Ismael, 2009);
- **Fenologia:** Planta perenifólia, com padrão fenológico irregular para floração e frutificação (Embrapa s/d). Há indicativos que a espécie pode florir entre julho e abril e frutificar de janeiro a dezembro (CNCFlora, 2023);
- **Estágio Sucessional:** Clímax ou clímax exigente em luz (Carvalho et al., 2009);
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** É característica de regime de precipitações com chuvas periódicas, possui deficiência hídrica de pequena a moderada. Costuma ser indiferente em relação às condições de solo (Carvalho et al., 2009);
- **Polinização:** Insetos, diversas espécies de abelhas, borboletas e alguns coleópteros, e beija-flores (Carvalho et al., 2009);
- **Estudos Ecológicos:** É a espécie com a maior quantidade de estudos científicos publicados, abrangendo diversas áreas de conhecimento. Há pesquisas que relatam as propriedades físico-mecânicas e composição química (Duarte et al., 2020), comportamento germinativo das sementes (Oliveira et al., 2021) composição química das sementes (Sousa et al., 2022). Existe indicativos que essa espécie possa atingir até 1200 anos de vida (Liu et al., 2022);
- **Regeneração natural:** As mudas crescem melhor sob pleno sol obtendo maior crescimento e mudas vigorosas na fase de viveiro (Uchida & Campos, 2000);
- **Utilização da Espécie:** Construção naval, construção civil, uso cosmético e perfumaria, uso medicinal e uso alimentício (Lorenzi, 2002; Pesce, 2009);
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira varia de 0,75 e 1,10 gcm⁻³ (Holm et al., 2014).

Dipteryx punctata

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);

- **Altura e Fuste:** Árvores até 40 metros, com sapopemas na base e fuste cilíndrico (Díaz-Bardales, 2001);
- **Madeira:** Alta densidade e resistência similar as demais espécies congenéricas;
- **Casca:** Lisa, esbranquiçada, em placas soltas (Díaz-Bardales, 2001);
- **Flores:** Cálice membranáceo rósea purpúrea (Carvalho et al., 2020);
- **Frutos:** Drupa na forma ovoide oblongo com pericarpo carnosos com uma só semente (Carvalho et al., 2020);
- **Sementes e Dispersão:** Dispersas por morcegos, roedores, como cutia e cutiara (zoocoria) (Díaz-Bardales, 2001);
- **Fenologia:** Espécie perenifólia com padrão fenológico sazonal anual. A época de floração geralmente ocorre durante a estação chuvosa, enquanto a frutificação no final da estação chuvosa e/ou início da estação seca (CNCFlora, 2023);
- **Estágio Sucessional:** Secundária tardia em ecossistemas degradados, porém, em florestas maduras costuma ocupar uma posição clímax similar as demais espécies congenéricas;
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** Solos com boa drenagem, margens de rios com superfícies formadas em resultado as inundações periódicas, que possuem textura solta do tipo arenosa com muito cascalho e rico em húmus. Pode suportar curtos períodos de seca, porém, requer chuvas entre 1.500 e 2.500 mm e temperatura média anual de 21 a 26° C (Fernandez, 1985);
- **Polinização:** Insetos (abelhas), similar as demais espécies congenéricas;
- **Estudos ecológicos:** As fenofases dessa espécie em sistemas agroflorestais são síncronas, porém, as mudanças climáticas podem afetar o padrão sazonal de crescimento, floração e frutificação da espécie (Vieira Capucho et al., 2021);
- **Utilização da Espécie:** Sementes para extração de cumarina (Sousa et al., 2023);
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira varia entre 0,90 e 1,10 gcm⁻³ similar as demais espécies congenéricas.

Dipteryx polyphylla

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);
- **Altura e Fuste:** Árvore mediana de 15 a 40 metros de altura (Embrapa, 2004);
- **Madeira:** Alta densidade e resistência ao ataque de fungos apodrecedores e insetos (Embrapa, 2004);

- **Casca:** Rugosa com rachaduras e sulcos à medida que a árvore envelhece similar as demais espécies congênericas;
- **Flores:** Cálice membranáceo rosado (Carvalho et al., 2020);
- **Frutos:** Drupa com forma ovoide oblongo com pericarpo carnosos (Carvalho et al., 2020);
- **Sementes e Dispersão:** Sementes com forma oval ou arredondada, podendo ser dispersas por zoocoria (mamíferos e aves), e/ou por barocoria similar as demais espécies congênericas;
- **Fenologia:** A floração geralmente ocorre durante a estação chuvosa ou no início da estação seca (agosto a dezembro), enquanto a frutificação ocorre no fim da estação seca e início da chuvosa (maio a novembro) (CNCFlora, 2023);
- **Estágio Sucessional:** Pioneira a tolerante à sombra;
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** Áreas com temperaturas quentes a moderadas, alta umidade relativa do ar, com luz solar direta ou parcial e solos bem drenados similar as demais espécies congênericas;
- **Polinização:** Insetos (abelhas) (CNCFlora, 2023);
- **Utilização da Espécie:** Construção civil, construção naval, tacos para assoalhos e movelaria (Mady, 2000);
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira média de $0,91 \text{ gcm}^{-3}$ (Fearnside, 1997).

Dipteryx magnifica

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);
- **Altura e Fuste:** Fuste cilíndrico com pequenas sapopemas na base, podendo atingir até 45 metros de altura em formações florestais secundárias ou cultivadas (Díaz-Bardales, 2001; Sousa, 2017);
- **Madeira:** Resistente e durável à deterioração causada por insetos, fungos e à maioria das condições climáticas adversas similar as demais espécies congênericas;
- **Casca:** Espessa, dura, lisa, lenticelada com coloração cinza a marrom-claro (Díaz-Bardales, 2001);
- **Flores:** Cálice membranáceo rosado (Carvalho et al., 2020);
- **Frutos:** Drupas, na forma ovoide oblongo com pericarpo carnosos (Carvalho et al., 2020);

- **Sementes e Dispersão:** Forma oval ou arredondada de cor marrom-escura a negra. São dispersas por zoocoria (morcegos e roedores) (Díaz-Bardales, 2001);
- **Fenologia:** A floração costuma ocorrer durante a transição da estação seca para a chuvosa, similar as demais espécies congenéricas;
- **Estágio Sucessional:** Pioneira ou secundária inicial similar as demais espécies congenéricas;
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** Solos bem drenados e ricos em nutrientes, tende a prosperar em locais com exposição moderada a plena luz solar similar as demais espécies congenéricas;
- **Polinização:** Insetos (abelhas), similar as demais espécies congenéricas;
- **Utilização da Espécie:** Marcenaria de alta qualidade, fabricação de móveis finos, pisos, instrumentos musicais e peças decorativas;
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira média de $0,72 \text{ gcm}^{-3}$ (Roitman, 2021).

Dipteryx micrantha

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);
- **Altura e Fuste:** Árvore até 45m (Díaz-Bardales, 2001);
- **Madeira:** Densa e resistente, o que contribui para a resistência a insetos, fungos e deterioração. Madeira similar as demais espécies congenéricas;
- **Casca:** Lenticelada marrom-clara, com ritidomas que se desprendem separadamente (Honorio Coronado et al., 2018);
- **Flores:** Sépalas amarelo-claro, pétalas a coloração fúcsia (Honorio Coronado et al., 2018);
- **Frutos:** Drupas, na forma elipsóide-aplanada, pericarpo liso e polposos, endocarpo duro e lenhoso (Díaz-Bardales, 2001);
- **Sementes e Dispersão:** Dispersas por zoocoria (roedores e morcegos) devido ao pericarpo ser comestível (Díaz-Bardales, 2001);
- **Fenologia:** Normalmente a floração ocorre de novembro a março, enquanto a frutificação de março a junho (Cintra & Terborgh, 2000);
- **Estágio Sucessional:** Pioneira ou secundária inicial similar as demais espécies congenéricas;
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** Tolerantes à sombra nos estágios de plântula e juvenil e heliófitas quando adultas (Romo et al., 2004);

- **Polinização:** Insetos (abelhas), similar as demais espécies congenéricas;
- **Estudos Ecológicos:** A espécie pode viver por mais de mil anos (Chambers et al., 1998). Os anéis de crescimento dessa espécie foram utilizados para indicar a reconstrução de dados de precipitação de 345 anos passados (Jenkins, 2009);
- **Regeneração natural:** Pode se regenerar em uma diversidade de habitats, como por exemplo, em florestas de sucessão tardia, florestas maduras, florestas com planícies aluviais até florestas de terras altas. A taxa média de crescimento anual é de 2,77 mm durante os primeiros 100 anéis/ano e 0,86 mm após 300 anéis/ano (Jenkins, 2009);
- **Utilização da Espécie:** Carpintaria, marcenaria, fabricação de pisos e móveis;
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira varia de 0,80 e 1,00 gcm⁻³ similar as demais espécies congenéricas.

Dipteryx ferrea

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);
- **Altura e Fuste:** O fuste é cilíndrico, com lenticelas amarelas-ferruginosas podendo atingir 40 metros de altura e 100 cm de diâmetro (Prompex, 2011);
- **Madeira:** Pesada e dura, utilizada na construção civil (Honorio Coronado, 2018);
- **Casca:** Coloração marrom acinzentado a marrom amarelado com desprendimento em placa irregular (Prompex, 2011);
- **Flores:** Cálice membranáceo rosado (Carvalho et al., 2020), sépalas lilases (Honorio Coronado, 2018);
- **Frutos:** Drupas, forma ovoide oblongo com pericarpo pétreo (Carvalho et al., 2020);
- **Sementes e Dispersão:** Sementes alongadas, normalmente dispersadas por zoocoria (mamíferos e aves), e/ou por barocoria (Aldana Gomero et al., 2016);
- **Fenologia:** Floração entre os meses julho e outubro e frutificação de agosto a novembro (Honorio Coronado, 2018);
- **Estágio Sucessional:** Secundária tardia em florestas maduras similar as demais espécies congenéricas;
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** Solos bem drenados, profundos e férteis, prefere áreas de floresta onde há uma mistura de luz solar direta e sombra filtrada similar as demais espécies congenéricas;
- **Polinização:** Insetos (abelhas);

- **Utilização da Espécie:** Construção civil, movelaria, produção de cosméticos, uso culinário, uso ornamental, artesanato e medicina tradicional;
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira média de 0,87 gcm⁻³ (Prompex, 2011).

Dipteryx charapilla

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);
- **Altura e Fuste:** Fuste cilíndrico (Honorio Coronado et al., 2018) com hábito de 30-50 metros de altura (CNCFlora, 2023);
- **Madeira:** Pesada e dura, utilizada para construção civil e marcenaria (Honorio Coronado et al., 2018);
- **Casca:** A casca externa possui coloração creme-acinzentada e lenticelada. A casca interna é amarela, com manchas marrons avermelhada (Honorio Coronado et al., 2018);
- **Flores:** Cálice coriáceo esverdeado (Carvalho et al., 2020);
- **Frutos:** Drupas, forma ovoide oblongo com pericarpo carnoso e com um cheiro característico de cumarina (Carvalho et al., 2020);
- **Sementes e Dispersão:** Têm coloração marrom escura a preta, com superfície lisa ou com poucas irregularidades. As sementes são dispersas por zoocoria (morcegos) (CNCFlora, 2023);
- **Fenologia:** Perenifólia, com floração entre os meses de maio e setembro e frutificação nos meses de janeiro a outubro (Honorio Coronado et al., 2018);
- **Estágio Sucessional:** Associada a estágios tardios ou maduros da sucessão ecológica similar as demais espécies congenéricas;
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** Florestas de terras altas e florestas próximas a áreas alagáveis (Honorio Coronado et al., 2018);
- **Polinização:** Insetos (abelhas) (CNCFlora, 2023);
- **Regeneração natural:** Tendem a ter um crescimento inicial relativamente lento, no entanto, possui crescimento constante ao longo de várias décadas similar as demais espécies congenéricas;
- **Utilização da Espécie:** Construção civil, medicina tradicional, produtos cosméticos e condimento culinário;
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira varia de 0,75 e 0,90 gcm⁻³ similar as demais espécies congenéricas.

Dipteryx rosea

Características gerais:

- **Ocorrência no Brasil:** Amazônia (Carvalho et al., 2020);
- **Altura e Fuste:** Árvore até 20 metros (Díaz-Bardales, 2001);
- **Madeira:** Alta durabilidade, resistência e belo padrão de grãos similar as demais espécies congênicas;
- **Casca:** Levemente fissurada com placas irregulares deiscentes (Díaz-Bardales, 2001);
- **Flores:** Cálice coriáceo esverdeado (Carvalho et al., 2020);
- **Frutos:** Drupa na forma ovoide a elipsóide-aplanada com pericarpo carnosos (Carvalho et al., 2020);
- **Sementes e Dispersão:** Frutos dispersos por morcegos e roedores (zoocoria) (Díaz-Bardales, 2001) e também existe a hipótese de hidrocoria (Ducke, 1940);
- **Fenologia:** Árvore perenifolia, tende a florescer durante a estação chuvosa e frutificar na estação seca em regiões tropicais (CNCFlora, 2023);
- **Estágio Sucessional:** Considerada uma espécie de estágio sucessional secundário tardio similar as demais espécies congênicas;
- **Tolerância/Preferência Abiótica:** Clima úmido, com precipitação bem distribuída ao longo do ano e solos bem drenados similar as demais espécies congênicas;
- **Polinização:** Insetos (abelhas), similar as demais espécies congênicas;
- **Utilização da Espécie:** Fabricação de móveis, pisos, painéis, carpintaria, artesanato e decoração;
- **Características Tecnológicas da Madeira:** Densidade básica da madeira varia entre 0,80 e 1,10 gcm⁻³ similar as demais espécies congênicas.

2.1. Papel no ecossistema

As espécies de *Dipteryx* têm um papel ecologicamente importante para a integridade estrutural da floresta em pé (Clark & Clark, 2001) e na mitigação das mudanças climáticas nas florestas amazônicas. Estas árvores possuem alta densidade de madeira e, conseqüentemente, alta capacidade de armazenamento de carbono (Goodman et al., 2012; Goodman et al., 2014; Bowler et al., 2020). As árvores das espécies de *Dipteryx* também fornecem alimentos e locais de nidificação para diversos tipos de animais. Os frutos, sementes e flores são importantes fontes de alimento para mamíferos, aves e insetos, incluindo morcegos, papagaios, cutias,

queixadas, veados, antas, beija-flores e abelhas (Terborgh & Wright, 1994; Romo et al., 2004; Vinson et al., 2015).

Dipteryx micrantha, *D. odorata* fornecem locais para ninhos de aves ameaçadas, como por exemplo, o gavião-real (*Harpia harpyja*) no Peru (SERFOR, 2018). As cavidades nos troncos das árvores de *D. micrantha* são usadas como locais de nidificação pela arara vermelha (*Ara macao*) e outras espécies de aves ameaçadas, como a arara verde (*Ara chloroptera*) e a águia-de-crista (*Morphnus guianensis*) (Brightsmith, 2005) na América Central.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora esforços significativos para a conservação de *Dipteryx* spp. tenham sido realizados no Brasil, a identificação precisa em nível de espécie continua sendo um grande desafio. A dificuldade de segregação das espécies dentro gênero ocasiona a superexploração de espécies mais raras confundidas com espécies mais abundantes podendo levar a extinções locais ou mesmo regionais. Ou seja, a complexidade morfológica e genética dentro do gênero *Dipteryx* exige métodos de identificação mais avançados e precisos. Nesse contexto, a implementação de tecnologias avançadas de identificação e o fortalecimento de estruturas existentes, como a análise de DNA e a rede de herbários, podem aprimorar a precisão na identificação de espécies em projetos de exploração e nos processos autorizativos da 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 aplicação 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 também pode contribuir de maneira significativa para aprimorar 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 avaliar a qualidade da identificação botânica nos inventários florestais dos PMFS pode garantir maior rigor e confiabilidade nos dados, contribuindo para a gestão verdadeiramente sustentável dos recursos florestais.

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 desenvolvimento socioeconômico da região.

Dentre as abordagens postas no capítulo, as características biológicas de *Dipteryx* spp., especialmente padrões de reprodução e dispersão de sementes, foram consideradas 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

Aldana Gomero, D.R, García-Dávila, C.R., Hidalgo, C.G., Flores Llampazo, G.R, Del Castillo Torres, D., Reynel Rodriguez, C., Pariente Mondragón, E. & Honorio Coronado, E.N. (2016). Análisis morfométrico de las especies de *Dipteryx* en la Amazonía peruana. *Folia Amazónica*, 25(2), 101-118.

Aleixo, I.F., Maciel, J.M., Azevedo, M.G.D., Reis, L.Q., Nascimento, T., Calvi, G.P., Norris, D., & Barbosa, A.P. (2023). *Fenologia: Árvores da Amazônia*. (53 p.). Manaus: Editora INPA. <https://doi.org/10.61818/56330471>

Beeckman, H., Blanc-Jolivet, C., Boeschoten, L., Braga, J.W., 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*. Global Timber Tracking Network: GTTN Secretariat: European Forest Institute and Thunen Institute. 143 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21518.79689>

Bowler, M.D.C., Rocio Martinez, G.O., Juan Diego Shooobridge, E.N., Everton, B.P. M., & Mathias, W.T. (2020). Harpy eagles (*Harpia harpyja*) nesting at Refugio Amazonas, Tambopata, Peru feed on abundant disturbance-tolerant species. *Food Webs*, 24, e00154. <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2020.e00154>

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>

Brightsmith, D.J. (2005). Parrot nesting in southeastern Peru: Seasonal patterns and keystone trees. *The Wilson Bulletin*, 117(3), 296–305. <https://doi.org/10.1676/03-087A.1>

Carvalho, P.E.R. (2009). *Cumarú-Ferro - Dipteryx odorata*. Comunicado Técnico 225, Embrapa, Colombo, PR, p. 1-8.

Carvalho, C.S., Cardoso, D.B.O.S., & Lima, H.C. (no prelo). *A taxonomic revision of Dipteryx, a Neotropical papilionoid legume genus of tonka beans and cumaru giant trees*. Systematic Botany Monographs.

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2020). *Dipteryx*. In Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22952>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024a). *Dipteryx odorata*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22954>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024b). *Dipteryx punctata*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB83130>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024c). *Dipteryx polyphylla*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB83129>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024d). *Dipteryx magnifica*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB83125>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024e). *Dipteryx micrantha*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB83126>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024f). *Dipteryx ferrea*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22953>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024g). *Dipteryx charapilla*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB106733>

Carvalho, C.S., Lima, H.C., & Cardoso, D.B.O.S. (2024h). *Dipteryx rosea*. In Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB83131>

Chambers, Q., Higuchi, N., & Schimel, P. (1998). Ancient trees in Amazonia. *Nature*, 391 (6663), 135–36. <https://doi.org/10.1038/34325>

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2023). *Avaliações de risco de extinção de Dipteryx spp.*

Cintra, R., & Terborgh, J. (2000). Forest microspatial heterogeneity and seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume *Dipteryx micrantha* in an Amazonian forest. *Ecotropica*, 6(1), 77-88.

Clark, D.A., & Clark, D.B. (2001). Getting to the canopy: tree height growth in a neotropical rain forest. *Ecology*, 82(5), 1460-1472. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[1460:GTTCTH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1460:GTTCTH]2.0.CO;2)

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2022a). *Standard Nomenclature for Dipteryx spp.* <https://cites.org/sites/default/files/documents/PC/26/agenda/E-PC26-43-05.pdf>

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2022b). *Consideration of proposals for amendment of Appendices I and II (CoP19 Prop. 48)*. <https://cites.org/sites/default/files/documents/S-CoP19-Prop-48.pdf>

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, 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>

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.

Díaz-Bardales, M.D.P. (2001). *Caracterização morfológica dos frutos e sementes de algumas espécies de plantas lenhosas da família leguminose (Caesalpinioideae, Papilionoideae) suas relações abióticas e bióticas de dispersão e o papel na dieta da fauna frugívora*. [Tese de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia - INPA]. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/12841>

Díaz-Martin, Z., Swamy, V., Terborgh, J., Alvarez-Loayza, P., & Cornejo, F. (2014). Identifying keystone plant resources in an Amazonian forest using a long-term fruit-fall record. *Journal of Tropical Ecology*, 30(4), 291-301. <https://doi.org/10.1017/S0266467414000248>

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>

Duarte, B.B., Lahr, F.A.R., & Curvelo, A.A.D.S. (2020). Caracterização física-mecânica e composição química da madeira de Cumaru (*Dipteryx odorata*). *Engenharia Industrial Madeireira: Tecnologia, Pesquisa e Tendências, Editora Científica Digital*, 100–111. <https://doi.org/10.37885/201102101>

Ducke, A. (1940). Revision of the species of the genus Coumarouna Aubl. or Dipteryx Schreb. *Tropical Woods*, 61, 1–10.

Ducke, A. (1948). As espécies brasileiras do gênero "Coumarouna" Aubl. ou "Dipteryx" Schreb. (Família Leguminosae Papilionatae Dalbergieae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 20 (1), 39-56.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. (2004). *Espécies Arbóreas da Amazônia. Cumaru – Dipteryx odorata* (n° 7, 2004). Fascículo.

Fearnside, M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 90(1), 59–87. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03840-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03840-6)

Fernandez, J.H. (1985). *Flora Emblemática de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Editorial Armitano. ISBN ISBN 980-216-008-3.

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/>

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>

Goodman, R.C., Phillips, O.L., & Baker, T.R. (2012). Tightening up on tree carbon estimates. *Nature*, 491(7425), 527-527. <https://doi.org/10.1038/491527b>

Goodman, R.C., Phillips, O.L., & Baker, T.R. (2014). The Importance of Crown Dimensions to Improve Tropical Tree Biomass Estimates. *Ecological Applications*, 24(4), 680–98. <https://doi.org/10.1890/13-0070.1>

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>

Herrero-Jáuregui, C., Sist, P., & Casado, M.A. (2012). Population structure of two low-density neotropical tree species under different management systems. *Forest Ecology and Management*, 280, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.06.006>

Holm, J.A., Chambers, J.Q., Collins, W.D., & Higuchi, N. (2014). Forest response to increased disturbance in the central Amazon and comparison to western Amazonian

forests. *Biogeosciences*, 11(20), 5773-5794. <https://doi.org/10.5194/bg-11-5773-2014>

Honorio Coronado, E., Aldana, D., Flores, G., Hidalgo, G., Mejía, E., Delcastillo, D., ... & García, C. (2018). *Fichas de identificación de las especies de Dipteryx de la Amazonía peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP.

Honorio Coronado, E.N., Blanc-Jolivet, C., Mader, M., García-Dávila, C.R., Aldana Gomero, D., del Castillo Torres, D., ... & Degen, B. (2020). SNP markers as a successful molecular tool for assessing species identity and geographic origin of trees in the economically important South American legume genus *Dipteryx*. *Journal of Heredity*, 111(4), 346-356. <https://doi.org/10.1093/jhered/esaa011>

Ismael, J. (2009). *Caracterização física de frutos e sementes, morfologia da plântula e secagem de semente de cumaru (Dipteryx odorata (AUBL.) Willd.)*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia Musel Paraense Emílio Goeldi].

Jansen, P.A., & Zuidema, P.A. (2001). Logging, seed dispersal by vertebrates, and natural regeneration of tropical timber trees. In *The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests* (pp. 35-60). Columbia University Press.

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].

Jennings, S.B., Brown, N.D., Boshier, D.H., Whitmore, T.C., & Lopes, J.C.A. (2001). Ecology provides a pragmatic solution to the maintenance of genetic diversity in sustainably managed tropical rain forests. *Forest Ecology and Management*, 154(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00637-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00637-X)

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>

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

Liu, J., Xia, S., Zeng, D., Liu, C., Li, Y., Yang, W., ... & Lindenmayer, D. B. (2022). Age and Spatial Distribution of the World's Oldest Trees. *Conservation Biology* 36(4), e13907. <https://doi.org/10.1111/cobi.13907>

Lorenzi, H. (2002). *Árvores Brasileiras* (Vol. 03, 2.ed). Nova Odessa. SP: Instituto Plantarum.

Mady, F.T.M. (2000). *Conhecendo a madeira: informações sobre 90 espécies comerciais*. Manaus: SEBRAE/AM/Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico 212 p.

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

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, F.N.L., Moraes, K.N.O., de Lima Fernandes, N.C., de Campos Bento, M., & Mesquita, A.G.G. (2021). Comportamento germinativo de sementes de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. *Scientia Naturalis*, 3(5). <https://doi.org/10.29327/269504.3.5-6>

Pesce, C. (2009). *Oleaginosas da Amazônia* (2.). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural. 149-151.

Putzel, L., Peters, C.M., & Romo, M. (2011). Post-logging regeneration and recruitment of shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) in Peruvian Amazonia: Implications for management. *Forest Ecology and Management*, 261(6), 1099–1105. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.036>

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>

Prompex. (2011). *Proyecto "Promoción de Nuevas Especies Forestales del Perú en el Comercio Exterior"*. (W. W. Inc., Editor) Obtenido de Maderas del Perú.

Requena Suarez, D.K. (2017). *Dipteryx odorata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T62024955A62024965.en>

Ribeiro, J.E.L.S., Hopkins, M.J.G., Vicentini, A., Sothers, A.S., Costa, M.A.S., & Brito, J.M. (1999). *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares*

de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA/DFID. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35838>

Romo, M., & Tuomisto, H. (2004). The effect of light on the survival and growth of *Dipteryx micrantha* seedlings and saplings in an Amazonian rain forest. *Ann. Univ. Turku. AII*, 180(III), 1-24.

Roitman, L. (2021). Avaliação das propriedades de sete espécies de madeiras da Amazônia brasileira para fabricação de instrumentos musicais. [Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília]. <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/42566>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. (2018). *Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú. Primera edición*. Lima, Perú, pp. 1- 548.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR & ITP/CITEmadera. (2022). *Manual para la identificación anatómica de la madera de especies forestales de la Amazonía peruana*. Lima. 94 pp.

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

Sousa, B.C.M. (2017). *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. E *Dipteryx magnifica* (Ducke) Ducke (FABACEAE): caracterização fitoquímica quanto à presença de cumarina e atividades antifúngica e antibacteriana. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Oeste do Pará]. <https://orcid.org/0000-0002-9891-3689>

Sousa, B.C.M.D., Castro, S.P.D., Lourido, K.A., Kasper, A.A.M., Paulino, G.D.S., Delarmelina, C., ... & Barata, L.E.S. (2022). Identification of Coumarins and Antimicrobial Potential of Ethanolic Extracts of *Dipteryx Odorata* and *Dipteryx Punctata*. *Molecules*, 27(18), 5837. <https://doi.org/10.3390/molecules27185837>

Sousa, B.C.M.D., Gomes, D.D.A., Viana, A.F.D.S., Silva, B.A.D., Barata, L.E.S., Sartoratto, A., ... & Vieira, T.A. (2023). Phytochemical Analysis and Antioxidant Activity of Ethanolic Extracts from Different Parts of *Dipteryx Punctata* (S. F. Blake) Amshoff. *Applied Sciences*, 13(17), 9600. <https://doi.org/10.3390/app13179600>

Souza, D.R.D., Souza, A.L.D., Leite, H.G., & Yared, J.A.G. (2006). Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. *Revista Árvore*, 30, 75-87. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000100010>

Terborgh, J., & Wright, S.J. (1994). Effects of mammalian herbivores on plant recruitment in two neotropical forests. *Ecology*, 75(6), 1829-1833. <https://doi.org/10.2307/1939641>

Uchida, T., & Campos, M.A. (2000). Influência do sombreamento no crescimento de mudas de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.-Fabaceae), cultivadas em viveiro. *Acta amazônica*, 30(1), 107-107. <https://doi.org/10.1590/1809-43922000301114>

Vieira Capucho, H.L., da Silva, Á.F., de Matos Rebêlo, A.G., Pauletto, D., & Silva, A.R. (2021). Phenology of *Dipteryx odorata* and *Dipteryx punctata* in agroforestry systems in the eastern Amazon. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 64.

Vinson, C.C. (2009). *Impact of Selective Logging on Inbreeding and Gene Flow in Two Amazonian Timber Species with Contrasting Ecological and Reproductive Characteristics*. [Tese de doutorado, Oxford University].

Vinson, C.C., Kanashiro, M., Sebbenn, A.M., Williams, T.C., 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(2), 130-139. <https://doi.org/10.1038/hdy.2013.146>

Wang, Y., Xiang, J., Tang, Y., Chen, W., & Xu, Y. (2022). 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>



CAPÍTULO 2

MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO E STATUS DE
CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *DIPTERYX*
NA AMAZÔNIA

Yanka Alves¹, Nelson Jaén-Barrios², Catarina S. Carvalho³, Manolo Quintilhan¹, Allan Jordani^{1,4}, Maristerra R. Lemes³, Alexandra Alves⁵, Dalton Cardoso⁴, Camila Damasceno⁴, Paulo Amaral⁶, Maria Luiza de Azevedo⁷, Peter Groenendijk² e Grupo de Trabalho Portaria Pessoal N° 701, de 15 de abril de 2024⁸

RESUMO

Neste capítulo será descrita a distribuição geográfica e os tipos de habitat para as espécies de *Dipteryx*. A distribuição dessas espécies revela padrões variados, influenciados por fatores ambientais e históricos. As populações das espécies de *Dipteryx* estão em declínio devido à conversão do habitat e sobre-exploração madeireira. Modelos de distribuição de espécies (*Species distribution modelling* – *SDM*, do inglês) foram elaborados para prever a probabilidade de ocorrência de *Dipteryx* na Amazônia brasileira. Os dados de ocorrência foram obtidos de múltiplos repositórios. Posteriormente, esses dados foram revisados e validados pela especialista no gênero com o objetivo de garantir a precisão das ocorrências e evitar inconsistências na identificação das espécies e registros duplicados. Utilizou-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*, do inglês). Os resultados foram satisfatórios, variando de *AUC* médio = $0,94 \pm 0,03$ para *D. punctata* a *AUC* médio = $1 \pm 0,001$ para *D. charapilla*. 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

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

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

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 N° 701, de 15 abril de 2024

do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES (2008-2023) e PrevisIA (2024). Áreas com máxima probabilidade de ocorrência de *Dipteryx odorata* e *Dipteryx ferrea* apresentaram moderado risco de desmatamento. Além disso, Listas Vermelha de Flora Ameaçada foram consultadas para identificar o status de conservação das espécies do gênero em diferentes escalas espaciais. Há a necessidade da atualização da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção para incluir as avaliações mais recentes de 2023 e 2025. Dessa forma, a exploração florestal das espécies de *Dipteryx* poderá estar em conformidade com as normativas vigentes (*Dipteryx odorata* e *D. ferrea* como Vulnerável, e *D. micrantha* como Em Perigo).

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

1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TIPO DE HABITAT

Dipteryx é um gênero amplamente difundido, ocorrendo na América Central, no Panamá, Costa Rica e Nicarágua, e na América do Sul, no Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Venezuela e Peru (RBG, KEW, 2024) (Tabela 1). As espécies são encontradas em florestas tropicais, florestas sazonalmente secas e bosques. *Dipteryx micrantha* e *D. odorata* são espécies de floresta tropical e são encontradas em florestas antigas em toda a bacia amazônica (Requena Suarez, 2017). Enquanto *D. micrantha* pode ser encontrada desde planícies aluviais até florestas de terra firme com um limite superior de elevação de 800 metros, *D. odorata* cresce melhor em locais bem drenados de cascalho ou areia com um limite superior de elevação de 500 m (Requena Suárez, 2017).

Tabela 1. Ocorrência das espécies de *Dipteryx* na Amazônia 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>Dipteryx odorata</i>	Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname e Venezuela	Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Maranhão, Mato Grosso	Amazônia	Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>Dipteryx punctata</i>	Brasil, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Suriname e Venezuela	Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso	Amazônia	Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>Dipteryx polyphylla</i>	Brasil e Colômbia	Amazonas	Amazônia	Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)

Espécie	Global	Brasil	Bioma	Vegetação
<i>Dipteryx magnifica</i>	Brasil, Colômbia e Venezuela	Amazonas, Amapá, Pará	Amazônia	Campinarana, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>Dipteryx micrantha</i>	Brasil, Colômbia, Equador e Peru	Acre, Amazonas e Rondônia	Amazônia	Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>Dipteryx ferrea</i>	Brasil, Bolívia e Peru	Acre e Amazonas	Amazônia	Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>Dipteryx charapilla</i>	Brasil e Peru	Acre e Amazonas	Amazônia	Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)
<i>Dipteryx rosea</i>	Brasil, Colômbia, Venezuela	Amazonas	Amazônia	Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial)

2. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

As descrições de distribuição das espécies de *Dipteryx* 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*, do 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, CNCFlora – Centro Nacional de Conservação da Flora, 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 do gênero, vinculada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 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

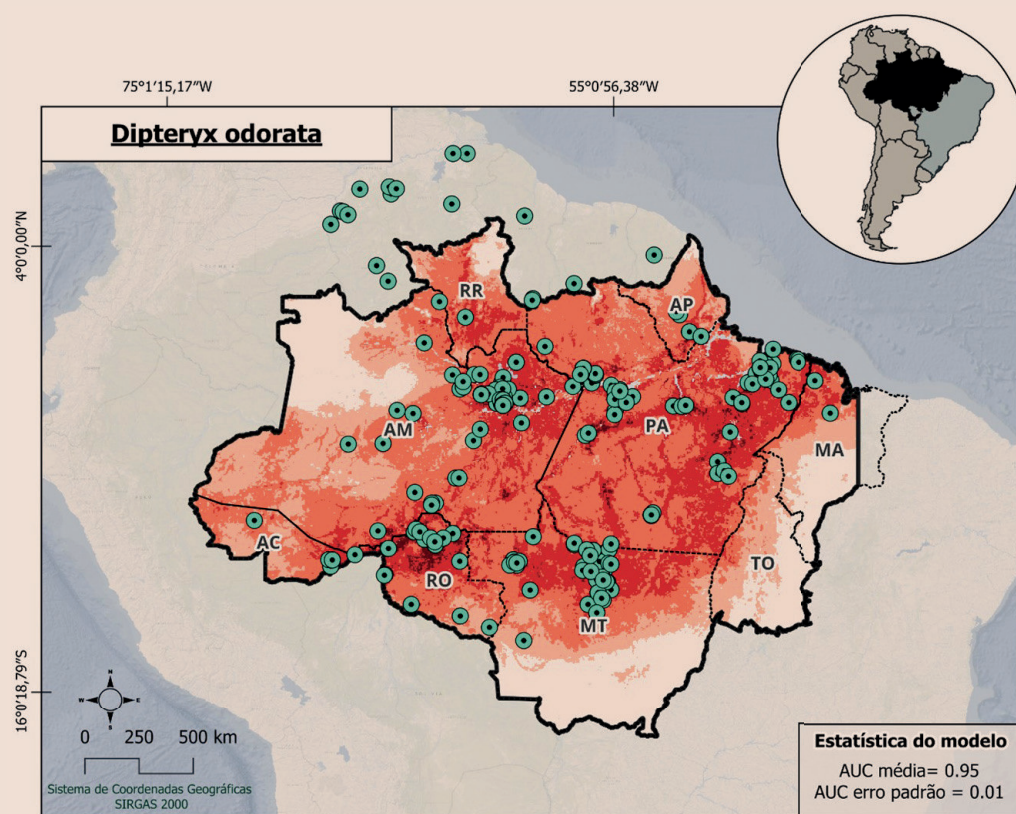
da região de ocorrência natural descrita na literatura de acordo com a avaliação da especialista.

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*, do 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

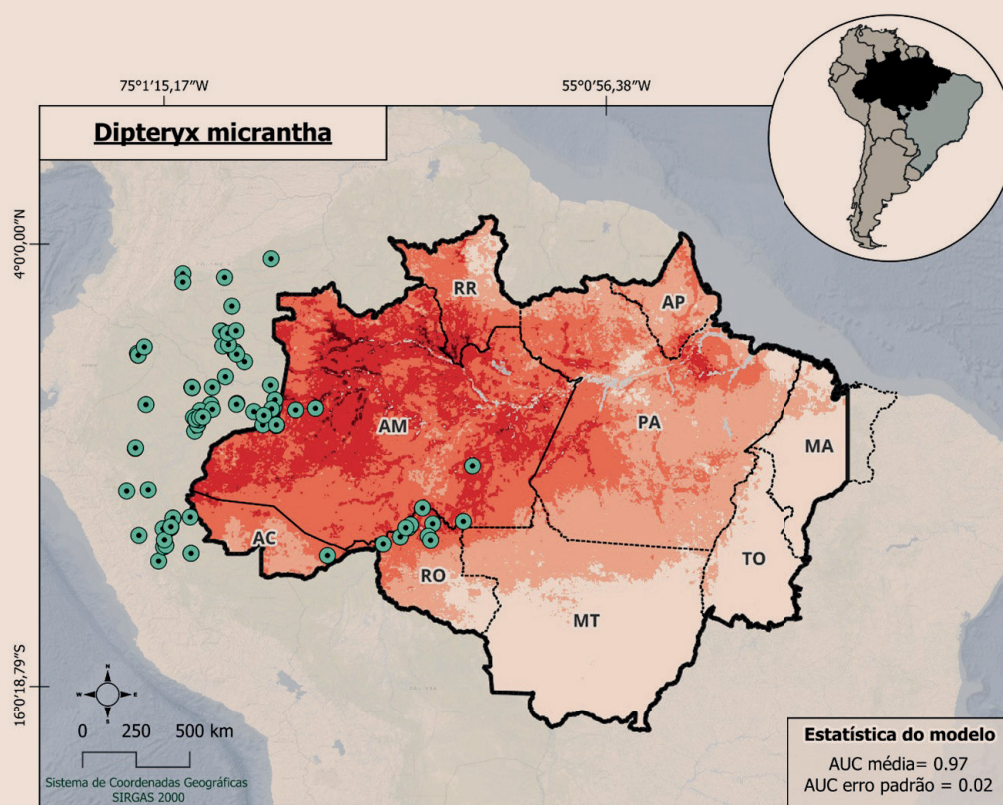
realizados utilizando o software R (R Core Team, 2024), versão 4.4.0 (2024-04-24 UCRT). Dessa forma, a seguir é apresentado o resultado do modelo desenvolvido para *Dipteryx odorata* (Figura 1), a espécie mais explorada do gênero, e para *Dipteryx micrantha*, espécie classificada como Em Perigo de Extinção (CNCFlora, 2023) e com registros de exploração nos Sistemas de Controle Florestal (Figura 2). Os resultados dos modelos das demais espécies podem ser encontrados no Apêndice B.



Legenda

Ponto de ocorrência	Probabilidade de ocorrência	30 - 45	> 75
● D. odorata	%	45 - 60	Amazônia Legal
		60 - 75	
		<= 30	

Figura 1. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx odorata* 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. Catarina de Carvalho. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.



Legenda

Ponto de ocorrência	Probabilidade de ocorrência	30 - 40	> 65
● D. micrantha	%	40 - 50	Amazônia Legal
		<= 30	
		50 - 65	

Figura 2. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx micrantha* 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. Catarina de Carvalho. 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 consequentemente 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

No Brasil, há estudos que indicam o declínio do habitat de ocorrência das espécies de *Dipteryx*. As principais ameaças estão relacionadas com a conversão do uso da terra para áreas de pastagens e sobre-exploração de madeira. Há também indícios de que todas as espécies são exploradas sob o nome de *D. odorata* visto que a mesma possui alto valor econômico estabelecido no mercado nacional e internacional (Tabela 2). Os impactos da exploração madeireira representam um risco significativo para as espécies de *Dipteryx*, especialmente para *D. odorata*, a única do gênero com estudos detalhados sobre os efeitos demográficos e genéticos do corte seletivo (Vinson et al., 2015a, 2015b). Usando modelagem genética e demográfica em uma população da Floresta Nacional de Tapajós (PA), constatou-se perda moderada de diversidade genética no curto prazo, um padrão comum em árvores tropicais de longa vida (300–400 anos) e alta diversidade genética (Degen et al., 1996). Mais alarmantes foram os efeitos na dinâmica populacional e reprodução, dado o tamanho reprodutivo mínimo de *D. odorata* (DAP > 40 cm), muito próximo do diâmetro mínimo de corte (50 cm). O modelo projetou o colapso da população reprodutiva após o primeiro ciclo de corte, devido à baixa densidade de árvores reprodutivas, crescimento lento, espaçamento entre indivíduos e assincronia de floração.

Tabela 2. Principais ameaças às populações de *Dipteryx* spp. com ocorrência na Amazônia Brasil. Fonte: CNCFlora (2023).

Espécie	Ameaça	Detalhamento
<i>Dipteryx odorata</i>	Conversão do uso do solo e exploração comercial madeira e não madeireira (sementes)	As áreas de ocorrência da espécie estão sendo convertidas em pastagem. Além de possuir sobre-exploração de sua madeira e sementes.
<i>Dipteryx punctata</i>	Conversão do uso do solo e exploração comercial madeira e não madeireira (sementes)	As áreas de ocorrência da espécie estão sendo convertidas em pastagem. A espécie é explorada sob o nome de <i>D. odorata</i> ou apenas pelo nome vernacular cumaru para comercialização de madeira e sementes.
<i>Dipteryx polyphylla</i>	NA: Ausência de vetores de pressão diretos	Na: Ausência de vetores de pressão diretos

Espécie	Ameaça	Detalhamento
<i>Dipteryx magnifica</i>	NA: Demanda pesquisa para ampliar o conhecimento disponível	NA: Demanda pesquisa para ampliar o conhecimento disponível
<i>Dipteryx micrantha</i>	Conversão do uso do solo e sobre-exploração madeireira	As áreas de ocorrência da espécie estão sendo convertidas em mosaicos de outros usos e pastagem. Além de possuir exploração ilegal devido ao alto valor econômico da sua madeira.
<i>Dipteryx ferrea</i>	Conversão do uso do solo e sobre-exploração madeireira	As áreas de ocorrência da espécie estão sendo convertidas em pastagem e mosaicos de outros usos. Além de possuir exploração ilegal devido ao alto valor econômico da sua madeira.
<i>Dipteryx charapilla</i>	Conversão do uso do solo e sobre-exploração madeireira	As áreas de ocorrência da espécie estão sendo convertidas em pastagem. A espécie é explorada sob o nome de <i>D. odorata</i> ou apenas pelo nome vernacular cumaru.
<i>Dipteryx rosea</i>	NA: Ausência de vetores de pressão diretos	NA: Ausência de vetores de pressão diretos

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

Para compreender a pressão do desmatamento sobre o gênero *Dipteryx* na Amazônia Legal, foram analisados os dados de desmatamento do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES, no período de 2008 a 2023. Esses dados foram sobrepostos às áreas de máxima probabilidade de ocorrência de *Dipteryx odorata* (Figura 1). O projeto PRODES, desde 1988, monitora o desmatamento por corte raso na Amazônia Legal utilizando imagens de satélite, produzindo taxas anuais de desmatamento que servem como base para o estabelecimento de políticas públicas pelo governo brasileiro. O projeto utiliza imagens de satélites da classe LANDSAT (com resolução espacial de 20 a 30 metros e taxa de revisita de 16 dias), combinando-as para minimizar o problema da cobertura de nuvens e garantir critérios de interoperabilidade. Atualmente, o PRODES utiliza imagens do LANDSAT 8/OLI, CBERS 4 e IRS-2 (INPE, 2024). 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 com especialistas independentes, indicando nível de precisão próximo a 95% (INPE, 2024).

Os dados revelam um cenário preocupante para a *Dipteryx odorata* (Figura 3). O desmatamento na Amazônia Legal relacionado a essa espécie apresentou um comportamento oscilante ao longo dos anos, com picos em 2008 (7.896 km²), 2019 (6.993 km²), 2020 (6.516 km²) e 2021 (7.161 km²), seguido por uma leve queda em 2022 (6.827 km²) e 2023 (4.488 km²). No geral, o desmatamento totalizou 80.739 km² no período analisado. Os estados com maior desmatamento, correspondem aos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia. O Pará apresenta uma grande área desmatada em sua porção nordeste, especialmente na região próxima ao estado do Maranhão. Mato Grosso concentra um alto índice de desmatamento, principalmente na área norte do estado. Rondônia possui um padrão de desmatamento significativo em sua porção Noroeste. Esses dados demonstram uma crescente pressão sobre a espécie, sendo fundamental a implementação de medidas de monitoramento e combate ao desmatamento.

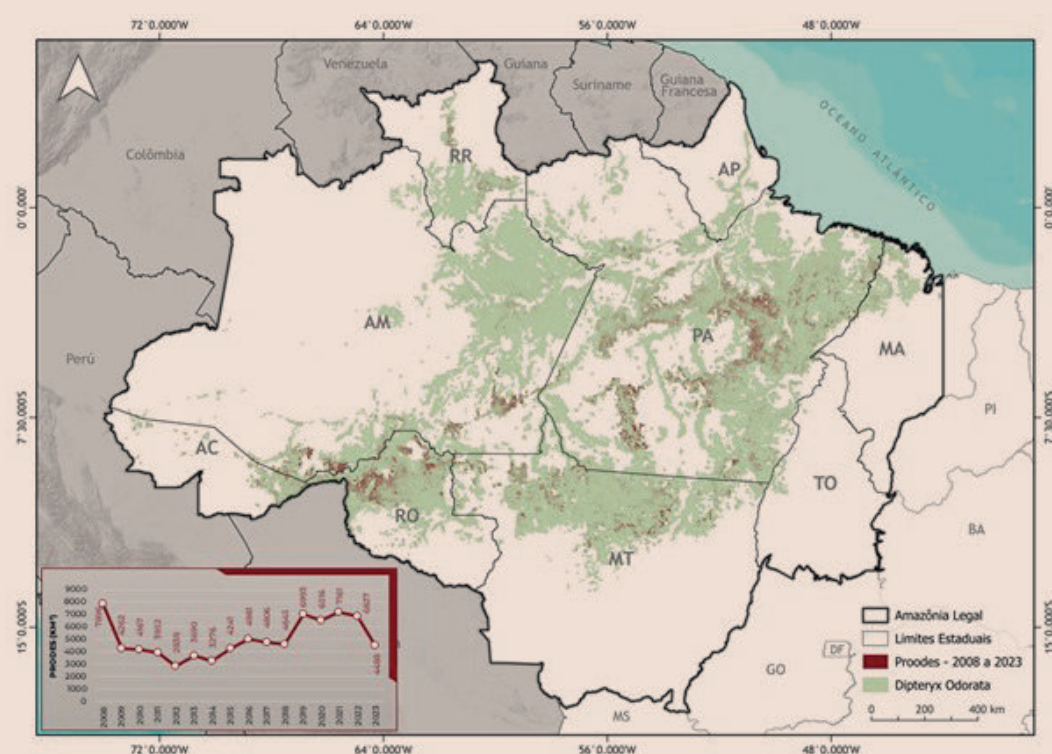


Figura 3. Mapa de sobreposição PRODES (2008 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Dipteryx odorata* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. A cor vermelha representa os registros de desmatamento por corte raso. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

Para compreender os riscos atuais de desmatamento, foi realizada uma análise para o gênero *Dipteryx* para o 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).

A análise de risco de desmatamento para a *Dipteryx odorata* apresenta um cenário preocupante (Figura 5). Os resultados indicam que 4.489 km² da área de ocorrência da espécie estão sob risco de desmatamento. As áreas de risco muito alto representam apenas 28 km², enquanto as áreas de risco alto somam 865 km². É importante destacar que a maior parte das áreas em risco, cerca de 40%, se concentram no nível moderado, totalizando 1.861 km². As áreas de risco baixo somam 1.336 km² e as de muito baixo 397 km². O mapa evidencia a necessidade de ações estratégicas para proteger as áreas de maior risco, especialmente onde as manchas de risco muito alto e alto se concentram. É crucial que ações de monitoramento e combate ao desmatamento sejam intensificadas nessas áreas para evitar a perda de biodiversidade e a destruição do habitat da espécie.

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 nº14.119 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).

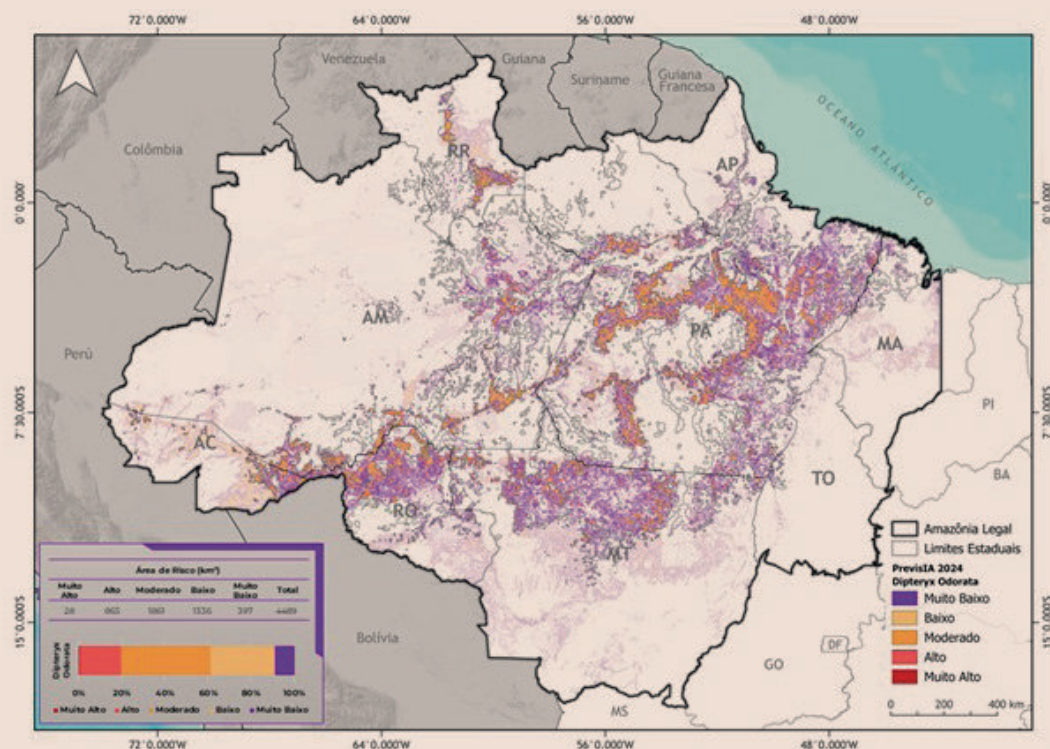


Figura 5. Mapa de sobreposição PrevisIA (2024) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Dipteryx odorata* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons roxo a vermelho indicam os riscos de desmatamento nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência da espécie. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

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 ajudarão 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 consis-

te 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 uma rede de especialistas colaboradores, e por fim, revisados pelos analistas do Núcleo Lista Vermelha, que incorporam todas as alterações indicadas pelos especialistas.

As espécies de *Dipteryx* com ocorrência na Amazônia brasileira são categorizadas como Dados Insuficientes (*D. charapilla*), Menos Preocupante (*D. magnifica*, *D. polyphylla*, *D. punctata* e *D. rosea*), Vulnerável (*D. odorata* e *D. ferrea*) e Em Perigo (*D. micrantha*) de acordo com o Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora (Tabela 3). Quando analisadas em escala global pela lista da IUCN, a categorização é alterada. As espécies *D. odorata* e *D. micrantha* são classificadas como Dados Insuficientes para uma avaliação mais robusta, enquanto *D. ferrea*, *D. magnifica* e *D. punctata* são classificadas como Menos Preocupante. A *D. polyphylla* é categorizada como Quase Ameaçada, e *D. charapilla* como Vulnerável. A espécie *D. rosea* não possui categorização em escala internacional por não ter sido avaliada (Tabela 3). Listas Vermelhas de Flora Ameaçada Estaduais foram consultadas para verificar o status de conservação nessa escala. Apenas a Lista Vermelha do Pará foi encontrada (COEMA, 2007), mas as espécies de *Dipteryx* não estão classificadas no documento.

Tabela 3. Lista do status de conservação de *Dipteryx* spp. que ocorrem na Amazônia brasileira em nível global (IUCN, 2021), nacional (CNCFlora e Portaria MMA nº 148, Brasil, 2022), e tendências populacionais (IUCN, 2021).

Espécie	IUCN	CNCFlora	Brasil (2022)	Tendência populacional
<i>Dipteryx charapilla</i>	VU (1998)	DD	Não avaliada	
<i>Dipteryx ferrea</i> *	LC (2024)	VU (2025)	Não avaliada	
<i>Dipteryx magnifica</i> *	LC (2023)	LC (2021)	Não avaliada	
<i>Dipteryx micrantha</i> *	DD (2017)	EN (2023)	Não avaliada	
<i>Dipteryx odorata</i> *	DD (2017a)	VU (2023)	Não avaliada	
<i>Dipteryx polyphylla</i> *	NT (2021a)	LC (2023)	Não avaliada	
<i>Dipteryx punctata</i> *	LC (2019)	LC (2023)	Não avaliada	
<i>Dipteryx rosea</i>	Não avaliada	LC (2012)	Não avaliada	

- Não avaliada; DD – Dados Insuficientes; LC – Menos Preocupante; NT – Quase ameaçada; VU – Vulnerável; EN – Em Perigo. Tendências populacionais: não avaliada (branco), estável (amarelo), em declínio (vermelho). *Espécie com registro de exploração florestal nos Sistemas de Controle Florestal do Brasil.

As categorias de status de conservação das espécies de *Dipteryx* avaliadas em 2023 e 2025 ainda não foram atualizadas na Portaria do Ministério do Meio Am-

biente e Mudança do Clima – MMA, que lista as espécies ameaçadas no Brasil e suas implicações para a exploração florestal. Atualmente, espécies classificadas como Extintas na Natureza – EW, Criticamente em Perigo – CR, Em Perigo – EN e Vulnerável – VU estão totalmente protegidas, incluindo restrições quanto à coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização. Para espécies da Lista Oficial do MMA classificadas como Vulnerável – VU, é possível realizar manejo sustentável, regulamentado pelo MMA e autorizado pelo órgão ambiental competente, desde que atendidos os critérios da Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014 (Brasil, 2014). Além disso, a Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015 (MMA, 2015), estabelece critérios específicos para a aprovação de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS e Planos Operacionais Anuais – POA para espécies na “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção” na categoria Vulnerável – VU:

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 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 4 (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 4 (quatro) árvores por 100 ha (cem hectares) de área de efetiva exploração da UPA, em cada UT.

Recomenda-se a atualização da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção para incluir as avaliações mais recentes de 2023 e 2025. Dessa forma, a exploração florestal das espécies de *Dipteryx* poderá estar em conformidade com as normativas vigentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os táxons de *Dipteryx* apresentam padrões distintos de distribuição geográfica e adaptabilidade a diferentes habitats, como demonstrado 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 e pela exploração comercial de produtos e subprodutos madeireiros. Em alguns casos,

como para *Dipteryx odorata* e *D. punctata*, a exploração também inclui produtos não madeireiros. Entre 2008 e 2023, foram desmatados 80.739 km² por corte raso nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência de *D. odorata*, a espécie mais explorada do gênero 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 *Dipteryx* no Brasil, é recomendado 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. Essa abordagem permitirá uma avaliação mais precisa das ameaças que cada espécie enfrenta em seus respectivos habitats. 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 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 uso alternativo do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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>

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. (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. Diário Oficial da União. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/02/2015&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=304>

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>

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2012). *Dipteryx rosea* (Fabaceae). Lista Vermelha da Flora Brasileira: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

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. (2021). *Dipteryx magnifica* (Fabaceae). Lista Vermelha da Flora Brasileira: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2023). *Dipteryx*. Perfis de espécies: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2023). *Dipteryx*. Avaliações de risco de extinção: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2025). *Dipteryx ferrea*. Perfis de espécies: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

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>

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.

Degen, B., Gregorius, H.R., Scholz, F. (1996). ECO-GENE, a model for simulation studies on the spatial and temporal dynamics of genetic structures of tree populations. *Silvae Genetica*, 45, 323 – 329.

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>

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>

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

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. (1998). *Dipteryx charapilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T36892A10019706. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T36892A10019706.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2017). *Dipteryx micrantha*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T110474723A110474851. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T110474723A110474851.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2017a). *Dipteryx odorata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T62024955A62024965. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T62024955A62024965.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2019). *Dipteryx punctata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T144302705A149055806. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T144302705A149055806.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2020-3.

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021a). *Dipteryx polyphylla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171986182A171989674. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171986182A171989674.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2023). *Dipteryx magnifica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T218388015A218534381. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T218388015A218534381.pt>.

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2024). *Dipteryx ferrea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2024: e.T218387985A239447728.

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>

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>

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>

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/>

Requena Suarez, D.K. (2017). *Dipteryx* spp. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T62024955A62024965.en>

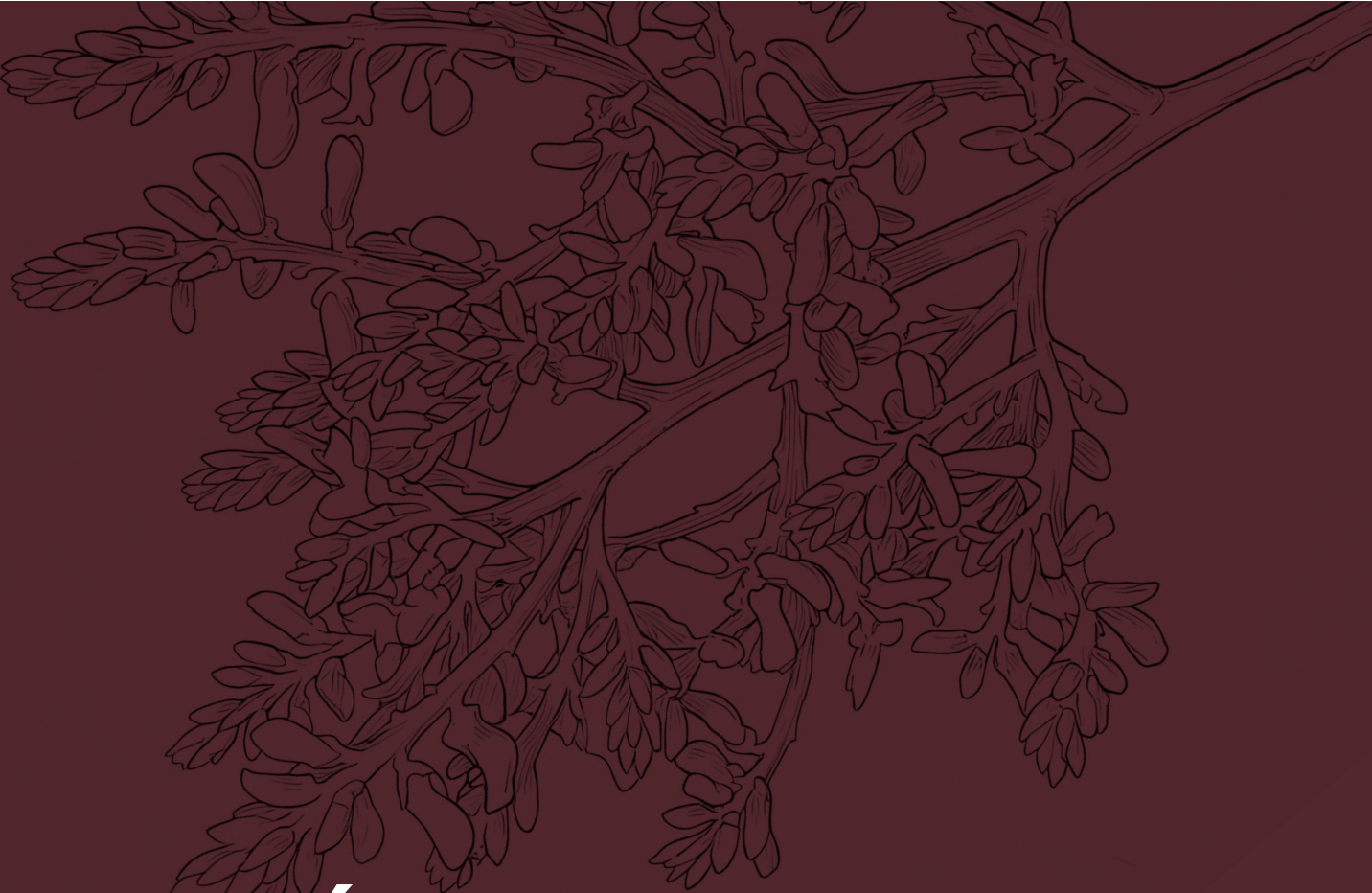
Royal Botanic Gardens, Kew – RGB, KEW. (2024). *Plants of the world online*. <https://powo.science.kew.org/>

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>

Vinson, C.C., Kanashiro, M., Harris, S.A., & Boshier, D.H. (2015a). Impacts of selective logging on inbreeding and gene flow in two Amazonian timber species with contrasting ecological and reproductive characteristics. *Molecular Ecology*, 24, 38 – 53

Vinson, C.C., Kanashiro, M., Sebbenn, A.M., Williams, T.C.R., Harris, S.A., & Boshier, D.H. (2015b). Long-term impacts of selective logging on two Amazonian tree species with contrasting ecological and reproductive characteristics: inferences from Ecogene model simulations. *Heredity*, 115, 130 – 139.

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 *DIPTERYX* 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 N° 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 seu crescimento, mortalidade e regeneração 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 – UPA de cinco Florestas Nacionais na Amazônia foram utilizados para avaliar a estrutura populacional e o volume médio por hectare de *Dipteryx* spp., totalizando mais de 150.000 hectares e 52.509 árvores. A dinâmica das espécies foi analisada em 463 parcelas permanentes, abrangendo áreas de controle (n=223) e áreas com histórico de manejo florestal (n=240), ao longo de um intervalo temporal de 1962 a 2024, acumulando mais de 13.700 anos de dados individuais. Exceto por *D. punctata*, as demais espécies de *Dipteryx* avaliadas (*D. odorata*, *D. magnifica*, *D. micrantha*, *D. polyphylla* e *D. ferrea*) 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 *D. odorata*, com cerca de 0,3-0,4 árvores por hectare e *D. punctata* a menor, com 0,004 árvores por hectare ao longo das classes diamétricas. As taxas de crescimento diamétrico anual apresentaram ampla variabilidade entre as fitofisionomias avaliadas, tratamentos de manejo e classes diamétricas. No entanto, de forma geral, os valores

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 N° 701, de 15 de abril de 2024

médios de crescimento diamétrico estiveram entre 0,3 e 0,5 cm/ano, com tendências de maior crescimento médio em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e em áreas manejadas, em relação as áreas de Floresta Ombrófila Densa – FOD. Entre as espécies avaliadas, foram obtidos dados de mortalidade e recrutamento ao longo das parcelas permanentes somente para *D. odorata* devido a limitação de informações para as demais. A espécie apresentou taxas de mortalidade média em FOA com tendências maiores em áreas manejadas e média em torno de 0,50%/ano. Para FOD, o oposto ocorreu, em áreas controle as taxas de mortalidade foram maiores e a média para a fitofisionomia foi de 1,5%/ano. Para as taxas de recrutamento médio, observou-se valores em torno de 0,5%/ano para FOA, sendo similares entre áreas controle e manejadas. Para FOD, as taxas de recrutamento médio foram maiores nas áreas controle, com valores médios de 3%/ano. 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 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 indiví-

duos 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, por meio de certificações, 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 (fitofisiologias) 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 o manejo madeireiro ocorre. Portanto, a avaliação de como as práticas de manejo florestal 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 *Dipteryx* 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 utilizou-se informações de 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 13.700 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, regeneração e mortalidade das espécies varia no tempo. Além disso, as informações obtidas subsidiaram os modelos de recuperação volumétrica de *Dipteryx* spp. em função de diferentes cenários de manejo florestal apresentados no Capítulo 6 – Manejo Florestal de *Dipteryx* spp. na Amazônia Brasileira: Critérios e Recomendações. Os avanços aqui evidenciados fornecem uma perspectiva robusta sobre a dinâmica e estrutura populacional de *Dipteryx* 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 *DIPTERYX* 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 capacidade de regeneração da população e deve ser considerada para o manejo sustentável

das espécies. Para avaliação da estrutura populacional das espécies de *Dipteryx* que ocorrem na Amazônia Legal, integrou-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 principalmente em FOD, com uma média de 70 cm entre as espécies de *Dipteryx*, em relação ao observado para FOA, com 63 cm (Tabela 1). Os valores de diâmetro médio mais elevados são observados para *D. magnifica*, enquanto os menores para *D. polyphylla*. Os maiores valores de diâmetro máximo são observados para FOD em todas as espécies, principalmente para *D. odorata*, com 380 cm. A maior densidade de árvores por hectare também é observada para *D. odorata* em FOD, com 0,424 árv/ha. *D. punctata*, por sua vez, é a espécie com menor densidade de árvores por hectare entre as espécies, com 0,004 árv/ha e o menor diâmetro máximo, com 89 cm, ambos em FOD.

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

Espécie	Fitofisionomia	$D_{\text{méd}}$ (cm)	$\pm DP$	$D_{\text{máx}}$ (cm)	Dens (árv/ha)	$\pm DP$
<i>Dipteryx odorata</i>	FOA	64,88	16,93	170,0	0,158	0,092
	FOD	70,36	28,91	380,0	0,424	0,323
<i>Dipteryx punctata</i>	FOA	-	-	-	-	-
	FOD	61,43	9,72	89,0	0,004	0,003
<i>Dipteryx polyphylla</i>	FOA	55,09	11,46	115,9	0,043	0,044
	FOD	72,23	19,82	178,0	0,132	0,064
<i>Dipteryx magnifica</i>	FOA	-	-	-	-	-
	FOD	74,16	22,39	234,9	0,139	0,132
<i>Dipteryx micrantha</i>	FOA	65,79	21,31	146,0	0,182	0,081
	FOD	-	-	-	-	-
<i>Dipteryx ferrea</i>	FOA	67,26	24,68	146,4	0,230	-
	FOD	-	-	-	-	-

Dados ausentes ou insuficientes “-”.

A densidade média de árvores por hectare de *Dipteryx* spp. em área de efetivo manejo ao longo de diferentes classes diamétricas, exceto por *D. punctata*, 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. No entanto, exceto para *D. odorata*, a densidade de árvores em todas as classes diamétricas é baixa, não ultrapassando 0,10 árvores por hectare para *D. magnifica* e 0,07 para as demais espécies. Além disso, a ausência de dados robustos para as classes inferiores a 30-40 cm de diâmetro limita a avaliação das estruturas populações médias de *Dipteryx* spp. nas áreas de manejo florestal da Amazônia.

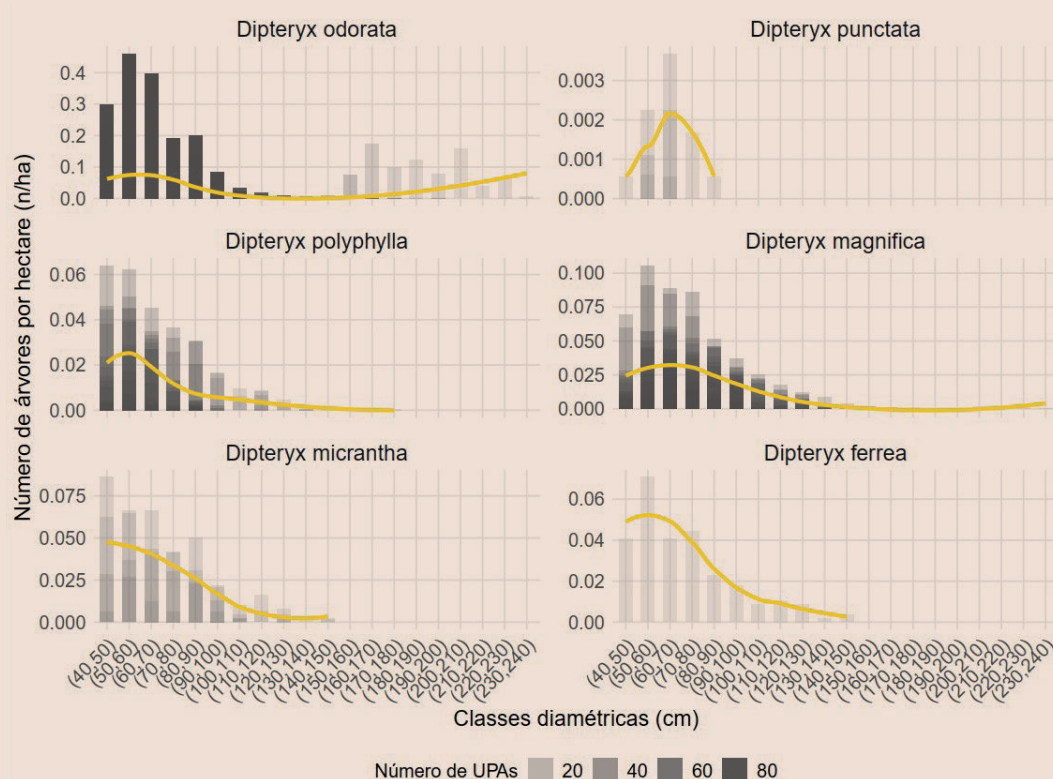


Figura 1. Número médio de árvores por hectare de espécies do gênero *Dipteryx* ao longo de diferentes classes de diâmetro (intervalos de 10 cm) nas Florestas Nacionais.

Ao longo das unidades de produção anual – UPA das Florestas Nacionais avaliadas observou-se os maiores valores de volume médio por hectare para *D. odorata*, com mediana próxima de 2,5 m³/ha, seguida por *D. magnifica*, com 1,5 m³/ha (Figura 2). *D. punctata*, por sua vez, apresenta os menores valores, com 0,04 m³/ha, indicando o baixo potencial madeireiro desta espécie na Amazônia.

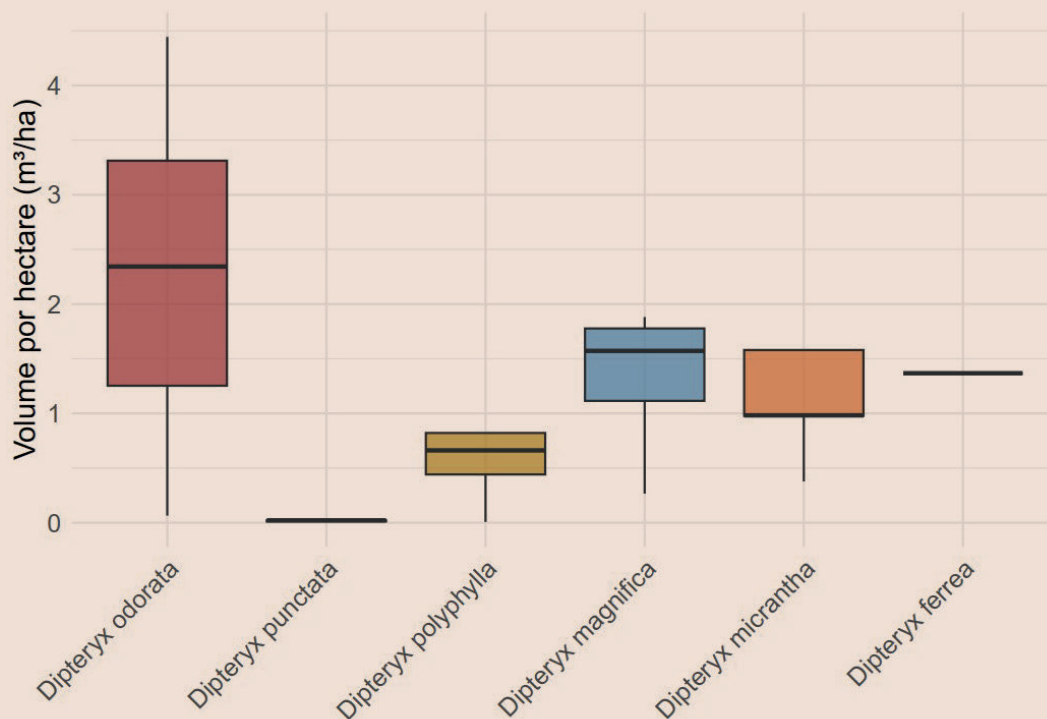


Figura 2. Volume médio por hectare de *Dipteryx* spp. ao longo de unidades de produção anual – UPA em Florestas Nacionais na Amazônia Legal.

2. MONITORAMENTO POPULACIONAL DE *DIPTERYX* SPP.: PARCELAS PERMANENTES

Para avaliação do crescimento arbóreo, 875 árvores de *Dipteryx* spp. distribuídas ao longo de 463 parcelas permanentes na Pan-Amazônia foram avaliadas (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 13.729 anos de informações em nível de árvore. Para a análise das taxas de crescimento diamétrico anuais categorizou-se as parcelas de acordo com as fitofisionomias correspondentes e com os seguintes tratamentos: a) controle, ou seja, sem intervenções antrópicas ao longo do tempo de monitoramento, b) manejo florestal, ou seja, com impactos de exploração florestal ao longo do tempo (Figura 3).

Regiões Fitoecológicas das parcelas permanentes com e sem influência de Manejo Florestal

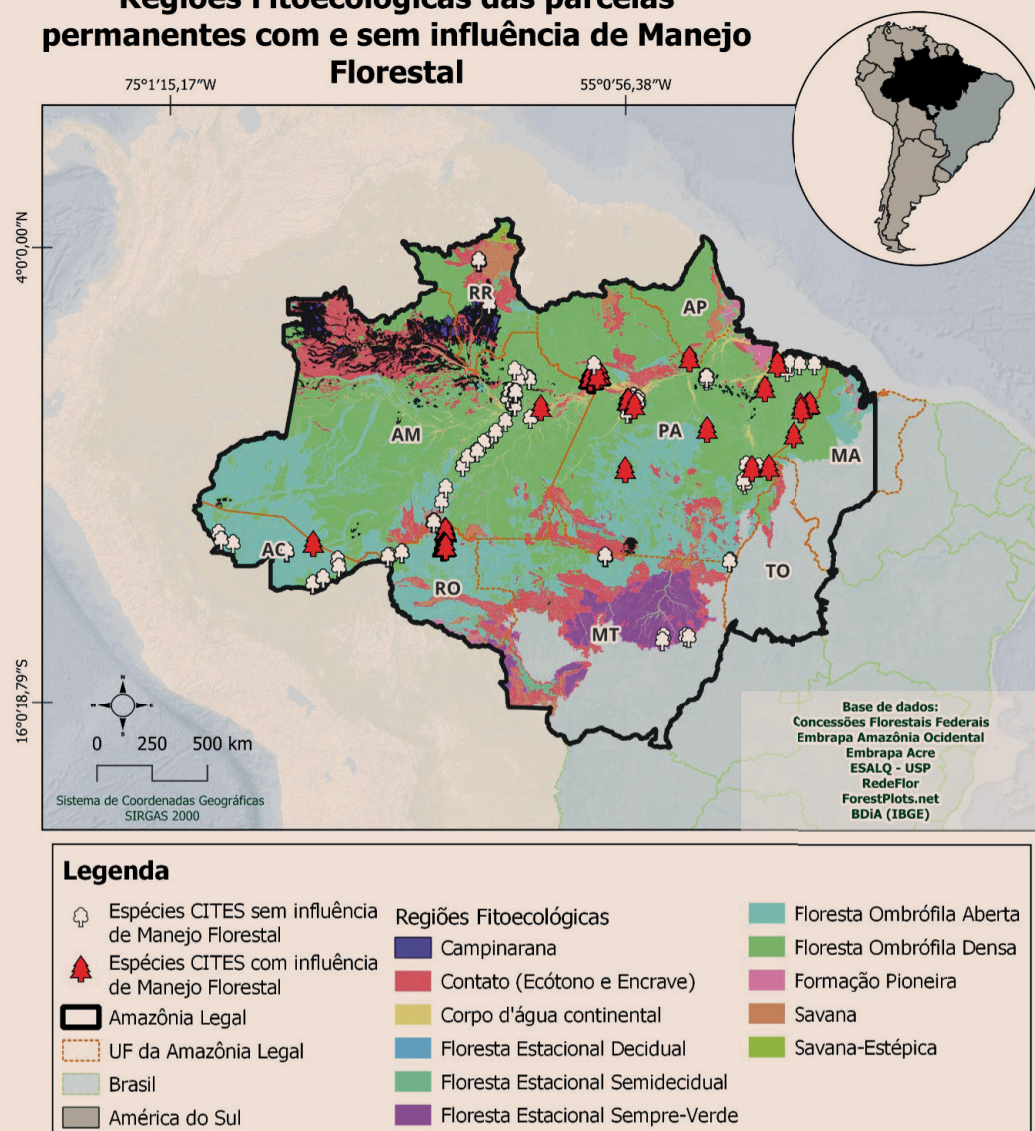


Figura 3. Localização das parcelas permanentes distribuídas por regiões fitoecológicas, com (em vermelho) e sem histórico de manejo florestal (em branco) de acordo como o Banco de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – BDIA/IBGE.

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 estimou-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 60-70 cm de diâmetro acumulado foram observadas (Figura 4). Após isso, para as espécies de *Dipteryx*, as taxas de crescimento se mantiveram próximas de 0,5 cm/ano, delineando uma curva média com formato sigmoidal.

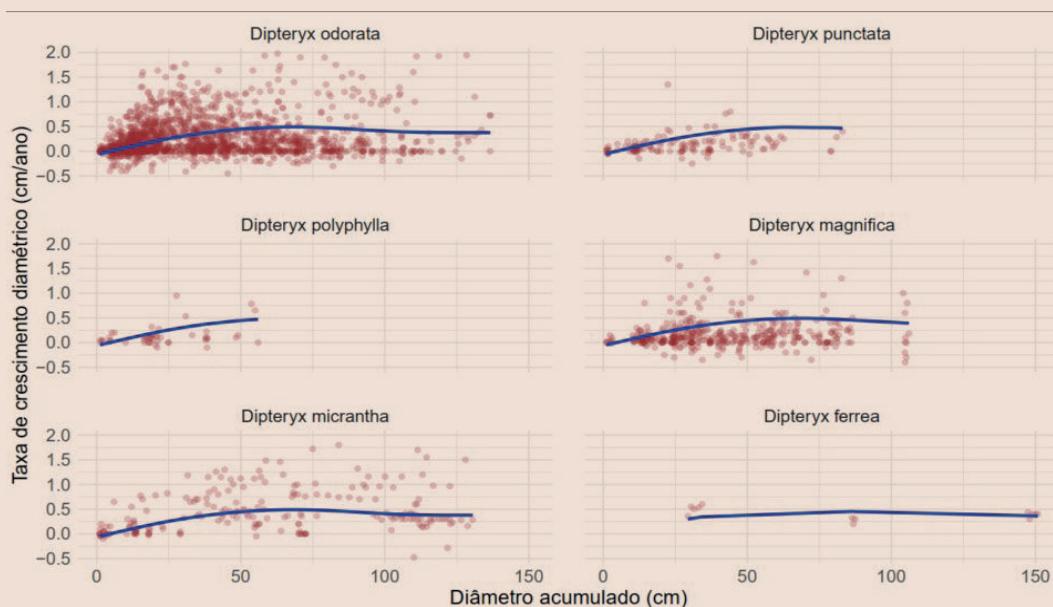


Figura 4. Taxa de crescimento diamétrico anual por diâmetro acumulado para *Dipteryx odorata*, *D. punctata*, *D. polyphylla*, *D. magnifica*, *D. micrantha* e *D. ferrea* ao longo de parcelas permanentes na Pan-Amazônia. Linhas em azul projetadas por meio de Modelos Aditivos Generalizados – GAM e método 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, avaliou-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 5). Para as espécies, de forma geral, observou-se crescimento diamétrico médio em torno de 0,35 cm/ano, com tendências de maior crescimento em áreas com histórico de manejo florestal, principalmente para *D. polyphylla* em FOA, com 0,53 cm/ano (Tabela 2). Entre as classes diamétricas, os valores medianos mais altos foram observados em áreas controle na classe de 100-110 cm, para *D. odorata*, com cerca de 1,05 cm/ano em FOD (Figura 5). Entre os tratamentos de manejo florestal, diferenças significativas marginais ($p < 0,05$) foram observadas nas classes 10-20 e 40-50 cm para *D. odorata* e 60-70 para *D. magnifica*, onde o crescimento foi maior em áreas controle em FOD (Figura 5).

Tabela 2. Taxa de crescimento diamétrico médio anual para *Dipteryx* 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 $\pm$ cm/ano).

Espécie	Fitofisionomia	Tratamento	n (plots)	Crescimento (cm/ano)	DP ($\pm$)
<i>Dipteryx odorata</i>	FOA	C	5	0,28	0,21
		MF	51	0,50	0,47
	FOD	C	114	0,30	0,28
		MF	133	0,36	0,34

Espécie	Fitofisionomia	Tratamento	n (plots)	Crescimento (cm/ano)	DP (±)
<i>Dipteryx punctata</i>	FOD	C	29	0,18	0,19
		MF	-	-	-
<i>Dipteryx polyphylla</i>	FOA	C	-	-	-
		MF	6	0,53	-
	FOD	C	15	0,18	0,20
		MF	-	-	-
<i>Dipteryx magnifica</i>	FOD	C	55	0,26	0,25
		MF	50	0,31	0,40
<i>Dipteryx micrantha</i>	FOA	C	3	0,10	0,07
		MF	-	-	-
	FOD	C	2	0,53	0,55
		MF	-	-	-

Dados ausentes ou insuficientes “-”.



Figura 5. Taxa de crescimento diamétrico anual por classe diamétrica e tratamento de manejo florestal (controle e manejo florestal) para *Dipteryx odorata* e *D. magnifica* 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 para *D. odorata* a partir de 130-140 cm, apresentamos somente até a classe 120-130 cm, para melhor visualização dos dados.

3. MORTALIDADE E RECRUTAMENTO

Para avaliação da mortalidade e recrutamento das espécies considerou-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, avaliou-se 53 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, 21 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 *Dipteryx odorata*, para as demais espécies os dados foram insuficientes para análises robustas. Com isso, realizou-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 *Dipteryx odorata* observou-se as maiores diferenças nos valores médios de taxa de mortalidade entre fitofisionomias, com cerca de 0,5%/ano para FOA e 2%/ano para FOD (Figura 6A). Para a espécie em FOA, as taxas de mortalidade foram maiores nas áreas manejadas, com 0,70%/ano em relação a 0,25%/ano em áreas controle. Já em FOD, as taxas de mortalidade foram maiores nas áreas controle com 2,2%/ano, em relação a 1,45%/ano em áreas manejadas (Figura 6A).

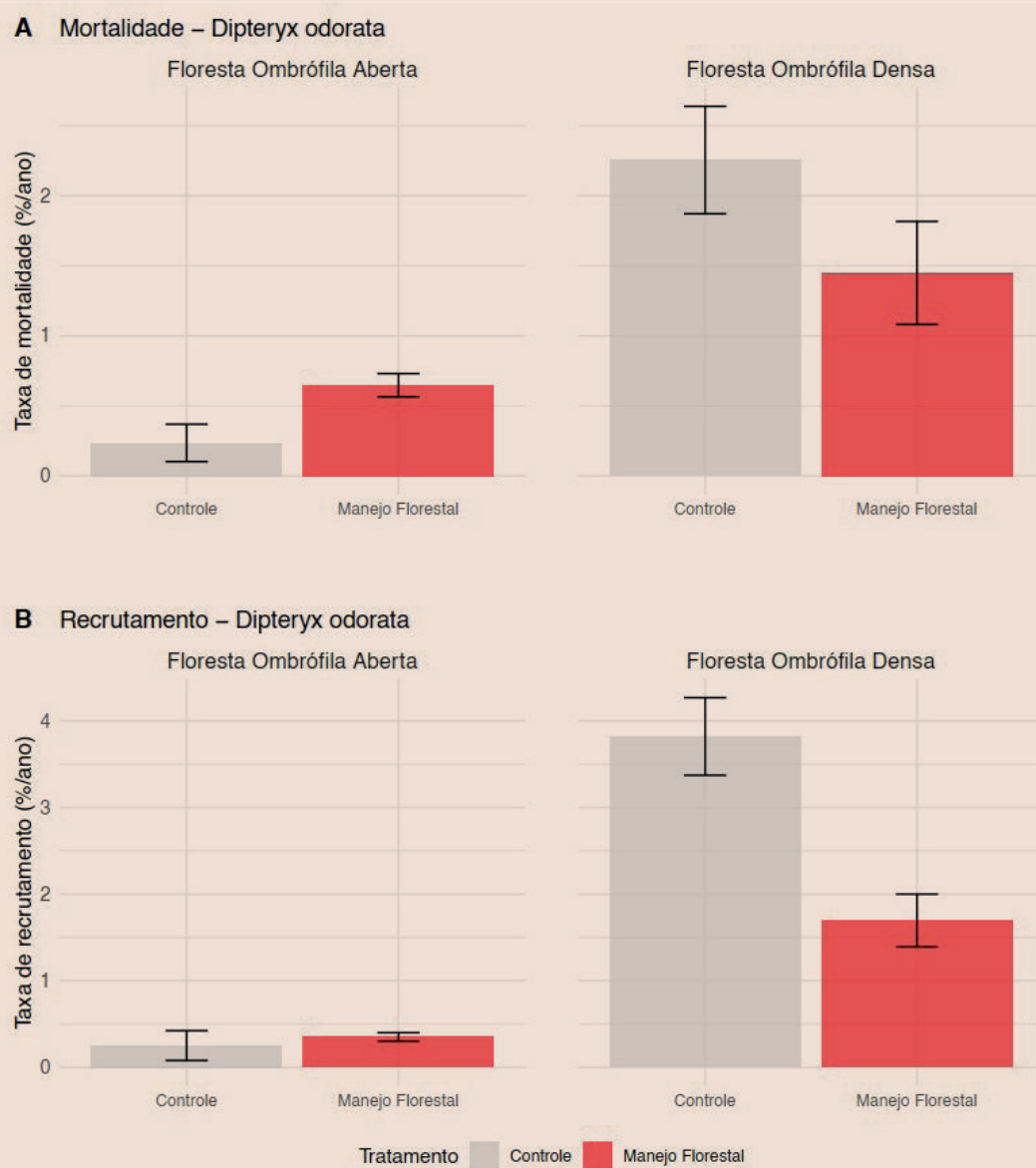


Figura 6. Taxa de recrutamento por tratamento de manejo florestal (controle e manejo florestal) para *Dipteryx odorata* em Floresta Ombrófila Aberta – FOA (53 parcelas) e Floresta Ombrófila Densa – FOD (21 parcelas). As barras representam médias e as linhas verticais representam o erro padrão da média.

As taxas de recrutamento apresentaram padrão similar para *D. odorata*, onde as maiores diferenças foram observadas entre fitofisionomias, com média de cerca

de 0,3%/ano em FOA e 3%/ano em FOD (Figura 6B). Para FOA, as taxas de recrutamento médio foram similares em áreas controle e manejadas, com média de 0,3%/ano. Para FOD, as taxas de recrutamento médio foram maiores em áreas controle com 3,8%/ano, e 1,7%/ano em áreas manejadas. Tanto para mortalidade, como recrutamento, observou-se tendências de valores mais elevados em FOD em relação a FOA, indicando uma maior dinâmica populacional da espécie nessa condição ambiental (Figura 6).

4. 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 resultados indicam que o crescimento médio anual foi maior em áreas manejadas (0,42 cm/ano) em comparação com áreas controle (0,27 cm/ano), com destaque para *D. odorata* e *D. polyphylla*, que apresentaram taxas de crescimento diamétrico médio em áreas manejadas em FOA acima de 0,50 cm/ano (Figura 5).

As taxas de mortalidade média para *D. odorata* foram 0,5%/ano em FOA e 2%/ano em FOD, enquanto as taxas de recrutamento foram cerca de 0,3%/ano em FOA e 3%/ano em FOD (Figura 6). Dentro de cada fitofisionomia, as taxas de mortalidade foram maiores em áreas manejadas em FOA (0,7%/ano) e em áreas controle em FOD (2,2%/ano). As taxas de recrutamento também foram maiores na FOD, nas áreas controle (3,8%/ano), e sem diferenças significativas entre tratamentos na FOA (0,3%/ano). Essas diferenças entre fitofisionomias indicam que FOD proporciona condições mais dinâmicas para a espécie, com maior recrutamento e mortalidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados analisados neste capítulo constituem uma das mais abrangentes compilações de informações já reunidas sobre a estrutura populacional, o crescimento e a dinâmica de *Dipteryx* spp. na Amazônia, integrando inventários florestais de mais de 52.500 árvores distribuídas em aproximadamente 150.000 hectares de Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, bem como informações provenientes de 463 parcelas permanentes dis-

tribuídas na Pan-Amazônia. Esse conjunto de dados, que totaliza mais de 13.700 anos de monitoramento individual, fornece uma base empírica robusta para avaliar padrões populacionais do gênero sob diferentes condições ambientais e históricos de manejo florestal.

A análise da estrutura populacional revelou que as espécies de *Dipteryx* apresentam, em geral, baixas densidades populacionais, com exceção relativa de *D. odorata*, e padrões estruturais característicos de populações com maior proporção de indivíduos nas classes diamétricas menores, configurando uma distribuição em formato de J-invertido. Esse padrão, ausente apenas para *D. punctata*, indica potencial regenerativo, mas também evidencia limitações importantes associadas à reduzida abundância de indivíduos ao longo das classes diamétricas para a maioria das espécies avaliadas. A escassez de dados para classes inferiores a 30–40 cm de diâmetro impõe restrições adicionais à avaliação completa da capacidade regenerativa dessas populações em áreas sob manejo florestal.

As análises de crescimento diamétrico, mortalidade e recrutamento realizadas a partir de parcelas permanentes demonstraram variações consistentes entre fitofisionomias e tratamentos de manejo. De forma geral, observou-se maior dinamismo populacional em Floresta Ombrófila Densa, caracterizado por taxas mais elevadas de mortalidade e recrutamento, em comparação à Floresta Ombrófila Aberta. Para *D. odorata*, única espécie com dados suficientes para análises demográficas mais robustas, os resultados indicam que o manejo florestal influencia as taxas de crescimento e mortalidade de maneira distinta entre as fitofisionomias, reforçando que as respostas populacionais não são uniformes e que generalizações entre ambientes podem levar a avaliações imprecisas da sustentabilidade da exploração.

Os resultados deste capítulo indicam que a sustentabilidade do manejo florestal de *Dipteryx* spp. está fortemente condicionada às características biológicas das espécies, à sua baixa densidade populacional e às diferenças estruturais e dinâmicas entre fitofisionomias. Taxas de crescimento relativamente lentas, associadas à reduzida abundância de indivíduos em classes comerciais, apontam para a necessidade de intensidades de exploração conservadoras, da manutenção de um número adequado de árvores remanescentes em todas as classes diamétricas e da proteção de indivíduos reprodutivos, especialmente porta-sementes e árvores nas classes imediatamente inferiores ao diâmetro mínimo de corte, como condição para assegurar a regeneração natural, a conectividade genética e a viabilidade populacional ao longo do tempo.

Apesar da robustez do conjunto de dados analisado, permanecem lacunas relevantes que limitam avaliações mais precisas para algumas espécies do gê-

nero. A ampliação da amostragem em classes diamétricas inferiores a 40 cm, o monitoramento sistemático antes e após a exploração e a avaliação de parcelas permanentes sob diferentes intensidades de manejo e tratamentos silviculturais contribuiriam para refinar a compreensão dos impactos do manejo sobre a dinâmica populacional. Em conjunto, os resultados apresentados reforçam a importância de incorporar informações sobre estrutura e dinâmica populacional na definição de critérios técnicos de manejo florestal específicos por espécie e por fitofisionomia, subsidiando avaliações de sustentabilidade da exploração madeireira no âmbito do Parecer de Extração Não Prejudicial (NDF) e assegurando a conservação de longo prazo das populações de *Dipteryx* spp. na Amazônia.

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, 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>

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>

Grogan, J., Landis, R.M., Free, C.M., Schulze, M.D., Lentini, M., & Ashton, M.S. (2014). Big-leaf mahogany *Swietenia macrophylla* population dynamics and implications for sustainable management. *Journal of Applied Ecology*, 51(3), 664-674. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12210>

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>

Meir, P., Brando, P.M., Nepstad, D., Vasconcelos, S., Costa, A.D., Davidson, E., ... & Cardinot, G. (2009). The effects of drought on Amazonian rain forests. *Amazonia and global change*, 186, 429-449. <https://doi.org/10.1029/2008GM000718>

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
DIPTERYX 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 estabeleceu-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 às 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, subsidiam 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 *Dipteryx* 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 – UF, fitofisionomias e categorias de mane-

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 Nº 701, de 15 de abril de 2024

jo florestal ainda são raros e necessitam de maior robustez. No presente capítulo, foi analisada a base de 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 Acre, Amazonas e Mato Grosso destacaram-se no maior número de árvores e volume inventariado, enquanto o Pará apresentou o maior volume autorizado total. A análise nos estados do Pará e Mato Grosso foi limitada pela falta de dados completos. Nas fitofisionomias, Florestas Ombrófilas Abertas no Amazonas, Acre e Mato Grosso apresentaram a maior densidade e volume médio de *Dipteryx* spp. Os planos de manejo florestal comunitário no estado do Amapá foram caracterizados por maior pressão sobre as populações de *Dipteryx* spp. Verificou-se diferença significativa entre a intensidade de exploração efetiva de *Dipteryx odorata*, espécie predominante do gênero *Dipteryx*, em comparação entre Manejo em Floresta Pública com percentual do volume médio explorado equivalente a 65% do autorizado, e Manejo Privado, com exploração média de 89% do autorizado, situação que deve ser considerada na definição de parâmetros de manejo que visam garantir sua sustentabilidade e manutenção das funções ecossistêmicas no habitat. Portanto, os sistemas de base florestal fornecem dados estratégicos para identificar regiões e categorias de manejo florestal onde há maior ocorrência, volume e exploração de *Dipteryx* spp., potencializando a tomada de decisão e a elaboração de políticas públicas.

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

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 foram 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 do gênero *Dipteryx*, 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). Esse desafio é particularmente crítico nos estados do Pará e Mato Grosso, onde a falta de integração das informações completas e

homogêneas com os sistemas federais impacta a avaliação abrangente da cadeia produtiva da madeira e outros produtos florestais.

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 nos que preveem a utilização de máquinas para o arraste de toras, denominados de “Plenos”, e aquelas 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 93% das árvores de *Dipteryx* 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 *Dipteryx* 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. As leis 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 44º) (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, conjunto de órgãos das diferentes esferas de governo, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental no Brasil. O Sisnama é composto 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 Pú-

blicas (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 31º 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 parâmetros técnicos mínimos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS com fins madeireiros em nível 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 à todos os entes públicos responsáveis pela análise e autorização da exploração madeireira sustentável, ain-

da 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 m³/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	–

Parâmetro	IN MMA nº 05/2006 / Res. Conama nº 406/2009	IN MMA nº 01/2015 (espécies VU)
Intensidade máxima de corte	30 m³/ha (mecanizado); 10 m³/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 do gênero *Dipteryx*, duas espécies estão enquadradas na categoria Vulnerável (*Dipteryx ferrea* e *D. odorata*). Já a espécie *Dipteryx micrantha* está classificada como Em Perigo (CNCFlora, 2023) e, portanto, sujeita a proteção integral, que proíbe sua exploração madeireira.

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.

Normativa federal	Ementa
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.
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).

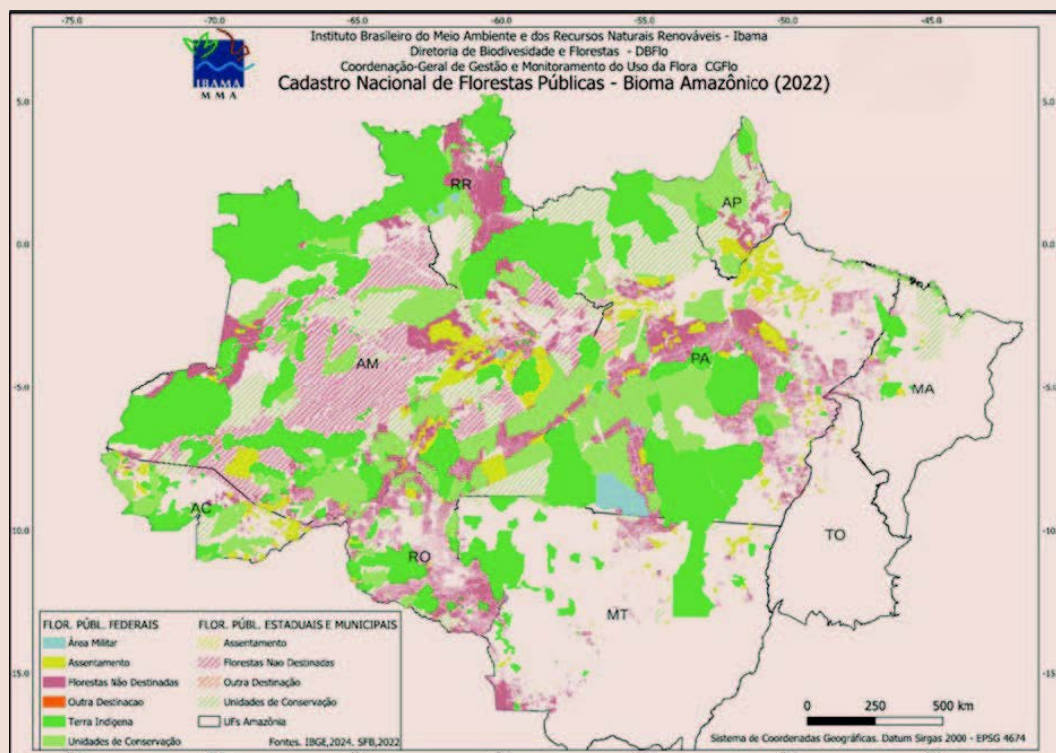


Figura 1. Mapeamento do Cadastro Nacional de Florestas Públicas no bioma amazônico, atualizado em 2022.

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 *Dipteryx* spp., que deve ser objeto de especial atenção pelo poder público (Figura 1).

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 responsabilidade 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 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 dessas populações.

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 à 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 se referem a exploração em áreas privadas, representando 96% do total, enquanto apenas cerca de 4% estão relacionados à 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, bem como 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 CEMACT/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.
AM	Resolução/CEMAAM nº 36, de 19 de janeiro de 2022 (CEMAAM, 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 sucessoras 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.
	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.
PA	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.
	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.
RR	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.
O	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 destas normativas destacam-se alguns critérios de manejo florestal adotados pelos estados com caráter mais restritivo, ou características que devem ser avaliadas na definição do Parecer de Extração Não Prejudicial das espécies do gênero *Dipteryx*.

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

avancam 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 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, com utilização de imagens de satélite e algoritmos de automação de análise de imagens de satélite para identificação de explorações de florestas nativas, controle de volume de madeira por árvore explorada nas Unidades de Produção Anual dos Planos de Manejo, bem como a especificidade no monitoramento de transações destes produtos florestais. Atualmente todas as autorizações de exploração, empreendimentos envolvidos e transações de madeira realizadas 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 por espécie em um Plano de Manejo, passou a se dar com a individualização do volume por 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, até a exportação, que se utilizará 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, 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 a 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 produção de conhecimento sobre as espécies do gênero *Dipteryx*, 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 – Simlam, quanto para o controle da comercialização de produtos florestais de origem nativa – 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 apenas ocorrerão 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 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, relacionado 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 CEPROF-PA no Pará), no qual toda comercialização e transporte de madeira passa a ser controlada. Este cadastro é um registro de pessoas físicas ou jurídicas obrigatório para aqueles que extraíam, coletem, beneficiem, transformem, industrializem, comercializem, armazenem e consumam 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 *DIPTERYX* SPP. EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

Para a avaliação da exploração das espécies de *Dipteryx* spp., foi consolidada uma ampla base de dados extraídos 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 2018-2023.

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 das bases estaduais de MT e PA. Ao avaliar a exploração de *Dipteryx* 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.

Avaliação	Informação	Área de abrangência	N. de autorizações
3.1	✓ Volume e área total autorizados.	Unidades Federativas – UF.	2538
	✓ Volume médio: autorizado, explorado e transacionado.		
	Informação em nível de volume por espécie e área autorizada total (ha).		
3.2	✓ Número e volume médio de árvores inventariadas.	Unidades Federativas – UF.	650
	Informação em nível de árvore por espécie e área de efetivo manejo (ha).	Fitofisionomias;	
3.3	✓ Intensidade de exploração efetiva por categoria de manejo. Informação em nível de volume de árvore por espécie.	Categorias de Manejo Florestal.	707

3.1. Avaliação 1 – Exploração Sustentável de *Dipteryx* 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 *Dipteryx odorata*, espécie que representa aproximadamente 98% do volume explorado do gênero, enquanto as demais espécies apenas 2%. O estado do Pará possui a maior área de manejo florestal autorizado no bioma, representando 62% do total, enquanto o segundo estado com maior área de floresta manejada é o Mato Grosso, com 12%. Já em relação aos PMFS autorizados com exploração de *Dipteryx odorata*, o Acre é o estado com maior representatividade, com 35,89% de ocorrência da espécie sendo explorada, seguido por Rondônia, com 13,33% das áreas manejadas (Tabela 7).

Tabela 7. Dados do Sinaflor no período 2018-2023, referente a área de floresta no bioma amazônico sob regime de PMFS, em comparação com áreas de manejo sustentável com exploração de *Dipteryx odorata*.

Estados	Sob regime de PMFS (ha)	PMFS com exploração de <i>Dipteryx odorata</i> (ha)	Percentual (%)
AC	395.897	142.106	35,89
AM	761.331	43.957	5,77
AP	638.732	32	0,01
MA	624	-	-
RO	760.500	101.450	13,33
RR	45.347	660	1,46
TO	1.877	-	-
MT	1.201.489	72.925	6,06
PA	6.203.577	185.493	2,99
Total	10.009.374	546.623	5,46 %

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, com mais de 1.200.000 m³ totais autorizados para *Dipteryx odorata*. Após o Pará, os estados do Acre, Mato Grosso e Amazonas foram as unidades federativas com maior volume autorizado para *D. odorata*. A espécie *D. polyphylla* teve volume autorizado em apenas 3 estados, sendo aproximadamente 200.000 m³ no Pará, seguidos de valores mais baixos em Amazonas e Rondônia. *D. punctata* teve registro de volume autorizado apenas no Amazonas e Pará, com volume autorizado inferior a 100.000 m³ em ambos estados (Figura 4).

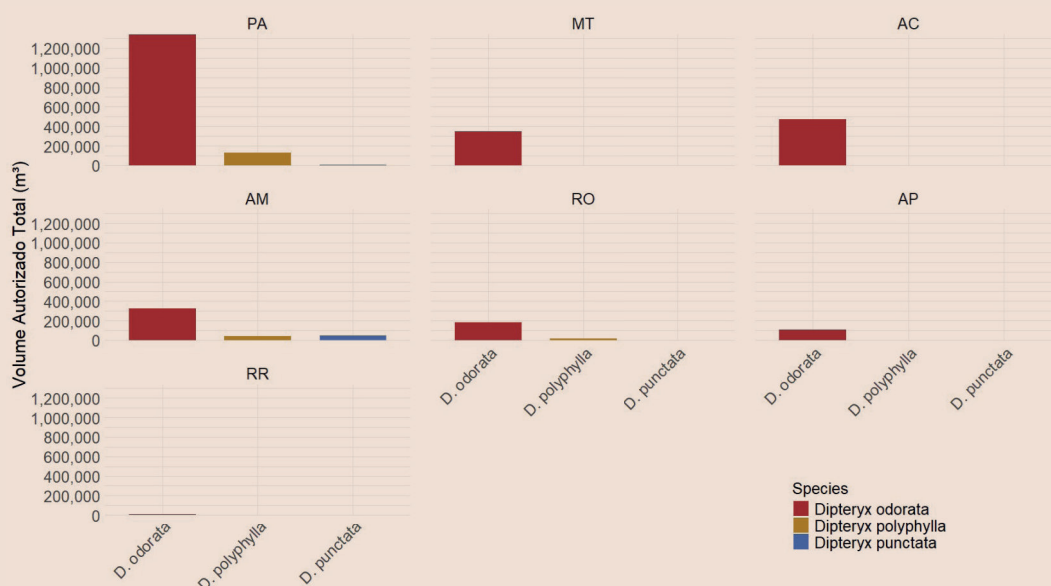


Figura 4. Volume autorizado total de *Dipteryx odorata*, *Dipteryx polyphylla* e *Dipteryx punctata* (espécies mais exploradas de *Dipteryx* spp.) por unidade federativa – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal, no período de 2018-2023.

Os volumes autorizados, explorados e transacionados médios por área autorizada para o gênero *Dipteryx* spp. ao longo das unidades federativas da Amazônia Legal são observados na Figura 5. Os estados do Acre, Amapá e Amazonas destacam-se como os estados com maior volume autorizado médio para *Dipteryx* spp., em torno de 1,00-2,00 m³/ha. Os maiores volumes explorados e transacionados médios por hectare são observados no Acre (cerca de 1,80 m³/ha) e no Amapá (~ 1,20 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, Roraima e Rondônia destacaram-se, com cerca de 30-60% de exploração do volume autorizado.



Figura 5. Volume médio: autorizado, explorado e transacionado por hectare (área autorizada) de *Dipteryx* spp. por unidade federativa – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal. Autorizações Plano Operacional Anual – POA Amazônia Legal Pleno e Baixa Intensidade, período entre 2018 e 2023. Dados parciais para os estados do PA e MT.

3.2. Avaliação 2 – Exploração de *Dipteryx* 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. Já para o levantamento do número de árvores e volume médio de *Dipteryx* spp. por hectare em área de efetivo manejo integrou-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 120.607 árvores (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 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	17.138
AM	199 / 100	44.774
AP	188 / 58	16.392
MT	387 / 30	2.354
PA	766 / 52	20.948
RO	504 / 332	18.320
RR	41 / 37	681

Para a avaliação 2, além das Unidades Federativas, realizou-se as seguintes categorizações:

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 90% do total de árvores manejadas de *Dipteryx* spp. ocorre nessas fitofisionomias, sendo: 40% em FOA e 53% em FOD do total amostrado.

Para o recorte amostrado, observou-se maior número de árvores e volume médio de *Dipteryx* spp. por hectare nos estados do AC, AM, AP e MT, com cerca de 0,15-0,65 árvores por ha (Figura 7). Os estados de AC e MT apresentaram os volumes mais altos em FOD e MT em FOA (~1 m³/ha). Mato Grosso apresentou alto volume de madeira apesar da baixa densidade de árvores por hectare, sugerindo árvores de maior porte. Para FOD, os menores valores de número médio de árvores por hectare, cerca de 0,05 (n/ha), e volume médio por hectare, cerca de 0,1 m³/ha foram observados no estado de Roraima (Figura 7).

Ao longo das fitofisionomias avaliadas, tanto FOA como FOD no Acre e Mato Grosso destacaram-se com o maior volume médio por hectare (Figura 6). Exceto por AC e PA, no geral, observou-se maior número médio de árvores em FOA do que em FOD. No geral, os menores valores de número de árvores e volume médio por hectare foram observados, em FOD nos estados de Roraima, com cerca de 0,05 árvores por hectare e 0,1 m³/ha.

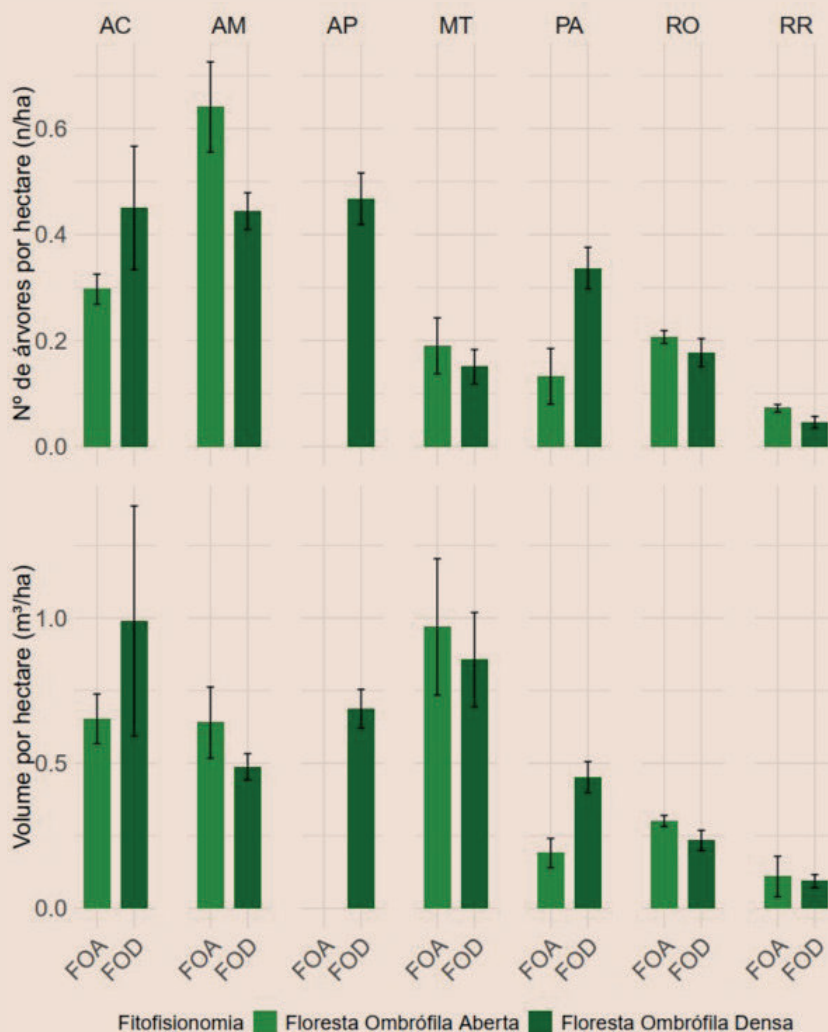


Figura 7. Número médio de árvores (com erro padrão da média) por hectare (área de efetivo manejo) nas duas principais fitofisionomias inventariadas de *Dipteryx* spp. por autorização ao longo das unidades federativas – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal, no período de 2018-2023 (n=650). As autorizações amostradas para o Pará são restritas a Florestas Nacionais.

3.3. Avaliação 3 – Exploração de *Dipteryx* 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 consequentemente o volume a ser explorado.

Para a avaliação da intensidade de exploração, foram extraídos dados dos volumes autorizados e explorados das espécies do gênero *Dipteryx* do painel interno de monitoramento do Ibama para o período de 2018 a 2023. 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 *Dipteryx* spp. foi avaliada a partir de 707 autorizações de exploração florestal emitidas no período. 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, 561 foram provenientes de manejo em áreas privadas, 84 de manejo em concessões em florestas públicas e 62 de manejo comunitário. 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 ($65,3\% \pm 1,98\%$) 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.

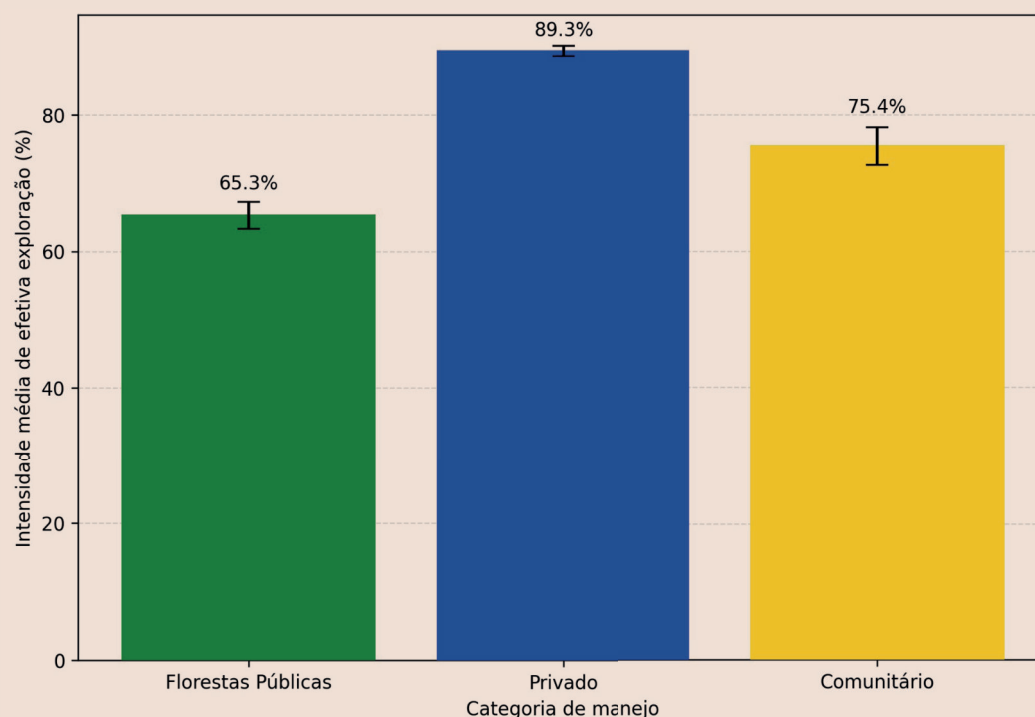


Figura 9. Intensidade média de efetiva exploração (%) de *Dipteryx* spp. por categoria de manejo na Amazônia Legal. As barras representam a média do percentual de volume explorado em relação ao volume autorizado por autorização de exploração florestal (AUTEX), e as barras de erro indicam o erro-padrão da média. Número amostral: Florestas Públicas (n = 84), Privado (n = 561) e Comunitário (n = 62). Fonte: elaboração própria, com base em dados do Sinaflor/DOF (2018–2023). Dados parciais para os estados do PA e MT.

Nos planos de manejo florestal em domínio privado, a intensidade média mais elevada ($89,3\% \pm 0,77\%$) 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 empreendimento, o que se expressa em intensidades médias mais elevadas e menor variabilidade entre autorizações. Outro fator constantemente associado à alta relação entre volume autorizado/explorado se refere à utilização da volumetria excedente gerada pelas estimativas associadas ao Inventário Florestal 100% como mecanismo para acobertamento de madeira oriunda de explorações ilegais em outras áreas. A avaliação da ilegalidade na cadeia produtiva será abordada no capítulo 5.

Com relação aos planos de manejo florestal comunitários ($75,4\% \pm 2,77\%$), 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 Brasil possui um histórico de leis e normas de manejo florestal sustentável de mais de 40 anos, que trazem consigo uma evolução natural em conceitos e parâmetros técnicos baseados na sustentabilidade da floresta. Essas normas refletem os estágios de pesquisas e estudos da época de sua publicação. Embora a possibilidade normativa de alterar os critérios de exploração com base em estudos específicos exista há quase duas décadas, essa prática ainda não foi amplamente incorporada nos processos produtivos atuais. Nesse contexto, os princípios da Cites condicionam as suas partes ao avanço nestes critérios, promovendo a transição para um novo paradigma de manejo florestal, fundamentado na sustentabilidade de espécies.

A intensidade média de efetiva exploração de *Dipteryx* spp. diferiu de forma consistente entre os regimes de manejo florestal, variando de 65,3% em concessões em florestas públicas até 89,3% em áreas privadas. Esses resultados refletem, além das incertezas inerentes às estimativas volumétricas dos inventários florestais, diferenças estruturais nos arranjos institucionais e operacionais de cada regime.

Por fim, a avaliação dos sistemas de controle florestal demonstra avanços significativos em rastreabilidade no âmbito federal (Sinaflor, DOF+), além de 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 *Dipteryx* 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,%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%20

Nº 2031, de 20 de setembro de 2011, e outras providências.

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/porta1/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*. Dispõe 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>

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2023). *Dipteryx micrantha*. Avaliações de risco de extinção: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

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 nº1, 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.

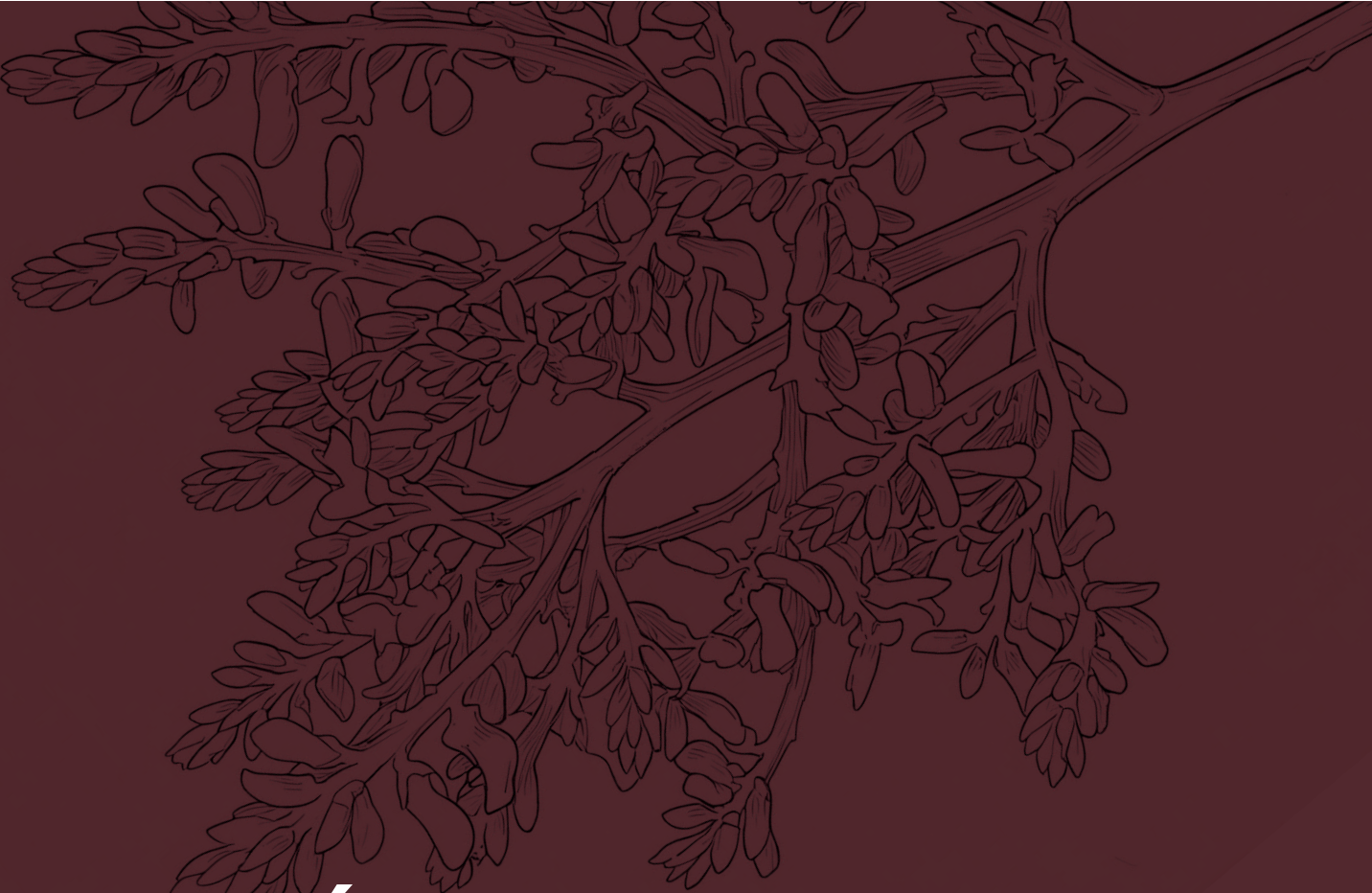
Rosa, I.M., Souza Jr, C., & Ewers, R.M. (2012). Changes in size of deforested patches in the Brazilian Amazon. *Conservation biology*, 26(5), 932-937. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01901.x>

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 N° 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 *Dipteryx* 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. De predominante popularidade no gênero, a *Dipteryx odorata* está entre as espécies nativas brasileiras de maior produção nacional. Em claro contraste à tendência nacional de declínio, a produção de *Dipteryx odorata* vem aumentando recentemente e valores dos produtos consumidos estão duas vezes acima da média geral das espécies. Pressões de mercado, assim, mostram-se evidentes. *Dipteryx odorata* encontra-se no conjunto das espécies de maior representatividade em planos de manejo autuados. Em estudo de caso específico ao Pará, estimativas sobre riscos de ilegalidade sugerem que 59% do volume transacionado de *Dipteryx* spp. apresentou algum risco de ilegalidade com relação aos três parâmetros

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 N° 701, de 15 de abril de 2024

avaliados (situação da autorização inválida, superestimativa do volume comercial das espécies, discrepâncias entre consumo e produção). Apesar de parcial, os resultados indicam que uma parcela substancial da produção é comprometida por riscos associados a ilegalidade e a 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 (Valdionnes et al., 2021; Simex, 2024) contribuem para inviabilizar a produção sustentável (Lima et al., 2018; Scoti 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 técnico-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 podem ser utilizadas para a inserção de outras espécies similares nos sistemas. Essa tendência é de particular importância para o gênero da *Dipteryx* spp., onde se é documentado o desafio da clara distinção entre várias das espécies (Cites, 2019) e o frequente uso da *Dipteryx odorata* como principal espécie comercializada dentre os cumarus. 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. Essas objetivam elucidar as tendências de produção e comércio legal bem como subsidiar a avaliação da potencial fração ilegal da produção para a *Dipteryx* 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 (Valdionnes 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 *Dipteryx* 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 federal 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 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.

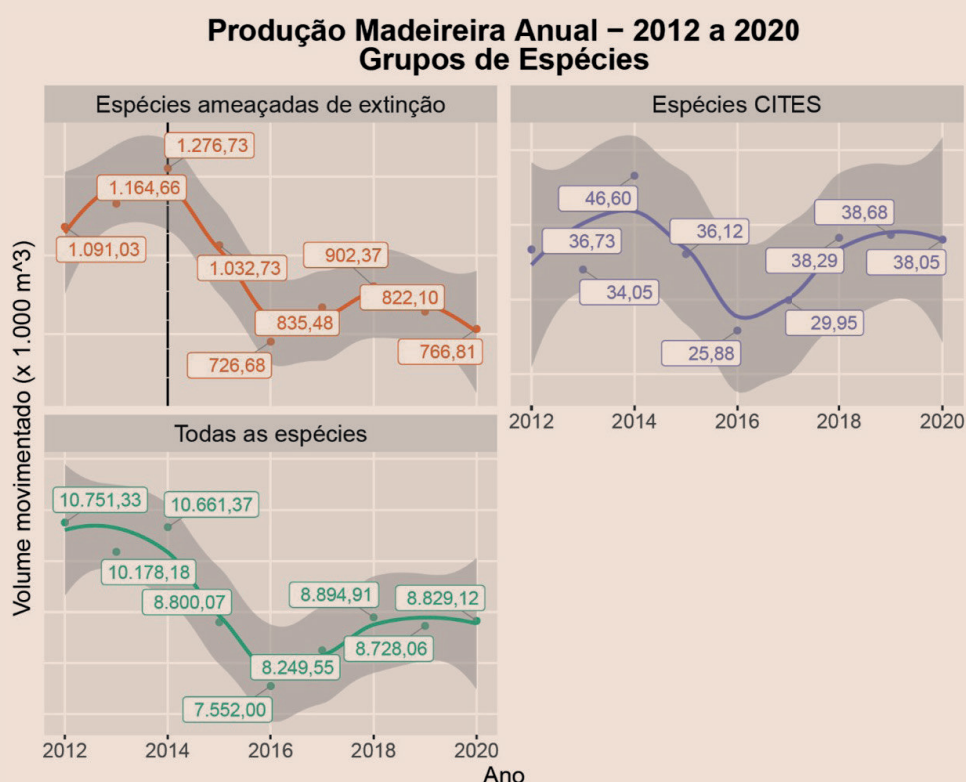


Figura 1. Produção madeireira anual no período de 2012 a 2020 (m³ x 1.000), conforme os diferentes grupos de espécies analisados. Todas as espécies: conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará; Espécies ameaçadas de extinção: conjunto de espécies 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 61% 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) ficaram em torno de 10% e 0.4% da produção geral, respectivamente.

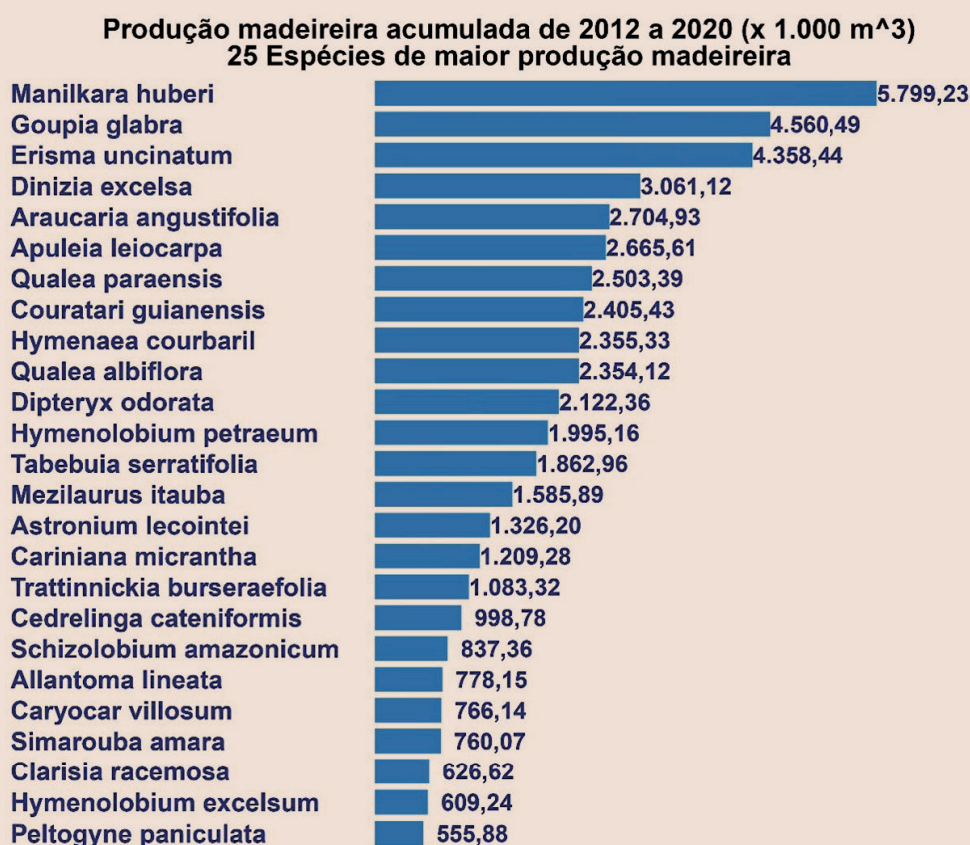


Figura 2. Produção madeireira acumulada de 2012 a 2020 (m³ x 1.000) das 25 espécies de maior produção madeireira no período. Fonte: Ibama (2024).

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 produção nos 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 cultiva-

das 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). Fonte: 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).

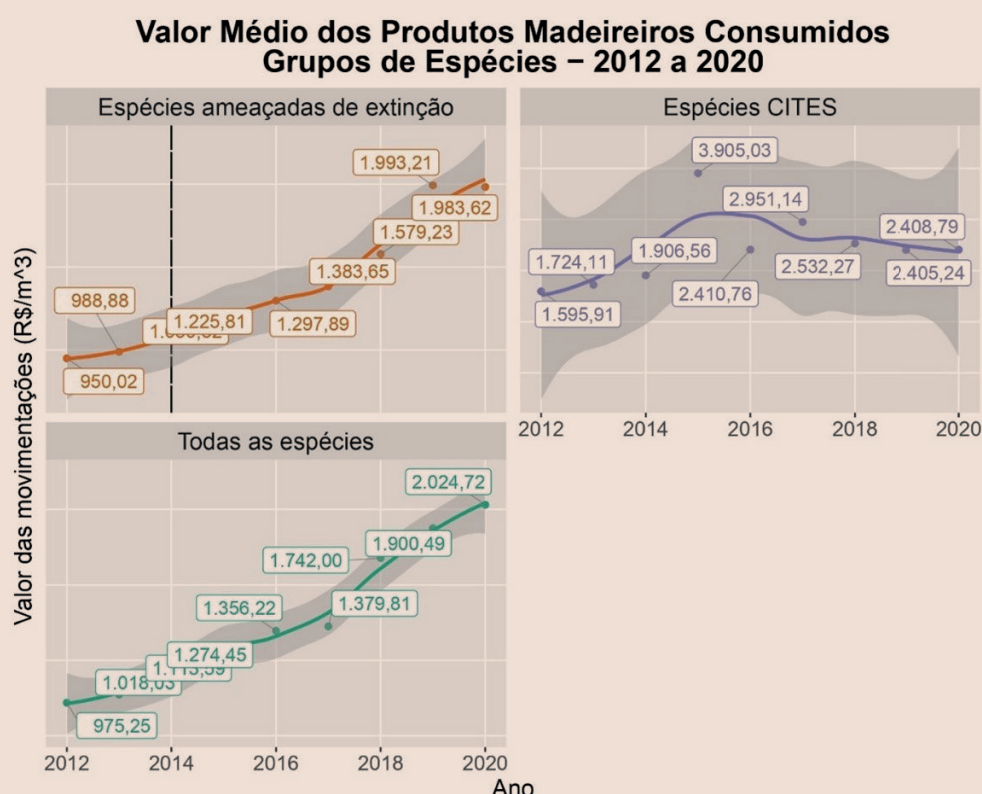


Figura 4. Valor médio dos produtos madeireiros consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³, inflação não corrigida), conforme os diferentes grupos de espécies analisados no estudo Ibama (2024). **Todas as espécies:** conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso 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

Dadas 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 detalhadas 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).

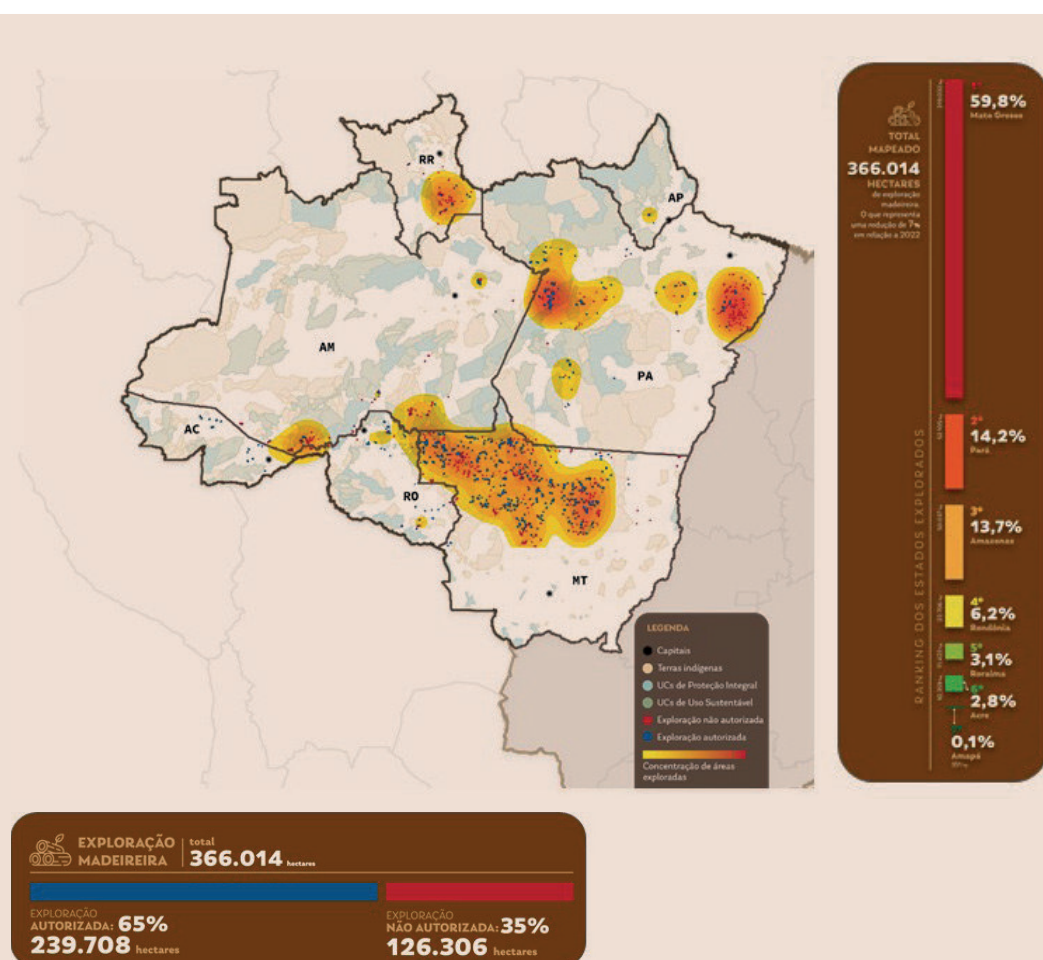


Figura 5. Mapeamento da exploração madeireira na Amazônia de Agosto 2022 a Julho 2023. Fonte: Simex (2024).

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 a *Dipteryx odorata* 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. Assim, 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 *Dipteryx odorata* apresenta máxima probabilidade de ocorrência, principalmente, nos estados do Amazonas, Rondônia, Roraima, Mato Grosso e Pará, destacados em verde na figura abaixo. Mato Grosso e Pará têm 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 3.511 km², seguidas pelas áreas sem definição (2.113 km²) e, por último, as áreas não autorizadas (1.729 km²). No total, são 7.353 km² de exploração madeireira, tanto legal quanto ilegal, nas regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *D. odorata* (Figura 6).

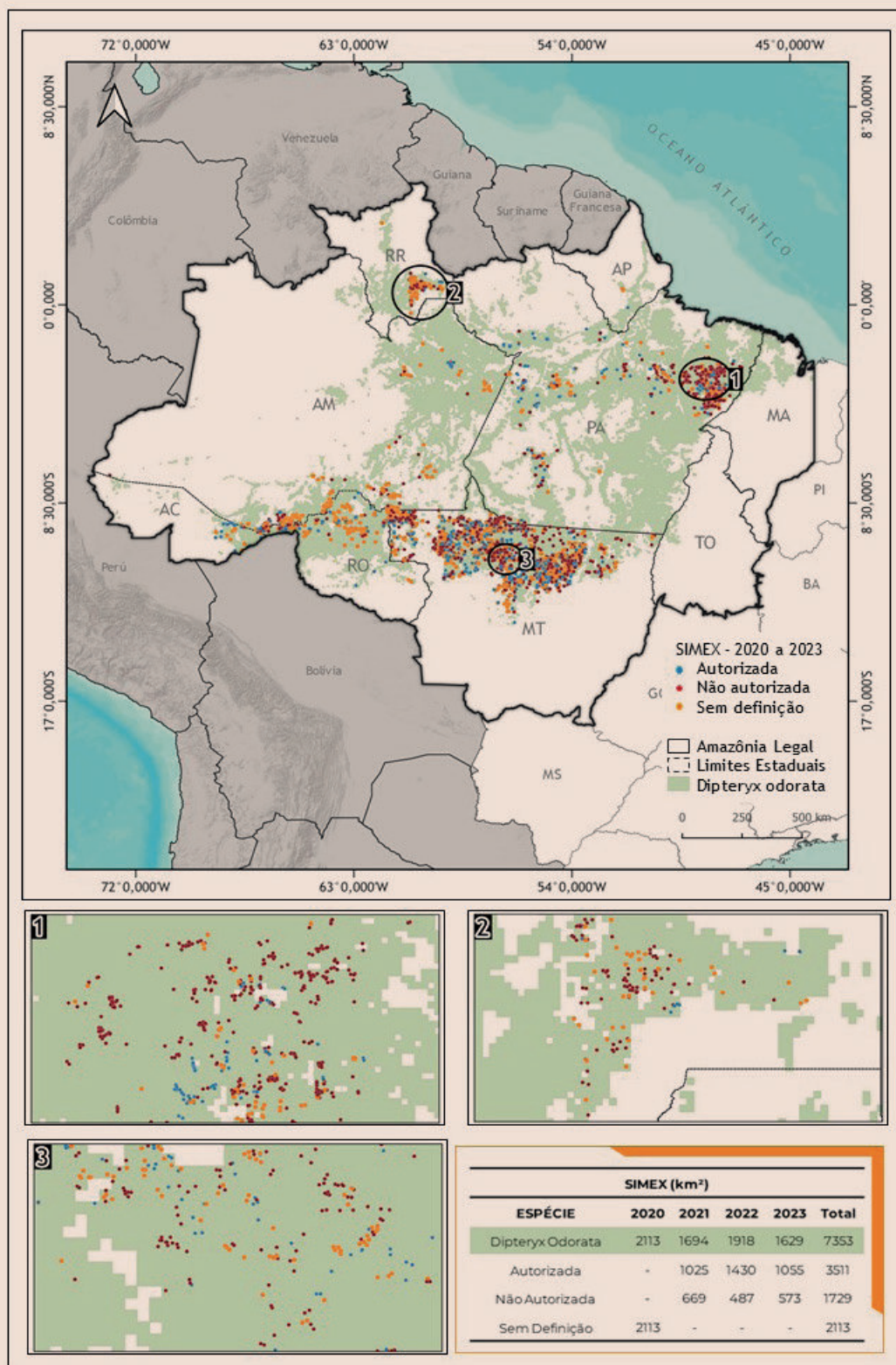


Figura 6. Mapa de sobreposição Simex (2020 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Dipteryx odorata* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. Os pontos com cor azul representam as áreas autorizadas. Os pontos com cor vermelha 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 madeireira. 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 ambien-

te, 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).

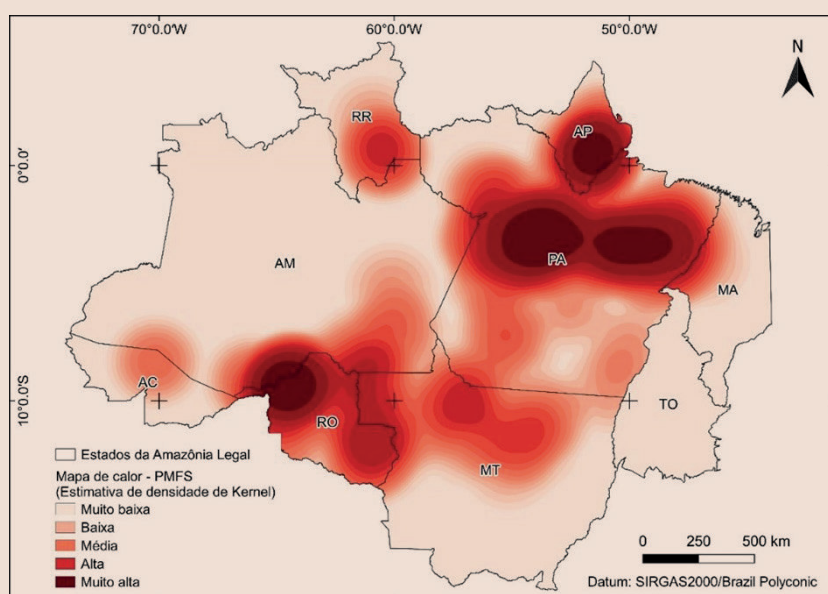


Figura 7. Mapa de calor da distribuição geográfica dos PMFS (estimativa da densidade de Kernel). Fonte: Costa et al. (2024).

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 produção

da madeira, 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 autoriza- tivos	▪ Irregularidade nos documen- tos	41
	Delimitação da área de manejo	▪ Falhas no macro e microplane- jamento (UPA e/ou UT)	38
	Inventário florestal 100%	▪ Identificação botânica irregu- lar	44
		▪ Erros nos dados dendrométricos e nas estimativas de volume	34
		▪ Árvores inexistentes ou sem volume comercial aptas para corte	17
	Seleção e marcação de árvores para corte	▪ Problemas na marcação e lo- calização das árvores	45
	Corte de cipós	▪ Não realização do corte de Cipós	25
Exploratória	Definição do estágio sucessional	▪ Floresta com sinais de explo- ração anterior ao PMFS	14
	Apresentação de in- formações 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
		▪ Corte de árvores não autori- zadas	39
	Arraste	▪ Estradas e ramais de arraste sem planejamento	46
		▪ Estradas e ramais de arraste em APP	15
	Pátios de estocagem	▪ Pátios de estocagem com di- mensões excedentes ou aloca- dos em áreas proibidas	24
	Transporte	▪ Irregularidades no transporte (V21)	76

Fase	Atividade do manejo florestal	Intercorrência	Nº de intercorrências detectadas
	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 (figura 8), cuja função é resumir graficamente a solução dos agrupamentos efetuados pelo método hierárquico.

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.

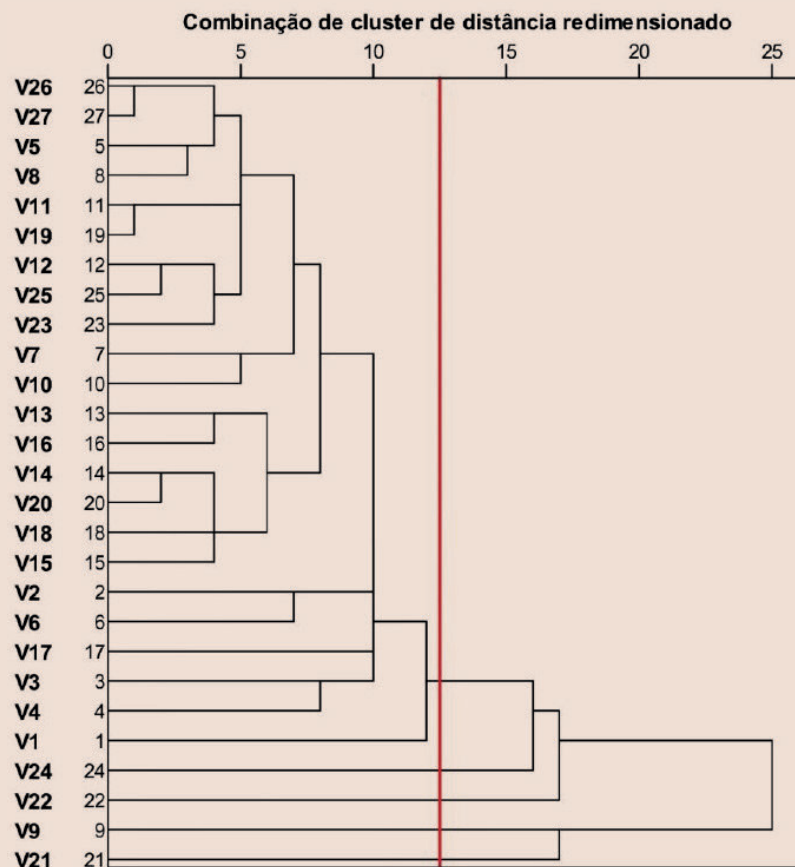


Figura 8. Dendrograma usando ligação média (entre grupos) - coeficiente de correspondência simples. Fonte: Costa et al. (2024).

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).

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 *Dipteryx odorata* encontra-se no conjunto das espécies de maior representatividade (Figura 9). É relevante apontar que 64,7% dos PMFS que possuem a espécie *Dipteryx odorata* como uma das três espécies com maior volume autorizado apresentam movimentação fraudulenta de crédito. A identificação botânica irregular foi descrita em 17,6% dos PMFS que a *Dipteryx odorata* está 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. São utilizados diversos subterfúgios para gerar créditos excedentes ou utilizá-los de forma fraudulenta, a movimentação de créditos é a principal forma para efetivar o acobertamento de madeira sem origem legal. 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.

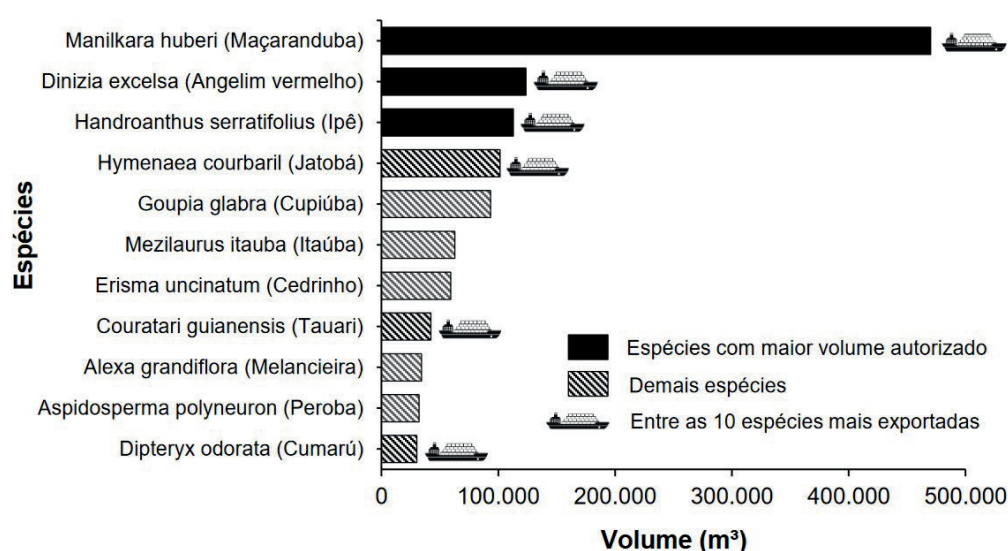


Figura 9. Volume total autorizado das espécies mais representativas no âmbito dos PMFS analisados. Fonte: Adaptado de Costa (2023).

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 podem 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, *DIPTERYX* SPP.

De acordo com Ibama (2024), a produção madeireira de *Dipteryx odorata*^{11*} no ano de 2020 foi 93% maior do que a observada em 2012. Essa tendência contrasta com o declínio observado na produção para o grupo de todas as espécies, que apresentou uma redução de 22% entre 2012 e 2020 (Ibama, 2024) (Figura 9a). Mato Grosso é o maior produtor de *Dipteryx odorata* (41%) seguido por Pará (18%) e Rondônia (14%). Apesar da relevância estadual acompanhar as tendências gerais da produção nacional, é notável o papel predominante do estado de Mato Grosso. Nesse estado originam-se mais que o dobro do volume em toras da espécie em relação ao segundo maior produtor.

Com relação ao consumo, os valores dos produtos madeireiros do cumaru estão em média duas vezes acima da média geral para todas as espécies. Ainda, a valoração relativa encontra-se levemente acima da média de todas as espécies. Observa-se que o valor médio dos produtos madeireiros de *Dipteryx odorata* consumidos em 2020 aumentou 113% em relação ao observado em 2012 ao passo que esse aumento foi de 91% se considerarmos todas as espécies nativas (Figura 9b).

Ademais, 60% do cumaru consumido no Sistema DOF (Sinaflor), Sisflora-PA e Sisflora-MT atendem ao mercado nacional (Ibama, 2024), seguindo a tendência nacional de predomínio do consumo interno. Entretanto, quando comparado aos 87% de consumo interno observado para o conjunto de todas as espécies, a *Dipteryx odorata* serve o mercado exterior em maior proporção relativa. Ainda, essa proporção de consumo interno representa uma redução de 12% em relação ao período de 2012-2017 (Ibama, 2019), indicando um aumento relativo da importância do mercado internacional para produtos da espécie para os anos de 2018-2020.

11 *Dipteryx odorata* é a espécie de maior comercialização do gênero, sendo assim considerada representativa das demais espécies no âmbito de avaliação do comércio.

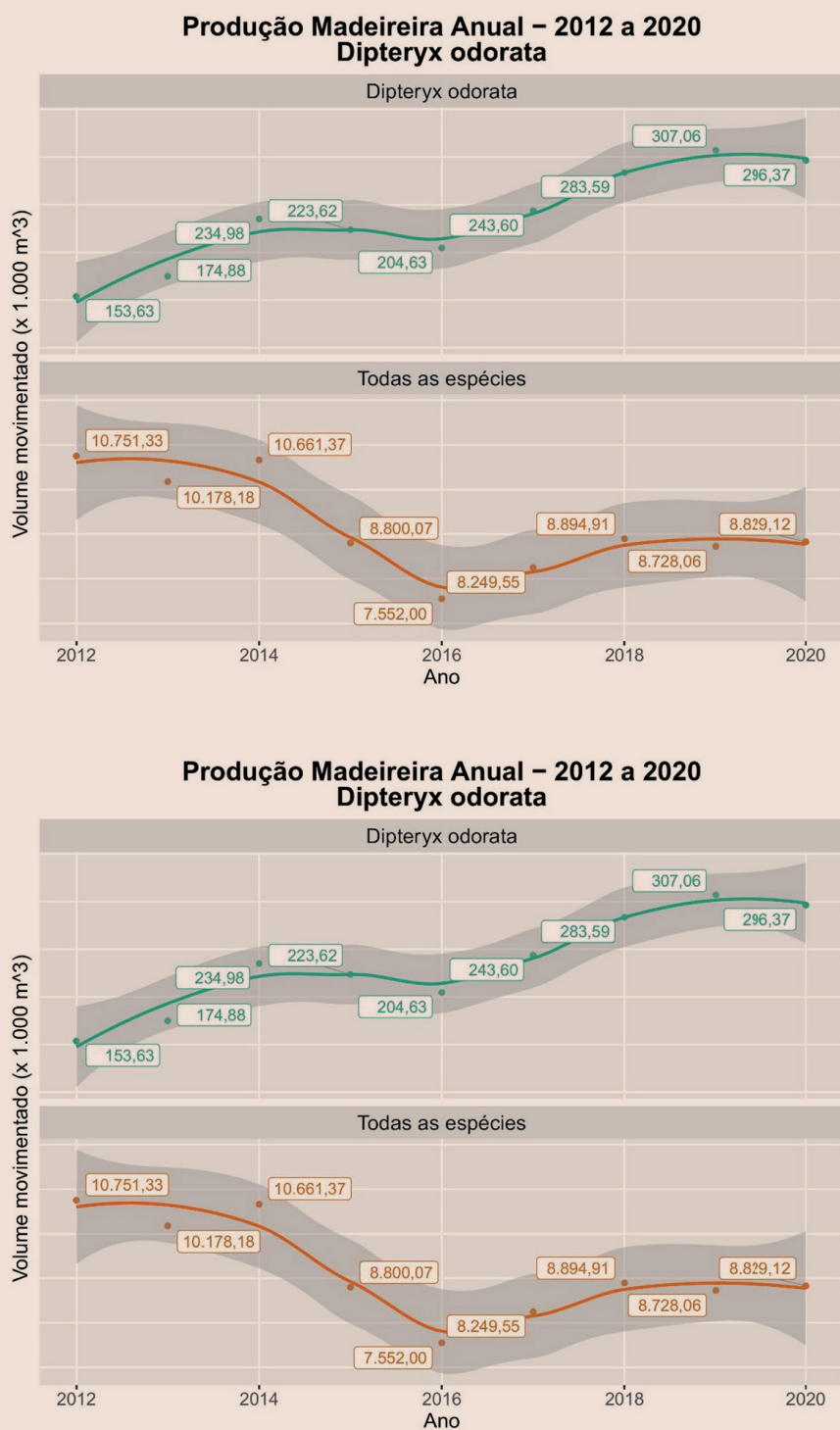


Figura 9. (a) Produção madeireira anual de *Dipteryx odorata* no período de 2012 a 2020 (m³ x 1.000) (b) Valor médio dos produtos madeireiros de *Dipteryx odorata* consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³). **Todas as espécies**: conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará.

Com base nos dados do Sistema de Comércio Exterior – Siscomex, destaca-se que atualmente não existem NCMs – Nomenclatura Comum do Mercosul com designação específica para o conjunto de espécies de *Dipteryx* spp., o que já é o

caso pelo menos para as categorias de madeira serrada para o ipê (*Handroanthus* spp., *Tabebuia* spp.) e cedro-rosa (*Cedrela* spp.). 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.

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, apesar do estado ser somente o segundo maior produtor entre 2012-2020 (Ibama, 2019). De antemão nota-se os esforços dispendidos no âmbito do Grupo de Trabalho estabelecido na Portaria de Pessoal Nº 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 os sistemas foi o 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 (AUTEX, 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). A Figura 10 apresenta o mapeamento do volume de *Dipteryx* spp. (todas as espécies) entrando na cadeia de abastecimento de acordo com situação das autorizações associadas a essa transação. Cerca de 11% (58.203,65 m³) do volume de *Dipteryx* spp. é oriundo de autorizações inválidas (de situação cancelada, suspensa ou que não apresenta data de ativação). Três municipalidades, Portel, Óbidos e Santarém, são responsáveis por 30% da produção no período. Seguindo a tendência nacional (Ibama, 2024), 92% da produção do estado é oriunda de planos de manejo para o grupo das espécies, sendo que para o estado do Pará, 96% dos PMFS são de jurisdição estadual (oriundas de AUTEF), 2% de jurisdição federal (AUTEX-PMFS), 0,004% do volume é oriundo de AUTEX supressão vegetal e 1,5% indeterminado.

A superestimativa das espécies em planos de manejo e associadas a autorizações de extração constitui estratégia dentre as de maior relevância no âmbito de avaliação de riscos de ilegalidade (Brancaion 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 (Brançalion 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 Brançalion et al. (2018) esse risco também é observado na entrada da tora na cadeia de abastecimento.

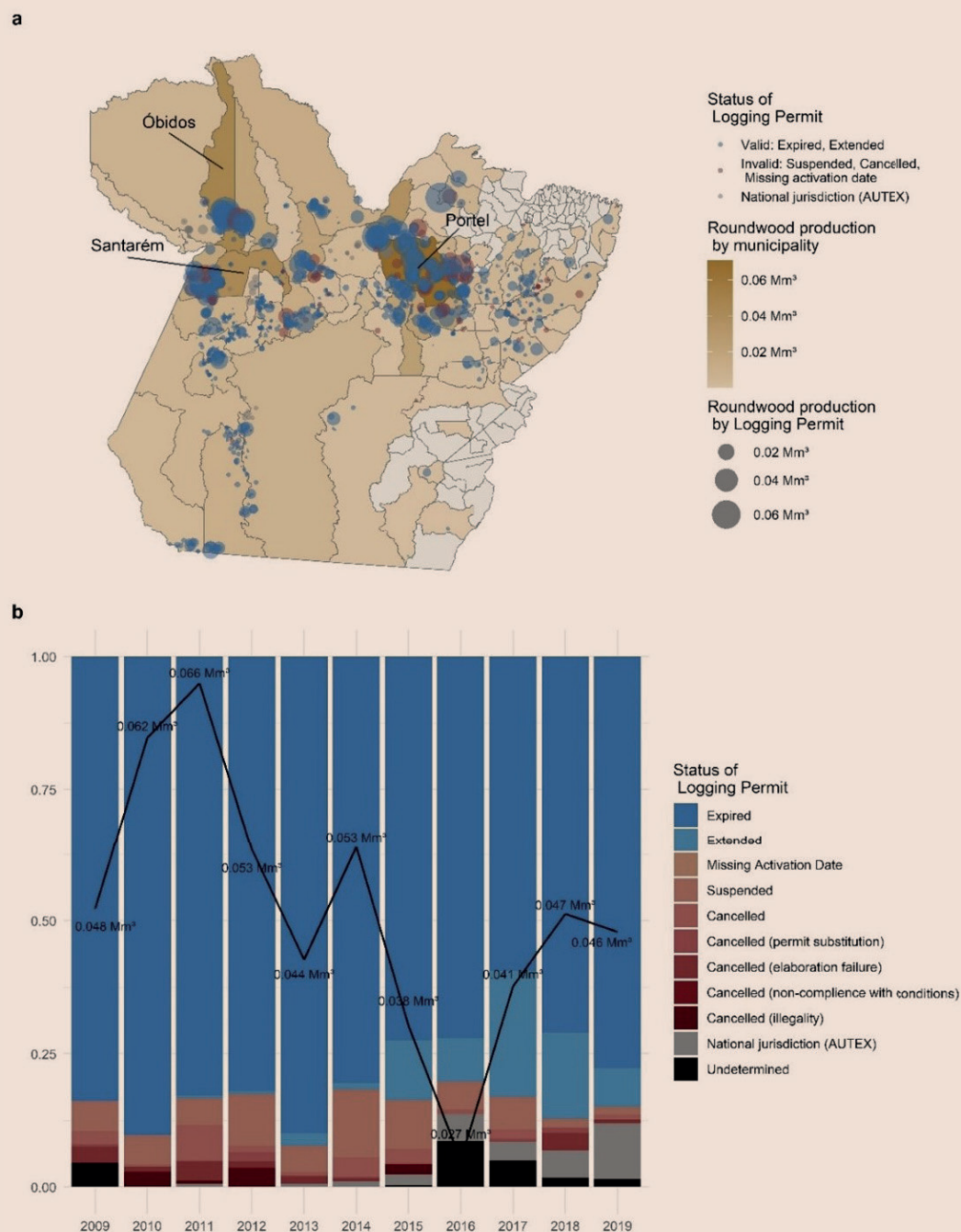


Figura 10. Origem da Produção, *Dipteryx* spp. **(a)** Distribuição espacial do volume entrando na cadeia de abastecimento de acordo com a geolocalização das respectivas autorizações de exploração florestal. **(b)** Status das autorizações de extração florestal associadas aos volumes de tora transportados na cadeia de abastecimento. Fonte: Adaptação baseada em Franca et al. (2023).

Com relação a fração de volume advindo de autorizações válidas, a média de rendimento da produção foi de $0,83 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($\pm 1,19 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), que está próximo da média da distribuição de *Dipteryx odorata* de acordo com o RADAM, de aproximadamente $0,8 \text{ (m}^3 \cdot \text{ha}^{-1})$. Observamos ainda que 7% das autorizações estão associadas a valores de rendimento acima do percentil 99% ($2,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), valor que corresponde a 14% ($62,880 \text{ m}^3$) do volume válido e 11% do volume total de toras produzido para a espécie (Figura 11). Figura 11b ainda contrasta o volume cumulativo de acordo com o rendimento para o volume que entrou na cadeia com base em situação válida, inválida e empreendimentos sob jurisdição nacional. Nota-se menor intensidade de exploração e risco associado a empreendimentos de jurisdição nacional, apesar da importância em ressaltar diferenças na comunicação das variáveis relativo às áreas dos empreendimentos (Franca et al., 2023).

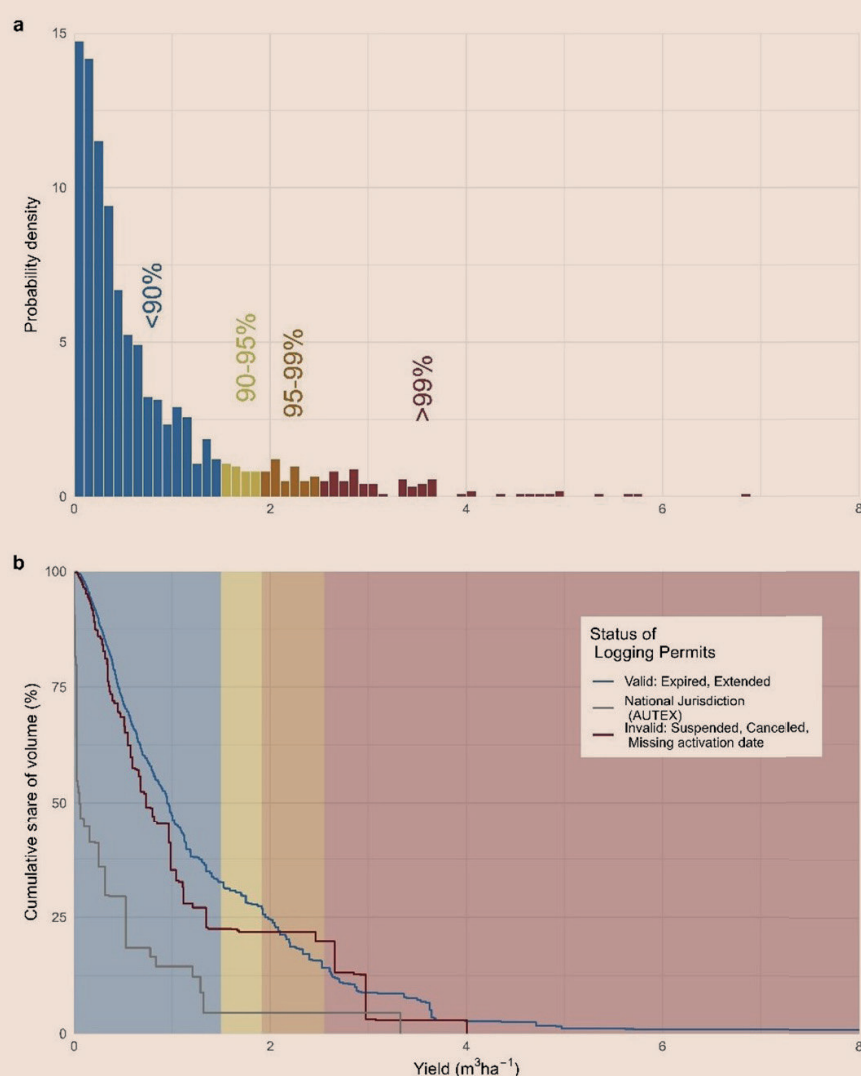


Figura 11. Rendimento comercial da espécie. **(a)** Comparativo entre rendimento da produção (*Dipteryx* spp., todas as espécies, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) e volume comercial estimado via inventário RADAM (*Dipteryx odorata*, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) de acordo com os percentis <90, 90–95, 95–99 e >99. **(b)** Proporção do volume cumulativo de acordo com a situação das autorizações de extração florestal. Fonte: Adaptação baseada em 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 — utilizados para a avaliação da viabilidade do manejo e como pré-requisito para o licenciamento dos planos de manejo — e os dados oriundos das declarações de corte — produzidos no âmbito da execução das atividades de derrubada e romaneio das toras — constitui um indicador relevante para a detecção de incongruências sistemáticas e potenciais estratégias de distorção da informação volumétrica ao longo da cadeia de custódia da madeira (Brancalion et al., 2018; Perazzoni et al., 2020; Costa et al., 2024). Em análises em nível individual, uma similaridade excessivamente elevada entre o volume inventariado e o volume declarado no romaneio pode indicar que o inventário não representa adequadamente a realidade de campo e/ou que os dados inseridos no sistema referentes à volumetria dos indivíduos abatidos apresentam caráter fictício ou manipulado, ao passo que distribuições mais dispersas tendem a refletir a variabilidade operacional e as incertezas dendrométricas inerentes ao processo de estimativa de volume.

A distribuição relativa de indivíduos por classes de variação percentual entre os volumes inventariados e os volumes efetivamente romaneados de *Dipteryx* spp. é apresentada na Figura X, com base em um amplo conjunto de autorizações de manejo florestal sustentável registradas no Sinaflor. O conjunto analisado compreende 89.770 indivíduos, sendo 21.354 oriundos de concessões federais em florestas públicas, 59.866 de planos de manejo em áreas privadas e 8.550 de planos de manejo comunitários, todos localizados em estados da Amazônia Legal que utilizam o Sinaflor como sistema de controle. 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.

Observam-se padrões distintos na relação entre volumes inventariados e romaneados de *Dipteryx* spp. entre as categorias de manejo. Nas concessões em florestas públicas, a distribuição apresenta maior dispersão ao longo das classes, com concentração relevante em classes negativas moderadas (especialmente entre -50% e -10%) e presença contínua, ainda que decrescente, em classes positivas, indicando que os volumes romaneados tendem, em média, a ser inferiores às estimativas do inventário, em um padrão compatível com a variabilidade esperada sob execução regular do romaneio individual e com incertezas associadas à modelagem volumétrica. Esse comportamento sugere aderência estrutural entre inventário e romaneio, sem evidência de concentração artificial em faixas específicas.

No manejo privado, observa-se um padrão contrastante, marcado por uma concentração extremamente elevada de indivíduos na classe imediatamente próxima de zero (−10% a 0%), que responde por parcela substancial da amostra, acompanhada por redução acentuada da frequência nas demais classes percentuais. Esse pico pronunciado indica baixa variabilidade declarada na relação inventário–romaneio, configurando um padrão estatisticamente improvável de ser explicado apenas por incertezas dendrométricas ou operacionais, e sugerindo a existência de mecanismos sistemáticos de equalização entre volumes inventariados e volumes declarados no corte. Tal comportamento aponta para indícios relevantes de incongruência estrutural entre as duas bases de dados, associados a contextos de maior risco de inconsistências e potencial uso indevido de créditos florestais.

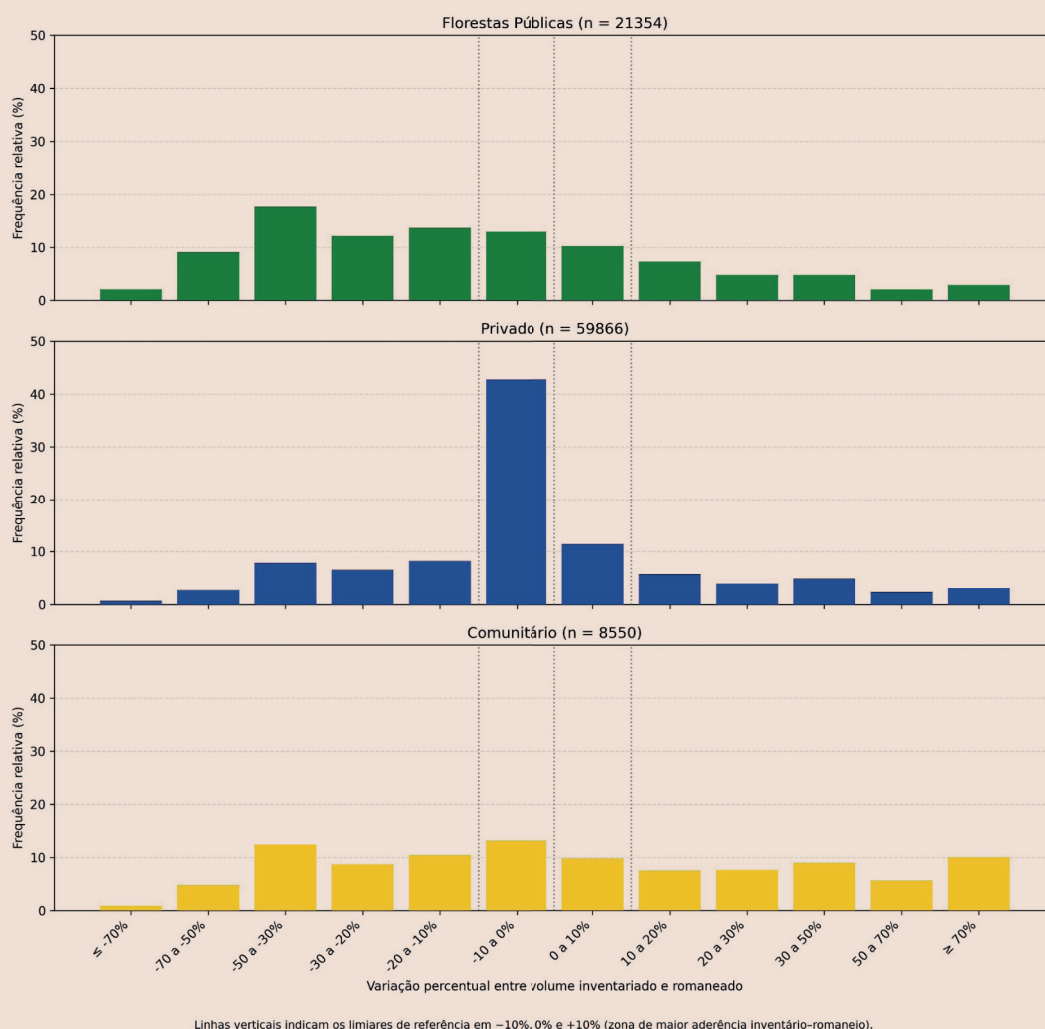


Figura 12. Distribuição relativa da variação percentual entre os volumes inventariados e os volumes romaneados de indivíduos de *Dipteryx* spp., estratificada por categoria de manejo (concessão em florestas públicas, privado e comunitário). As barras representam a frequência relativa de indivíduos em classes de variação percentual, calculada com base nos dados individuais de inventário e romaneio. 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 exclusivamente concessões federais.

O manejo comunitário apresenta um comportamento intermediário e mais heterogêneo, com distribuição relativamente espalhada entre classes negativas e positivas e participação expressiva fora da faixa central de aderência. Esse padrão reflete a diversidade de arranjos institucionais, capacidades técnicas e condições operacionais dos empreendimentos comunitários, resultando em maior variabilidade na relação entre inventário e romaneio.

Em conjunto, o gráfico evidencia diferenças estruturais claras entre os regimes de manejo, reforçando o potencial da análise da variação percentual inventário-romaneio como ferramenta diagnóstica para o monitoramento da consistência dos dados declarados e para a identificação de padrões anômalos associados a riscos diferenciados de irregularidades na gestão da produção florestal.

4.3. Riscos de ilegalidade associados a 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, 524,428 m³ de foram produzidas no estado, com um adicional de 42,426 m³ de equivalente-tora entrando de outros estados (Figura 13). Esses números contrastam com o consumo interno e exportação, valores que somam 1 Mm³ (0,8-1,4 Mm³) equivalente-tora quando utilizado Coeficiente de Rendimento Volumétrico - CRV de eficiência de conversão alta, 65,6%, e baixa, 35%, para processamento primário (Brasil, 2016; Brasil, 2020; Romero et al., 2020) (Tabela 2). Consequentemente, 31-58% (0,8-0,3 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 *Dipteryx* 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>Dipteryx</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; 50,3; 65,6
Madeira aplainada 2 faces (s2s)	29,8; 42,8; 55,8
Madeira aplainada 4 faces (s4s)	28,7; 41,3; 53,8
Decking, pisos e assoalhos	28,7; 41,3; 53,8
Lâmina faqueada	45
Lâmina torneada	55

Terra Santa, Santarém e Oriximiná foram os três municípios com maior volume sem conexão com origem, mas totalizam somente 19%. Comparando essas

estimativas com o *Handroanthus* spp., para o qual o mesmo valor das três maiores municipalidades ficou entre 36-38%, a concentração do risco em poucas municipalidades mostra-se menor. A região metropolitana de Belém, que inclui as municipalidades de origem Belém, Ananindeua, Benevides, Castanhal e Santa Bárbara do Pará, também tem menor importância quando comparada ao ipê, ou seja, quase metade dos valores discrepantes entre consumo e produção eram advindos dessa região para a espécie ao passo que para *Dipteryx* spp. esse valor é de apenas 15%.

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 a volumetria explorada nos PMFS. 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. Estes 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 exportação, pelo menos 20-22% de todo o cumaru comprado e vendido ao longo da cadeia de abastecimento foi exportado, enquanto 78-80% deve ser interpretado como consumo doméstico final ou consumo por atores intermediários (mas que podem ainda ter sido exportados). Aproximadamente 41% 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). A título de comparação, cerca de 19% do volume de ipê (*Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp.) e 38% do volume de cedro (*Cedrela* spp.) transacionado não apresentou nenhum risco de ilegalidade.

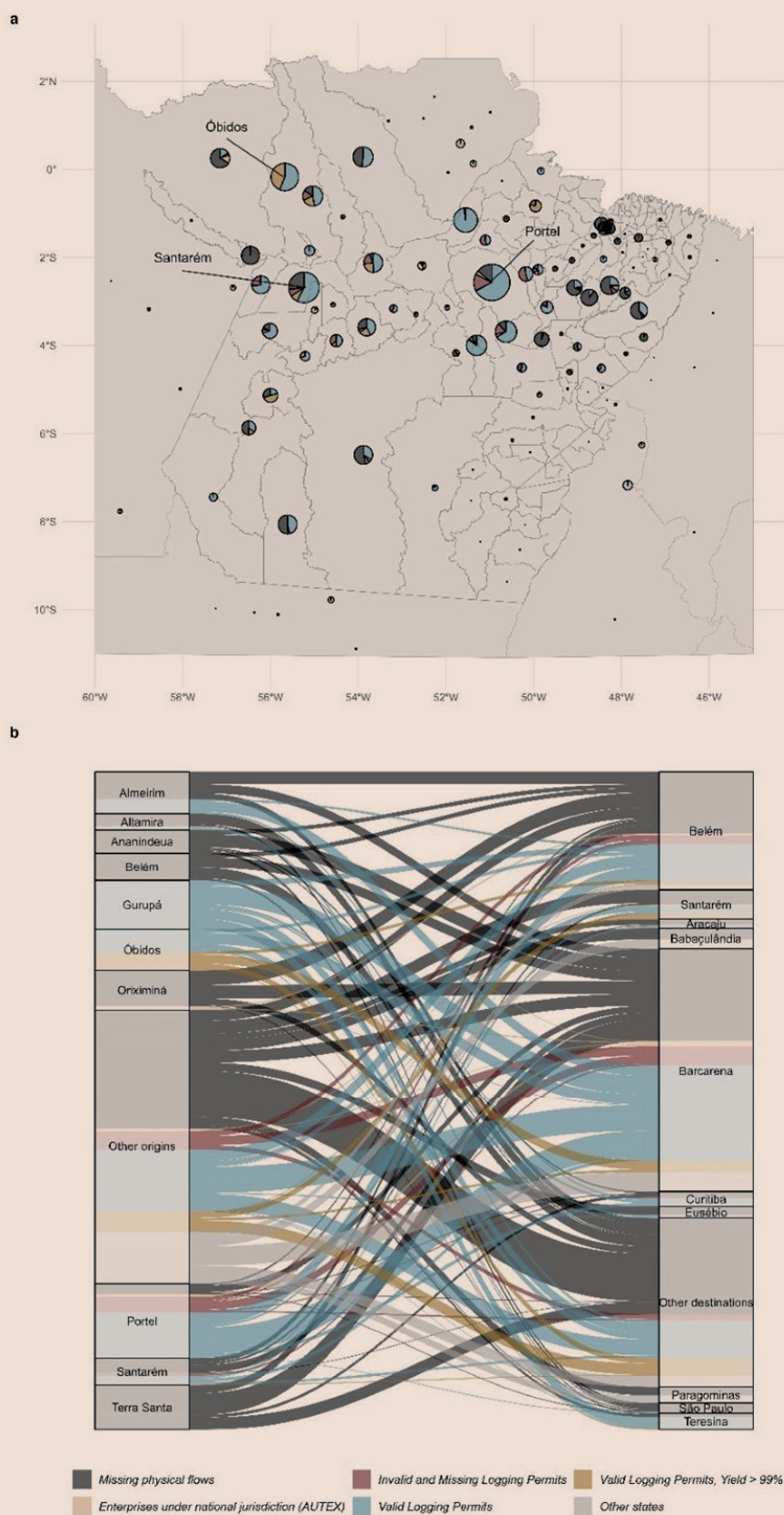


Figura 13. Origens e destinos do *cumarú* comercializado de acordo com o risco de ilegalidade associado. **(a)** Municipalidade de origem de acordo com o volume em equivalente-tora registrado via DOF/GF e risco de ilegalidade potencial associados. **(b)** Visão geral das dez municipalidades de origem e destino e risco de ilegalidade potencial associados as transações. Fonte: Adaptação baseada em Franca et al. (2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dados apresentados no Capítulo evidenciam que o gênero *Dipteryx* spp. está entre aqueles de maior relevância no âmbito da produção nacional, com a *Dipteryx odorata* ocupando a décima posição geral no ranking das espécies nativas predominantemente advindas de florestas primárias e em regeneração. Em claro contraste à tendência nacional de declínio, a produção nacional de *Dipteryx odorata* aumentou entre 2012-2020. Apesar da espécie atender majoritariamente ao mercado interno, a proporção com que é exportada ainda é substancialmente maior com relação ao quadro geral das espécies. Observa-se ainda um aumento relativo na importância do mercado externo recentemente (2018-2020). Atualmente, a *Dipteryx odorata* encontra-se entre as espécies mais exportadas. Tais fatores vão ao encontro das observações postas quando da inclusão do gênero no Anexo II da Cites, que sugere o aumento paulatino da popularidade do cumaru no mercado internacional, particularmente face a redução da disponibilidade de outras espécies.

Em termos de valor dos produtos consumidos, a média para a *Dipteryx odorata* está duas vezes acima da média para todas as espécies, ainda apresentando valor ligeiramente acima do quadro geral de espécies. Produtos consumidos em 2020 alcançavam em média 4.043,00 R\$/m³, sendo que a madeira serrada alcança atualmente USD 1.022-1.040 no mercado da América Central e USD 1016-1054 no mercado Asiático.

Apesar da importância da espécie no mercado internacional, enfrenta-se a problemática que nenhum produto de cumaru (*Dipteryx* spp.) possui atualmente códigos específicos quando da exportação, apesar de já ser uma realidade para as espécies de cedro (*Cedrela* spp.) e ipê (*Handroanthus* spp.). Essas apresentam pelo menos códigos para a categoria das principais madeiras serradas, sendo esses códigos de Nomenclatura Comum do Mercosul - NCM, sem diferenciação alguma no âmbito do Sistema Harmonizado - SH. Assim, além de lacunas para o controle e entendimento do comércio legal, destaca-se a necessidade de estudos mais detalhados e sistemáticos que comparem valores praticados dentro dos sistemas de controle, com valores coletados junto às diversas indústrias processadoras e valores de exportação para o melhor entendimento sobre potenciais diferenças dentro dos sistemas.

Em se tratando dos riscos de ilegalidade que a pressão de exploração exerce sobre as *Dipteryx* 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 autuados, *Dipteryx*

odorata encontra-se no conjunto das espécies de maior representatividade. Entre PMFS autuados que apresentaram *Dipteryx odorata*, as intercorrências predominantes estavam associadas a movimentações fraudulentas de créditos, o risco predominante em PMFS autuados de forma geral.

Em estudo de caso para o estado do Pará, três riscos de ilegalidade são quantificados e mapeados especificamente para as espécies de *Dipteryx* spp. (*Dipteryx odorata* principalmente, entretanto incluiu todas as espécies do gênero). Assim, a quantificação (i) da movimentação de créditos mesmo com situação da autorização inválida (suspensa, cancelada), (ii) da superestimativa do volume das espécies quando entrando na cadeia de abastecimento e (iii) as discrepâncias entre magnitude do consumo e produção, demonstraram que 41% do volume transacionado apresentou algum risco de ilegalidade com relação a esses parâmetros avaliados. Apesar de parcial, os resultados indicam que uma parcela substancial da produção é comprometida por riscos associados a ilegalidade e a falta de rastreabilidade, necessitando maior rigor na análise das informações para a determinação da origem por parte da gestão e consumidores.

Nesse contexto, entende-se que é de fundamental importância a elaboração e divulgação periódicas de estimativas sobre os riscos de ilegalidade advindas dos próprios órgãos do Sisnama. Além da melhoria no monitoramento da produção e uso dos recursos florestais, a avaliação periódica dos riscos de ilegalidade presentes dos sistemas auxilia na identificação de lacunas nos mesmos sistemas bem como na priorização e direcionamento de recursos a fiscalização em localidades onde determinadas espécies sofrem maiores pressões. Ademais, maior transparência na disponibilidade de informações bem como aumento da qualidade, completude e detalhamento das informações já disponíveis abre espaço para o desenvolvimento de novas linhas de pesquisa e políticas públicas que incorporem componentes da produção, comércio e fiscalização no entendimento das ameaças a espécies como a *Dipteryx odorata* 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>

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(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 n° 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 n° 253 de 18/08/2006*. Institui, a partir de 1° 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 n° 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 n° 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 n° 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-compilada.pdf>

Brasil. (2014a). *Portaria MMA n° 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 n° 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 n° 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-Platiau, 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-aco-es-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?*. [madeira/arquivos/dof/20241001_Cartilha_Destinacao_Final_no_Sistema_DOF_3a-versao.pdf](https://www.ibama.gov.br/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>

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 *DIPTERYX* 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, foi avaliado 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) e parcelas permanentes (crescimento diamétrico e mortalidade). As projeções dos modelos definidas estabelecem cenários para alteração dos critérios de manejo para o gênero *Dipteryx* no bioma amazônico, com alterações no DMC e

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

IE. As projeções dos modelos definidas estabelecem cenários para alteração dos critérios de manejo para o gênero *Dipteryx* no bioma amazônico, com alterações no DMC e IE. Os modelos foram parametrizados com base nas características populacionais de *Dipteryx odorata*, em razão da maior disponibilidade e robustez de dados biológicos para a espécie. As simulações foram realizadas para um ciclo de corte de 30 anos e estruturadas em três cenários de manejo, representando: (i) os critérios atualmente praticados, (ii) combinações mais restritivas de diâmetro mínimo de corte (DMC) e intensidade de exploração (IE) associadas a níveis elevados de recuperação volumétrica e (iii) um cenário intermediário, voltado à avaliação de condições nas quais a recuperação volumétrica atinja valores mínimos próximos a 50%. Os resultados evidenciam que a recuperação volumétrica no segundo ciclo de exploração é altamente sensível às combinações de DMC e intensidade de exploração, indicando que variações nesses parâmetros produzem respostas substanciais na dinâmica de reposição volumétrica da espécie. O capítulo também 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 *Dipteryx* spp., alinhados à literatura, conciliando conservação e uso econômico no bioma amazônico.

Palavras-chave: manejo florestal sustentável; parcela permanente; recuperação volumétrica; *Dipteryx*; cumaru.

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 *Dipteryx odorata*, 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 despreze 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). Algumas das espécies de *Dipteryx* spp. que ocorrem na Amazônia, estão categorizadas como vulnerável – VU ou em perigo de extinção – EN, como: *D. odorata* (VU), *D. micrantha* (EN) e *D. ferrea* (EN), de acordo com a avaliação do Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. Portanto, podem ser consideradas espécies que estão sob pressão de exploração, e que apresentam maior vulnerabilidade biológica e ambiental, exigindo práticas de manejo específicas (Fremout et al., 2020). Para maior eficácia e sustentabilidade das atividades de exploração madeireira, é fundamental que se baseiem no avanço da pesquisa florestal, integrando a análise e monitoramento contínuo das 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 – DMC, o ciclo de corte – CC e a intensidade da exploração – IE 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, foi projetada a recuperação volumétrica madeireira de *Dipteryx odorata* para duas fitofisionomias: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD. 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 para estimar as taxas de crescimento e mortalidade. Os dados foram utilizados para simular a recuperação volumétrica de *D. odorata* após um ciclo de exploração de 30 anos. Nestas simulações, foram avaliadas diferentes combinações de diâmetro mínimo de corte (DMC) e intensidade de exploração (IE), com o objetivo de analisar o comportamento da recuperação volumétrica sob distintos cenários de manejo. Não foram considerados cenários com a alteração do ciclo de corte, uma vez que a adoção de períodos diferenciados de exploração para *Dipteryx* em relação às demais espécies comerciais dificultaria a operacionalização do manejo e poderia aumentar os impactos associados à reentrada nas áreas exploradas.

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 Instrução Normativa MMA nº 5, 11 de dezembro de 2006 (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	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

As espécies *Dipteryx odorata* e *D. ferrea* estão categorizadas como “Vulnerável” na atual avaliação do Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. Em decorrência disso, deve possuir critérios de exploração mais rigorosos, conforme estipulado na Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015 (MMA, 2015), após sua inclusão oficial na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (Tabela 2).

Tabela 2. Critérios adicionais de exploração florestal para espécies categorizadas como “Vulnerável” na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022) (Brasil, 2022) de acordo com Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015 (MMA, 2015).

Medida de Manejo	Parâmetro quantitativo	Detalhamento
Manutenção de árvores por espécie	Pelo menos 15% do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA, como porta-sementes	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 4 (quatro) árvores >DMC por espécie por 100 ha (cem hectares), em cada Unidade de Trabalho – UT
Manutenção de árvores de corte	Todas as árvores das espécies cuja abundância de indivíduos com DAP superior ao Diâmetro Mínimo de Corte – DMC seja igual ou inferior a 4 (quatro) árvores por 100 ha (cem hectares) de área de efetiva exploração da UPA, em cada UT	Sem detalhamento

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 cor-

tadas, 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 mais de 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, diâmetros mínimos de corte e 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 a análise das estruturas populacionais de *Dipteryx odorata* foram utilizados os dados de inventário florestal de Florestas Nacionais – Flonas. Para Floresta Ombrófila Aberta – FOA, utilizou-se os dados da Flona do Jacundá, enquanto para a Floresta Ombrófila Densa – FOD, os dados da Flona de Altamira. Para essas Flonas, foram usados os dados de inventário comercial – IF100% com todas as árvores a partir de 40 cm inventariadas, e inventários diagnósticos com árvores 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. No total, 53.549 ha foram inventariados na Flona Altamira (FOD), e 29.159 ha na Flona Jacundá (FOA) (Figura 2).

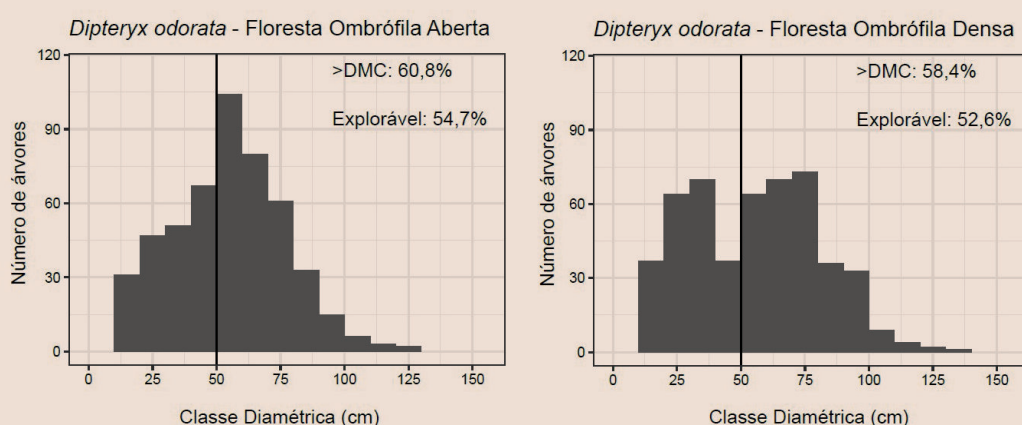


Figura 2. Distribuição do número de árvores por classes diamétricas (intervalos de 10 cm) inventariadas nas Florestas Nacionais representativas de duas fitofisionomias: Floresta Ombrófila Aberta (FOA - Flona Jacundá, 29.159 ha) e Floresta Ombrófila Densa (FOD - Flona Altamira, 53.549 ha) para *Dipteryx odorata*. 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, 60,8% das árvores inventariadas estão acima do DMC, das quais 54,7% são exploráveis, enquanto na FOD, 58,4% das árvores estão acima do DMC, sendo 52,6% exploráveis.

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). A espécie possui estruturas anatômicas na madeira que poderiam permitir estudos de anéis de crescimento (Paredes-Villanueva, comunicação pessoal), mas estes estudos são desafiadores e ainda inexistentes. A partir da ausência de dados de anéis de crescimento, simulou-se curvas idade – crescimento em diâmetro a partir dos dados de crescimento advindos das parcelas permanentes. Para isso, a relação entre as taxas de crescimento diamétrico e o diâmetro à altura do peito (DAP) foram descritas utilizando uma equação assintótica Hossfeld IV, comumente usada na literatura florestal (Zeide, 1993):

$$\Delta D = \frac{D^c}{(b + D^c)/a}$$

Onde: ΔD representa a taxa de crescimento em Diâmetro à altura do peito, D representa o diâmetro do indivíduo (cm) e a, b, c representam os parâmetros do modelo. Para *Dipteryx odorata*, obteve-se os seguintes parâmetros (estimativa $\pm$ erro padrão e significância): $a = 58,3 \pm 8.94^{***}$; $b = 49,8 \pm 27.3^{**}$; $d = 1,8 \pm 0.149^{***}$.

Com esses parâmetros, foram constituídas curvas de crescimento por idade de árvores virtuais com idade máxima de 400 anos. Cada uma das 2500 árvores receberam um diâmetro D inicial na idade = 1 extraídos aleatoriamente de uma distribuição uniforme com valores entre 0,001 e 1 cm. A partir do diâmetro inicial e para cada ano de vida, a taxa de crescimento daquele indivíduo foi predita com a função Hossfeld IV, somando-se cada nova taxa de crescimento anual ao diâmetro acumulado do indivíduo até aquele ano. Para gerar variabilidade nas curvas de crescimento entre indivíduos, utilizou-se as estimativas do erro padrão dos parâmetros a, b, c da equação para gerar variabilidade no modelo de predição por indivíduo.

Para manter a variabilidade entre indivíduos dentro do que é observado em estudos de anéis (idades variando entre até 3 a 4 vezes entre indivíduos de um mesmo diâmetro), adicionou-se um fator de peso ao somar ou subtrair a variabilidade extraída do erro padrão. A partir de um ajuste visual, foi estabelecido um peso de 0,08. Devido à ausência de diferenças significativas entre as fitofisionomias FOA e FOD, foi realizada apenas uma série de simulações de árvores virtuais utilizando os dados integrados de ambas as fitofisionomias. De modo a caracterizar um cenário mais próximo da realidade, foi incorporada a variabilidade em crescimento entre indivíduos, diferentemente de projeções que se utilizam unicamente de dados de crescimento fixos (Figura 3). As trajetórias de diâmetro acumulado pela idade das árvores, baseadas nos dados de parcelas permanentes, foram utilizadas para analisar a autocorrelação e a variabilidade do crescimento intrapopulacional (Figura 3).

Com a estrutura populacional (Figura 2), os dados de crescimento de árvores virtuais simulados das parcelas permanentes (Figura 3), e as taxas de mortalidade obtidas pelas parcelas permanentes, foi aplicado o método *bootstrapping* (Brienen et al., 2006) para realizar 100 simulações para cada cenário planejado. Estas múltiplas simulações tem a função de evitar efeitos de aleatoriedade na escolha dos indivíduos a serem explorados nas simulações (por exemplo, pela escolha aleatória de indivíduos grandes ou pequenos), obtendo uma melhor aproximação da média e variabilidade nas estimativas de recuperação volumétrica (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 Agrocorcortex¹⁰, sendo:

$$V(m^3) = 10,773 * D^{2,073}$$

Onde: V é o volume estimado (m^3), e D o diâmetro mensurado no inventário florestal (cm).

O crescimento da população remanescente foi projetado para um ciclo de corte de 30 anos, com base nos resultados da primeira rodada de simulação e em dados de crescimento provenientes de parcelas permanentes com ocorrência de *Dipteryx odorata*. (Figura 3).

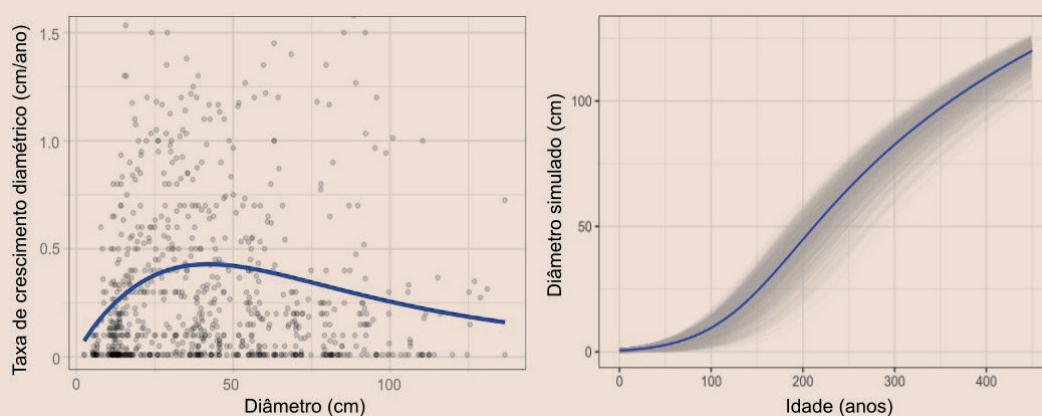


Figura 3. Relação entre taxa de crescimento e diâmetro à altura do peito (painel esquerdo) e as trajetórias de diâmetro acumulado por idade (direito) para *Dipteryx odorata*. A linha azul no painel esquerdo representa a relação (curva Hossfeld IV; cf. Zeide 1993) entre a taxas de crescimento e o diâmetro na altura do peito de árvores em parcelas permanentes, os pontos cinzas, as observações individuais. A linha azul no painel direito representa o crescimento médio das árvores virtuais simuladas utilizando esta função Hossfeld IV, as linhas cinzas as curvas de cada indivíduo. Devido à ausência de diferenças entre as fitofisionomias Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, as simulações de diâmetro acumulado foram realizadas integrando os dados de ambas as fitofisionomias.

¹⁰ Agrocorcortex Madeiras do Acre – Fazenda Seringal Novo Macapá: localizada entre os municípios de Manoel Urbano/AC, Boca do Acre/AM e Pauini/AM.

Tabela 4. Parâmetros utilizados para avaliação dos critérios de manejo florestal para *Dipteryx odorata* 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 crescimen- to diamétrico (cm/ano)	Taxa de mortalidade média (%/ano)
<i>Dipteryx odorata</i>	FOA	0,16	0,36	0,50
	FOD	0,42	0,36	1,00

Para reduzir os efeitos de aleatoriedade na seleção das trajetórias de crescimento nas simulações de recuperação volumétrica, foram geradas séries de crescimento de árvores virtuais a serem exploradas, conforme a abordagem proposta por Brien et al. (2006) e adaptada por Groenendijk et al. (2017). As séries simuladas incorporaram a tendência ontogenética e a autocorrelação do crescimento das espécies. O volume de madeira disponível para o segundo ciclo foi então estimado a partir dos diâmetros projetados das árvores sobreviventes após 30 anos, aplicando-se as mesmas funções alométricas utilizadas no primeiro ciclo, bem como o mesmo diâmetro mínimo de corte (DMC) e a mesma intensidade de exploração. O índice de recuperação volumétrica (RI%) corresponde à proporção do volume extraído na segunda exploração em relação ao volume obtido 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.

A CITES é implementada na União Europeia por meio do Regulamento de Comércio de Vida Selvagem (Wildlife Trade Regulations – WTR), que condiciona a importação de espécies incluídas no Anexo II à emissão de um Parecer de Extração Não Prejudicial (Non-Detriment Finding – NDF) pela Autoridade Científica do Estado-Membro responsável pela importação. Nesse contexto, o Grupo de Revisão Científica (Scientific Review Group – SRG), composto pelas Autoridades Científicas dos Estados-Membros da União Europeia, tem adotado critérios relacionados à capacidade de regeneração das espécies na elaboração de NDFs para espécies

arbóreas. Entre esses critérios, destaca-se o cálculo do Índice de Recuperação (Recovery Index – RI), considerado um indicador-chave para avaliar a sustentabilidade da exploração e a manutenção das funções ecossistêmicas das espécies manejadas.

No âmbito da 27ª Reunião do Comitê de Plantas da CITES, o documento PC27 Inf. 10 apresenta critérios técnico-científicos propostos pelo SRG no contexto do WTR da União Europeia para a definição do RI em sistemas de manejo florestal sustentável. O documento estabelece como referência um índice mínimo de recuperação de 75% para florestas tropicais clímax não exploradas e de 100% do volume explorado a partir do segundo ciclo de corte, ou em florestas que já tenham sido exploradas nos últimos 100 anos, de modo a assegurar a manutenção do papel ecológico desempenhado pela espécie ao longo do tempo. Alternativamente, admite-se um índice mínimo de RI de 50%, desde que devidamente fundamentado em bases científicas.

Nas simulações realizadas neste estudo, os valores de RI apresentaram ampla variabilidade entre diferentes rodadas de simulação e cenários de manejo florestal, considerando combinações distintas de diâmetro mínimo de corte e intensidade de exploração. Com base nas diretrizes apresentadas pelo Scientific Review Group (SRG), adotou-se essa amplitude de variação como referência para a análise do índice de recuperação volumétrica (RI%) de *Dipteryx odorata* sob diferentes combinações de parâmetros de manejo. Assim, foram avaliados três cenários por fitofisionomia, com o objetivo de explorar o comportamento da recuperação volumétrica no segundo ciclo de corte em resposta a variações no diâmetro mínimo de corte (DMC) e na intensidade de exploração (IE), considerando níveis de recuperação situados entre aproximadamente 50% e 75%.

Os cenários analisados foram definidos da seguinte forma:

Cenário 1 – DMC de 50 cm associado a intensidade de exploração de 90%;

Cenário 2 – combinações mais restritivas de DMC e intensidade de exploração, exploradas de forma analítica para identificar condições associadas a níveis elevados de recuperação volumétrica ($RI \geq 75\%$);

Cenário 3 – combinações intermediárias de DMC e intensidade de exploração, avaliadas com o objetivo de examinar condições nas quais a recuperação volumétrica atinja níveis mínimos em torno de 50%.

Em conjunto, esses cenários permitem delimitar um intervalo de respostas do sistema frente a diferentes níveis de intensidade de exploração, estabelecendo um

envelope de condições de manejo que varia desde o manejo atualmente praticado até combinações mais restritivas associadas a níveis mais elevados de recuperação volumétrica.

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 de *Dipteryx* 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 *D. odorata* 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.

Os resultados obtidos para esse cenário indicam que, em ambas as fitofisnomias analisadas – Floresta Ombrófila Aberta (FOA) e Floresta Ombrófila Densa (FOD) – os níveis de recuperação volumétrica permanecem inferiores a 50% do volume inicialmente explorado. Em FOA, a recuperação estimada sob os parâmetros convencionais de manejo (DMC = 50 cm, intensidade de exploração = 90% e ciclo de corte = 30 anos) situa-se em torno de 30%, enquanto em FOD os valores projetados são inferiores a 25%. Esses resultados indicam que, nas condições simuladas, os critérios atualmente empregados estão associados a níveis reduzidos de recuperação volumétrica ao longo de um ciclo de corte.

A análise dos cenários apresentados neste capítulo permite delimitar um intervalo de respostas do sistema frente a diferentes combinações de parâmetros de manejo, estabelecendo um envelope de condições que varia desde o manejo atualmente praticado até combinações mais restritivas associadas a níveis elevados de recuperação volumétrica.

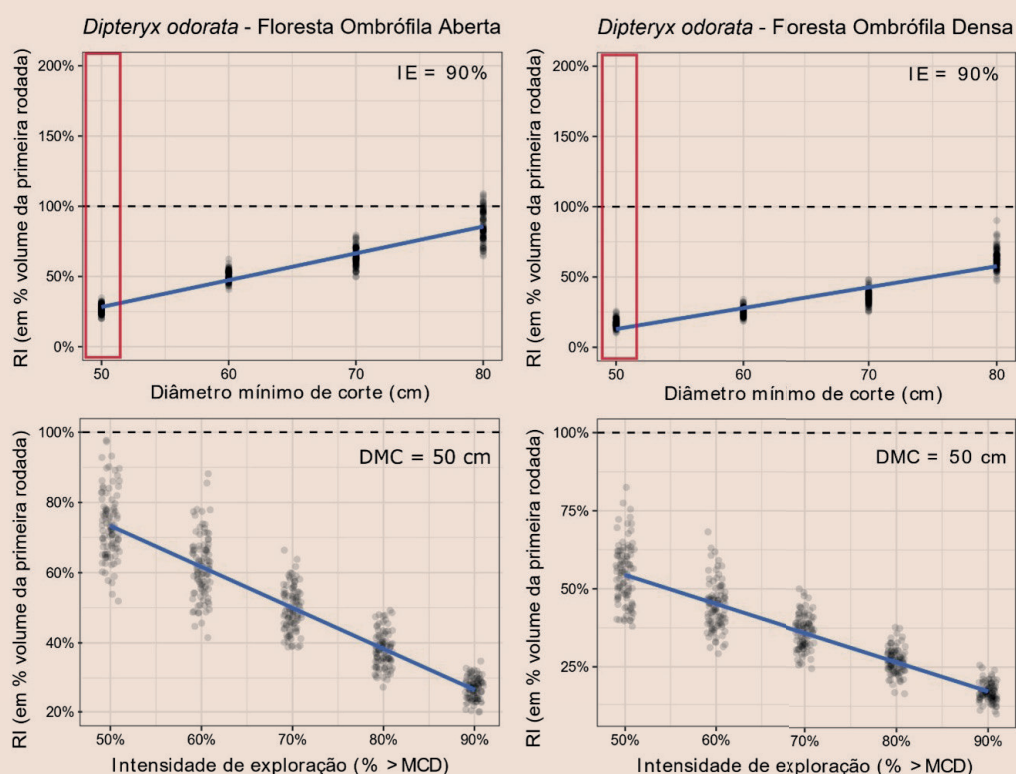


Figura 4. Simulação de Índice de recuperação volumétrica – RI% com base nos critérios de manejo florestal atuais de *Dipteryx* spp. por tipo de vegetação Floresta Ombrófila Aberta – FOA (esquerda): no quadrante superior considerando a Intensidade de Exploração de 90%, e inferior o DMC= 50 cm; e Floresta 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.

A Figura 5 apresenta a resposta do índice de recuperação volumétrica a diferentes combinações de intensidade de exploração sob valores elevados de DMC. Observa-se que, na Floresta Ombrófila Aberta (FOA), níveis de recuperação volumétrica próximos ou superiores a 75% tendem a ocorrer quando o DMC é elevado para aproximadamente 70 cm, associado a intensidades de exploração situadas aproximadamente entre 70% e 75%. Já na Floresta Ombrófila Densa (FOD), condições semelhantes de recuperação volumétrica são observadas apenas sob parâmetros ainda mais restritivos, com DMC em torno de 80 cm e intensidades de exploração também situadas aproximadamente entre 70% e 75%. 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).

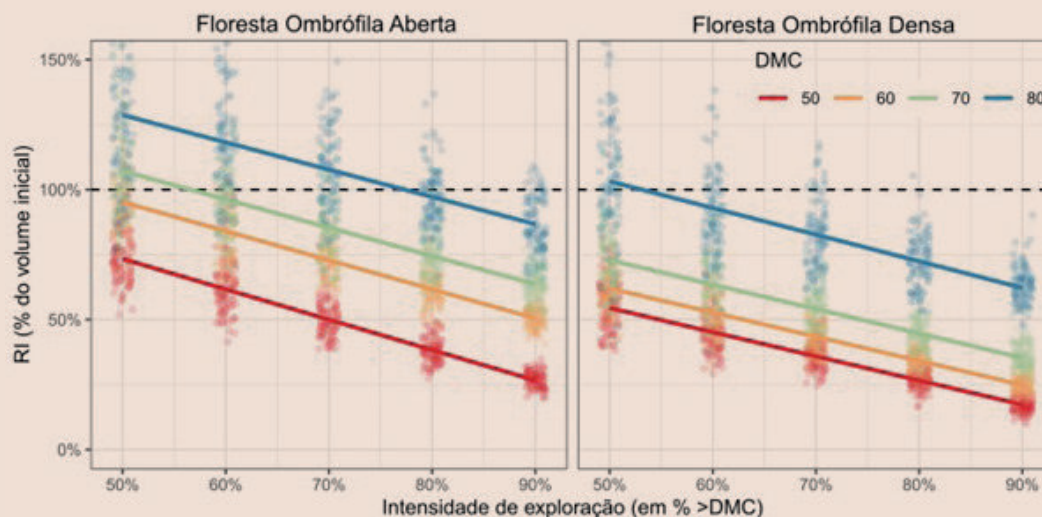


Figura 5. Relação entre intensidade de exploração e índice de recuperação volumétrica (RI) para *Dipteryx odorata* em duas fitofisionomias amazônicas: Floresta Ombrófila Aberta (FOA) e Floresta Ombrófila Densa (FOD). As projeções foram realizadas considerando diferentes valores de diâmetro mínimo de corte (DMC = 50, 60, 70 e 80 cm), mantendo-se ciclo de corte de 30 anos. Os pontos representam os resultados das simulações baseadas nas trajetórias de crescimento projetadas a partir de dados de anéis de crescimento e parcelas permanentes, enquanto as linhas indicam a tendência média da relação entre intensidade de exploração (% de árvores acima do DMC) e recuperação volumétrica no segundo ciclo de corte. A linha horizontal tracejada indica o patamar de recuperação equivalente ao volume inicial (RI = 100%).

Nesse contexto, o cenário 2 permite delimitar intervalos de parâmetros associados a elevados níveis de recuperação do estoque explorado, fornecendo uma referência comparativa importante para a avaliação dos cenários subsequentes, nos quais são exploradas combinações de manejo intermediárias que buscam conciliar níveis mínimos de recuperação volumétrica com maior viabilidade operacional da atividade de manejo florestal.

A Figura 6 apresenta os resultados do cenário 3, no qual foram avaliadas combinações intermediárias de parâmetros de manejo, com o objetivo de examinar condições nas quais o índice de recuperação volumétrica pudesse atingir valores iguais ou superiores a 50%, mantendo níveis de exploração potencialmente mais compatíveis com a dinâmica operacional do manejo florestal.

Nos painéis superiores são apresentadas as projeções considerando intensidade de exploração equivalente a 70% para FOA e FOD, valor definido com base nos percentuais médios de exploração efetiva observados em planos de manejo florestal em concessões federais. Nos painéis inferiores são avaliadas diferentes intensidades de exploração, variando entre 50% e 90%, considerando DMC de 60 cm para FOA e de 80 cm para FOD. Dessa forma, esse cenário representa uma condição intermediária dentro do intervalo de respostas explorado neste capítulo, permitindo avaliar combinações de parâmetros associadas a níveis moderados de recuperação volumétrica.

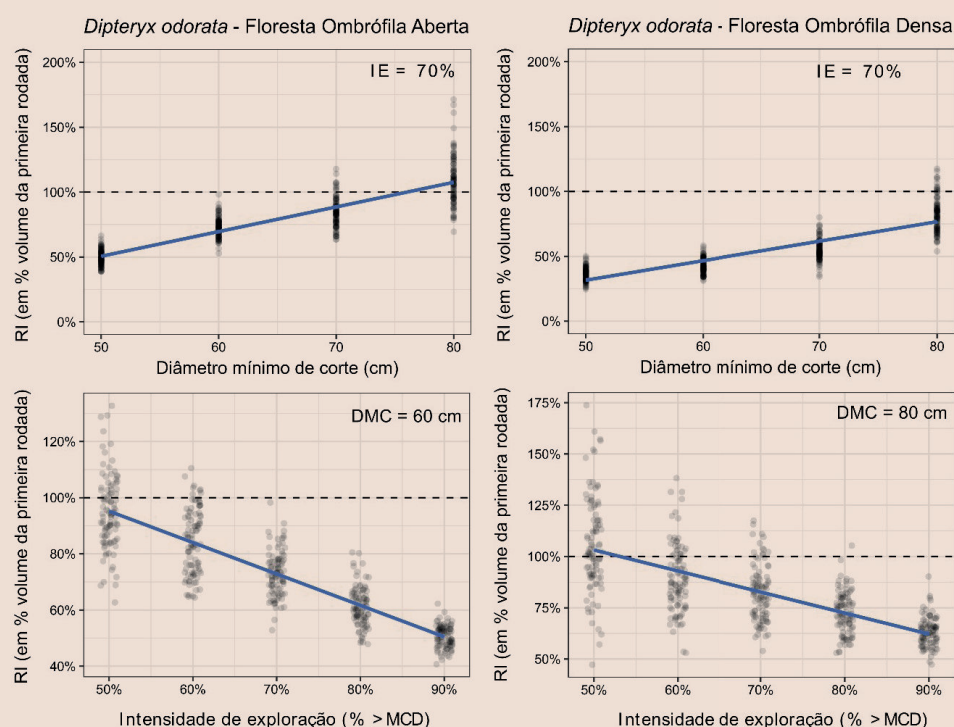


Figura 6. Critérios de manejo florestal de *Dipteryx odorata* por fitofisionomia: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD. Índice de recuperação volumétrica – RI% de *Dipteryx odorata*, baseado no volume inicial pré-exploração e nas trajetórias de crescimento projetadas (dados de anéis e parcelas permanentes) em função do diâmetro mínimo de corte – DMC. Para as projeções manteve-se ciclo de corte de 30 anos.

Em todos os cenários, as taxas de mortalidade de *Dipteryx odorata* 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 *Dipteryx* spp. ocorre majoritariamente em FOD (53% dos PMFS) em comparação a FOA (40% dos PMFS), sendo os 7% restantes distribuídos em outros tipos vegetacionais e/ou em áreas de contato.

A Figura 7 apresenta a distribuição do número de indivíduos de *Dipteryx odorata* por classes diamétricas nas áreas representativas das fitofisionomias analisadas, permitindo avaliar o efeito estrutural dos parâmetros de manejo considerados no cenário intermediário sobre a população inventariada. A linha vertical indica o diâmetro mínimo de corte adotado nesse cenário (60 cm para FOA e 80 cm para FOD), possibilitando visualizar a proporção de indivíduos situados acima desse limiar.

Observa-se que, na Floresta Ombrófila Aberta (FOA), aproximadamente 40% dos indivíduos inventariados encontram-se acima do DMC proposto, enquanto na Floresta Ombrófila Densa (FOD) essa proporção é substancialmente menor, situando-se em torno de 17%. Quando aplicada a intensidade de exploração considerada no cenário 3 (70%), a fração potencialmente explorável da população corresponde a aproximadamente 28% dos indivíduos em FOA e a 11,9% em FOD.

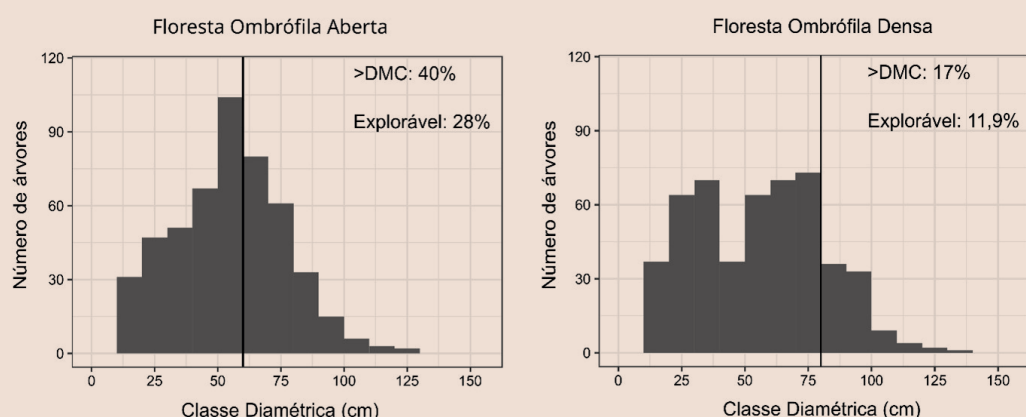


Figura 7. Distribuição do número de árvores de *Dipteryx odorata* por classes diamétricas (intervalos de 10 cm) inventariadas em áreas representativas das fitofisionomias Floresta Ombrófila Aberta (FOA – Flona Jacundá, 29.159 ha) e Floresta Ombrófila Densa (FOD – Flona Altamira, 53.549 ha). A linha vertical contínua indica o diâmetro mínimo de corte (DMC) considerado no cenário intermediário de manejo (60 cm para FOA e 80 cm para FOD). As porcentagens indicadas correspondem à proporção de indivíduos com diâmetro superior ao DMC e à fração potencialmente explorável da população considerando intensidade de exploração de 70%.

Esses resultados evidenciam diferenças relevantes na estrutura populacional de *Dipteryx odorata* entre as duas fitofisionomias analisadas, refletindo a menor disponibilidade relativa de indivíduos nas classes diamétricas superiores em FOD. A análise da distribuição diamétrica permite, portanto, contextualizar os resultados das simulações apresentadas nos cenários anteriores, indicando como os parâmetros de manejo considerados afetam a proporção de indivíduos potencialmente disponíveis para exploração em cada tipo de vegetação.

2.1. Efeito do manejo e recomendações de tratamentos silviculturais para *Dipteryx* 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.

Os tratamentos silviculturais realizados após a exploração florestal têm como objetivo melhorar ou manter a produtividade e as características das florestas manejadas (Vieira et al., 2018). Dada a alta diversidade de espécies, com as suas diferentes exigências de luz, solo e ritmo de crescimento, um manejo adaptado é necessário. Os principais tratamentos silviculturais aplicados em florestas tropicais incluem o corte de cipós, a condução da regeneração natural, o plantio de enriquecimento em clareiras e a liberação de copas para aumentar a captação de luz (Gomes et al., 2010). Os plantios de enriquecimento na Amazônia, normalmente, são realizados em faixas abertas na floresta, principalmente em capoeiras, utilizando mudas de espécies de rápido crescimento e de alto valor comercial (Sabogal et al., 2006).

Nesse cenário, o gênero *Dipteryx* (Fabaceae), popularmente conhecido como cumaru, destaca-se como um grupo de espécies arbóreas de grande porte, com importância ecológica e econômica para o Brasil (Carvalho et al., 2020). Com elevada plasticidade ecológica, as espécies do gênero se adaptam a diferentes condições ambientais, transitando entre os biomas Cerrado e Amazônia, o que garante sua presença em diversos ecossistemas (Ponte, 2018). *Dipteryx* spp. é considerada uma excelente opção para projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, demonstrando bom desempenho mesmo em solos pobres em nutrientes (Carvalho et al., 2022). Sua presença contribui para a melhoria das condições físicas e biológicas do solo, proporcionando maior acúmulo de matéria orgânica e densidade de macrofauna no solo (Bentos et al., 2020; Neto et al., 2021; Román-Dañobeytia et al., 2021). Devido a essas características, estudos tem demonstrado o grande potencial de *Dipteryx* spp. para plantios de enriquecimento em florestas secundárias no Brasil (Cintra & Horna, 1997; Venturoli et al., 2011).

A disponibilidade de luz é um fator crucial para a sobrevivência e o crescimento de mudas em florestas tropicais, influenciando diretamente a dinâmica da regeneração natural (Romo, 2005). Espécies de *Dipteryx*, características de estágios avançados de sucessão florestal, exibem uma estratégia adaptativa interessante, suas mudas toleram a sombra do sub-bosque por longos períodos, aguardando uma abertura no dossel que permita a entrada de luz e, conseqüentemente, um crescimento acelerado (Akindele & Onyekwelu, 2011; Nascimento et al., 2022). Clareiras, sejam elas naturais ou artificiais, proporcionam essa maior disponibilidade de luz, favorecendo o desenvolvimento de espécies que demandam alta luminosidade, como o cumaru (Romo, 2005). No entanto, em florestas secundárias, as clareiras naturais tendem a ser pequenas e esparsas (Bentos et al., 2020). Diante disso, técnicas de manejo que simulem a dinâmica natural de clareiras, como a criação de clareiras artificiais, tornam-se importantes para o sucesso do recrutamento e crescimento do cumaru, aumentando suas chances de completar o ciclo de vida (Cintra & Horna, 1997; Bentos et al., 2013; Schwartz et al., 2014; Bentos et al., 2020).

Devido à possibilidade de usos múltiplos das espécies do gênero *Dipteryx* e seu potencial de crescimento em áreas degradadas, o uso dessas espécies em sistemas agroflorestais tem sido uma prática silvicultural bastante difundida por pequenos e médios produtores da Amazônia Oriental (Ponte, 2018; Silva et al., 2020; Mota et al., 2022; Sousa Lopes et al., 2023). Assim, a silvicultura do gênero *Dipteryx* oferece um grande potencial não apenas para o mercado de madeira e produtos não madeireiros, mas também para a restauração ecológica de áreas degradadas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas neste capítulo permitiram avaliar a estrutura populacional e as taxas demográficas (crescimento diamétrico e mortalidade) de diferentes espécies do gênero *Dipteryx* (*D. ferrea*, *D. micrantha*, *D. charapilla*, *D. magnifica*, *D. odorata*, *D. polyphylla*, *D. punctata* e *D. rosea*) com base em dados de inventários florestais e parcelas permanentes de monitoramento na Amazônia. As avaliações consideraram as principais fitofisionomias onde ocorre a exploração dessas espécies, especialmente Floresta Ombrófila Aberta (FOA) e Floresta Ombrófila Densa (FOD).

As simulações de recuperação volumétrica conduzidas para *Dipteryx odorata* indicam que a dinâmica de reposição volumétrica da espécie é fortemente influenciada pelas combinações de diâmetro mínimo de corte (DMC) e intensidade de exploração. Os resultados evidenciam que os parâmetros atualmente praticados estão associados a níveis reduzidos de recuperação volumétrica após um ciclo de corte de 30 anos, enquanto combinações progressivamente mais restritivas desses parâmetros produzem aumentos graduais no índice de recuperação volumétrica. As diferenças observadas entre FOA e FOD também indicam a influência das condições ecológicas e das taxas demográficas na resposta das populações à exploração florestal.

Nesse contexto, os cenários apresentados neste capítulo permitem delimitar um intervalo de respostas da espécie sob diferentes intensidades de exploração, oferecendo subsídios técnicos para a avaliação de alternativas de manejo. Esses resultados constituem uma base analítica para a discussão integrada apresentada nos capítulos seguintes, na qual serão considerados, de forma conjunta, os aspectos ecológicos, silviculturais e operacionais do manejo das espécies de *Dipteryx* no bioma amazônico.

Adicionalmente, destaca-se a importância da continuidade do monitoramento por meio de inventários florestais e parcelas permanentes, de forma a ampliar o conhecimento sobre a dinâmica populacional dessas espécies e permitir o aprimoramento progressivo das estratégias de manejo florestal na Amazônia.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akindele, S.O., & Onyekwelu, J.C. (2011). Review Silviculture in Secondary Forests. In: Günter, S., Weber, M., Stimm, B., Mosandl, R. (eds) *Silviculture in the Tropics*. Tropical Forestry, vol 8. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19986-8_23

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>

Bentos, T.V., Nascimento, H.E.M., Williamson, G.B. (2013). Tree seedling recruitment in Amazon secondary forest: Importance of topography and gap micro-site conditions. *Forest Ecology and Management*, 287: 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.016>

Bentos, T.V., Nascimento, H.E., Vizcarra, M.D.A., & Williamson, G.B. (2020). Effects of experimental lightgaps and topography on enrichment plantings in a central Amazonian secondary forest. *Acta Amazonica*, 50, 192-198. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202001501>

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>

Bräuning, A., De Ridder, M., Zafirov, N., García-González, I., Dimitrov, D. P., & Gärtner, H. (2016). Tree-ring features: indicators of extreme event impacts. *Iawa Journal*, 37(2), 206-231.

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>

Brienen, R.J., Schöngart, J., & Zuidema, P.A. (2016). Tree rings in the tropics: insights into the ecology and climate sensitivity of tropical trees. *Tropical tree physiology: Adaptations and responses in a changing environment*, 439-461. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27422-5_20

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>

Carvalho, A.O, Neves, A. H. B., Luvison, M., Guimarães, Z. T. M., Dos Santos, V. A. H. F., & Ferreira, M. J. (2022). Short-term effects of phosphorus fertilization on

Amazonian tree species in a mixed plantation. *New Forests*, 53(5), 851-869. <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09890-x>

Carvalho, C.S., Nicoletti de Fraga, C., BOS Cardoso, D., & C. Lima, H. (2020). Tonka, baru and cumaru: Nomenclatural overview, typification and updated checklist of *Dipteryx* (Leguminosae). *Taxon*, 69(3), 582-592. <https://doi.org/10.1002/tax.12238>

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2023). *Dipteryx*. Avaliações de risco de extinção: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

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>

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>

Cintra, R., & Horna, V. (1997). Seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micrantha* in gaps in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*, 13(2), 257-277. <https://doi.org/10.1017/S0266467400010440>

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>

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>

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>

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>

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>

Gomes, J.M., Carvalho, J.O.P.D., Silva, M.G.D., Nobre, D.N.V., Taffarel, M., Ferreira, J.E. R., & Santos, R.N.J. (2010). Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no

município de Paragominas na Amazônia brasileira. *Acta amazônica*, 40, 171-178. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000100022>

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>

Grogan, J., Blundell, A.G., Landis, R.M., Youatt, A., Gullison, R.E., Martinez, M., ... & Rice, R.E. (2010). Over-harvesting driven by consumer demand leads to population decline: Big-leaf mahogany in South America. *Conservation Letters*, 3(1), 12-20. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2009.00082.x>

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>

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>

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>

Mota, C. G., Pauletto, D., Capucho, H. L. V., da Silva, S. U. P., & Ponte, M. X. (2022). O cultivo do cumaru como alternativa econômica para agricultores familiares: estudo de caso na região oeste do Pará. *Research, Society and Development*, 11(3), e46511326732-e46511326732. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26732>

Nascimento, L.D., Cascaes, M., Cruz, E., & Andrade, E.D.A. (2022). *Dipteryx odorata: Cumaru*. In: Coradin, L.; Camillo, J.; Vieira, I.C.G. (ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. Brasília, DF: MMA. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1144574>

Neto, A.B.B., Brasil, N.M.D.Q.X., de Andrade, P.I.L., Sampaio, A.C.F., Noronha, N.C., Carvalho, E.J.M., ... & Schwartz, G. (2021). The commercial tree species *Dipteryx odorata* improves soil physical and biological attributes in abandoned pastures. *Ecological Engineering*, 160, 106143. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106143>

Ponte, M.X. (2018). *A Produção Florestal e Agroflorestal do Cumaru (Dipteryx spp.): estudo de caso em três regiões do Estado do Pará*. [Tese de doutorado, Universidade Federal do Oeste do Pará].

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., 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*.

Román-Dañobeytia, F., Cabanillas, F., Lefebvre, D., Farfan, J., Alferez, J., Polo-Villanueva, F., ... & Silman, M. R. (2021). Survival and early growth of 51 tropical tree species in areas degraded by artisanal gold mining in the Peruvian Amazon. *Ecological Engineering*, 159, 106097. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106097>

Romo, M. (2005). Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de *Dipteryx micrantha* Harms “shihuahuaco” transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones. *Ecología aplicada*, 4(1), 1-8.

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>

Sabogal, C., Almeida, E., Marmillod, D., & Carvalho, J.O.P. (2006). *Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas*. CIFOR.

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>

Sccoti, 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>

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>

Schöngart, J. (2020). O manejo florestal na várzea da Amazônia Central: História, desenvolvimento e futuros desafios. In W. J. Junk, M.T. F. Piedade, F. Wittmann, et al. (Eds.), *Várzeas amazônicas: desafios para um manejo sustentável* (pp. 178–206). Editora INPA.

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>

Schwartz, G., Lopes, J.C., Kanashiro, M., Mohren, G.M., & Peña-Claros, M. (2014). Disturbance level determines the regeneration of commercial tree species in the eastern Amazon. *Biotropica*, 46(2), 148-156. <https://doi.org/10.1111/btp.12096>

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>

Silva, J.A.G., Pauletto, D., da Silva, A.F., de Souza Carvalho, C.D.S., & do Nascimento, H.G.G. (2020). Morfometria de plantios de *Dipteryx odorata* Aubl Willd (Cumaru) no Oeste do Pará. *Advances in Forestry Science*, 7(3), 1171-1180. <https://doi.org/10.34062/afs.v7i3.9263>

Sist, P., Piponiot, 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>

Sousa Lopes, L.S., Pauletto, D., Gomes, E.S.C., da Silva, Á.F., de Sousa Oliveira, T.G., da Silva, J.A.G., ... & Martorano, L.G. (2023). Dendrometric Relationships and Biomass in Commercial Plantations of *Dipteryx* spp. in the Eastern Amazon. *Forests*, 14(11), 2167. <https://doi.org/10.3390/f14112167>

Venturoli, F., Fagg, C.W., & Felfili, J.M. (2011). Desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata* Vogel e *Myracrodruon urundeuva* Allemão em plantio de enriquecimento de uma floresta estacional semidecídua secundária. *Bioscience Journal*, 27(3), 482-493.

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>

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.

Worbes, M., & Schöngart, J. (2019). Measures for sustainable forest management in the tropics—A tree-ring based case study on tree growth and forest dynamics in a Central Amazonian lowland moist forest. *Plos one*, 14(8), e0219770. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219770>

Zeide, B. (1993). Analysis of growth equations. *Forest science*, 39(3), 594-616. <https://doi.org/10.1093/forestscience/39.3.594>

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 N° 701, de 15 de abril de 2024⁶

RESUMO

A inclusão de *Dipteryx* spp. sob a Anotação #17 (tora, madeira serrada, compensados, laminados e madeira transformada) no Anexo II da Cites foi proposta na 19ª Conferência das Partes – CoP19, realizada em novembro de 2022 na Cidade do Panamá, visando regulamentar o comércio destes produtos. Para as espécies listadas no Anexo II, a emissão de licenças de exportação exige que a Autoridade Científica – AC do país exportador elabore um Parecer de Extração Não Prejudicial – NDF. Esse procedimento técnico-científico avalia parâmetros como distribuição das espécies, tendências populacionais, práticas de exploração e impactos do comércio. Com base no NDF, a AC emite uma recomendação favorável ou desfavorável à Autoridade Administrativa – AA da Cites. No Brasil, o NDF para *Dipteryx* spp. foi elaborado com base 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 cumaru na Amazônia, complementada por oficinas técnicas com especialistas, pesquisadores e representantes do setor florestal. Os resultados apontaram baixa densidade populacional e taxas de

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 N° 701, de 15 de abril de 2024

crescimento reduzidas para a maioria das espécies. As modelagens populacionais indicaram que a sustentabilidade do manejo requer diâmetros mínimos de corte a partir de 60 cm, ciclos de 30 anos e intensidade máxima de exploração de 75%, 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 *Dipteryx charapilla*, *D. micrantha*, *D. rosea*, e favorável com restrições para *Dipteryx magnifica*, *D. odorata*, *D. ferrea*, *D. polyphylla* e *D. punctata* 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; cumaru.

CONTEXTO

Ao longo dos capítulos 1 a 6, fundamentados em uma extensa base de dados, foram avaliados os principais fatores intrínsecos e extrínsecos ao gênero *Dipteryx* 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 a 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 *Dipteryx charapilla*, *D. ferrea*, *D. micrantha*, *D. rosea*, *D. magnifica*, *D. odorata*, *D. polyphylla* e *D. punctata* foi analisada em conjunto com variáveis ambientais (climáticas, edáficas, topográficas e de cobertura florestal) (Capítulo 2). As informações de ocorrência de *Dipteryx odorata* 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 para todas as espécies.

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 463 parcelas permanentes de monitoramento distribuídas na Pan-Amazônia, acompanhadas entre 1962 e 2024, que totalizam cerca de 13.700 anos-acumulados de observações (Capítulo 3). Esse conjunto de informações forneceu estimativas robustas de crescimento, mortalidade e regeneração, fundamentais para a modelagem de cenários de manejo (Capítulos 3 e 6). Paralelamente, foram avaliados os registros de exploração nos sistemas de controle e monitoramento da produção florestal (Sinaflor/DOF), fornecendo um panorama da ocorrência de *Dipteryx* 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 *D. odorata* pela robustez dos dados disponíveis, subsidiou as simulações apresentadas no Capítulo 6. A integração de inventários florestais e parcelas permanentes 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 subsidiam a tomada de decisão dos atores envolvidos. Essa perspectiva envolve não apenas apoiar a Autoridade Administrativa na avaliação dos possíveis impactos da exportação de espécimes de *Dipteryx* spp., listados sob a Anotação #17 (toras,

madeira serrada, lâminas, compensados e madeira transformada), mas também, ao compreender os fatores que influenciam a conservação dessas espécies, 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 *Dipteryx odorata*, embora tenha distribuição contínua ao longo da Amazônia Legal brasileira, apresenta tendência de declínio populacional em razão, principalmente, da elevada pressão de exploração e da perda de habitat. No que se refere a esta espécie, os dados de conservação indicam uma tendência preocupante: apesar da ausência de dados suficientes para uma avaliação global (IUCN, 2017) no Brasil ela é classificada como vulnerável no Brasil (CNCFlora, 2023). Outras situações críticas estão relacionadas às espécies *D. férrea*, também considerada vulnerável, e *D. micranta*, classificada como “Em Perigo” em território brasileiro (CNCFlora, 2023a, 2025), embora, em avaliação internacional estejam sob classificação de “ausência de dados” e “Menos Preocupante” (IUCN, 2017a, 2024). Apesar das demais espécies com registro de comércio no Brasil, *D. magnifica*, *D. polyphylla* e *D. punctata*, não apresentarem ameaças de extinção tão evidentes, a situação exige cautela, pois a fragmentação do habitat e a própria vulnerabilidade biológica das espécies à estas mudanças podem ocasionar o declínio populacional. 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.

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 *D. odorata* apresentam prognóstico de risco 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.

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. Os dados de inventário e parcelas permanentes revelaram estruturas populacionais com distribuição assimétrica em “J-invertido”, com densidade de árvores por hectare entre as espécies com ampla variabilidade, sendo a maior para *D. odorata*, com cerca de 0,3-0,4 árvores por hectare e *D. punctata* a menor, com 0,004 árvores por hectare ao longo das classes diamétricas (Capítulo 3). Entre as espécies avaliadas, foram obtidos dados de mortalidade e recrutamento ao longo das parcelas permanentes somente para *D. odorata*, com taxas médias anuais de mortalidade mais elevadas em FOD (1,5%/ano em FOD contra 0,50%/ano em FOA) (Capítulo 3). 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).

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 *Dipteryx* 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 diferença marcante na intensidade de exploração efetiva: cerca de 65% do volume autorizado em florestas públicas e 89% 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.

Além do mais, há diferenciação na dinâmica natural e de exploração florestal de acordo com o limite estadual. Os estados do Acre, Amazonas e Mato Grosso destacaram-se no maior número de árvores e volume inventariado, enquanto o Pará apresentou o maior volume autorizado total (Capítulo 4). Nas fitofisionomias, Florestas Ombrófilas Abertas no Amazonas, Acre e Mato Grosso apresentaram a maior densidade e volume médio de *Dipteryx* spp. Todo esse arcabouço deve ser considerado na definição de parâmetros de manejo que visam garantir a sustentabilidade e manutenção das funções ecossistêmicas no habitat. Os sistemas de controle da origem e da cadeia produtiva florestal têm o papel de fornecer dados estratégicos para identificar regiões e categorias de MFS onde há maior ocorrência, volume e exploração de *Dipteryx* spp., potencializando a tomada de decisão e a elaboração de políticas públicas e pesquisas científicas.

Complementando a análise da estrutura populacional e dos prognósticos de redução do habitat, a caracterização do comércio desse gênero, apresentada no Capítulo 5, revela a forte pressão sobre *Dipteryx odorata*, que se destaca entre as espécies mais exploradas e de maior valor de mercado. 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 (Brancalion et al., 2018; Perazzoni et al., 2020). Costa et al. (2024) identificaram, em PMFS contendo *Dipteryx* spp. autuados pelo Ibama, a movimentação fraudulenta de créditos como a principal intercorrência, frequentemente associada a espécies de alto valor como o cumaru. 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 conceito da “Intensidade Máxima de Exploração” para cumaru, 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 analisadas a estrutura populacional e as taxas demográficas de *Dipteryx odorata* no bioma Amazônia, com base em dados de inventários florestais e parcelas permanentes de monitoramento em Floresta Ombrófila Aberta (FOA) e Floresta Ombrófila Densa (FOD), principais fitofisionomias onde ocorre a exploração dessas espécies. As simulações de recuperação volumétrica indicaram que os critérios atualmente praticados (DMC = 50 cm; intensidade de exploração = 90%) estão associados a baixos níveis de recuperação após um ciclo de corte de 30 anos, estimados em aproximadamente 30% em FOA e inferiores a 25% em FOD.

A comparação entre os cenários indica que a diferenciação entre as alternativas de manejo ocorre principalmente em Floresta Ombrófila Aberta (FOA). Nesse tipo de vegetação, as variações no diâmetro mínimo de corte e na intensidade de exploração resultam em mudanças expressivas no índice de recuperação volumétrica, permitindo a avaliação de cenários com distintos níveis de restrição ao manejo. Em Floresta Ombrófila Densa (FOD), por outro lado, os resultados das simulações indicam menor margem para flexibilização dos parâmetros de manejo, uma vez que valores elevados de diâmetro mínimo de corte se mostram necessários para garantir níveis adequados de recuperação volumétrica. Assim, nos cenários avaliados, as diferenças entre as alternativas de manejo refletem principalmente ajustes nos parâmetros aplicados em FOA, enquanto em FOD os critérios tendem a se manter relativamente constantes, com DMC de 80 cm e intensidades de exploração entre 70% e 75%, resultando em índices de recuperação volumétrica da ordem de aproximadamente 70-75% após um ciclo de corte de 30 anos. A análise não contemplou cenários com alteração do ciclo de corte, uma vez que intervalos

mais curtos implicariam maior frequência de reentradas e maior risco de danos às árvores remanescentes e à regeneração, enquanto ciclos demasiadamente longos poderiam comprometer a viabilidade operacional dos planos de manejo. Assim, manteve-se como referência o horizonte de 30 anos, em consonância com recomendações técnicas e operacionais amplamente adotadas para o manejo florestal na Amazônia.

Tabela 1. Projeções de recuperação volumétrica de *Dipteryx odorata* 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	~30	50	90	<25
2	70	80	≥75	80	70	~70
3	60	70	≥60-70	80	70	~70

Nota: Em FOA, os cenários diferenciam-se principalmente pelo grau de restrição aplicado ao diâmetro mínimo de corte e à intensidade de exploração, com reflexos expressivos no índice de recuperação volumétrica. Em FOD, por outro lado, os resultados convergem para valores semelhantes de DMC e intensidade de exploração, indicando menor margem para flexibilização dos parâmetros de manejo.

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.

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 de critérios para o manejo de *Dipteryx* spp. 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 amparem 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 0,50 cm/ano e mortalidade de 0,70%/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 70% 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 0,36 cm/ano e mortalidade muito mais ele-

vada (2,2%/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 70%, calibrado para equilibrar a fragilidade ecológica com a necessidade de manter parâmetros economicamente viáveis. Esse critério é complementado por $DMC \geq 80$ 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 do gênero *Dipteryx*. Conforme destacado na Introdução, espécies como *Dipteryx odorata* enfrentam pressão exacerbada de mercado, figurando entre as madeiras tropicais mais valiosas do comércio internacional. A classificação de *D. odorata* como “vulnerável” condiciona sua exploração a critérios de manejo mais conservadores, a fim de evitar a redução populacional historicamente observada em espécies de alto valor comercial. Já a *Dipteryx micrantha* está classificada como “Em Perigo” (CNCFlora, 2023), enquadramento que enseja na proibição de sua exploração *in natura*.

Em síntese, a diferenciação normativa entre FOA e FOD, 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 aproximar-se dos 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 cumaru 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, 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 do gênero *Dipteryx* 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. Em exercícios de modelagem, realizados com base em cenários de retenção diferenciados por fitofisionomia, apresentaram evidências de que os critérios de DMC, RI e intensidade efetiva de exploração ora propostos têm potencial de assegurar com mais efetividade a manutenção de fluxo gênico adequado em populações de *Dipteryx* spp. Embora a metodologia completa e os resultados detalhados extrapolem o escopo deste parecer, os achados sustentam de forma robusta a adoção das regras normativas aqui apresentadas, ao mesmo tempo em que oferecem subsídios para análises técnicas futuras e publicações específicas.

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% do gênero *Dipteryx* 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 o gênero *Dipteryx* 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.

Dipteryx odorata

Existem informações biológicas e descrições morfoanatômicas disponíveis para a correta identificação taxonômica da espécie (Capítulo 1). Sua ocorrência é ampla nos estados da Amazônia Legal brasileira (Capítulo 2), sendo, que dentro do gênero *Dipteryx*, é a espécie com a maior população estimada, com 170 milhões de árvores na Pan-Amazônia (ter Steege et al., 2020). Em termos de status de conservação, a espécie é classificada como Vulnerável em nível nacional (CNCFlora, 2023) e com Dados insuficientes em nível global (IUCN, 1998) (Capítulo 2). A densidade de árvores comerciais é de 0,158 árvores por hectare em FOA e 0,424 árvores por hectare em

FOD, enquanto o padrão J-invertido de sua estrutura populacional indica uma maior capacidade regenerativa (Capítulo 3). A taxa média de crescimento em diâmetro é reduzida em condições naturais (0,28 cm/ano em FOA e 0,30 cm/ano em FOD), mas aumenta em áreas com histórico de manejo (0,50 cm/ano em FOA e 0,36 cm/ano em FOD). Em áreas sem manejo florestal, a taxa de recrutamento é superior à taxa de mortalidade em FOD, enquanto nas áreas com manejo, as taxas de mortalidade superam as de recrutamento, tanto em FOA quanto em FOD (Capítulo 3).

Adicionalmente, *Dipteryx odorata* apresenta um histórico de maior pressão comercial no estado do Pará, com 1.200.000 m³ autorizados para exploração florestal entre 2018 e 2023 (Capítulo 4). Esse dado é particularmente relevante para uma avaliação cuidadosa, pois há registros de identificação botânica irregular para a espécie, com a maioria das outras espécies do gênero sendo erroneamente identificadas como *D. odorata* (Capítulos 1, 2 e 5). A intensidade de exploração efetiva de *D. odorata* é menor no manejo de florestas públicas (65%) em comparação com outras categorias, como o manejo comunitário (75%) e o manejo em propriedades privadas (89%) (Capítulo 4). Assim, embora sua exploração na Amazônia seja marcada por alta pressão comercial, varia em intensidade dependendo da categoria de manejo florestal (Capítulos 4 e 5). Em um recorte temporal mais longo, 2012 a 2020, observou-se maior produção de *D. odorata* nos estados de Mato Grosso (41%) e Pará (18%), seguidos por Rondônia (14%) (Capítulo 5). Acompanhando a tendência nacional, 60% de *D. odorata* comercializado via Sistema DOF (Sinaflor), Sisflora-PA e Sisflora-MT é destinado ao mercado interno, porém, em relação ao consumo de todas as espécies comerciais, *D. odorata* abastece o mercado externo em uma proporção relativa maior (Capítulo 5).

Dessa forma, a exploração florestal madeireira de *Dipteryx odorata*, ao ser avaliada com base em suas características ecológicas e populacionais, em conjunto com os riscos de ilegalidade ao longo da cadeia produtiva, pode ser considerada viável, desde que acompanhada por medidas de gestão eficazes para comando e controle, levando em conta as irregularidades já identificadas e a implementação de novos critérios de manejo adequados às suas características. Com a aplicação desses critérios, juntamente com as medidas de controle, será possível eliminar as ameaças significativas à espécie e garantir uma exploração florestal não prejudicial ao longo do tempo.

Dipteryx punctata

Existem informações biológicas e descrições morfoanatômicas parciais disponíveis para a correta identificação taxonômica da espécie (Capítulo 1). Sua distribuição geográfica ocorre de forma ampla nos estados da Amazônia Legal brasileira (Capítulo 2, Apêndice B). Em termos de status de conservação, a espécie é classificada

como Menos Preocupante (IUCN, 2019; CNCFlora, 2023) (Capítulo 2), com uma população estimada em 14 milhões de árvores na Pan-Amazônia (ter Steege et al., 2020). A espécie apresenta baixa densidade de árvores comerciais em FOD, com apenas 0,004 árvores por hectare, e uma taxa média de crescimento em diâmetro baixa em condições naturais (0,18 cm/ano) (Capítulo 3). O volume médio autorizado e explorado é de 0,73 m³/ha (Capítulo 4).

Além disso, *Dipteryx punctata* é a terceira espécie mais explorada do gênero, porém, possui um baixo histórico de pressão comercial quando comparada a outras espécies. Entre 2018 e 2023, os estados do Amazonas e Pará foram os únicos a registrar volume autorizado para a exploração, totalizando cerca de 100.000 m³ cada (Capítulo 4). No Pará, estimativas indicam que 59% do volume transacionado de *Dipteryx* spp. apresenta algum risco de ilegalidade (Capítulo 5).

Dessa forma, a exploração florestal madeireira de *Dipteryx punctata*, ao ser analisada com base em suas características ecológicas e populacionais, pode ser considerada viável, desde que acompanhada por medidas de gestão eficazes para comando e controle. Essas medidas devem levar em conta as irregularidades já identificadas, bem como a implementação de novos critérios de manejo adequados à espécie. Com a aplicação desses critérios e o reforço das medidas de controle, será possível mitigar as ameaças à espécie e garantir uma exploração florestal sustentável e não prejudicial ao longo do tempo.

Dipteryx polyphylla

Existem informações biológicas e descrições morfoanatômicas disponíveis para a correta identificação taxonômica da espécie (Capítulo 1). Sua máxima probabilidade de ocorrência é restrita ao estado do Amazonas (Capítulo 2, Apêndice B), onde há indícios de que é uma espécie especialista de igapó (Householder et al., 2024). Em termos de status de conservação, a espécie é classificada como Menos Preocupante em nível nacional (CNCFlora, 2023) e Quase Ameaçada em nível global (IUCN, 2021) (Capítulo 2), com uma população estimada em 43 milhões de árvores na Pan-Amazônia (ter Steege et al., 2020). A densidade de árvores comerciais é de 0,043 árvores por hectare em FOA e 0,132 árvores por hectare em FOD, e a estrutura populacional segue o padrão J-invertido, indicando maior capacidade regenerativa (Capítulo 3). Embora a taxa média de crescimento em diâmetro seja baixa em condições naturais (0,18 cm/ano), aumenta para 0,53 cm/ano em áreas com histórico de manejo (Capítulo 3).

Além disso, *Dipteryx polyphylla* apresenta um alto histórico de pressão comercial, especialmente no estado do Pará, que autorizou cerca de 200.000 m³ para

exploração florestal entre 2018 e 2023 (Capítulo 4). No mesmo estado, estimativas indicam que 59% do volume transacionado de *Dipteryx* spp. apresenta algum risco de ilegalidade (Capítulo 5). Diante disso, a exploração florestal madeireira de *Dipteryx polyphylla*, ao ser avaliada com base em suas características ecológicas e populacionais, deve ser considerada viável, desde que acompanhada por medidas de gestão eficazes para comando e controle, levando em conta as irregularidades já identificadas e a implementação de novos critérios de manejo adequados às suas características. Com a aplicação desses critérios, juntamente com as medidas de controle, será possível mitigar as ameaças significativas à espécie e garantir uma exploração florestal não prejudicial ao longo do tempo.

Dipteryx magnifica

Existem informações biológicas e descrições morfoanatômicas disponíveis para a correta identificação taxonômica da espécie (Capítulo 1). A área de adequabilidade indica sua ocorrência nas regiões central e leste da Amazônia brasileira (AM, PA, AP) (Capítulo 2, Apêndice B), preferencialmente em terra firme (Householder et al., 2024). Em termos de status de conservação, a espécie é classificada como Menos Preocupante (CNCFlora, 2021; IUCN, 2023) e possui uma população estimada em 41 milhões de árvores na Pan-Amazônia (ter Steege et al., 2020). As análises indicam uma estrutura populacional no padrão J-invertido, com maior capacidade regenerativa e uma densidade de árvores comerciais em FOD de 0,139 árvores por hectare (Capítulo 3). A taxa média de crescimento em diâmetro para FOD em condições naturais é baixa, com 0,26 cm/ano, mas aumenta para 0,31 cm/ano em áreas com histórico de manejo (Capítulo 3). O volume médio autorizado é de 0,43 m³/ha, enquanto o volume efetivamente explorado é de 0,38 m³/ha (Capítulo 4). No Pará, estimativas indicam que 59% do volume transacionado de *Dipteryx* spp. apresenta algum risco de ilegalidade (Capítulo 5).

Dessa forma, a exploração florestal madeireira de *Dipteryx magnifica*, ao ser avaliada com base em suas características ecológicas e populacionais, em conjunto com os riscos de ilegalidade ao longo da cadeia produtiva, pode ser considerada viável, desde que acompanhada por medidas de gestão eficazes para comando e controle. Com a aplicação desses critérios, juntamente com as medidas de controle, será possível mitigar as ameaças significativas à espécie e garantir uma exploração florestal não prejudicial ao longo do tempo.

Dipteryx ferrea

Há informações biológicas e descrições morfoanatômicas disponíveis para a correta identificação taxonômica da espécie (Capítulo 1). Sua máxima

probabilidade ocorrência é limitada ao estado do Acre (Capítulo 2). Em termos de status de conservação, a espécie é classificada como vulnerável (CNCFlora, 2025) em nível nacional (Capítulo 2). Adicionalmente, o registro de ocorrência da espécie nas parcelas permanentes e unidades de produção anual foi restrito à FOA, apresentando uma estrutura populacional no padrão J-invertido, densidade inferior a 0,25 árvores por hectare, volume médio próximo a 1,50 m³/ha e taxas de crescimento médias de cerca de 0,50 cm/ano (Capítulo 3). A espécie não foi avaliada nos Capítulos 4 e 5 devido aos desdobramentos restritivos impostos por seu status de conservação nacional. Apesar disso, registros de *D. ferrea* entre 2018 e 2023 indicam uma pressão comercial intermediária, conforme os dados dos sistemas de controle florestal do Brasil. Dessa forma, a exploração florestal madeireira de *Dipteryx ferrea*, ao ser avaliada com base em suas características ecológicas e populacionais, em conjunto com os riscos de ilegalidade ao longo da cadeia produtiva, pode ser considerada viável, desde que acompanhada por medidas de gestão eficazes para comando e controle, levando em conta as irregularidades já identificadas e a implementação de novos critérios de manejo adequados às suas características. Com a aplicação desses critérios, juntamente com as medidas de controle, será possível eliminar as ameaças significativas à espécie e garantir uma exploração florestal não prejudicial ao longo do tempo.

Dipteryx micrantha

Há informações biológicas e descrições morfoanatômicas disponíveis para a correta identificação taxonômica da espécie (Capítulo 1). Sua distribuição geográfica ocorre com máxima probabilidade ocorrência, principalmente, no estado do Amazonas (Capítulo 2, Apêndice B). Em termos status de conservação, a espécie é classificada como Em Perigo (CNCFlora, 2023) em nível nacional, o que implica na proibição de atividades como coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização no contexto da exploração florestal (Brasil, 2014) (Capítulo 2). Adicionalmente, a espécie apresentou uma estrutura populacional no padrão J-invertido, densidade inferior a 0,20 árvores por hectare em FOA, volume médio próximo a 1,00 m³/ha e taxas de crescimento médias de cerca de 0,50 cm/ano em FOD, e 0,10 cm/ano em FOA (Capítulo 3). A espécie não foi avaliada nos Capítulos 4 e 5 devido aos desdobramentos restritivos impostos por seu status de conservação nacional. Apesar disso, registros de *D. micrantha* entre 2018 e 2023 indicam uma pressão comercial intermediária, conforme os dados dos sistemas de controle florestal do Brasil. Nesse contexto, a aplicação do manejo florestal madeireiro para a espécie não se apresenta como uma alternativa adequada, à luz de seu status de conservação “Em Perigo”, de sua ocorrência restrita na Amazônia e das características de sua estrutura e dinâmica populacional.

Dipteryx charapilla

Poucas informações biológicas e descrições morfoanatômicas para a correta identificação taxonômica disponíveis (Capítulo 1). Ocorrência limitada na região oeste-noroeste do estado do Amazonas, ao longo dos rios Japurá e Solimões e nos interflúvios Solimões-Japurá e Japurá-Negro (Capítulo 2, Apêndice B). A espécie possui status de conservação categorizado como dados insuficientes (CNCFlora, 2024) em nível nacional, e Vulnerável em nível global (IUCN, 1998) (Capítulo 2). Espécie sem registro de ocorrência nas parcelas permanentes e unidades de produção anual avaliadas no Capítulo 3. Espécie não explorada via manejo florestal madeireiro de acordo com o banco de dados dos sistemas de controle florestal do Brasil, inviabilizando as análises dos Capítulos 4 e 5.

Portanto, não foi possível avaliar o impacto da exploração florestal madeireira em *Dipteryx charapilla*. Nesse contexto, a atividade de manejo florestal madeireiro aplicada à espécie poderia representar ameaças significativas visto sua distribuição geográfica restrita, como também comprometeria sua exploração não prejudicial ao longo do tempo.

Dipteryx rosea

Existem poucas informações biológicas e descrições morfoanatômicas disponíveis para a correta identificação taxonômica da espécie (Capítulo 1). Sua área de adequabilidade indica uma ocorrência restrita à região noroeste do estado do Amazonas, especificamente no município de São Gabriel da Cachoeira (Capítulo 2, Apêndice B). Em termos de status de conservação, a espécie é classificada como Menos Preocupante em nível nacional (CNCFlora, 2012), mas não possui dados disponíveis em nível global pela IUCN. A população estimada é de 5 milhões de árvores na Pan-Amazônia (ter Steege et al., 2020). No entanto, não há registro de ocorrência nas parcelas permanentes e unidades de produção anual avaliadas no Capítulo 3. Espécie não explorada via manejo florestal madeireiro de acordo com o banco de dados dos sistemas de controle florestal do Brasil, inviabilizando as análises dos Capítulos 4 e 5.

Dessa forma, não foi possível avaliar o impacto da exploração florestal madeireira em *Dipteryx rosea*. Considerando sua distribuição geográfica restrita, qualquer atividade de manejo florestal poderia representar ameaças significativas à espécie e comprometer a viabilidade de sua exploração não prejudicial ao longo do tempo.

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 *Dipteryx charapilla*, *D. micrantha*, *D. rosea* 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 *Dipteryx*, 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>Dipteryx odorata</i>	Favorável com restrições	Alta abundância e ampla distribuição + Alta pressão comercial e risco de ilegalidade
<i>Dipteryx punctata</i>	Favorável com restrições	Status de conservação favorável + Baixa densidade e crescimento lento
<i>Dipteryx polyphylla</i>	Favorável com restrições	Capacidade regenerativa + Alta pressão comercial regional
<i>Dipteryx magnifica</i>	Favorável com restrições	Boa base populacional + Pressão comercial com risco de ilegalidade
<i>Dipteryx ferrea</i>	Favorável com restrições	Estrutura populacional favorável + Status de conservação Vulnerável
<i>Dipteryx micrantha</i>	Desfavorável	Status de conservação Em Perigo + Baixa densidade e ocorrência restrita
<i>Dipteryx charapilla</i>	Desfavorável	Escassez de informações e registros + Distribuição geográfica extremamente restrita
<i>Dipteryx rosea</i>	Desfavorável	Distribuição espacial restrita + Ausência de dados de manejo e exploração

Em relação à *Dipteryx magnifica*, *D. odorata*, *D. ferrea*, *D. polyphylla* e *D. punctata*, 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 *Dipteryx magnifica*, *D. odorata*, *D. ferrea*, *D. polyphylla* e *D. punctata* em MFS, de acordo com o tipo de vegetação no bioma amazônico.

<i>Dipteryx magnifica</i> , <i>D. odorata</i> , <i>D. ferrea</i> , <i>D. polyphylla</i> e <i>D. punctata</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.	75%
Floresta Ombrófila Densa	80 cm		75%

A Tabela 3 apresenta os parâmetros técnicos definidos para o manejo florestal sustentável de *Dipteryx magnifica*, *D. odorata*, *D. ferrea*, *D. polyphylla* e *D. punctata* para os diferentes tipos de vegetação do bioma Amazônico. É importante destacar que a intensidade de exploração, 75%, corresponde ao percentual máximo a ser explorado do volume total autorizado para corte, já desconsiderado o contingente de indivíduos porta-sementes (conforme indicado na Tabela 4), e mantém equivalência aproximada ao limite de 70% 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.

Em relação a outros habitats amazônicos, 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 espécies de *Dipteryx* que possam ocorrer em áreas úmidas 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 *Dipteryx* para corte dependerá de parâmetros adicionais, sintetizados na Tabela 4.

Tabela 4. Critérios para seleção de árvores para corte de *Dipteryx magnifica*, *D. odorata*, *D. ferrea*, *D. polyphylla* e *D. punctata* 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: • 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	• 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	• 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 *Dipteryx* 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 cumaru. 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 *Dipteryx*, 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 *Dipteryx* 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 *Dipteryx* spp., que podem servir de parâmetros indicadores na avaliação da cadeia de custódia da exportação de espécimes do gênero.

Monitoramento dos sistemas de controle

A implementação dos novos conceitos de rastreabilidade no Sinaflor representou um avanço significativo no monitoramento do manejo florestal no Brasil, ao permitir a individualização dos volumes explorados por árvore, em substituição ao controle agregado por espécie. Essa evolução viabiliza o monitoramento remoto dos Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), com base na comparação entre volumes inventariados e efetivamente romaneados, integrada a análises espaciais e bases de dados auxiliares.

A análise apresentada no item 4.2 do Capítulo 5 evidencia padrões distintos entre categorias de manejo. Em concessões em florestas públicas, observa-se maior dispersão das diferenças entre inventário e romaneio, com predominância de valores negativos moderados, compatíveis com a variabilidade esperada em condições operacionais. No manejo privado, por outro lado, há forte concentração nas classes próximas à zona de aderência (-10% a 0%), indicando baixa variabilidade e possível equalização entre volumes estimados e declarados. O manejo comunitário apresenta comportamento intermediário, com maior heterogeneidade na distribuição dos dados.

Esses padrões permitem a definição de critérios objetivos para monitoramento remoto de PMFS com ocorrência de espécies listadas na CITES, conforme sintetizado na Tabela 5, incluindo análises sistêmicas e verificações visuais baseadas em imagens de satélite.

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; Aparência de exploração em sistemática distinta de PMFS;
Árvores com volume explorado acima de 40 metros cúbicos;	Sinais de corte raso;
Soma do comprimento das seções de toras da árvore maior que o dobro da altura da mesma árvore no inventário.	Sinais de exploração do lado de fora da UPA autorizada.

Recomenda-se ao órgão ambiental licenciador a adoção de rotinas sistemáticas de análise dos dados dos sistemas de controle de produtos florestais, de modo a subsidiar a identificação de inconsistências e o direcionamento de ações de auditoria e fiscalização, especialmente em PMFS com ocorrência de espécies do gênero *Dipteryx*.

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 *Dipteryx* spp. no Brasil, abrangendo o mercado doméstico e o internacional. Fundamentada nos resultados dos Pareceres de Extração Não Prejudicial - NDFs elaborados para esse gênero, 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 *Dipteryx* spp. 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 *Dipteryx* spp., com características semelhantes ao cumaru, 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 *Dipteryx* spp., geralmente de madeira pesada, sugere-se a substituição por *Dialium guianense* (jataibepa), *Pouteria caimito* (abieiro), *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).

Complementando essa análise, Lima et al. (2024) investigaram as propriedades físico-mecânicas de espécies promissoras para exploração madeireira, destacando *Dialium guianense* (jataibepa) e *Zollernia paraensis* (pau santo) como alternativas viáveis para *Dipteryx odorata*.

Recomendações à Autoridade Administrativa Cites do Brasil

Com o objetivo de garantir a sustentabilidade da exploração e a manutenção das funções ecossistêmicas do gênero *Dipteryx* 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 #17⁷** (toras, madeira serrada, lâminas/veneer, compensados e madeira transformada) oriundos de *Dipteryx charapilla*, *D. micrantha* e *D. rosea*, em razão da conclusão desfavorável.

⁷ 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 *Dipteryx odorata*, *D. magnifica*, *D. ferrea*, *D. polyphylla* e *D. punctata*, 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 *Dipteryx*, 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 *Dipteryx charapilla*, *D. micrantha* e *D. rosea*, e **favorável com restrições**, para *Dipteryx odorata*, *D. magnifica*, *D. ferrea*, *D. polyphylla* e *D. punctata* 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 cumaru 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, Piracicaba. https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_set_2022.pdf

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(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_maio_2009_compilada.pdf

Brasil. (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. <https://www.gov.br/ibama/pt-br/phocadownload/dof/legislacao/IN-IBAMA-21-24.12.2014-Sinaflor.pdf/view>

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. (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>

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2023). *Dipteryx odorata*. Avaliações de risco de extinção: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2023a). *Dipteryx micrantha*. Avaliações de risco de extinção: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2025). *Dipteryx ferrea*. Perfis de espécies: Centro Nacional de Conservação da Flora/ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

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>

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

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>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (1998). *Dipteryx charapilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T36892A10019706. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T36892A10019706.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2017). *Dipteryx odorata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T62024955A62024965. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T62024955A62024965.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2017a). *Dipteryx micrantha*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T110474723A110474851. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T110474723A110474851.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2019). *Dipteryx punctata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T144302705A149055806. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T144302705A149055806.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2021). *Dipteryx polyphylla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T171986182A171989674. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171986182A171989674.en>.

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2024). *Dipteryx ferrea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2024: e.T218387985A239447728.

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*.

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>

Lima, F.B.D., Souza, Á.N.D., Matricardi, E.A.T., Gaspar, R.D.O., Lima, I.B.D., Souza, H.J.D., ... & Lima, M.D.F.D.B. (2024). Alternative Tree Species for Sustainable Forest Management in the Brazilian Amazon. *Forests*, 15(10), 1763. <https://doi.org/10.3390/f15101763>

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]. <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>

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>

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>

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

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>

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>

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., 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>

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>

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 Conservacion 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, Jardin Botânico de Edimburgo
Euridice Honório 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 Llompazo	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 Forêts 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 independiente
Richarlly da Costa Silva	Universidade Federal do Acre
Rodolfo Vasquez Martinez	Jardim Botânico de Missouri
Roel Brien	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 Bezard	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

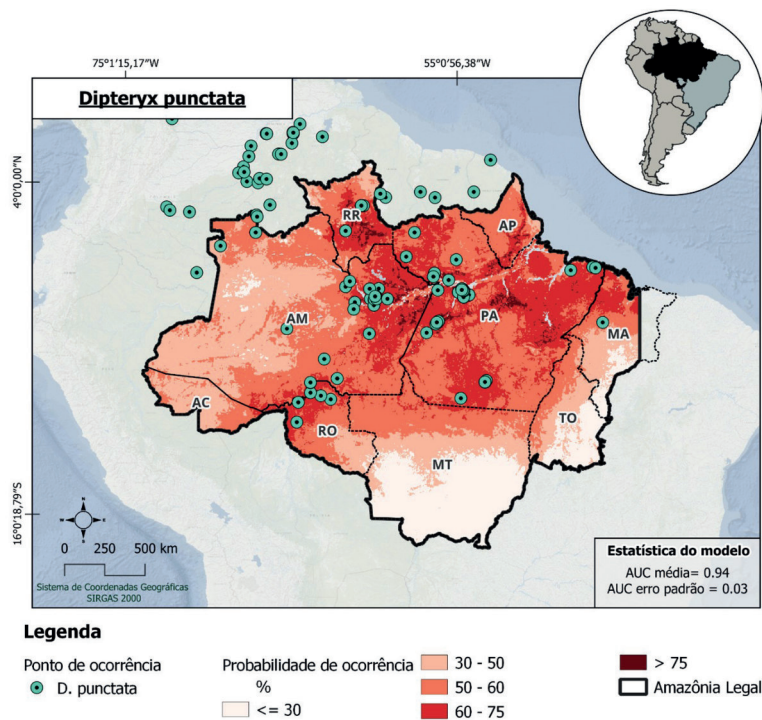


Figura 1. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx punctata* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica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

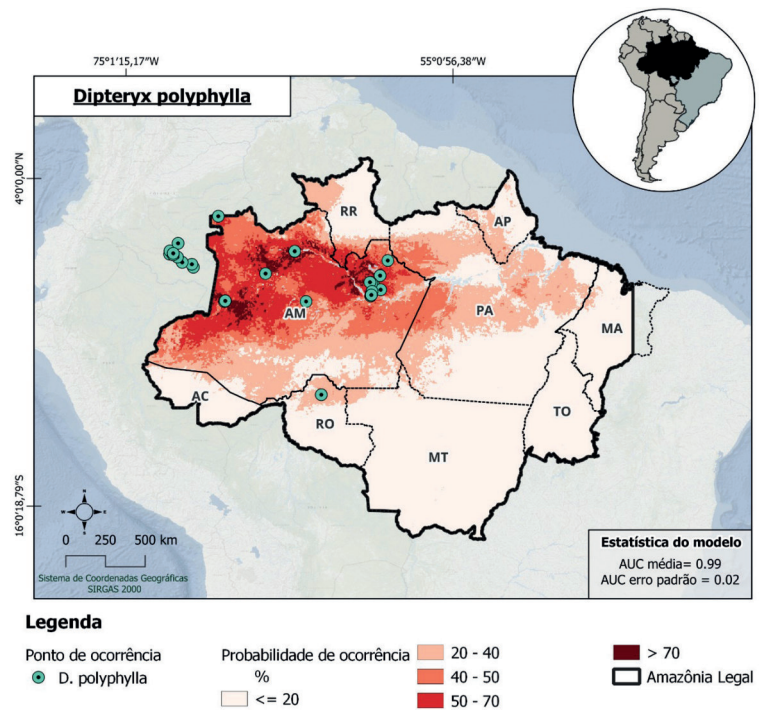
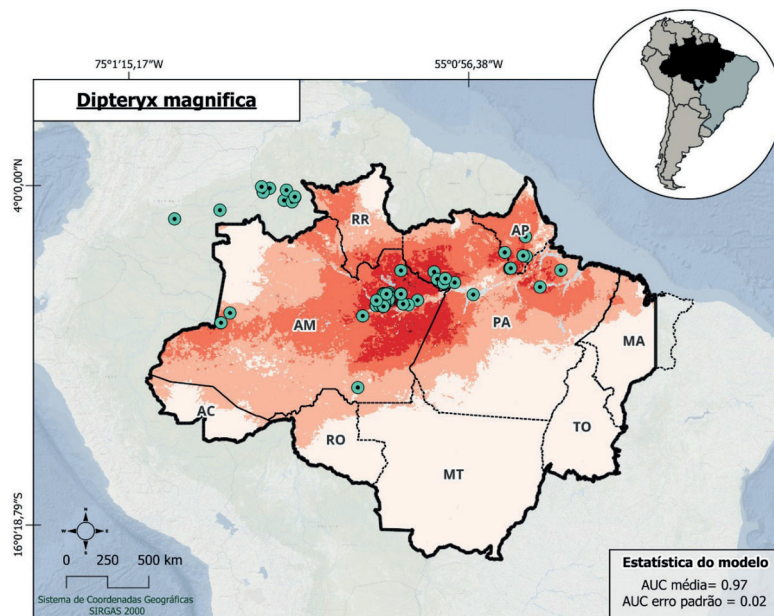


Figura 2. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx polyphylla* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista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



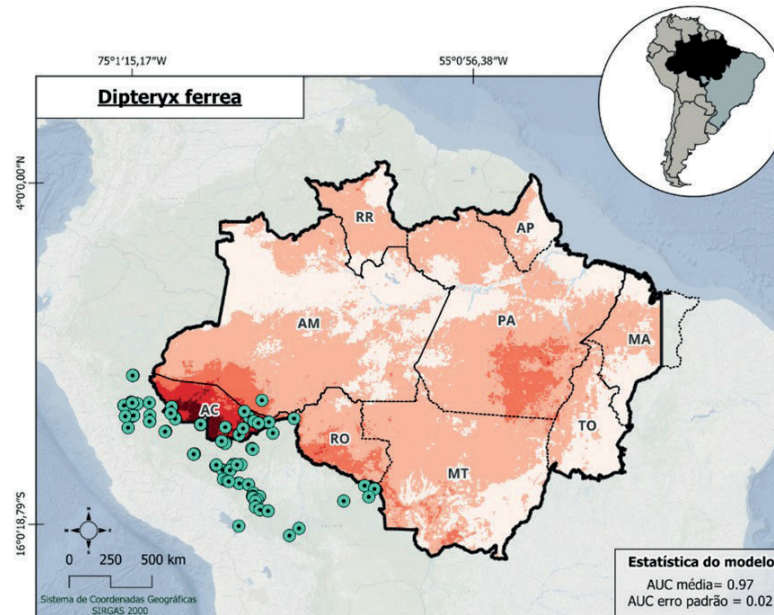
Legenda

Ponto de ocorrência
● D. magnifica

Probabilidade de ocorrência
%
≤ 30 30 - 40 40 - 60 60 - 75 > 75

Amazônia Legal

Figura 3. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx magnifica* 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. Catarina de Carvalho. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.



Legenda

Ponto de ocorrência
● D. ferrea

Probabilidade de ocorrência
%
≤ 30 30 - 40 40 - 60 60 - 70 > 70

Amazônia Legal

Figura 4. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx ferrea* 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. Catarina de Carvalho. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

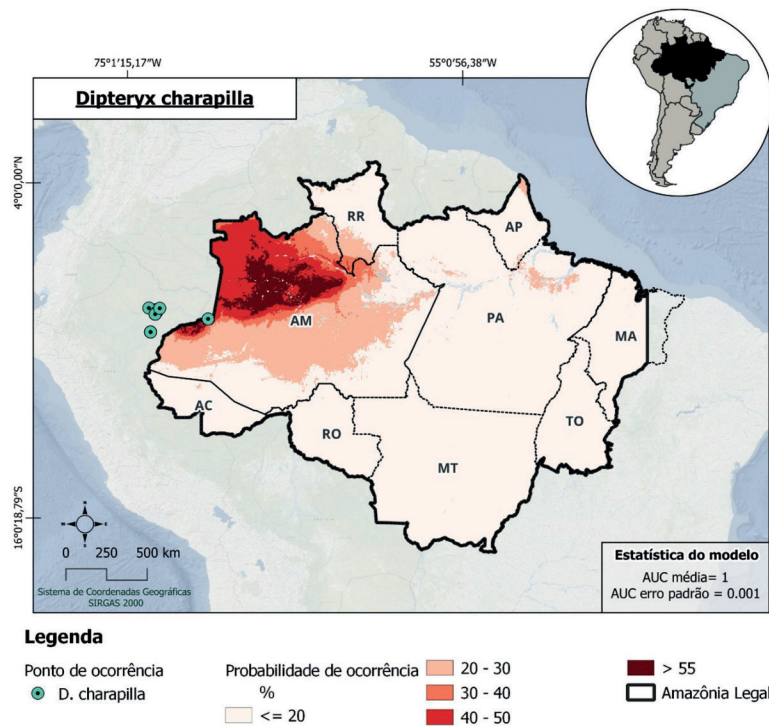


Figura 5. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx charapilla* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Catarina de Carvalho. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

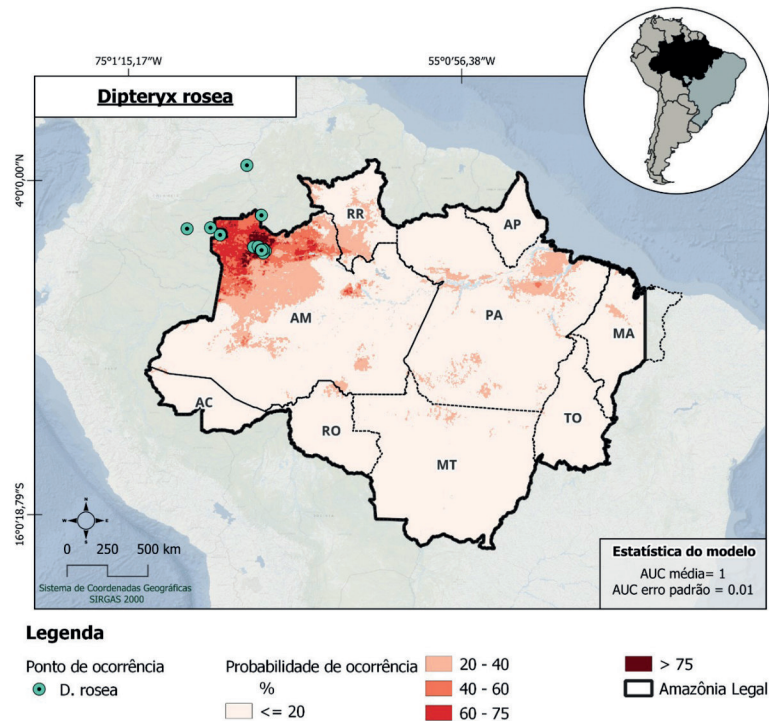


Figura 6. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Dipteryx rosea* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pela especialista botânica Dra. Catarina de Carvalho. 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

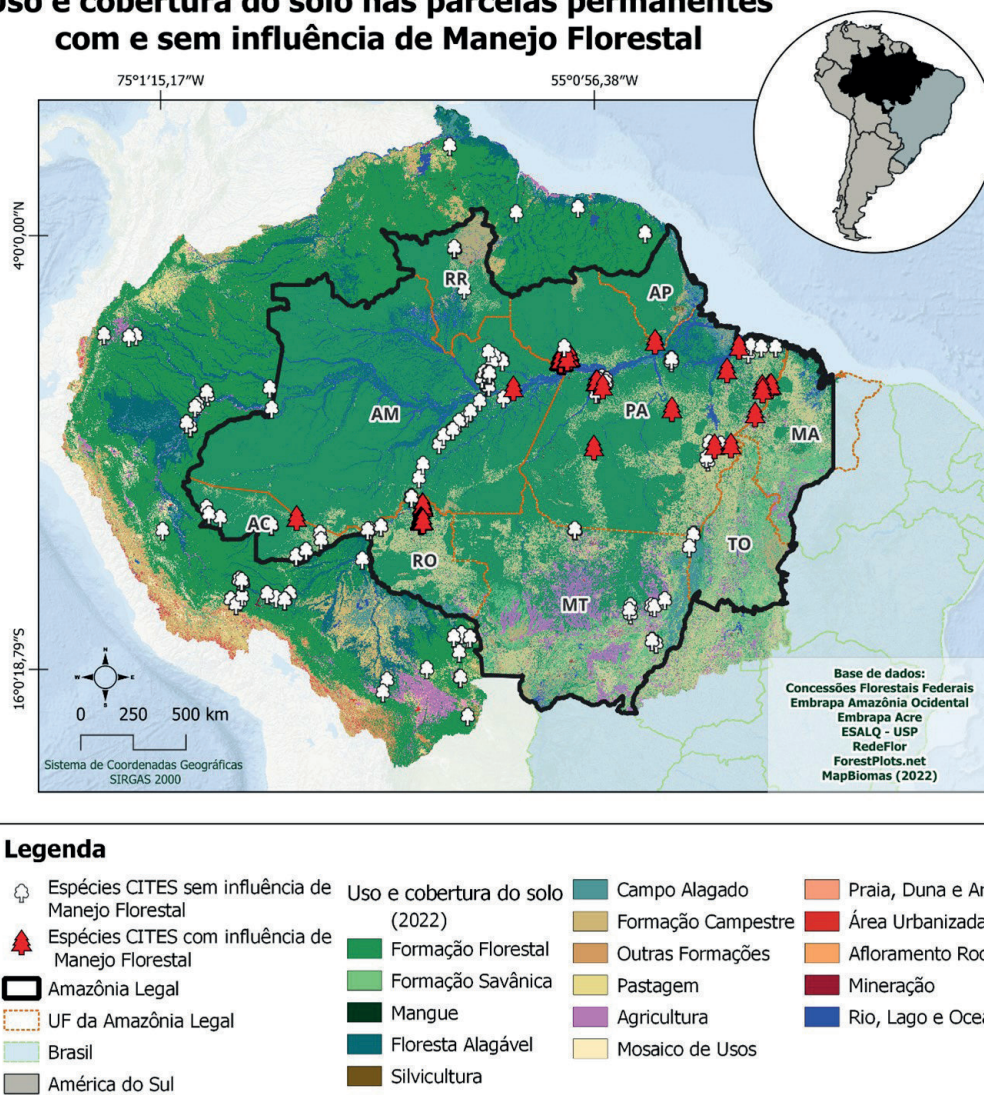


Figura 1. Localização das parcelas permanentes distribuídas por regiões fitoecológicas, sem (em branco) e com histórico de manejo florestal (em vermelho) na Pan-Amazônia.

