

Parecer de Extração Não Prejudicial
(Non-Detriment Findings, NDF) de

CEDRELA SPP. NO BRASIL



Parecer de Extração Não Prejudicial
(Non-Detriment Findings, NDF) de
CEDRELA SPP. NO BRASIL

Presidência da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA

Marina Silva

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

Rodrigo Antônio de Agostinho Mendonça

Diretoria de Biodiversidade e Florestas – DBFlo

Lívia Karina Passos Martins

**Coordenação-Geral de Gestão e Monitoramento do Uso da Flora –
CGFlo e Autoridade Científica Cites para a Flora**

Allan Valezi Jordani

Equipe Técnica: Ana Clara Fernandes Domingos, Claudia Maria Correia de Mello,
José Pedro Zuffo Janducci, Maria Carolina Póvoas de Lima, Vinicius Otavio
Benoit Costa, Manolo Trindade Quintilhan, Yanka Laryssa Almeida Alves

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio

Equipe Técnica: Suelma Ribeiro Silva

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ

Equipe Técnica: Eduardo Pinheiro Fernandez

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

Equipe Técnica: Flávia Regina Capellotto Costa, Jochen
Schöngart, Maristerra Rodrigues Lemes

Ministério Público do Estado de Mato Grosso – MPMT

Equipe Técnica: José Guilherme Roquette

Serviço Florestal Brasileiro – SFB

Equipe Técnica: Dárlison Fernandes Carvalho de Andrade

Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT

Equipe Técnica: Beatriz Schwantes Marimon

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Equipe Técnica: Peter Stoltenborg Groenendijk

Universidade de Tecnologia Chalmers – CTH

Equipe Técnica: Caroline Sartorato Silva França

Título do Projeto

Parecer de extração não prejudicial de *Cedrela* spp. no Brasil

Coordenação

Allan Valezi Jordani – Autoridade Científica Cites Ibama para a Flora

Autoridades Científicas 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. (2024). Parecer de extração não prejudicial de *Cedrela* 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.

Projeto Gráfico e Impressão

LEAP - Programa de Crimes Florestais e Comércio Ilícito de Madeira do Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime, financiado pela Iniciativa Internacional da Noruega para o Clima e as Florestas (NICFI), e que apoia países da América Latina e do Sudeste Asiático a identificar atividades ilícitas ao longo da cadeia de custódia da madeira e a prevenir, detectar e dismantelar redes criminosas globais envolvidas em crimes floresta.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

I59p Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
Parecer de extração não prejudicial de *Cedrela* spp. no Brasil [recurso eletrônico] / [Allan Valezi Jordani, coordenador]. – Brasília, DF : Ibama, 2025.
244 p. : mapas, tabs.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-5799-050-6-1 (on-line)

1. *Cedrela* spp.. 2. Manejo sustentável. 3. Extração vegetal. I. Jordani, Allan Valezi, coordenador. II. Título.

CDU 582.744.4(81)

Biblioteca Nacional do Meio Ambiente
Thaís da Silva Rodrigues – CRB1/3688

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	8
INTRODUÇÃO	12
Resumo	13
1. A Cites.....	14
2. O Parecer de Extração Não Prejudicial.....	16
3. Panorama de exploração do gênero <i>Cedrela</i>	18
4. Metodologia	19
5. Referências bibliográficas	21
CAPÍTULO 1	23
Resumo	24
1. Identificação da espécie.....	25
1.1. Taxonomia	25
1.2. Dendrologia e anatomia da madeira.....	25
1.3. Identificação botânica em Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS.....	29
2. Características biológicas.....	35
2.1. Papel no ecossistema	39
3. Considerações finais	39
4. Referências bibliográficas	41
CAPÍTULO 2	49
Resumo	50
1. Distribuição geográfica e tipo de habitat.....	51
2. Probabilidade de ocorrência da espécie na Amazônia brasileira	52
3. Riscos biológicos	56
4. Status de conservação	61
5. Considerações finais	64
6. Referências bibliográficas	65

CAPÍTULO 3	70
Resumo	71
Contexto	72
1. Estrutura populacional de Cedrela spp. na Amazônia: inventários florestais	75
2. Anéis de crescimento de Cedrela spp.	77
3. Monitoramento populacional de Cedrela spp.: parcelas permanentes..	80
4. Mortalidade e Recrutamento	84
5. Dinâmica populacional	86
6. Considerações finais	87
7. Referências bibliográficas	89
CAPÍTULO 4	94
Resumo	95
Contexto	96
1. Normas e Controle da Exploração Florestal no Brasil.....	99
1.1. Competências na gestão florestal.....	100
1.2. Normativas Federais.....	101
1.3. Manejo Florestal em Florestas Públicas	108
1.4. Manejo Florestal Comunitário – MFC	110
1.5. Manejo Florestal Sustentável nos Estados	111
2. Sistemas federais e estaduais de controle, monitoramento e licenciamento ambiental (Sinaflor, DOF Legado, DOF+ Rastreabilidade, Simlam e Sisflora).....	116
2.1. Sistemas Federais.....	117
2.2. Sistemas Estaduais (Mato Grosso e Pará)	121
2.3. Lacunas na Rastreabilidade	122
3. Exploração Sustentável de Cedrela spp. na Amazônia Legal Brasileira.....	123
3.1. Avaliação 1 – Exploração Sustentável de Cedrela spp.: Área sob Manejo e Volume por Espécie.....	124
3.2. Avaliação 2 – Exploração Sustentável de Cedrela spp.: Árvores por Área de Efetivo Manejo	128
3.3. Avaliação 3 – Exploração de Cedrela spp. em PMFS: Intensidade de exploração efetiva	133
4. Considerações finais	135
5. Referências bibliográficas	137

CAPÍTULO 5	145
Resumo	146
Contexto	147
1. Tendências gerais de produção e consumo	149
1.1. Produção	149
1.2. Consumo	152
2. Relevância da produção e comércio ilegal.....	154
3. Caracterização das intercorrências técnico-legais em Planos de Manejo Florestal	158
4. Avaliação do comércio legal e ilegal, Cedrela spp.....	164
4.1. Riscos de ilegalidade associados às autorizações de extração e superestimativa das espécies.....	170
4.2. Riscos de ilegalidade associados ao inventário e subsequente declaração de corte.....	174
4.3. Riscos de ilegalidade associados à discrepâncias entre consumo e produção e distribuição geográfica dos riscos de ilegalidade.....	176
5. Considerações finais	179
6. Referências bibliográficas	181
CAPÍTULO 6	188
Resumo	189
Contexto	190
1. Avaliação do nível de rigor das atuais medidas dos Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS no Brasil	192
2. Critérios de Manejo Florestal Madeireiro em Nível de Espécie	196
2.1. Critérios de Manejo Florestal Madeireiro para Cedrela spp. no Brasil..	197
2.2. Recomendações de tratamentos silviculturais para Cedrela spp.	207
3. Considerações finais	209
4. Referências bibliográficas	210

CAPÍTULO 7	220
Resumo	221
Contexto	222
1. Análises - O Parecer de Extração Não Prejudicial.....	224
2. Definição dos Critérios de Manejo Florestal Sustentável.....	230
3. Conclusão e Recomendações	232
3.1. Estudos Técnico-Científicos.....	234
3.2. Recomendações de critérios no Processo Autorizativo	234
3.3. Recomendação de espécies alternativas.....	238
3.4. Recomendações à Autoridade Administrativa Cites do Brasil	239
4. Considerações finais	240
5. Referências bibliográficas	241
Apêndice A	245
Apêndice B.....	251

The background of the entire page is a dark blue field filled with a repeating pattern of stylized, light blue leaves. The leaves are of various sizes and orientations, some pointing upwards, some downwards, and some horizontally. Each leaf is outlined with a simple line and contains several parallel lines representing veins. Small, light blue dots are scattered throughout the background, interspersed among the leaves.

AGRADECIMENTOS



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

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

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

Agradecemos também aos analistas ambientais do Ibama, Gustavo Bediaga de Oliveira, Lisarbson Messias e Silva, Fabrício Alves Rodrigues e Wanderley Ribeiro de Souza Júnior, pela assistência na extração, sanitização, refinamento e avaliação de dados dos sistemas de controle do Ibama. Agradecemos à estagiária da Coordenação de Gestão do Uso Sustentável da Flora – COUSF/Ibama, Ana Beatriz Torquato, pela ajuda na formatação dos manuscritos, e ao estudante da UNICAMP, José Augusto Aguiar, pelo auxílio na compilação de dados.

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

Expressamos 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 florestais 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* e *Cedrela*”, realizada entre os dias 18 e 19 de junho de 2024 em Brasília/DF, bem como aos 120 participantes da “2ª Oficina de especialistas para construção do NDF dos gêneros *Handroanthus*, *Tabebuia*, *Dipteryx* e *Cedrela*” que ocorreu de 03 a 05 de setembro de 2024 em Belém/PA. Agradecemos também a todos os participantes da “Semana do Ipê e Cumaru na Cites”, realizada entre os dias 04 e 07 de novembro de 2024 em Brasília/DF.

Agradecemos ao Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime – UNODC, em especial a Natália Milanezi e Priscila Topázio, pela organização de atividades e eventos que contribuíram para a elaboração deste documento..

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

The background of the entire page is a dark blue color, overlaid with a pattern of stylized, light blue leaves. The leaves are of various sizes and orientations, some pointing upwards, some downwards, and some to the sides. Each leaf is outlined with a thin line and filled with a series of parallel, slightly curved lines representing veins. Small, light blue dots are scattered throughout the background, interspersed among the leaves.

INTRODUÇÃO

Allan Jordani^{1,2}, Yanka Alves², Manolo Quintilhan², 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 evitar sua exploração insustentável. No Brasil, a gestão do gênero *Cedrela*, que inclui espécies como o cedro, reflete desafios históricos de exploração madeireira descontrolada e perda populacional severa. Em 2019, a inclusão de todas as espécies de *Cedrela* spp. no Anexo II da Cites, com a anotação #6, impôs a necessidade de licenças de exportação e garantias de que a extração não prejudique sua sobrevivência ou funções ecossistêmicas. Essa inclusão reconhece a ameaça de exploração não sustentável e busca evitar impactos irreversíveis na sustentabilidade da espécie. A elaboração do Parecer de Extração Não Prejudicial (NDF) é essencial para autorizar o comércio. No Brasil, o processo foi conduzido pelo Ibama e um grupo de trabalho interinstitucional, utilizando dados nacionais e internacionais, workshops participativos e guias técnicos. O NDF abordou identificação taxonômica, modelagem de distribuição, dinâmica populacional e critérios de manejo sustentável, integrando informações para mitigar riscos à espécie. Essas ações visam garantir a exploração econômica responsável e a conservação das populações do gênero *Cedrela*, assegurando a continuidade do uso sustentável e preservando sua integridade ecossistêmica.

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

-
- 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/DBFlo/Ibama
 - 3 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

1. A CITES

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 apenas 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 ameaçadas de extinção no país, com a atribuição da competência de autoridade administrativa, responsável pela análise dos pedidos de comércio internacional e emissão das respectivas licenças de exportação ou importação de espécimes e/ou respectivos produtos e subprodutos.

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

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 plan-

tas 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 a 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 entre as Partes de espécimes, ou respectivos produtos e subprodutos dessas espécies, exceto quando o propósito da importação não é 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 evitar 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.

2. 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 pela Autoridade Científica da Cite para espécies dos Anexos II, 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 (Rev. CoP17), em caráter recomendatório, além da conceituação sobre os fundamentos do Parecer de Extração Não Prejudicial, orienta que sua elaboração deve ser proporcional à vulnerabilidade da espécie e baseada em metodologias flexíveis que considerem as especificidades de diferentes táxons. Também destaca a importância da identificação correta da espécie, da implementação de gestão adaptativa com monitoramento contínuo, e do uso de fontes diversas de informação, como conhecimentos de comunidades locais, dados de comércio internacional e levantamentos em campo. Esses elementos visam assegurar que o NDF seja fundamentado em dados científicos abrangentes e reflita as condições reais de conservação da espécie.

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

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

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

Dentre os principais fatores a serem avaliados no início deste processo é 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 que envolvem o estado de conservação da espécie e potenciais riscos biológicos, delimitando o contexto do risco associado as atividades de exploração, de comércio e de manejo que deve ser considerado. 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 do gênero *Cedrela*.

3. PANORAMA DE EXPLORAÇÃO DO GÊNERO *CEDRELA*

A história da exploração madeireira no Brasil, particularmente de espécies valiosas como a *Cedrela odorata* (cedro) e a *Swietenia macrophylla* (mogno), tem suas origens no início do século XX. Na Amazônia, a exploração seletiva dessas espécies começou por volta de 1920 (Kammesheidt *et al.*, 2003). Práticas semelhantes também foram registradas no leste do Peru, onde operações de extração em pequena escala retiravam cedro e mogno sem o uso de mecanização (White, 1978).

As atividades de exploração madeireira representam ameaças significativas para as espécies de *Cedrela* na América do Sul. Na Argentina, o manejo seletivo de *Cedrela lilloi* resultou em uma redução da diversidade genética, particularmente em populações impactadas (Inza *et al.*, 2012). De forma semelhante, na Bolívia, a exploração madeireira reduziu a abundância relativa e a área basal de espécies comerciais, incluindo a *Cedrela fissilis* (Fredericksen & Licona, 2000). No Equador, quatro espécies de *Cedrela* estão presentes, sendo que *C. odorata*, *C. nebulosa* e *C. fissilis* estão listadas como vulneráveis ou ameaçadas pela IUCN devido à superexploração e à degradação genética (Llerena *et al.*, 2018). O impacto sobre espécies específicas de madeira é preocupante, sendo influenciado por fatores como a capacidade de dispersão a longas distâncias, taxa de crescimento e densidade de indivíduos adultos, que afetam a resiliência das espécies à pressão da exploração (Martini *et al.*, 1994).

Esses estudos ressaltam a necessidade de esforços de conservação, incluindo a manutenção da diversidade genética em áreas protegidas e o desenvolvimento de práticas de manejo sustentável para as espécies de *Cedrela* em toda a América do Sul (Günter *et al.*, 2004). A gestão florestal sustentável continua sendo um desafio devido a fatores como práticas convencionais de exploração e subvalorização dos recursos florestais (Barros & Veríssimo, 2002).

A seguir, é apresentada uma linha do tempo da proteção conferida pela Cites ao gênero *Cedrela*, cuja ocorrência natural abrange o México, América Central e América do Sul.

2001	<i>Cedrela odorata</i> em Cites Anexo III com a Anotação #5: O Peru foi o primeiro país a listar <i>Cedrela odorata</i> no Anexo III da Cites, com Anotação #5 (toras, madeira serrada e laminados), em 2001.
2005	A Colômbia, também solicita a inclusão de sua população no Anexo III, seguida por Guatemala em 2008, refletindo uma preocupação crescente com a conservação dessa espécie devido à sua exploração excessiva.
2010	A Bolívia, e no ano seguinte, o Brasil, acompanharam as outras Partes da América Latina, com a inclusão do gênero no Anexo III, consolidando a preocupação com o impacto do comércio internacional dos produtos, principalmente madeireiros, na conservação destas espécies no território Sul-Americano.
2019	<i>Cedrela</i> spp. em Cites Anexo II: Durante a 18ª Conferência das Partes – CoP18 da Cites, realizada em Genebra, Suíça, foi proposta a inclusão de todas as espécies do gênero <i>Cedrela</i> spp. no Anexo II sob Anotação #6 (toras, madeira serrada, compensados e laminados). Isso significa que o comércio internacional de qualquer destes produtos de espécies de <i>Cedrela</i> passaria a ser regulado para evitar a exploração não sustentável. A proposta foi aprovada, refletindo o reconhecimento de que várias espécies do gênero estavam sob ameaça devido ao comércio internacional não regulamentado de sua madeira.
2020	Implementação da listagem do Anexo II: A listagem de <i>Cedrela</i> spp. no Anexo II entrou em vigor em 28 de agosto de 2020. Isso implica que o comércio de todas as espécies de <i>Cedrela</i> desde então exige uma licença de exportação, e os países exportadores devem garantir que a extração dessas espécies não seja prejudicial à sua sobrevivência.

O histórico de exploração do gênero *Cedrela* no Brasil reflete um padrão comum de muitas espécies madeireiras tropicais: uma exploração inicialmente desenfreada, seguida por declínios populacionais severos, e, mais recentemente, esforços para regulamentar e controlar o comércio e promover a conservação. A inclusão do gênero na Cites é um passo importante, mas o sucesso da conservação dessas espécies depende da implementação eficaz das leis de proteção ambiental e do manejo sustentável das florestas brasileiras (Higuchi, 1994).

4. METODOLOGIA

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, 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:

Capítulo 1 – Desafios e estratégias na identificação taxonômica das espécies de *Cedrela* no Brasil: uma abordagem para o Manejo Florestal Sustentável;

Capítulo 2 – Modelagem de distribuição e Status de conservação das espécies de *Cedrela* na Amazônia;

Capítulo 3 – Estrutura, Crescimento e Dinâmica Populacional de *Cedrela* spp. na Amazônia;

Capítulo 4 – Legislação e Sistemas de Controle Florestal: Exploração Sustentável de *Cedrela* spp. na Amazônia Legal Brasileira;

Capítulo 5 – Produção, Comércio e Fiscalização de Produtos Madeireiros;

Capítulo 6 – Critérios de Manejo Florestal Sustentável de *Cedrela* spp. na Amazônia Brasileira

Capítulo 7 – Parecer de Extração Não Prejudicial: conclusão e recomendações

As informações apresentadas ao longo dos capítulos possibilitaram a avaliação dos fatores intrínsecos e extrínsecos das espécies, permitindo a definição de critérios mais adequados para o manejo florestal sustentável, com objetivo de garantir a exploração econômica de forma perene, assegurando a preservação das espécies e a manutenção de suas funções ecológicas ao longo dos ciclos de corte subsequentes.

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>

Barros, A.C., & Veríssimo, A. (2002). A Expansão madeireira na Amazônia: Impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará. *Belém: Imazon*, 168.

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>

Fredericksen, T.S., & Licona, J.C. (2000). Invasion of Non-Commercial Tree Species After Selection Logging in a Bolivian Tropical Forest. *Journal of Sustainable Forestry*, 11, 113 - 123. https://doi.org/10.1300/J091v11n03_07

Günter, S., Stimm, B., & Weber, M. (2004). Silvicultural contributions towards sustainable management and conservation of forest genetic resources in Southern Ecuador. *Lyonia*, 6, S-75.

Higuchi, N. (1994). Utilização e Manejo dos Recursos Madeiros das Florestas Tropicais úmidas. *Acta Amazonica*, 24, 275-288. <https://doi.org/10.1590/1809-43921994243288>

Inza, M.V., Zelener, N., Fornes, L.F., & Gallo, L.A. (2012). Effect of latitudinal gradient and impact of logging on genetic diversity of *Cedrela lilloi* along the Argentine Yungas Rainforest. *Ecology and Evolution*, 2, 2722 - 2736. <https://doi.org/10.1002/ece3.336>

Kammesheidt, L., Lezama, A.T., Franco, W., & Ratschiller, M.A. (2003). Historia del aprovechamiento forestal y los tratamientos silviculturales en los bosques de los llanos occidentales de Venezuela y perspectivas de manejo forestal sostenible. *Revista Forestal Venezolana*, 47(1), 87-110.

Llerena, S.A., Salinas, N., Oliveira, L.O., Jadán-Guerrero, M., & Segovia-Salcedo, C. (2018). Distribution of the genus *Cedrela* in Ecuador. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 26(1), 125-133.

Martini, A.M., Rosa, N.A., & Uhl, C. (1994). An Attempt to Predict Which Amazonian Tree Species May be Threatened by Logging Activities. *Environmental Conservation*, 21, 152 - 162. <https://doi.org/10.1017/S0376892900024589>

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

Rednikova, T.V. (2023). The Significance of Cites for Biodiversity Conservation: Semi-century Experience. *Международное право и международные организации / International Law and International Organizations*.

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

White, S.C. (1978). Cedar and Mahogany Logging in Eastern Peru. *Geographical Review*, 68, 394. <https://doi.org/10.2307/214214>

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

Yanka Alves¹, Alexandre Gontijo², Elisa Souza², Maristerra R. Lemes³, Manolo Quintilhan¹, Suelma Ribeiro Silva⁴, Allan Jordani^{1,5} e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024⁶

RESUMO

Neste capítulo será abordada a complexidade da identificação e conservação das espécies do gênero *Cedrela* manejadas no Brasil. Os táxons de *Cedrela* desempenham múltiplos papéis nos ecossistemas, incluindo a composição de habitat, regulação climática, ciclagem de nutrientes e estabilização do solo. Apesar dos avanços nas técnicas de identificação e dos esforços de conservação, a complexidade para o manejo florestal das espécies de *Cedrela* exige abordagens mais refinadas para a proteção eficaz de suas populações na natureza. A identificação em nível de espécie apresenta grandes dificuldades devido à variação intraespecífica e às semelhanças entre as espécies do mesmo gênero. Tecnologias avançadas, como a espectroscopia de infravermelho próximo – NIR e análises de DNA, emergem como soluções promissoras. Essas abordagens permitem uma identificação mais precisa e fortalecem a fiscalização, rastreabilidade e o monitoramento ao longo da cadeia de produção madeireira. A capacitação de profissionais e a elaboração de guias de campo para uma identificação mais eficaz também são necessárias. Além disso, a legislação sobre o manejo florestal pode ser aprimorada para incluir normas específicas que avalem a qualidade da identificação botânica nos inventários florestais. Ao integrar capacitação, tecnologia e regulamentação, é possível elaborar estratégias para otimizar a proteção e conservação de *Cedrela*, promovendo a sustentabilidade ecológica e econômica das florestas. Por fim, são avaliadas as características biológicas, principalmente relacionadas ao sistema reprodutivo, polinização, frutificação e dispersão de sementes, a fim de se estabelecer sua relação com o risco de exploração à sobrevivência das espécies, bem como subsidiar a definição de medidas de manejo sustentável mais eficazes.

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

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

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

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

1. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE

1.1. Taxonomia

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

Tabela 1. Classificação taxonômica do gênero *Cedrela*.

Reino	Filo	Classe	Ordem	Família
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae

Nome do Táxon:

Cedrela fissilis Vell.

Nomes comuns:

Português: Cedro-batata, Cedro-branco, Cedro-da-várzea, Cedro-vermelho

Espanhol: Cedro, Cedro Batata, Cedro Blanco, Cedro Branco, Cedro Colorado, Cedro Misionero, Cedro Rosado, Cedro Vermelho

Sinônimos:

Cedrela fissilis var. *glabrior* C.DC., *Cedrela fissilis* var. *macrocarpa* C. DC.

Nome do Táxon:

Cedrela odorata L.

Nomes comuns:

Português: Cedro, Cedro-branco, Cedro-rosa, Cedro-vermelho

Inglês: Spanish Cedar, Cigar-box Wood, Red Cedar

Francês: Acajou-bois, Acajou Rouge, Cedrat

Espanhol: Cedro Rojo

Alemão: Ceder

Sinônimos:

Cedrela brownii Loefl., *Cedrela guianensis* A.Juss., *Cedrela longipes* Blake, *Cedrela mexicana* var. *puberula* C. DC., *Cedrela velloziana* M. Roem.

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. Entre os di-

versos gêneros de interesse, as espécies do gênero *Cedrela* se destacam devido à qualidade de sua madeira (Nogueira *et al.*, 2020). 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.

Cedrela fissilis

■ Caracteres dendrológicos

Folha: 10 a 17 números de pares de folíolos; folíolos opostos/raramente alternos; formato de lâminas oblongas/lanceadas; indumento da face abaxial da lâmina densamente pubescente. Fruto: comprimento entre 5,5 e 9cm, raramente 11cm; formato obovoide/obcônico (Flores, 2024) (Figura 1).



Figura 1. *Cedrela fissilis*. Características morfológicas das folhas, flores, frutos e tronco.

Fotos cedidas por Alexander Accioly. Fonte: Accioly (2023).

■ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Minam (2018), o alburno de *Cedrela fissilis* é da cor creme amarelado. O cerne é rosado com tendência a marrom avermelhado, sendo o alburno um pouco mais claro. A madeira não apresenta odor e possui sabor amargo. O brilho é médio, com grã direita e textura média. Figuras de arcos sobrepostos causadas por anéis de crescimento e parênquima longitudinal. Anéis de crescimento diferenciados por faixas claras (Figura 2). Madeira macia quando cortada com lâmina na direção transversal às fibras.

Vasos: visíveis a olho nu, distribuição em anéis semi-porosos. Os vasos são predominantemente solitários, de formato redondo e raro radiais múltiplos com dois a três vasos. As linhas vasculares são retilíneas e visível a olho nu (Figura 2). Observa-se a presença de goma/resinas de cor vermelha (Minam, 2018).

Parênquima axial: visível com lupa 10X, de cor mais clara que o tecido fibroso; paratraqueal vasicêntrico, aliforme e em bandas do tipo marginal ou terminal (Minam, 2018).

Raios: visíveis com lupa 10X, sem contraste na seção radial, com menos de 1 mm de altura, não estratificado em seção tangencial (Minam, 2018).

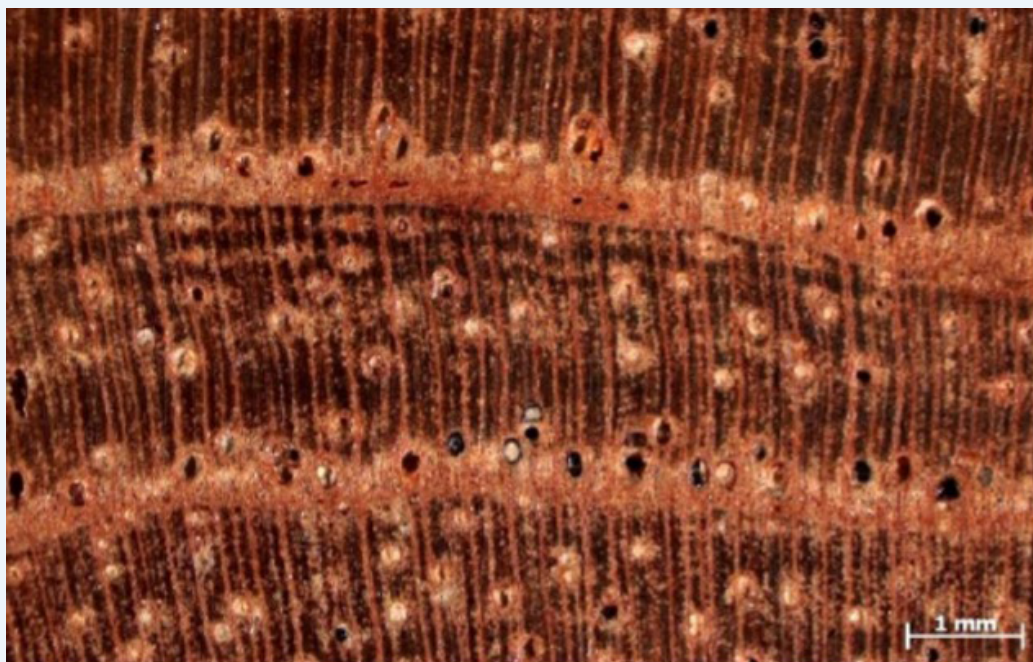


Figura 2. *Cedrela fissilis*. Face transversal da madeira.

Fonte: Coradin et al. (2010).

Cedrela odorata

■ Caracteres dendrológicos

Folha: 7 a 11 números de pares de folíolos; folíolos opostos/raramente alternos; formato de lâmina lanceado/falcado; indumento da face abaxial da lâmina glabra/subglabra. Fruto: comprimento de 2 a 5cm; formato oblongo/elipsoide (Flores, 2024) (Figura 3).



Figura 3. *Cedrela odorata*. Características morfológicas das folhas, flores, frutos e tronco.

Fotos geral, do fuste e do fruto cedidas por Gerson Luiz Lopes. Fotos das flores cedidas por Marcus Alberto Nadruz Coelho. Fonte: Accioly (2023).

■ Caracteres anatômicos da madeira

De acordo com Minam (2018), o albúrneo é de cor creme amarelado e o cerne amarelo avermelhado com tendência a rosa. Possui cheiro agradável e sabor amargo. O brilho é médio, grã direita e textura média. Figuras de arcos sobrepostos causadas por anéis de crescimento e parênquima longitudinal. Os anéis de crescimento são diferenciados por faixas claras (Figura 4). Madeira macia quando cortada transversalmente às fibras.

Vasos: visíveis a olho nu, com distribuição em anéis semi-porosos. O arranjo dos vasos é predominantemente solitário, de formato redondo e raro radiais múltiplos com dois a três vasos. As linhas vasculares são retilíneas e visíveis a olho nu. Presença de gomas/resinas na cor vermelha (Minam, 2018).

Parênquima axial: visível com lupa 10X, de cor mais clara que o tecido fibroso. É do tipo paratraqueal vasicêntrico e em faixa do tipo marginal ou terminal (Minam, 2018).

Raios: visíveis com lupa 10X e podem apresentar pouco ou nenhum contraste na seção radial. Na seção tangencial, os raios não são estratificados (Minam, 2018).

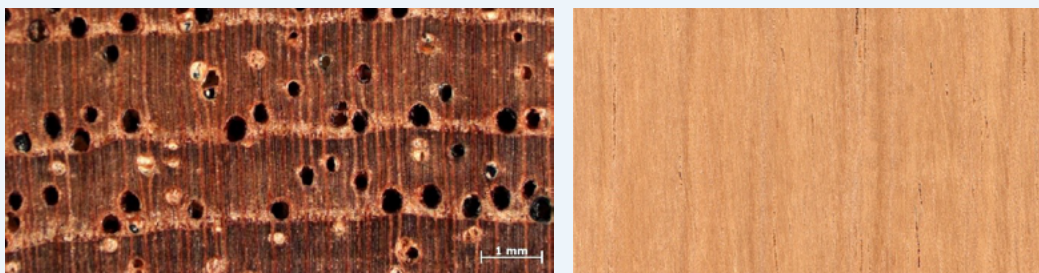


Figura 4. *Cedrela odorata*. Face transversal e tangencial, respectivamente.

Fonte: Coradin *et al.* (2010).

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

■ Limitações

Apesar dos avanços proporcionados pela Resolução Conama nº 406, de 02 de fevereiro de 2009 (Brasil, 2009), que exige a adoção de procedimentos técnico-científicos para a identificação de espécies em área sob manejo florestal, a confiabilidade dos inventários florestais ainda enfrenta desafios significativos. 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.

Não foram encontrados estudos específicos sobre erros de identificação botânica em espécies de *Cedrela* na Amazônia. No entanto, em algumas ocasiões foram identificadas autorizações de exploração 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 *Cedrela angustifolia*, autorizada em PMFS no estado de Mato Grosso, sem ocorrência registrada no território amazônico. Tais inconsistências, identificadas na literatura e na base de dados dos processos autorizativos da gestão pública, podem gerar informações equivocadas sobre a distribuição das espécies, subestimar espécies raras e superestimar populações comerciais.

Neste sentido, não apenas é necessária a correção das discrepâncias pelos órgãos ambientais durante o processo de autorização 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 taxonômica 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 e formulação de políticas públicas florestais nacionais.

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 (Beckman *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 (Paredes-Villanueva *et al.*, 2022); 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); técnicas genéticas, que permitem a identificação da espécie a partir da análise do DNA da madeira, mesmo em amostras processadas (Degen *et al.*, 2013; Jiao *et al.*, 2020) 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).

O Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro – LPF/SFB, em parceria com o Laboratório de Automação, Quimiometria e Química Ambiental da Universidade de Brasília – AQQUA/UnB realizaram um estudo para demonstrar o potencial da tecnologia NIR para a discriminação de madeiras amazônicas anatomicamente semelhantes: mogno (*Swietenia macrophylla*) e cedro (*Cedrela odorata*), ambas espécies de madeira tropical de alto valor incluídas no Anexo II da Cites; caranguejeira (*Carapa guianensis*); cedrinho (*Erismia uncinatum*); curupixá (*Micropholis melinoniana*); e jatobá (*Hymenaea courbaril*). Os resultados demonstraram que os modelos de Mínimos Quadrados Parciais para Análise Discriminante (*Partial Least Squares for Discriminant Analysis* – PLS-DA, do inglês) utilizados permitem discriminar eficientemente as seis espécies, com taxas de acerto superiores a 90%. Isso demonstra a viabilidade do uso dessa técnica instrumental em escala portátil aliada a modelos PLS-DA para discriminação de madeiras em campo com elevada taxa de acerto (Soares *et al.*, 2017).

O estudo de Kunze *et al.* (2024) demonstrou, pela primeira vez, o potencial do NIRS como ferramenta de rastreamento de 19.114 m³ de madeira de *C. odorata* no Brasil, desde a origem em uma concessão florestal na Floresta Nacional do Jamari (Rondônia) até o destino, um revendedor no município de Ubatuba/SP, totalizando 3.100 km percorridos. A validação do modelo indicou uma probabilidade de 76,2% de que a madeira analisada no destino fosse a mesma da origem, enquanto lotes de diferentes origens apresentaram probabilidades entre 0% e 21,9%. Esse estudo sugere que o NIRS pode ser uma alternativa eficaz em contextos forenses. No entanto, como os dados se referem a uma única carga, são

necessárias mais pesquisas para determinar a probabilidade mínima aceitável de compatibilidade em diferentes contextos e espécies. Se implementado, esse sistema poderá rastrear lotes de madeira desde a coleta até a distribuição, fornecendo dados cruciais para a cadeia produtiva da madeira.

Em relação ao uso de tecnologias com base na análise de DNA, Degen *et al.* (2013) demonstraram a eficácia do método para determinar a origem geográfica de amostras de madeira de mogno (*Swietenia macrophylla*), outra espécie madeireira da família Meliaceae, como o cedro, incluída no Anexo II da Cites, por meio de marcadores de DNA microssatélites, destacando sua aplicação como ferramenta forense no controle da cadeia produtiva da madeira. De forma semelhante, Finch *et al.* (2020) desenvolveram marcadores *Single Nucleotide Polymorphism* – SNP para *C. odorata*, permitindo a distinção de estoques em escalas macro, como América Central e América do Sul. Contudo, em escalas regionais menores, a precisão da análise exigiu uma amostragem mais intensa das populações.

A delimitação das espécies do gênero *Cedrela* é desafiadora, tornando essencial a obtenção de descrições morfológicas mais precisas para sua conservação. Nas últimas duas décadas, a variação genética de espécies e populações de *Cedrela* tem sido investigada por meio de análises de DNA (Navarro *et al.*, 2002, 2004; Cavers *et al.*, 2003a, b, 2013; Muellner *et al.*, 2010; Pennington & Muellner, 2010; Koecke *et al.*, 2013; Finch *et al.*, 2020). Os estudos revelaram que a variação genética se correlaciona com as descrições morfológicas e a posição filogenética da espécie *C. odorata*, em particular, apresentou múltiplos grupos genéticos, indicando a possibilidade de espécies crípticas, com pelo menos duas linhagens distintas identificadas (Cavers *et al.*, 2013; Finch, 2019). Essas descobertas ressaltam a importância da genética na conservação e identificação das espécies do gênero.

Parcerias e mecanismos de implementação

A identificação em nível de espécie trata-se de um desafio em escala global, enfrentado por todos os países signatários da Cites, tanto em face das competências inerentes às autoridades administrativas, nas ações de monitoramento e controle da cadeia de custódia para emissão de licenças, quanto nas atribuições das autoridades científicas, relacionadas ao uso de coletas botânicas idôneas na avaliação dos parâmetros destas espécies. Em razão disto, foi instituído pela própria Convenção, no âmbito da 19ª Conferência das Partes, um Grupo de Trabalho Interseccional para Identificação de Madeira e Outros Produtos Derivados – GT.

O GT tem como objetivo implementar mecanismos em escala global para melhorar os processos de identificação das espécies madeireiras. Para tanto, pro-

põe 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 específica de espécies arbóreas listadas na Cites e suas similares; e 3) determinar métodos para estimular o intercâmbio global, regional e nacional de melhores práticas em tecnologias de identificação de madeira entre os países, incluindo lições aprendidas sobre como as Partes construíram sua capacidade e experiência em identificação de madeira.

Aprimoramento da Legislação

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

2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

As árvores do gênero *Cedrela* apresentam troncos altos e madeira de alta qualidade, conhecida por sua fácil trabalhabilidade e excelente acabamento, o que a torna amplamente utilizada na indústria madeireira. As espécies de *Cedrela* possuem ampla distribuição geográfica, alta taxa de crescimento diamétrico, fenologia foliar decidual e formação de anéis de crescimento anatomicamente distintos (Brienen & Zuidema, 2005). Os indivíduos do gênero *Cedrela* costumam alcançar o dossel emergente, possuem sementes aladas dispersas pelo vento, produzidas em locais elevados e dispersos por distâncias e áreas extensas. A germinação de sementes e as taxas de estabelecimento das mudas são baixas (Grogan *et al.*, 2015). Além disso, essas espécies formam um sistema radicular superficial, o que aumenta a sensibilidade climática do crescimento radial frente à precipitação e umidade do solo (Hietz *et al.*, 2005; Brienen *et al.*, 2012). De acordo com Cárdenas *et al.* (2015), *Cedrela odorata* possui uma

capacidade de regeneração natural moderada, influenciada por distúrbios que criam clareiras na floresta. Embora essa espécie tenha a capacidade de regenerar de forma natural em algumas áreas, essa regeneração é afetada por fatores como a predação de sementes, competição com outras espécies e a degradação do habitat causada pelo desmatamento e pela extração ilegal de madeira.

As características biológicas, no contexto da avaliação de sustentabilidade da exploração da espécie, são analisadas em relação à sua contribuição para uma maior ou menor gravidade do risco de exploração à sobrevivência das espécies e manutenção de suas funções ecossistêmicas (Wolf *et al.*, 2018). Em síntese, tais características, relacionadas aos padrões de reprodução, como sistemas reprodutivos, polinização, frutificação e dispersão de sementes, somados à distribuição e estruturas populacionais, regeneração e mortalidade são fatores que devem ser avaliados para definição das medidas de manejo mais eficazes a serem adotadas no âmbito do Parecer de Exploração Não Prejudicial – NDF. Maiores detalhes sobre as características biológicas das espécies avaliadas no presente estudo podem ser apreciados na Tabela 2.

Tabela 2. Características biológicas gerais de *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*.

Parâmetro	<i>Cedrela fissilis</i>	<i>Cedrela odorata</i>
Ocorrência no Brasil	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (CNCFlora, 2012a)	Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (CNCFlora, 2012b)
Altura e Fuste	Fuste cilíndrico, reto ou pouco tortuoso, com ausência de sapopemas ou, quando presentes, pouco desenvolvidas. Árvore de grande porte pode atingir entre 10 e 45 m de altura (CNCFlora, 2012a)	Fuste com base reta vermelho-alaranjado podendo atingir o estrato superior da floresta com até 40 metros de altura (Muellner <i>et al.</i> , 2010)
Madeira	Leve e macia, sendo fácil de trabalhar (Lorenzi, 1992)	Moderadamente densa, de fácil secagem natural e trabalhabilidade (Loureiro & Silva, 1968)
Casca	A casca externa é marrom a pardo-acinzentada, com fissuras longitudinais profundas e largas, muito típicas. A casca interna é avermelhada a amarelada, com odor agradável (Lorenzi, 1992)	Rugosa com fissuras transversais, de cheiro aromático, e com potencial de uso medicinal (Loureiro & Silva, 1968)
Flores	Pétalas esverdeado-brancas, às vezes rosadas no ápice (Lorenzi, 1992)	Branças, em inflorescências terminais (Cintron, 1990)
Frutos	Cápsula piriforme deiscente, abrindo-se até mais da metade por cinco valvas longitudinais. Em média, 45 sementes distribuídas em cinco lóculos (Lorenzi, 1992)	Capsular com sementes aladas (Cintron, 1990)
Sistema Sexual	Hermafrodita ou monóica (Girardi, 1975)	Monóica (Bawa <i>et al.</i> , 1985)
Sistema Reprodutivo	Planta alógama (Carvalho, 2005)	Predominantemente alógama. Contudo, a estimativa das taxas de fecundação cruzada dos multilocus, de 0,969, sugere que <i>Cedrela odorata</i> é auto-incompatível (James <i>et al.</i> , 1998)
Sementes e Dispersão	Sementes aladas numa das extremidades, comprimida lateralmente, bege a castanho-avermelhada. A dispersão se dá pela queda das sementes no solo (barocoria), dentro do fruto, ou pela ação dispersante do vento (anemocoria) (Carvalho, 1994)	Sementes aladas, dispersas pelo vento (anemocoria) (Cintron, 1990)

Parâmetro	<i>Cedrela fissilis</i>	<i>Cedrela odorata</i>
Fenologia	Espécie caducifólia, que perde suas folhas durante a estação seca e forma novas folhas no início da estação chuvosa (Pennington & Muellner, 2010). A espécie provavelmente possui uma plasticidade regulando padrões fenológicos que refletem o estado da água dentro da árvore, em locais mais secos apresenta um comportamento de queda de folhas mais pronunciado do que em locais mais úmidos (Lobão, 2011)	Fenologia foliar decidual. A floração costuma ocorrer durante os meses mais quentes do ano, principalmente durante a primavera e verão. A frutificação, geralmente ocorre após a floração, ocorrendo no final do verão e início do outono (Tomazello Filho <i>et al.</i> , 2000)
Polinização	Insetos, como por exemplo, mariposas e abelhas (Carvalho, 1994)	Insetos (Cavers <i>et al.</i> , 2004)
Estágio Sucessional	Espécie secundária inicial, secundária tardia a clímax ou espécie clímax exigente de luz (Lorenzi, 1992)	Pioneira em florestas secundárias. Secundária tardia em florestas maduras (Pennington, 1981)
Tolerância/ Preferência Abiótica	Solos argilosos e franco-argilosos, bem drenados, profundos e com alta retenção de água (Siqueira <i>et al.</i> , 2019)	Solos bem drenados, tolerantes à sombra nos estágios de plântula e juvenil e heliófitas quando adultas (Muellner <i>et al.</i> , 2010)
Regeneração e Crescimento	Influenciado por variáveis climáticas locais de umidade relativa da precipitação e temperaturas do ar (Richter & Dallwitz, 2000)	Influenciado por variáveis climáticas locais de umidade relativa do ar, temperaturas máxima e média do ar e evapotranspiração real (da Costa, 2023)
Efeito de Anomalias Climáticas	O crescimento radial é influenciado pelo fenômeno climático El Niño (Richter & Dallwitz, 2000)	Os períodos de seca, causados por eventos do El Niño Oscilação Sul, afetam o crescimento de <i>C. odorata</i> (da Costa, 2023)
Características Tecnológicas da Madeira	Densidade básica da madeira varia de 0,43 e 0,51 g/cm ³ (Lorenzi, 1992)	Densidade básica da madeira varia de 0,44 e 0,60 g/cm ³ (Carvalho, 2010)
Utilização da Espécie	Construção civil, marcenaria, carpintaria, confecção de instrumentos musicais, medicina tradicional, paisagismo e reflorestamento (Lorenzi, 1992)	Construção civil e naval, marcenaria, carpintaria e medicina tradicional (Loureiro & Silva, 1968)

2.1. Papel no ecossistema

Cedrela fissilis

A espécie desempenha múltiplos papéis vitais nos ecossistemas onde ocorre. *C. fissilis* demonstra potencial para a fito-estabilização de solos contaminados com cobre e alumínio (Caires *et al.*, 2011; Kuinchtner *et al.*, 2021), atuando na absorção e imobilização desses metais, o que contribui para a recuperação de áreas degradadas. Estudos indicam que a espécie é uma bioindicadora sensível à poluição por poeira de cimento (Siqueira-Silva *et al.*, 2016), podendo ser utilizada para monitorar a qualidade do ar em áreas próximas a atividades industriais. Além disso, mudas de *C. fissilis* apresentam plasticidade fisiológica e morfológica que permite sua sobrevivência em condições de inundação e sombreamento (Barbosa *et al.*, 2022), o que demonstra sua capacidade de adaptação a diferentes ambientes.

Cedrela odorata

A espécie é fonte de pólen e néctar para abelhas, promovendo interações ecológicas importantes para a polinização (Sandker & Totaro, sem data). Além disso, *C. odorata* desempenha um papel fundamental em habitats aquáticos, onde seus grandes detritos lenhosos catalisam processos ecológicos e modificam as interações entre peixes, invertebrados e produtores primários (Heilpern & Wootton, 2018). Outro aspecto relevante do papel ecológico de *C. odorata* é sua capacidade de formar relações benéficas com fungos micorrízicos arbusculares. Essa associação mutualística aumenta o crescimento e a adaptação da espécie às condições naturais, contribuindo para sua sobrevivência e desenvolvimento (Méndez-Cortés *et al.*, 2013).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora esforços significativos para a conservação de *Cedrela* spp. tenham sido realizados no Brasil, a identificação precisa em nível de espécie continua sendo um grande desafio. A complexidade morfológica e genética dentro do gênero *Cedrela* demanda a utilização de métodos de identificação mais refinados e acurados. Nesse contexto, a implementação de tecnologias avançadas de identificação, como espectroscopia NIR e análises de DNA, além da estruturação da rede de herbários, podem aprimorar a precisão na identificação de espécies tanto na elaboração dos projetos de exploração quanto nos processos autorizativos e de comando e controle pela gestão pública, permitindo uma

regulação eficaz do setor por órgãos ambientais. Essas estratégias favorecem a identificação precisa das espécies e fortalecem o monitoramento e a fiscalização dos produtos florestais.

Em nível gerencial, é essencial corrigir as discrepâncias identificadas pelos órgãos ambientais durante o processo de autorização. É crucial elaborar estratégias para evitar que erros comprometam a confiabilidade das autorizações de exploração florestal vinculadas aos PMFS. Por outro lado, 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.

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 podem contribuir significativamente para melhorar a qualidade dos dados botânicos em PMFS. Profissionais bem capacitados, suportados por tecnologias confiáveis de identificação, estarão mais bem equipados para superar os desafios inerentes ao processo. Outro aspecto fundamental é o aprimoramento da legislação que regula o manejo florestal. A normatização de indicadores específicos para 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 o desenvolvimento socioeconômico da região.

Dentre as abordagens postas no capítulo, as características biológicas de *Cedrela* spp., especialmente os 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

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

Barbosa, L.D.O., Dresch, D.M., Scalon, L., & Scalon, S.D.P.Q. (2022). Ecophysiological strategies of *Cedrela fissilis* Vell. seedlings under conditions of flooding and light availability. *Journal of Sustainable Forestry*, 41(9), 783-798. <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1867183>

Bawa, K.S., Bullock, S.H., Perry, D.R., Coville, R.E., & Grayum, M.H. (1985). Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. *American Journal of Botany*, 72(3), 346-356. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1985.tb05358.x>

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

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>

Brienen, R.J.W, & Zuidema, P.A. (2005). *Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis*. *Oecologia*, 146, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0160-y>

Brienen, R.J., Helle, G., Pons, T.L., Guyot, J.L., & Gloor, M. (2012). Oxygen isotopes in tree rings are a good proxy for Amazon precipitation and El Niño-Southern Oscillation variability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(42), 16957-16962. <https://doi.org/10.1073/pnas.1205977109>

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

Caires, S.M.D., Fontes, M.P.F., Fernandes, R.B.A., Neves, J.C.L., & Fontes, R.L.F. (2011). Development of cedro-rosa seedlings in soil contaminated by copper: tolerance and the potential for soil phytostabilization proposal. *Revista Árvore*, 35, 1181-1188. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000700004>

Carvalho, P.E.R. (1994). *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Colombo: EMBRAPA - CNPF; Brasília: EMBRAPA - SPI.

Carvalho, P.E.R. (2005). Taxonomia e Nomenclatura de *Cedrela fissilis* (Circular Técnica 113). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas*.

Carvalho, P.E.R. (2010). Cedro-vermelho (*Cedrela Odorata*). In P. E. R. Carvalho (Ed.), *Espécies arbóreas brasileiras* (Vol. 4, pp. 165–174). Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR.

Cavers, S., Navarro C., & Lowe, A.J. (2003a). Chloroplast DNA phylogeography reveals colonization history of a Neotropical tree, *Cedrela odorata* L., in Mesoamerica. *Molecular Ecology*, 12, 1451–1460. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2003.01810.x>

Cavers, S., Navarro, C., & Lowe, A.J. (2003b). A combination of molecular markers identifies evolutionarily significant units in *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in Costa Rica. *Conserv Genet*, 4, 571–580. <https://doi.org/10.1023/A:1025692321860>

Cavers, S., Navarro, C., & Lowe, A.J. (2004). *Targeting genetic resource conservation in widespread species: a case study of Cedrela odorata* L. *Forest Ecology and Management*, 197(1-3), 285-294. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.05.019>

Cavers, S., Telford, A., Arenal Cruz, F., Pérez Castañeda, A.J., Valencia, R., Navarro, C., ... & Vendramin, G.G. (2013) Cryptic species and phylogeographical structure in the tree *Cedrela odorata* L. throughout the Neotropics. *Journal of Biogeography*, 40, 732–746. <https://doi.org/10.1111/jbi.12086>

Cintron, B.B. (1990). *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. *Silvics of North America*, 2, 250-257.

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

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

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>

da Costa, W.P., Pinheiro, É.F., Latorraca, J.V., Moutinho, V.H., Carmo, F.H., Ataíde, G.C., ... & Andrade, F.W. (2023). The Climate Change Influence on *Cedrela odorata* L. Radial Growth in the Amazon. *Sustainability*, 15(24),16755. <https://doi.org/10.3390/su152416755>

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.

Degen, B., Ward, S.E., Lemes, M.R., Navarro, C., Cavers, S., & Sebbenn, A.M. (2013). Verifying the geographic origin of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) with DNA-fingerprints. *Forensic Science International: Genetics*, 7, 55-62. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2012.06.003>

Dormontt, E.E., Boner, B., 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>

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>

Finch, K.N., Cronn, R.C., Richter, M.C.A., Blanc-Jolivet, C., Correa Guerrero, M.C., De Stefano Beltran, L., ... & Jones, F.A. (2020). Predicting the geographic origin of Spanish cedar (*Cedrela odorata* L.) based on DNA variation. *Conservation Genetics*, 21, 625 – 639. <https://doi.org/10.1007/s10592-020-01282-6>

Finch, K.N., Jones, F.A., & Cronn, R.C. (2019). Genomic resources for the Neotropical tree genus *Cedrela* (Meliaceae) and its relatives. *BMC Genomics*, 20, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s12864-018-5382-6>

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

Flores, T.B. (2024). Meliaceae in Flora e Funga do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB9990>

Girardi, A.M. (1975). Meliaceae. *Boletim do Instituto Central de Biociências: Botânica*, 33(3), 1-64.

Grogan, J., Free, C., Morales, G.P., Johnson, A., & Alegria, R. (2015) Assessment of the conservation status of big-leaf mahogany, Spanish cedar, and three lesser-known timber species populations in the forestry concessions of the Maya Biosphere Reserve, Petén, Guatemala. *Projecto Finner Bosques y Manejo Forestal em América Central*. https://chrismfree.com/wp-content/uploads/2022/11/Grogan_etal_2015.pdf

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>

Heilpern, S.A., & Wootton, J.T. (2018). Process catalyzers in Amazonian rivers: large woody debris modifies ecosystem processes across freshwater habitats. *Ecosphere*, 9(1), e02030. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2030>

Hietz, P., Wanek, W., & Dünisch, O. (2005). Long-term trends in cellulose $\delta^{13}\text{C}$ and water-use efficiency of tropical *Cedrela* and *Swietenia* from Brazil. *Tree physiology*, 25(6), 745-752. <https://doi.org/10.1093/treephys/25.6.745>

James, T., Vege, S., Aldrich, P., & Hamrick, J.L. (1998). Mating Systems of Three Tropical Dry Forest Tree Species¹. *Biotropica*, 30(4), 587-594. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1998.tb00098.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.

Koecke, A.V., Muellner-Riehl, A.N., Pennington, T.D., Schorr, G., & Schnitzler, J. (2013). Niche evolution through time and across continents: The story of Neotropical *Cedrela* (Meliaceae). *American Journal of Botany*, 100, 1800–1810. <https://doi.org/10.3732/ajb.1300059>

Kuinchtner, C.C., Wertonge de Oliveira, G.S., Miranda de Aguiar, M.V., Bernardy, D., Berger, M., & Tabaldi, L.A. (2021). Can species *Cedrela fissilis* Vell. be used in sites contaminated with toxic aluminum and cadmium metals?. *iForest-Biogeosciences & Forestry*, 14(6), 508-516. <https://doi.org/10.3832/ifor3890-014>

Kunze, D.C., Pastore, T.C., Fontes, P.J., Silva, G.C., Sousa, A.G., Rocha, H.S., Lopes, P.V. & Braga, J.W. (2024). NIRS technology used for traceability of *Cedrela odorata* L. commercial shipment in Brazil. *Microchemical Journal*, 199, 110077. <https://doi.org/10.1016/j.microC.2024.110077>

Lobão, M.S. (2011). *Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de Cedrela odorata L., Cedrela fissilis Vell. e Schizolobium parahyba var. amazonicum Hub. ex Ducke, no estado do Acre, Brasil*. [Tese de doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo].

Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

Loureiro, A.A., & Silva, M.F. (1968). Catálogo das madeiras da Amazônia. *Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia*.

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

Méndez-Cortés, H., Marmolejo-Monsiváis, J.G., Cantú-Ayala, C., Olalde-Portugal, V., Estrada-Castillón, E., & Posadas-Leal, C. (2013). Respuesta de *Cedrela odorata* L. a diversos inoculantes micorrízicos procedentes dos ecosistemas tropicales. *Madera y bosques*, 19(3), 23-34.

Ministerio del Ambiente Peru – Minam. (2018). Evaluación dendrológica y anatómica de las especies del género *Cedrela*. *Dirección de Conservación Sostenible de Ecosistemas y Especies*. Lima - Perú. 72 pp.

Muellner A.N., Pennington T.D., Koecke A.V., & Renner S.S. (2010). Biogeography of *Cedrela* (Meliaceae, Sapindales) in Central and South America. *American Journal of Botany*, 97, 511–518. <https://doi.org/10.3732/ajb.0900229>

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>

Navarro, C., Ward, S., & Hernández, M. (2002). The tree *Cedrela odorata* (Meliaceae): a morphologically subdivided species in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 50, 21–29.

Navarro, C., Montagnini, F., & Hernández, G. (2004). Genetic variability of *Cedrela odorata* Linnaeus: results of early performance of provenances and families from Mesoamerica grown in association with coffee. *Forest Ecology and Management*, 192, 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.01.037>

Nogueira, T.S.R., Passos, M.D.S., Nascimento, L.P.S., Arantes, M.B.D.S., Monteiro, N.O., Boeno, S.I.D.S., ... & Curcino Vieira, I.J. (2020). *Chemical compounds and biologic activities: A review of Cedrela genus*. *Molecules*, 25(22), 5401. <https://doi.org/10.3390/molecules25225401>

Paredes-Villanueva, K., Boom, A., Ottenburghs, J., Van Der Sleen, P., Manzanedo, R.D., Bongers, F., & Zuidema, P.A. (2022). Isotopic characterization of *Cedrela* to verify species and regional provenance of Bolivian timber. *Tree-Ring Research*, 78(2), 73-89. <https://doi.org/10.3959/2021-17>

Pennington, T.D. (1981). *Meliaceae*. *New York Botanical Garden*.

Pennington, T.D., & Muellner, A.N. (2010). *A monograph of Cedrela* (Meliaceae). dh books.

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>

Richter, H.G., & Dallwitz, M.J. (2000). *Commercial timbers: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*. (Version 9th April 2019). delta-intkey.com

Sandker, M., & Totaro, L. (n.d.). Árboles melíferos para reforestar. *Cedro: Proyecto de Manejo de Abejas y del Bosque*. http://www.bio.uu.nl/promabos/arbolesmeliferos/pdf_files/Cedro.PDF

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

Siqueira, S.D.F., Higuchi, P., & Silva, A.C.D. (2019). Contemporary and future potential geographic distribution of *Cedrela fissilis* Vell. under climate change scenarios. *Revista Árvore*, 43, e430306. <https://doi.org/10.1590/1806-90882019000300006>

Siqueira-Silva, A.I., Pereira, E.G., Modolo, L.V., Lemos-Filho, J.P., & Paiva, E.A.S. (2016). Impact of cement dust pollution on *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae): A potential bioindicator species. *Chemosphere*, 158:56-65. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.05.047>

Soares, L.F., Silva, D.C.D., Bergo, M.C., Coradin, V.T., Braga, J.W., & Pastore, T.C. (2017). Avaliação de espectrômetro NIR portátil e PLS-DA para a discriminação de seis espécies similares de madeiras amazônicas. *Química Nova*, 40(4), 418-426. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170014>

Tomazello Filho, M., Botosso, P.C., & Lisi, C.S. (2000). Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais. In *Dendrocronologia em América Latina*. *Mendoza: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo*.

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>

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



CAPÍTULO 2

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

Yanka Alves¹, Nelson Jaén-Barrios², Manolo Quintilhan¹, Allan Jordani^{1,3}, Alexandra Alves⁴, Dalton Cardoso³, Camila Damasceno³, Paulo Amaral⁵, Maria Luiza de Azevedo⁶, Peter Groenendijk² e Grupo de Trabalho de Pessoal nº 701, de 15 abril de 2024⁷

RESUMO

Neste capítulo será descrita a distribuição geográfica e os tipos de habitat para as espécies *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*. A distribuição das espécies apresenta padrões variados influenciados por fatores ambientais e históricos. As populações de *Cedrela* estão em declínio devido à conversão do habitat para uso alternativo do solo, exploração madeireira e ataques de pragas. Modelos de distribuição de espécies (*Species distribution modelling* – SDM, do inglês) foram elaborados para prever a probabilidade de ocorrência de *C. fissilis* e *C. odorata* na Amazônia brasileira. Os dados de ocorrência foram obtidos de diferentes repositórios. Posteriormente, esses dados foram revisados e validados pelos especialistas no gênero *Cedrela* 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 = $0,93 \pm 0,01$ para *C. odorata* a AUC médio = $0,95 \pm 0,006$ para *C. fissilis*. Riscos associados à conversão para uso alternativo do solo na Amazônia Legal brasileira foram avaliados utilizando a sobreposição dos modelos SDM com o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES (2008-2023) e PrevisIA (2024). Áreas com máxima probabilidade de ocorrência de *Cedrela fissilis* apresentaram baixo risco de desmatamento, enquanto um risco moderado para *C. odorata*. A análise do status de conservação, considerando as Listas Vermelhas de Flora Ameaçada, revelou a categorização das espécies como Vulnerável – VU em diferentes escalas espaciais. Os resultados demonstram a necessidade urgente de ações de conservação, incluindo a implementação de medidas de manejo florestal sustentável, a proteção de áreas de alta probabilidade de ocorrência e a atualização das Listas Vermelhas de Flora Ameaçada.

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

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

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

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

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

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

1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TIPO DE HABITAT

As distribuições e as preferências de habitat variam dependendo da espécie. *Cedrela fissilis*, por exemplo, é nativa da América Central e do Sul e distribuída da Costa Rica à Argentina (Siqueira *et al.*, 2019), ocorrendo amplamente em toda a região Neotropical. Por outro lado, *Cedrela odorata*, espécie nativa da América do Sul, possui distribuição neotropical desde o sul do México, América Central até o norte da Argentina, bem como no Caribe (Pennington *et al.*, 1981) (Tabela 1). Pode também ser encontrada em outros locais, como na Ásia, Austrália e ilhas do Pacífico por ter sido introduzida (Arnáez & Flores, 1988). É uma espécie considerada invasora em países do oeste e leste africano (Van der Meersch *et al.*, 2021; Kilawe *et al.*, 2023).

Tabela 1. Ocorrência de *Cedrela fissilis* e *C. odorata* em nível global (RBG, KEW, 2024a, 2024b) e no Brasil: estado, bioma e vegetação (Flores, 2024a, 2024b).

Espécie	Global	Brasil	Bioma	Vegetação
<i>Cedrela fissilis</i>	Argentina, Bolívia,	Acre, Amazonas,	Amazônia,	Cerrado lato
	Brasil, Colômbia, Costa	Pará, Rondônia,	Caatinga,	sensu, Floresta
	Rica, Equador, Guiana	Tocantins,	Cerrado,	de Terra Firme,
	Francesa, Suriname,	Alagoas, Bahia,	Mata	Floresta Estacional
	Guiana, Honduras,	Ceará, Maranhão,	Atlântica,	Decidual, Floresta
	Panamá, Paraguai, Peru,	Pernambuco, Piauí,	Pampa e	Estacional
	Trinidad-Tobago, Uruguai,	Sergipe, Distrito	Pantanal	Perenifólia,
	Venezuela	Federal, Goiás, Mato		Floresta Estacional
		Grosso do Sul, Mato		Semidecidual,
		Grosso, Espírito		Floresta Ombrófila
		Santo, Minas Gerais,		(Floresta Pluvial)
		Rio de Janeiro, São		
		Paulo, Paraná, Rio		
<i>Cedrela odorata</i>	Argentina, Belize, Bolívia,	Acre, Amazonas,	Amazônia,	Caatinga stricto
	Brasil, Ilhas Cayman,	Amapá, Pará,	Caatinga,	sensu, Cerrado lato
	Colômbia, Costa	Rondônia, Alagoas,	Cerrado	sensu, Floresta
	Rica, Cuba, República	Bahia, Ceará,	e Mata	Ciliar ou Galeria,
	Dominicana, Equador, El	Maranhão, Paraíba,	Atlântica	Floresta de Várzea,
	Salvador, Guiana Francesa,	Pernambuco,		Floresta Estacional
	Guatemala, Guiana, Haiti,	Sergipe, Distrito		Decidual,
	Honduras, Jamaica, Ilha	Federal, Goiás, Mato		Floresta Estacional
	de Sotavento, México,	Grosso do Sul, Mato		Perenifólia,
	Nicarágua, Panamá,	Grosso, Espírito		Floresta Estacional
	Paraguai, Peru, Porto Rico,	Santo, Minas Gerais,		Semidecidual,
	Caribe, Suriname, Trinidad-	Rio de Janeiro, São		Floresta Ombrófila
	Tobago, Venezuela, Ilha de	Paulo, Paraná, Santa		(Floresta Pluvial)
	Barlavento	Catarina		

No Brasil, *C. fissilis* ocorre mais densamente nas regiões sudeste e sul, tendendo a ser incomum na região amazônica (Pennington & Muellner, 2010; Barstow, 2018; Siqueira et al., 2019). *C. fissilis* ocorre em regiões onde as condições climáticas apresentam temperaturas entre 13 e 26° C, sem longos períodos de baixas precipitações, mas resiste até 6 meses de déficit hidrológico (Toledo et al., 2008; Siqueira et al., 2019). É encontrada em vários estados brasileiros (Tabela 1), podendo ocorrer nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Ocorre nos habitats do Cerrado (lato sensu), Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, e Floresta Ombrófila (Flores, 2024a).

Por outro lado, *C. odorata* tem uma distribuição mais abrangente, sendo encontrada em quase todos os estados brasileiros (Tabela 1), com ocorrência nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Pode ser encontrada nos habitats da Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila (Flores, 2024b).

2. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

As descrições de distribuição das espécies de *Cedrela* na literatura abrangem uma escala que varia desde fitofisionomias até níveis regionais como estado, bioma ou país (Tabela 1). Esta ampla abrangência associada aos riscos biológicos das espécies pode dificultar a identificação precisa da ocorrência de cada espécie na Amazônia. Por isso, o presente estudo desenvolveu modelos de distribuição de espécies (Species distribution modelling – SDM, da sigla em inglês) com base em dados de diferentes repositórios para criar mapas de probabilidade de ocorrência que mostram a distribuição global natural de cada espécie de *Cedrela* na Amazônia Legal brasileira. Os repositórios utilizados foram o Global Biodiversity Information Facility – GBIF, speciesLink, Inventário Florestal Nacional Brasileiro – IFN, Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora, dados de inventário florestal das 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 por especialistas botânicos do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, e aqueles 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 do 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 dos modelos desenvolvidos para *Cedrela fissilis* (Figura 1) e *Cedrela odorata* (Figura 2).

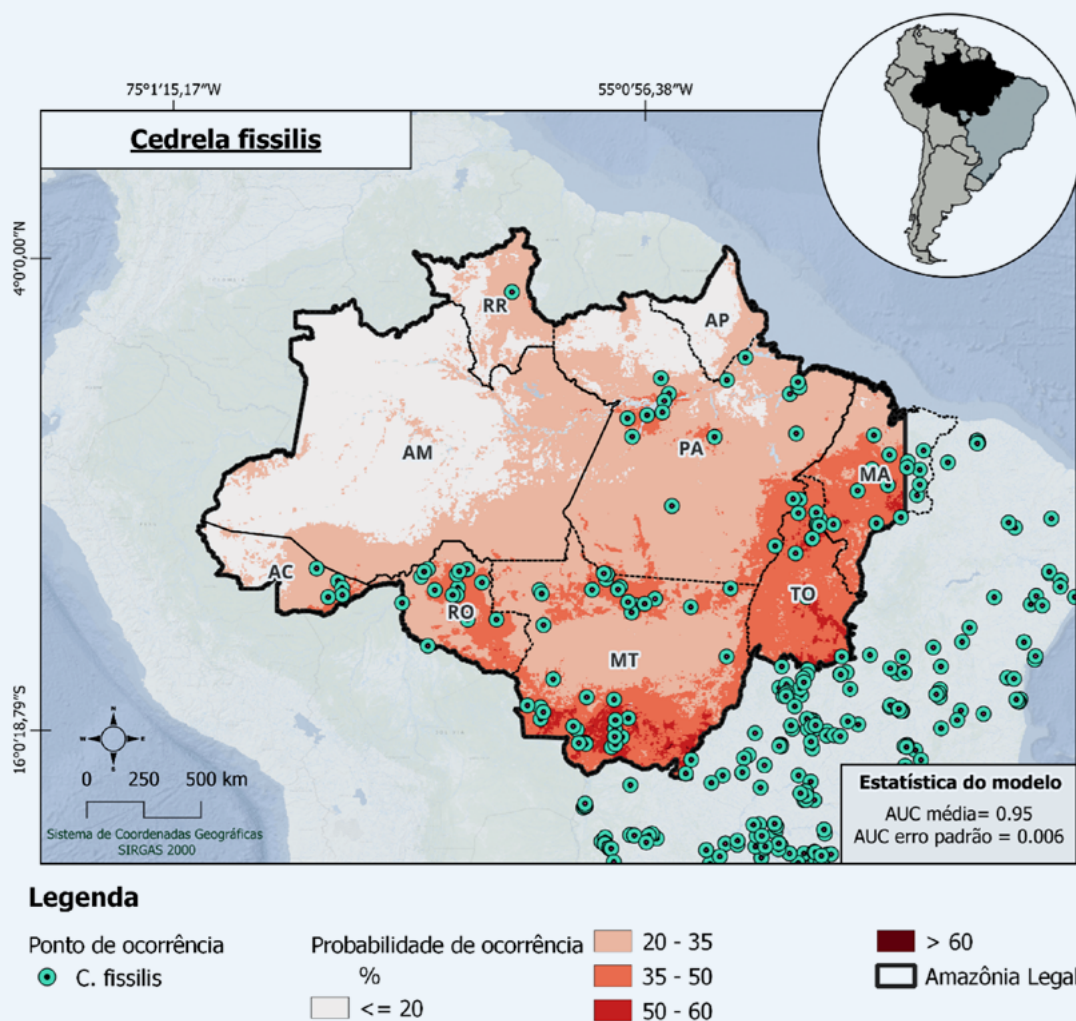


Figura 1. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Cedrela fissilis* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pelo especialista botânico Dr. Mario Gomes. 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.

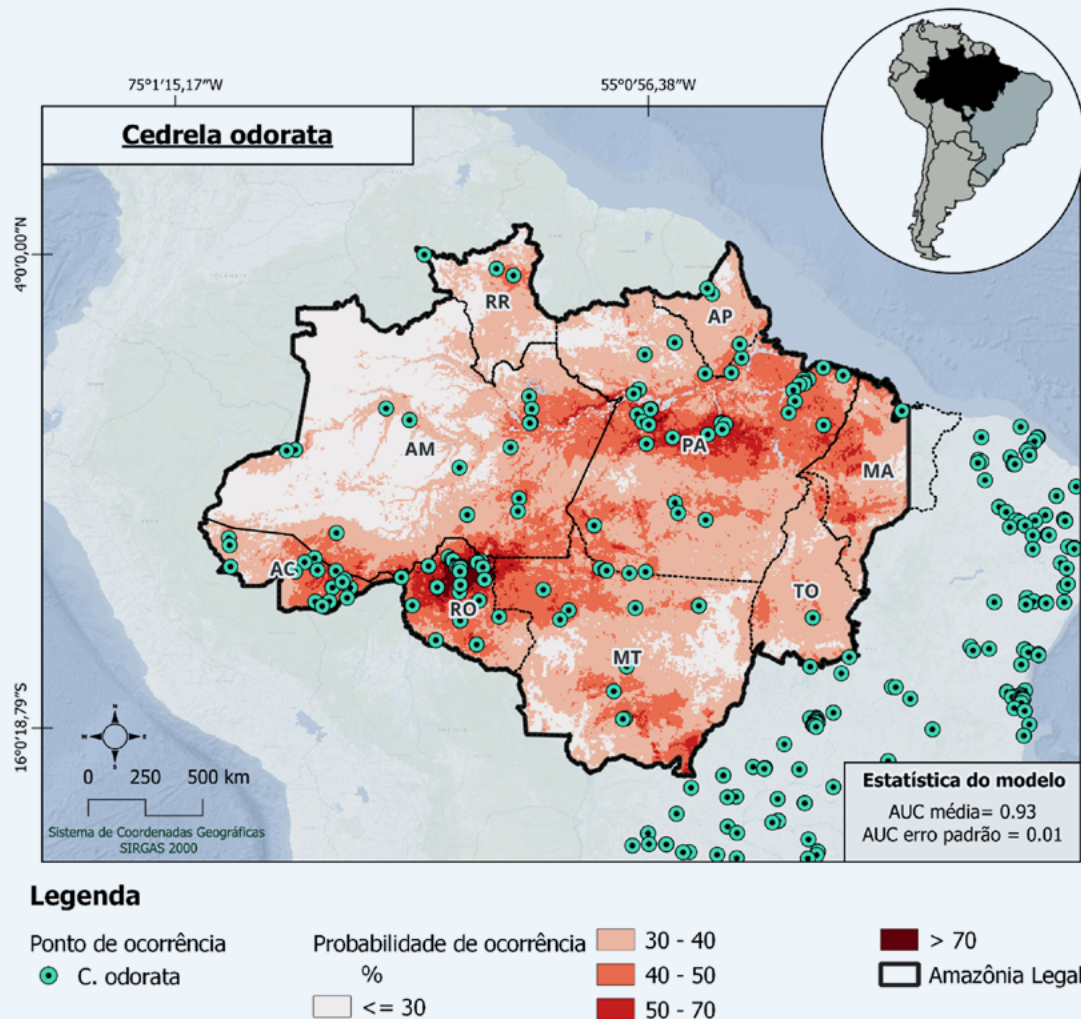


Figura 2. Mapa da taxa de ocorrência relativa de *Cedrela odorata* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons avermelhados, do mais claro ao mais escuro, indicam a probabilidade de ocorrência da espécie, com porcentagens crescentes. Os pontos verdes representam os registros validados pelo especialista botânico Dr. Mario Gomes. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

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

As populações de *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* estão em declínio devido à conversão do habitat para uso alternativo do solo, à exploração madeireira e ao ataque da praga *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera, Pyralidae) nas suas regiões de ocorrência natural. A superexploração resultou na ameaça de *C. fissilis* na Colômbia e na Amazônia peruana, enquanto, se tornou rara na Bolívia, e a maioria das subpopulações naturais do Equador foram suprimidas. Na América Central, existem poucos indivíduos na Costa Rica e no Panamá. No Suriname, a espécie ainda é razoavelmente comum. No Brasil, grande parte de sua distribuição no sudeste do país foi reduzida devido ao desmatamento para a agroindústria (Pennington & Muellner, 2010). É estimado que as subpopulações de *C. fissilis* no território brasileiro tenham diminuído em 30% como resultado da exploração madeireira e da perda de habitat. Isto levou à extinção de algumas das subpopulações ao longo do tempo (CNCFlora, 2012). A população de *C. fissilis* no Brasil não forma mais povoamentos densos, embora árvores individuais possam ser frequentes na paisagem fragmentada (CNCFlora, 2012). A espécie ocorre na Mata Atlântica, onde há indicativos do declínio de mais de 80% das suas subpopulações (The Nature Conservancy, 2019).

Siqueira *et al.* (2019) modelaram o nicho climático de *C. fissilis*, projetando sua adequabilidade climática atual e futura sob cenários de mudanças climáticas para 2070. Consideraram um cenário otimista (RCP 4.5) e um pessimista (RCP 8.5), prevendo reduções de 47% e 63% nas áreas de adequabilidade climática, respectivamente. No Brasil, as regiões mais favoráveis para *C. fissilis* são Sul e Sudeste, com menor adequação no Centro-Oeste e Nordeste, e a região Norte sendo a menos favorável. Na América do Sul, leste do Paraguai e nordeste da Argentina, além das áreas andinas na Bolívia e Peru, são as mais propícias. Na América Central, países como Nicarágua e Honduras apresentam a maior adequação climática, com registros também no Panamá e Costa Rica.

Por outro lado, existem indícios de que as populações de *C. odorata* tenham declinado em quase 30% da sua área de ocorrência natural e estima-se que diminuam 40,4% nos próximos 100 anos (IUCN, 2017). Na Costa Rica, o seu habitat foi reduzido em 56,7% (Cites, 2007). Na Colômbia, *C. odorata* possui baixa densidade de indivíduos devido ao comportamento típico de uma espécie heliófita de vida longa, onde se percebe que a regeneração natural depende da abertura de grandes clareiras e da disponibilidade de fontes viáveis de sementes (Cárdenas *et al.*, 2015). A densidade de árvores de *C. odorata* com DAP > 80 cm, diâmetro mínimo de colheita proposto por Castaño *et al.* (2007), foi zero ou próxima de zero, o que mostra um claro esgotamento de árvores que podem ser exploradas nas florestas naturais nacionais da Colômbia (Cárdenas *et al.*, 2015).

A dinâmica de crescimento da espécie foi estudada em floresta primária no Mato Grosso (dos Santos *et al.*, 2021), mostrando incrementos em diâmetro semelhantes aos de outros estudos em diferentes regiões. Os maiores incrementos médios ocorreram nas classes de 15 cm a 35 cm de diâmetro. Em média, a espécie leva 75 anos para atingir a classe comercial de 50 cm a partir do ano zero, reduzindo para 49 anos quando consideradas apenas as árvores de melhor desempenho.

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

A máxima probabilidade de ocorrência gerada nos mapas das Figuras 1 e 2 foram utilizadas em análises de sobreposição com áreas de desmatamento oriundas do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES entre os anos 2008 e 2023, e com áreas sob risco de desmatamento na Amazônia do PrevisIA no ano de 2024. O projeto PRODES, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, realiza o monitoramento do desmatamento por corte raso na Amazônia Legal por satélites e produz, desde 1988, as taxas anuais de desmatamento na região, que são usadas pelo governo brasileiro para o estabelecimento de políticas públicas. O PRODES utiliza imagens de satélites da classe LANDSAT (20 a 30 metros de resolução espacial e taxa de revisita de 16 dias) numa combinação que busca minimizar o problema da cobertura de nuvens e garantir critérios de interoperabilidade. Atualmente faz uso das imagens do LANDSAT 8/OLI, CBERS 4 e IRS-2 (INPE, 2024) e independente do instrumento utilizado, apresenta área mínima mapeada de 6,25 hectares. O PRODES 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 como ação do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC no Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para a redução dos índices de desmatamento da Amazônia legal, criado por decreto presidencial de 3 de julho de 2005. 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).

Já a PrevisIA, ferramenta desenvolvida pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon, utiliza Inteligência Artificial 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 Inteligência Artificial

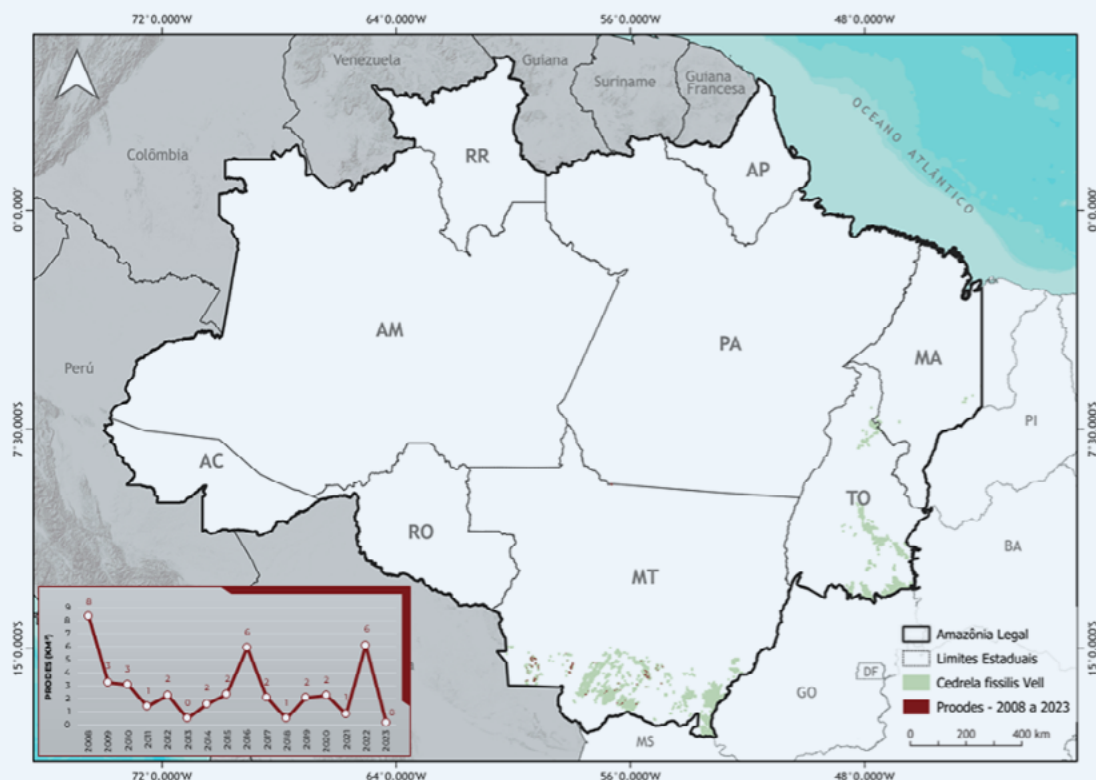


Figura 3. Mapa de sobreposição PRODES (2008 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Cedrela fissilis* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. A cor vermelha representa os registros de desmatamento por corte raso. O contorno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

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 espécie *Cedrela fissilis* tem máxima probabilidade de ocorrência nos estados do Mato Grosso e Tocantins, indicados em verde nas figuras abaixo. Entre 2008 e 2023, pequenas áreas foram desmatadas nessas regiões, variando de 0 km² em 2013 e 2023 a 8 km² em 2008, quando sobrepostas com o PRODES. No total, registrou-se 43 km² de área desmatada por corte raso ao longo dos anos nessas localidades (Figura 3). O modelo de risco de desmatamento para *C. fissilis* em 2024 indica que as áreas de máxima probabilidade de ocorrência apresentam risco muito

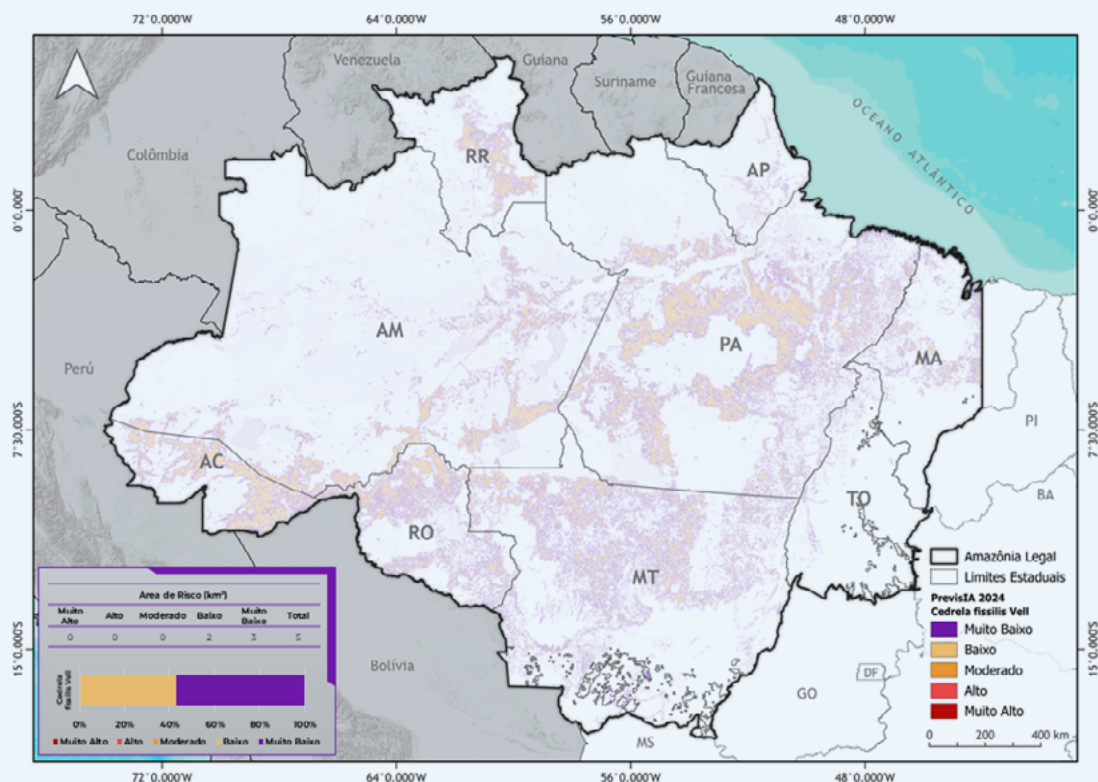


Figura 4. Mapa de sobreposição PrevisIA (2024) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Cedrela fissilis* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons roxo e amarelo indicam os riscos de desmatamento nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência da espécie. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

baixo (2 km² ou 57%) e baixo (3 km² ou 43%). Totalizando apenas 5 km² com risco de desmatamento nos estados do Mato Grosso e Tocantins neste ano (Figura 4).

A espécie *Cedrela odorata* tem máxima probabilidade de ocorrência, principalmente nos estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Mato Grosso, Pará e Maranhão, indicados em verde nas figuras abaixo. Entre 2008 e 2023, foram desmatadas áreas intermediárias nessas regiões, variando de 1.173 km² em 2012 a 3.228 km² em 2019, quando sobrepostas com o PRODES. No total, registrou-se 33.800 km² de área desmatada por corte raso ao longo dos anos nessas localidades (Figura 5). O modelo de risco de desmatamento para *C. odorata* em 2024 indica que as áreas com maior probabilidade de ocorrência estão sujeitas a perder até 1.877 km² de floresta primária ao longo do ano. Mais de 70% dessas áreas de risco concentram-se nas categorias de risco muito alto, alto e moderado (Figura 6).

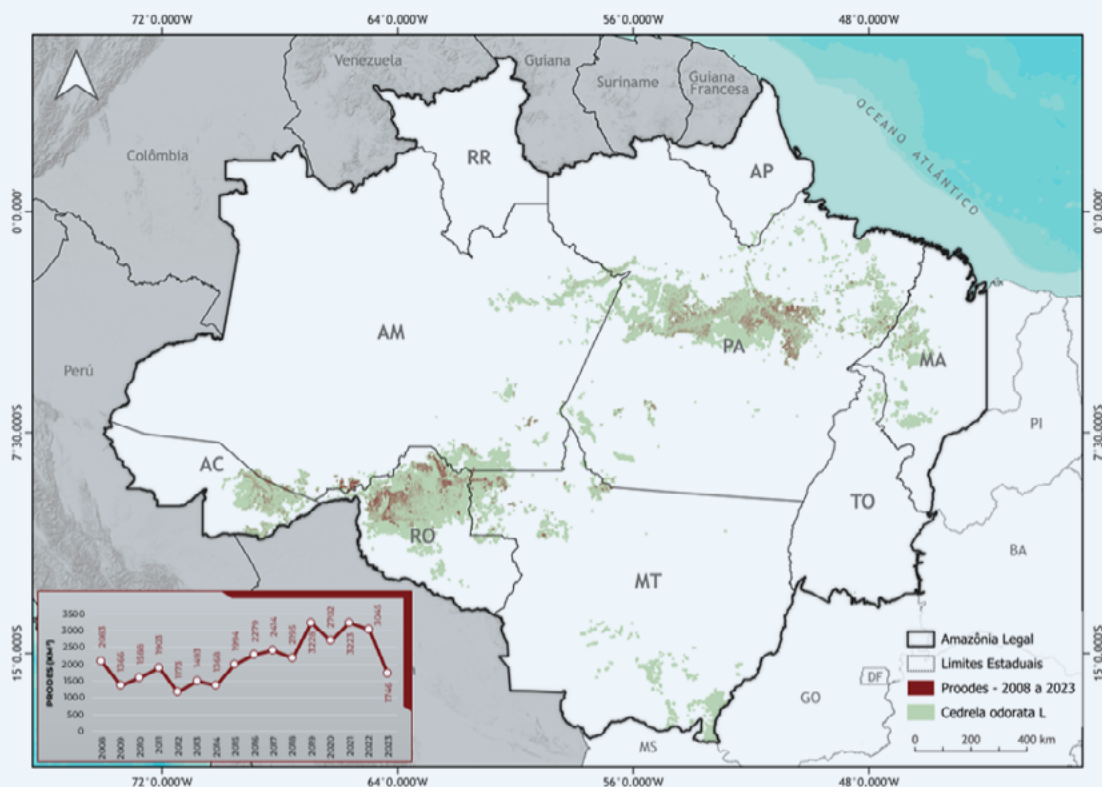


Figura 5. Mapa de sobreposição PRODES (2008 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Cedrela odorata* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. A cor vermelha representa os registros de desmatamento por corte raso. O contorno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

É crucial, além de ações do poder público com objetivo de intensificar medidas de comando e controle no combate ao desmatamento e exploração ilegal nas áreas de maior risco de desmatamento, a implementação de políticas públicas de conservação para manutenção da floresta nativa nestas regiões, promovendo a proteção da espécie. Outra estratégia de incentivo à conservação de floresta nativa com destaque no cenário global se refere ao 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 conversão do solo para implantação de atividades de agricultura e pecuária, principais vetores do desmatamento no bioma amazônico. A Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, e estabelece o arcabouço legal para implementação destas práticas no cenário nacional (Brasil, 2021).

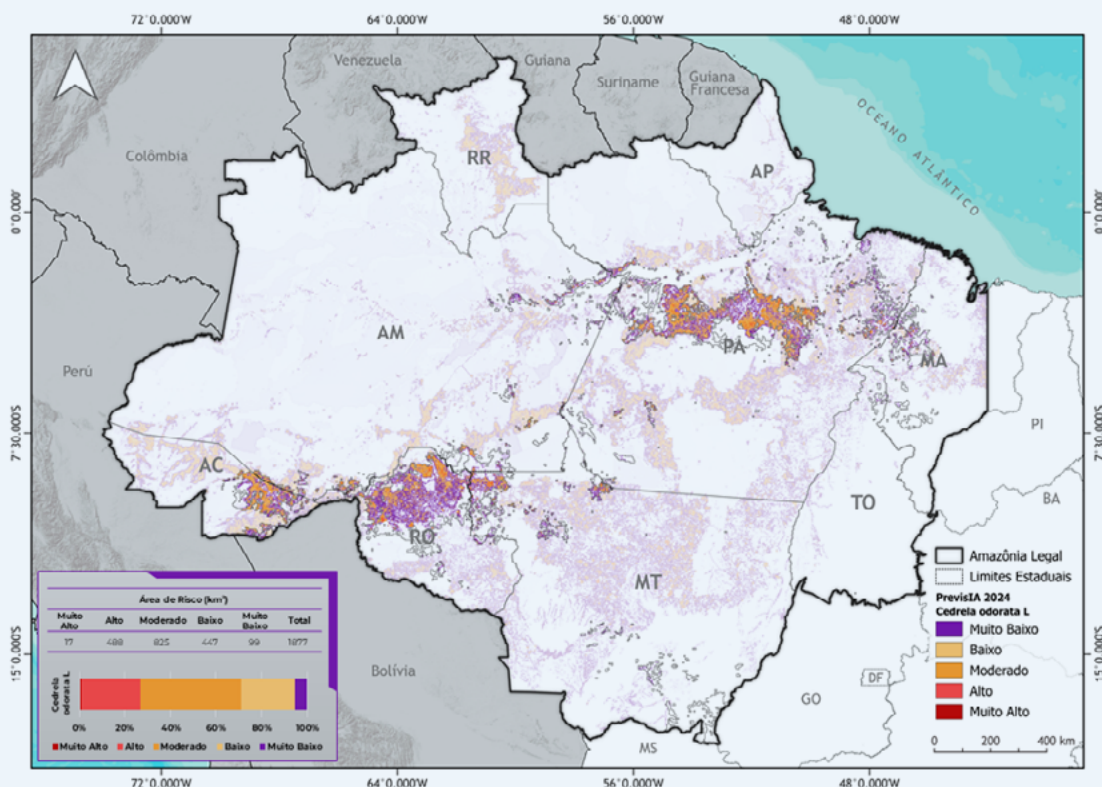


Figura 6. Mapa de sobreposição PrevisIA (2024) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Cedrela odorata* na Amazônia Legal Brasileira. Os tons roxo e amarelo indicam os riscos de desmatamento nas áreas de máxima probabilidade de ocorrência da espécie. O contorno preto tracejado delimita as Unidades Federativas da Amazônia Legal. O contorno preto delimita a Amazônia Legal Brasileira.

4. STATUS DE CONSERVAÇÃO

Em nível global, 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 do CNCFlora consiste na análise e avaliação de risco de extinção das espécies da flora, e respectiva classificação de acordo com as categorias e critérios da IUCN (CNCFlora, 2019). O processo se baseia na compilação dos dados, 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 *Cedrela* com ocorrência no Brasil estão categorizadas como Vulnerável – VU quanto ao status de conservação em diferentes escalas espaciais na maioria das listas publicadas (Tabela 2). As categorizações de ameaça mudam ao longo do tempo visto que as listas vermelhas de flora ameaçadas são atualizadas regularmente à medida que novos dados e informações se tornam disponíveis, refletindo assim mudanças no status de conservação das espécies.

Tabela 2. Lista do status de conservação de *Cedrela fissilis* e *C. odorata* que ocorrem na Amazônia brasileira em nível global: IUCN (2018a, 2018b); nacional: CNCFlora (2012) e Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (Brasil, 2022); e estadual: Pará (COEMA/PA, 2007), e tendências populacionais (IUCN, 2018ab).

Referência	IUCN (2018)	CNCFlora (2012)	Brasil (2022)	COEMA/PA (2007)	Tendência populacional
<i>Cedrela fissilis</i>	VU (2018)	VU (2012)	VU	Não avaliada	
<i>Cedrela odorata</i>	VU (2018)	VU (2012)	VU	VU	

VU – Vulnerável. Tendências populacionais: em declínio (vermelho).

De acordo com a Portaria do MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014 (Brasil, 2014), as espécies constantes na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção no Brasil (Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022) (Brasil, 2022) classificadas nas categorias Extintas na Natureza – EW, Criticamente em Perigo – CR, Em Perigo – EN e Vulnerável – VU ficam protegidas de modo integral, incluindo a proibição de coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização, dentre outras. Para as espécies da Lista, classificadas na categoria Vulnerável – VU, poderá ser permitido o manejo sustentável, a ser regulamentado pelo MMA e autorizado pelo órgão ambiental competente, desde que atenda minimamente aos seguintes critérios:

- I. não ser objeto de proibição em normas específicas, incluindo atos internacionais;**
- II. estar em conformidade com a avaliação de risco de extinção de espécies;**
- III. existência de dados de pesquisa, inventário florestal ou monitoramento que subsidiem tomada de decisão sobre o uso e conservação da espécie; e**
- IV. adoção de medidas indicadas nos Planos de Ação Nacionais para Conservação de Espécies Ameaçadas – PAN, quando existentes.**

De acordo com a Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015 (MMA, 2015), a aprovação de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS e seus respectivos Planos Operacionais Anuais – POA, quando envolver a exploração de espécies constantes na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, classificadas na categoria Vulnerável – VU, no Bioma Amazônia, deverá considerar os seguintes critérios:

- I. manutenção de, pelo menos, 15% (quinze por cento) do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da Unidade de Produção Anual – UPA, que atendam aos critérios de seleção para corte indicados no 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.**

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os táxons de *Cedrela* exibem padrões distintos de distribuição geográfica e adaptabilidade a diferentes habitats, conforme evidenciado pelos resultados dos modelos de distribuição de espécies na Amazônia Legal brasileira. Ambas as espécies enfrentam desafios significativos de conservação, exacerbados pela perda de habitat em decorrência da conversão de áreas para uso alternativo do solo e pela exploração comercial dos produtos e subprodutos madeireiros. Entre 2008 e 2023, foram desmatados 33.800 km² por corte raso ao longo das áreas de máxima probabilidade de ocorrência de *C. odorata*, enquanto apenas 43 km² para *C. fissilis*. Apesar disso, projeções indicam que mudanças climáticas podem reduzir as áreas climaticamente adequadas para *Cedrela fissilis* em até 63% até 2070, sob cenários pessimistas, fator que merece destaque na avaliação de medidas de conservação da espécie.

Para aprimorar a conservação e o manejo sustentável das espécies de *Cedrela* no Brasil, é fundamental criar Listas Vermelhas de Flora Ameaçada por bioma, além de elaborar Listas Estaduais para todos os estados amazônicos e atualizar aquelas publicadas há mais de uma década. 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 da vegetação nativa para uso alternativo do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnáez, E., & Flores, E. (1988). Características de la madera de *Cedrela odorata* L (cedro amargo, Meliaceae) en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 36(1), 67-73. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/23635>

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>

Barstow M. (2018). *Cedrela fissilis*. In *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T33928A68080477.en>

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>

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>

Castaño-Arboleda, N., Cárdenas, D., & Rodriguez, E. O. (2007). *Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI".

Cárdenas, L.D., Castaño, A.N., Sua, T.S., Quintero B.L. et al. (2015). *Planes de Manejo para la Conservación de Abarco, Caoba, Cedro, Palorosa, y Canelo de los Andaquíes*. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2012). *Cedrela fissilis*. In Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2. *Centro Nacional de Conservação da Flora*. http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cedrela_fissilis.

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>

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.

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2007). *Consideration of proposals for amendment of appendices I and II* [Proposta, COP 19]. <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/14/prop/E14-P33.pdf>

dos Santos, A.T., Canetti, A., Braz, E.M., de Mattos, P.P., Basso, R.O. (2021). Estrutura diamétrica e padrão de crescimento de *Cedrela odorata* em floresta primária em Colniza, MT (Comunicado técnico, 469) *Embrapa Florestas*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1132399>

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>

Flores, T.B. (2024a). *Cedrela fissilis*. In Flora e Funga do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB9990>

Flores, T.B. (2024b). *Cedrela odorata*. In Flora e Funga do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB9992>

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>

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. (2017). *Cedrela odorata*, *Spanish cedar*. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32292A9687734.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2018a). *Cedrela fissilis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*: e.T33928A68080477. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T33928A68080477.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2018b). *Cedrela odorata*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*: e.T32292A68080590. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T32292A68080590.en>

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

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>

Kilawe, C.J., Baltazary, I.S., Malila, B.P., Lyimo, P.J., & Mwakalukwa, E.E. (2023). Replacement of native trees by the neotropical invasive tree *Cedrela odorata* L. in the Kimboza Forest Reserve, Tanzania. *Biological Invasions*, 25, 3697–3710. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03136-x>

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/WF1310>

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 nº1, 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*.

Pennington, T.D., Styles, B.T. & Taylor, D.A.H. (1981). Meliaceae. In *Flora Neotropica*. (Monograph 28). New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA.

Pennington, T.D & Muellner, A.N. (2010). *A Monograph of Cedrela (Meliaceae)*. dh books. Milborne Port, UK. 112pp.

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

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

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

Royal Botanic Gardens, Kew. (2024a). *Cedrela fissilis* Vell. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:577744-1#source-KBD>

Royal Botanic Gardens, Kew. (2024b). *Cedrela odorata* L. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:51010-2/>

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

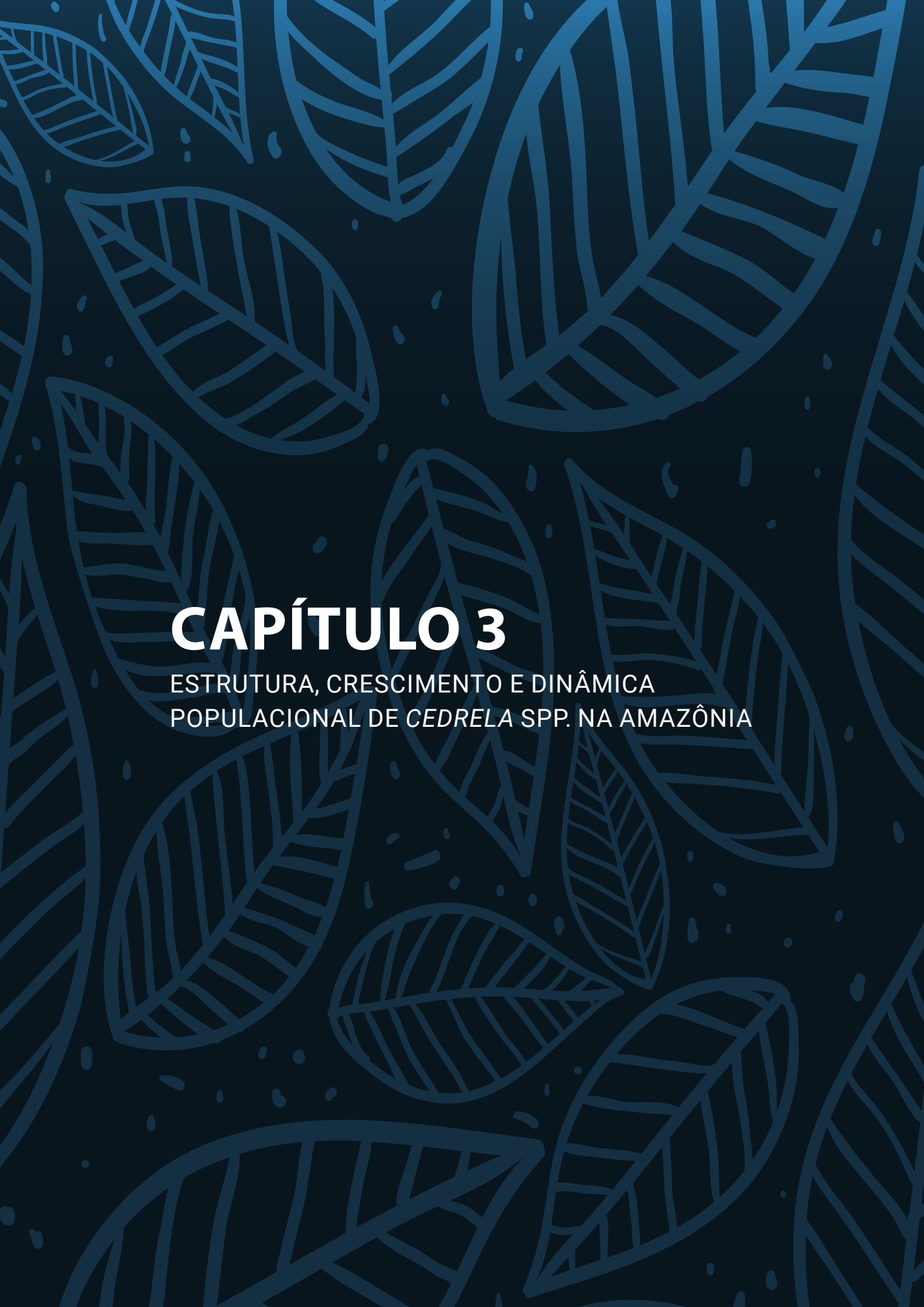
Siqueira, S.D.F., Higuchi, P., & Silva, A.C.D. (2019). Contemporary and future potential geographic distribution of *Cedrela fissilis* Vell. under climate change scenarios. *Revista Árvore*, 43, e430306. <https://doi.org/10.1590/1806-90882019000300006>

The Nature Conservancy. (2019). *Manejo de fragmentos florestais degradados*. Campinas (SP). <https://www.tnC.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/manejodefragmentosflorestaisdegradados.pdf>

Toledo M., Chevallier, B., Villarroel, D. & Mostacedo, B. (2008). Ecología y silvicultura de especies menos conocidas Cedro, *Cedrela* spp. *Proyecto BOLFOR II/ Instituto Boliviano de Investigación Forestal Santa Cruz*, Bolivia. Pp 40.

Van der Meersch, V., Zo-Bi, I.C., Amani, B.H., N'dja, J.K., N'guessan, A.E., & Herault, B. (2021). Causes and consequences of *Cedrela odorata* invasion in West African semi-deciduous tropical forests. *Biological Invasions*, 23, 537–552. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02381-8>

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. Deutschland/Bundesamt für Naturschutz.



CAPÍTULO 3

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

Manolo Quintilhan¹, Peter Groenendijk², Yanka Alves¹, Allan Jordani^{1,3}, Beatriz Marimon⁴, André Giles⁵, José Roberto Aragão⁶, Lucas Pereira⁷, Jochen Schöngart⁸, Edson Vidal⁹, e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024¹⁰

RESUMO

O monitoramento florestal contínuo possibilita avaliar como diferentes eventos e mudanças ambientais afetam a dinâmica das espécies e suas populações ao longo do tempo. Enquanto inventários florestais em grandes áreas proveem 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 *Cedrela* spp., totalizando mais de 150.000 hectares e 6.345 árvores avaliadas. A dinâmica das espécies foi analisada em 140 parcelas permanentes, abrangendo áreas controle (n=44) e áreas com histórico de manejo florestal (n=96), ao longo de um intervalo temporal de 1962 a 2023, acumulando mais

-
- 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 Autoridade Científica Cites, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama
 - 4 Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
 - 5 Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
 - 6 Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará - UFC
 - 7 Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras - UFLA
 - 8 Coordenação de Uso da Terra e Mudança Climática, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CODAM/INPA
 - 9 Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP
 - 10 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 abril de 2024

de 6.700 anos de dados individuais. Ambas as espécies de *Cedrela* apresentaram uma estrutura populacional com distribuição unimodal assimétrica (J-invertido), contudo, com baixa densidade de árvores por hectare: entre 0,0003-0,0016 para *Cedrela fissilis* e 0,001-0,045 para *Cedrela odorata* ao longo de todas as 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 médios de crescimento diamétrico estiveram entre 0,4 e 0,5 cm/ano, com tendências de maior crescimento médio em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e em áreas manejadas, em relação às áreas de Floresta Ombrófila Densa – FOD. Em FOA, as espécies apresentaram taxas de mortalidade média similares entre áreas controle e sob manejo florestal, com cerca de 0,4%/ano. O mesmo padrão foi observado para FOD, com taxas de mortalidade similares entre os tratamentos, porém, sendo maior para *C. odorata*, com cerca de 4%/ano e 1,4%/ano para *C. fissilis*. As taxas de recrutamento médio também foram superiores em FOD para ambas as espécies, sendo cerca de 4%/ano para *C. odorata* e 2,6%/ano para *C. fissilis*, sem diferenças significativas entre tratamentos de manejo. 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 indivíduos em diferentes classes de tamanho ou idade, é influenciada tanto por fatores naturais quanto pelo manejo antrópico florestal (Fortini & Zarin, 2011). O corte seletivo, por exemplo, pode alterar a composição das espécies e sua distribuição diamétrica, impactando diretamente a regeneração e o potencial de crescimento das populações remanescentes (Vidal *et al.*, 2016; Groenendijk *et al.*, 2017). Compreender essas interações e utilizá-las como ferramenta de tomada de decisão são importantes tanto para projetar práticas de manejo adequadas, como para nortear a gestão pública florestal (Putz *et al.*, 2001, 2012; Condé *et al.*, 2022). Nesse sentido, clarificam ações a serem executadas, como: aumento do diâmetro mínimo de corte e número de árvores remanescentes, e tratamentos silviculturais pré e pós-exploração, como a eliminação de lianas, que reduzem o impacto da colheita das árvores e diminuem a competição por luz com as árvores remanescentes. Essas melhorias, especialmente quando integradas com o fortalecimento da governança florestal, como o aumento do controle da exploração e promoção do manejo florestal responsável, reduzem atividades florestais ilegais e favorecem a manutenção da biodiversidade e a continuidade dos serviços ecossistêmicos proporcionados pelas florestas (Piponiot *et al.*, 2019).

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

O bioma Amazônia, com sua vasta extensão e biodiversidade, desempenha um papel central na conservação e no manejo florestal sustentável no Brasil (West *et al.*, 2022). Abrangendo cerca de 419 milhões de hectares do território nacional, a floresta primária domina a paisagem com 317,46 milhões de hectares, sendo composta principalmente pelos tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Aberta – FOA, com 85,20 milhões de hectares e Floresta Ombrófila Densa – FOD, com 186,21 milhões de hectares (SFB, 2022). Esses dois tipos de vegetação representam 85,5% da floresta amazônica e são as principais fitofisionomias onde 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 *Cedrela* spp. e dos seus estoques volumétricos por hectare em áreas manejadas foram utilizados os dados de inventário florestal de Florestas Nacionais na Amazônia. Para a análise do crescimento, mortalidade e regeneração utilizaram-se informações de anéis de crescimento e parcelas permanentes distribuídas na Pan-Amazônia (Lopez-Gonzalez *et al.*, 2009; 2011; Vidal *et al.*, 2016; d'Oliveira *et al.*, 2024), porém, as análises foram focadas nas principais fitofisionomias manejadas do bioma: FOA e FOD. Ao longo de mais de 6.700 anos de informações de crescimento em nível de árvore e parcelas com faixa temporal de até 61 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 variam no tempo e em função do tipo de vegetação. Além disso, as informações obtidas subsidiaram os modelos de recuperação volumétrica de *Cedrela* spp. em função de diferentes cenários de manejo florestal apresentados no Capítulo 6. Os avanços aqui evidenciados fornecem uma perspectiva robusta sobre a dinâmica e estrutura populacional de *Cedrela* 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 *CEDRELA* 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 *Cedrela* que ocorrem na Amazônia Legal, foram integrados dados de inventário florestal (IF100%, a partir de 30-40 cm de diâmetro) de 108 Unidades de Produção Anual – 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, observa-se uma transição entre essas duas principais vegetações.

As árvores comerciais com maior diâmetro médio são observadas para *C. fissilis*, com cerca de 68 cm tanto em FOA como em FOD (Tabela 1). *C. odorata*, por sua vez, apresenta média próxima de 65 cm para as mesmas fitofisionomias. Os diâmetros máximos, no entanto, são bem distintos entre as espécies. Enquanto *C. odorata* atinge os maiores diâmetros máximos com 286,5 cm em FOD e 225,7 cm em FOA, *C. fissilis* apresentou 139,0 cm FOA e 152,8 cm em FOD em relação ao diâmetro máximo. A densidade média de árvores a partir de 50 cm de DAP por hectare em área de efetivo manejo foi maior para *C. odorata*, apresentando alta variabilidade, especialmente em FOA, com 0,043 ($\pm 0,043$) árvores por hectare (Tabela 1). *C. fissilis*, por sua vez, apresentou densidade consideravelmente baixa, tanto em FOA, como em FOD, não ultrapassando 0,007 árvores por hectare.

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

Espécie	Fitofisionomia	Dméd (cm)	$\pm$ DP	Dmáx (cm)	Dens (árv/ha)	$\pm$ DP
<i>Cedrela fissilis</i>	FOA	68,2	26,1	139,0	0,007	0,002
	FOD	68,8	32,6	152,8	0,002	0,0003
<i>Cedrela odorata</i>	FOA	65,3	17,7	225,7	0,043	0,043
	FOD	66,3	21,2	286,5	0,040	0,002

A observação do número médio de árvores por hectare de *C. fissilis* e *C. odorata* em área de efetivo manejo ao longo de diferentes classes diamétricas, evidencia uma estrutura média populacional com formato de J-invertido (Figura 1). Essa característica geralmente indica maior capacidade de regeneração populacional e maior potencial para o manejo sustentável das espécies. No entanto, para ambas as espécies, a densidade de árvores em todas as classes diamétricas é baixa, tanto para *C. odorata* (não ultrapassando 0,05 árvores por hectare, na classe 50-60 cm), como para *C. fissilis*, principalmente, com valores inferiores a 0,002 árvores por hectare. 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 *Cedrela* spp. nas áreas de manejo florestal da Amazônia.

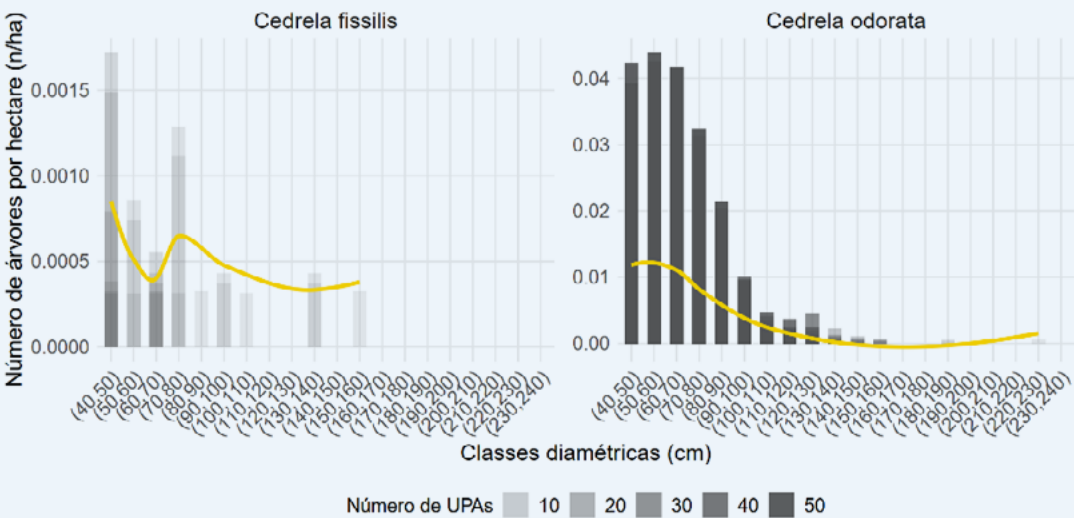


Figura 1. Número médio de árvores por hectare de *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* ao longo de diferentes classes de diâmetro (intervalos de 10 cm) nas Florestas Nacionais.

Ao longo das unidades de produção anual – UPA das Florestas Nacionais avaliadas observaram-se os maiores valores de volume médio por hectare para *C. odorata*, com mediana em torno de 0,5 m³/ha (Figura 2). *C. fissilis*, por sua vez, apresenta valores dez vezes menores, com 0,05 m³/ha, indicando o baixo potencial madeireiro desta espécie na Amazônia.

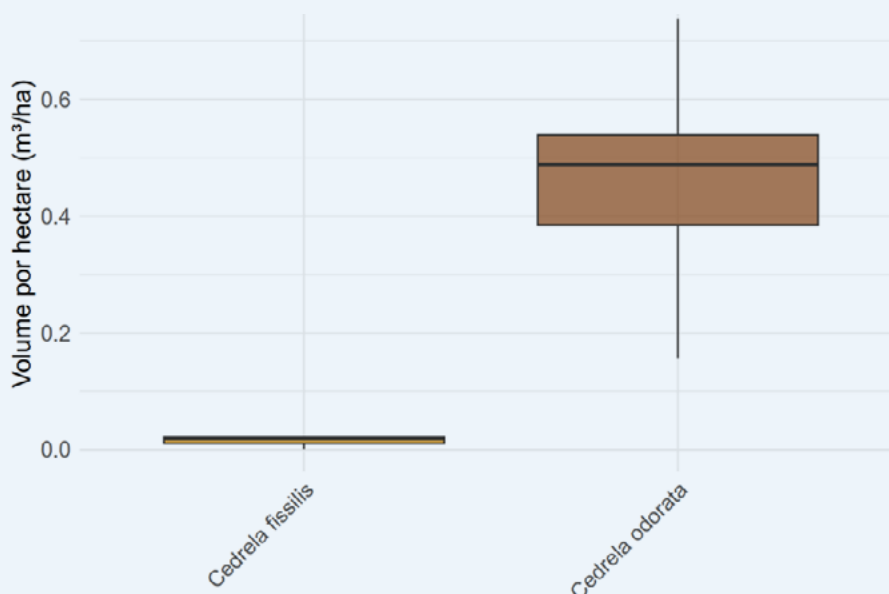


Figura 2. Volume médio por hectare de *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* ao longo de unidades de produção anual – UPA em Florestas Nacionais na Amazônia Legal.

2. ANÉIS DE CRESCIMENTO DE *CEDRELA* SPP.

Ao serem avaliados os anéis de crescimento de *Cedrela* spp. (Figura 3), mais de 34.500 anos de dados de crescimento anuais foram levantados. Verificaram-se valores médios máximos de até 258 anos e diâmetro de 90 cm em FOD para *C. odorata* na Floresta Estadual do Paru (Granato-Souza *et al.*, 2020), e de 183 anos e diâmetro de 77 cm em FOA para *C. fissilis* na Flona do Jamari (Ortega-Rodriguez *et al.*, 2023). Em FOA, comumente as idades máximas populacionais para *C. odorata* foram cerca de 100 anos, com diâmetro médio máximo em torno de 75 cm, indicando a menor longevidade das populações de *Cedrela* spp. nessa fitofisionomia em relação a FOD. Uma ampla variabilidade no crescimento intrapopulacional foi constatada, com diferenças entre 2-3x nas trajetórias de diâmetro acumulado em função da idade (Figura 3). Por exemplo, observou-se que enquanto algumas árvores levaram 50 anos para atingir um diâmetro de 50 cm, outras levaram 150 anos para atingir o mesmo diâmetro. Essa variabilidade foi maior dentro das populações, com menores diferenças entre populações e fitofisionomias (Figura 3).

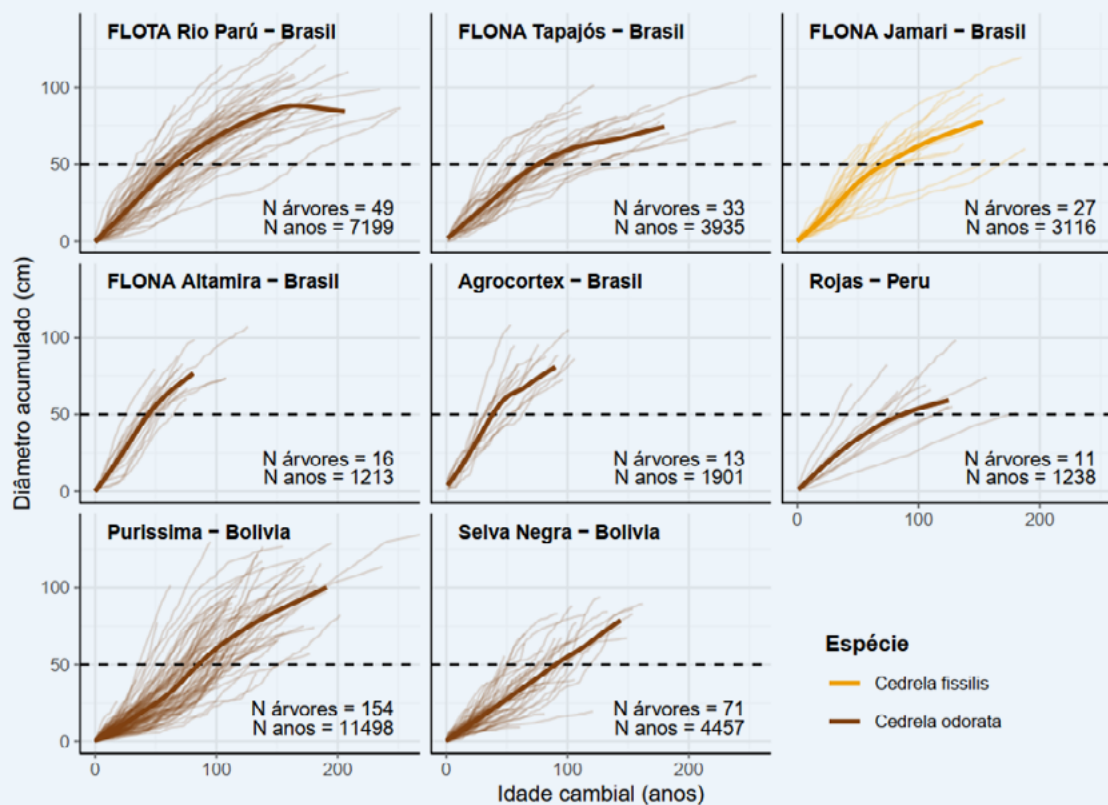


Figura 3. Idade cambial das árvores (anos) pelo diâmetro acumulado para *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* ao longo da Pan-Amazônia.

As taxas de crescimento diamétrico apresentaram maior inclinação durante a fase juvenil das árvores (Figura 4). À medida que as árvores aumentaram em diâmetro, principalmente a partir de 25 cm de diâmetro, as taxas de crescimento se estabilizaram, com valores em torno de 0,9 cm/ano. Entre as fitofisionomias, as trajetórias de taxa de crescimento diamétrico por diâmetro acumulado de *C. odorata* atingiram

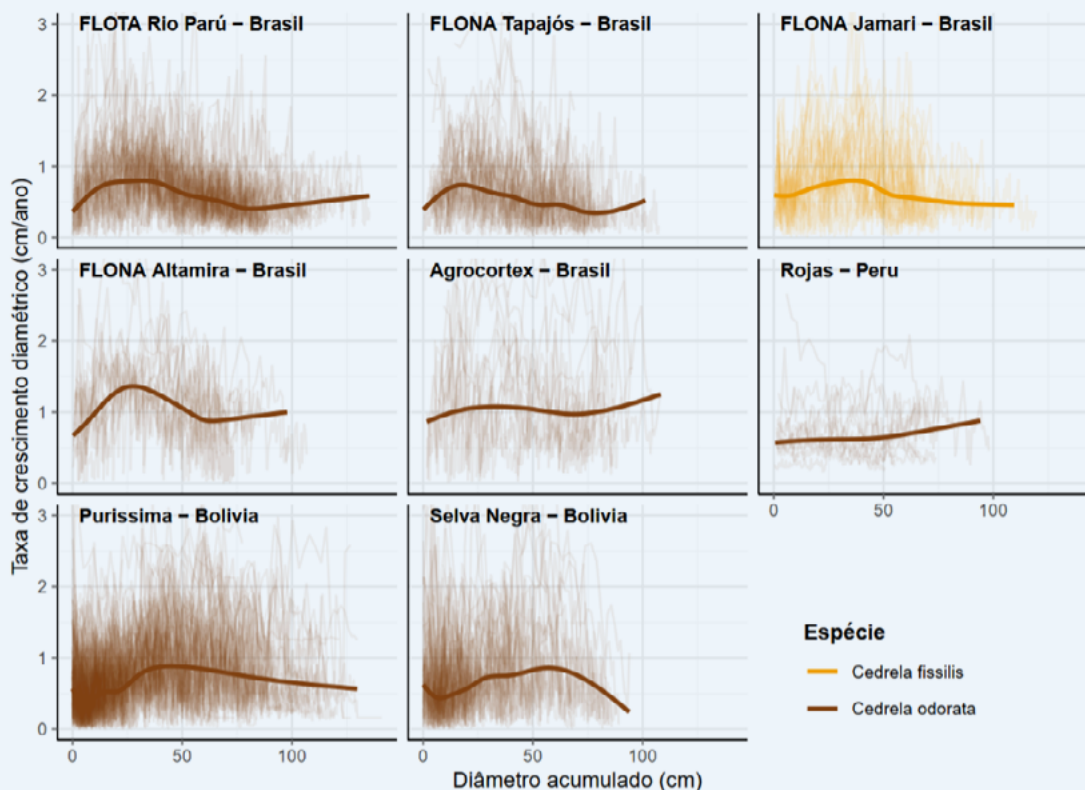


Figura 4. Taxa de crescimento diamétrico anual por diâmetro acumulado para *Cedrela fissilis* (laranja) e *Cedrela odorata* (marrom) ao longo de populações na Pan-Amazônia. Linhas médias projetadas por meio de Modelos Aditivos Generalizados – GAM e método de Máxima Verossimilhança Restrita – REML.

valores médios máximos em torno de 1,35 cm/ano para em FOA no diâmetro de 30 cm (Figura 5). Apesar do formato das curvas de diâmetro acumulado e taxas de crescimento diamétrico serem similares entre fitofisionomias, evidenciaram-se taxas mais elevadas e menor longevidade em FOA, quando comparadas com FOD.

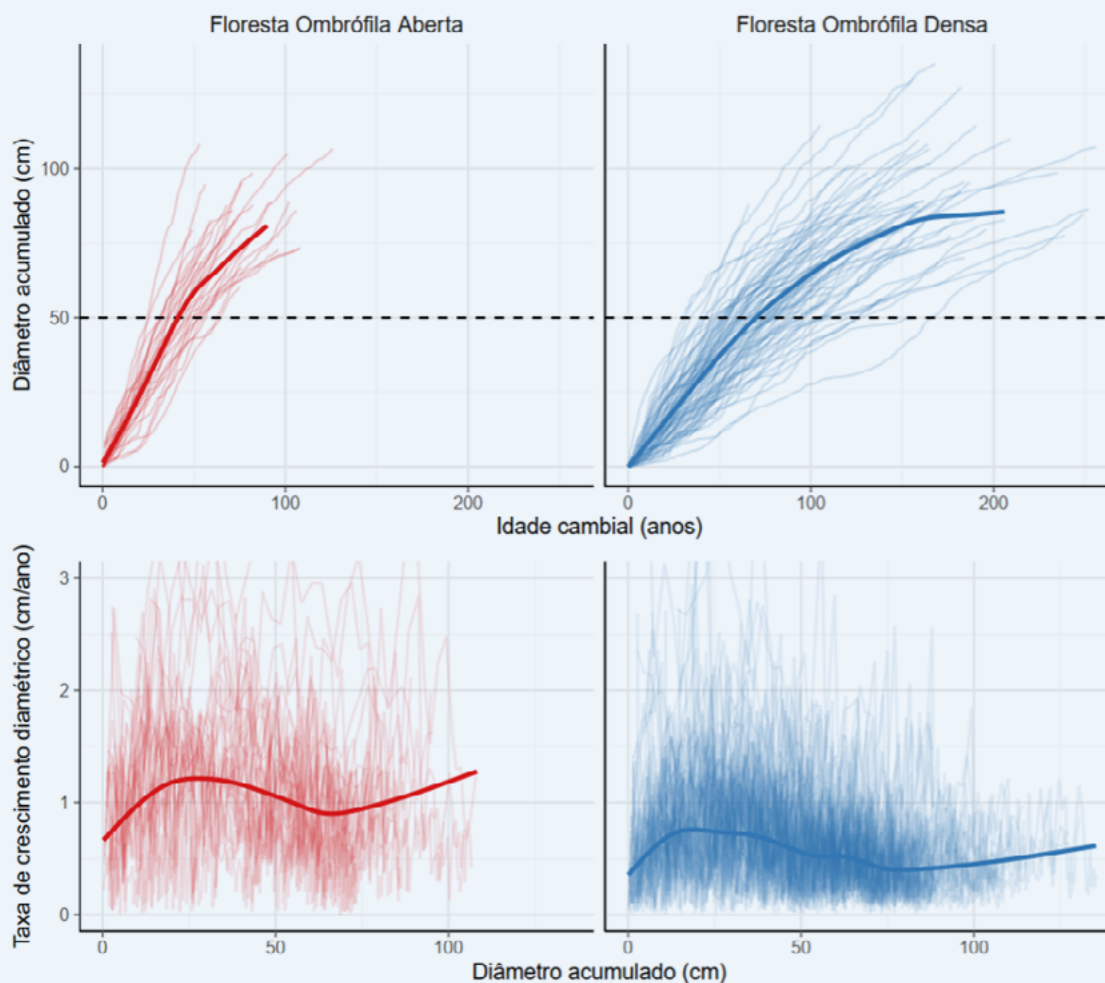


Figura 5. Linha superior apresentando a idade cambial (anos) de *Cedrela odorata* pelo diâmetro acumulado em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD. Na linha inferior, taxas de crescimento diamétrico anual por diâmetro acumulado para *Cedrela odorata* em FOA e FOD. Linhas médias projetadas por meio de Modelos Aditivos Generalizados – GAM e método de Máxima Verossimilhança Restrita – REML.

3. MONITORAMENTO POPULACIONAL DE *CEDRELA* SPP.: PARCELAS PERMANENTES

Para avaliação do crescimento arbóreo, cerca de 400 árvores de *Cedrela* spp. distribuídas ao longo de 140 parcelas permanentes na Pan-Amazônia foram avaliadas (Apêndice B) (Lopez-Gonzalez *et al.*, 2009; 2011; Vidal *et al.*, 2016; d'Oliveira

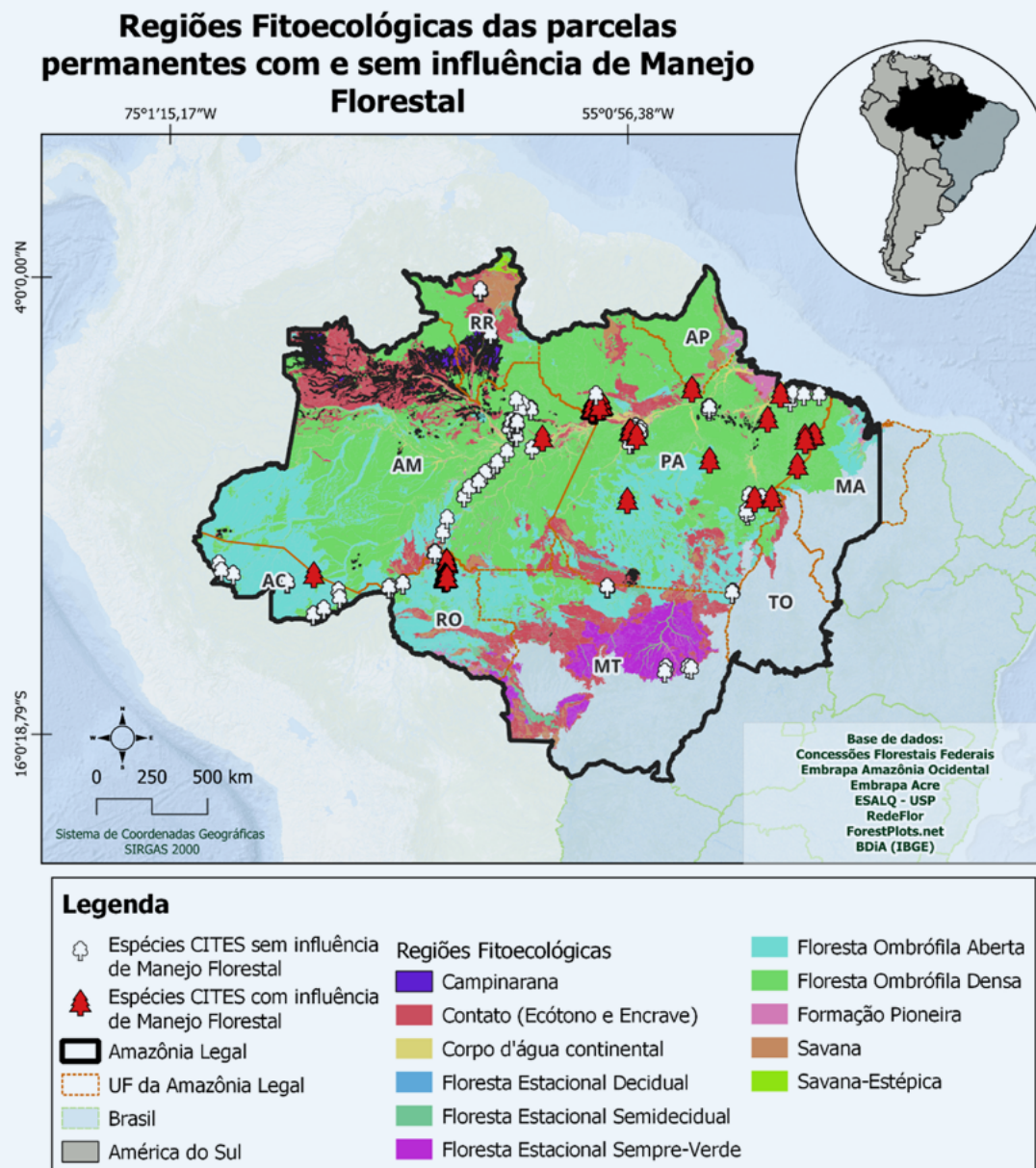


Figura 6. Localização das parcelas permanentes distribuídas por regiões fitoecológicas, com (em vermelho) e sem histórico de manejo florestal (em branco) de acordo como o Banco de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – BDIA/IBGE.

et al., 2024). A faixa temporal avaliada é relativa aos anos de 1962 a 2023 (variando entre parcelas), totalizando 6.700 anos de informações em nível de árvore. Para a análise das taxas de crescimento diamétrico anuais, as parcelas foram categorizadas de acordo com as fitofisionomias correspondentes e com os seguintes tratamentos: a) controle, ou seja, sem intervenções antrópicas ao longo do tempo de monitoramento, e b) manejo florestal, ou seja, com impactos de exploração florestal ao longo do tempo (Figura 6).

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, as taxas de crescimento diamétrico anual foram estimadas à medida que as árvores aumentaram em tamanho. Tendências de aumento nas taxas de crescimento anual até um limite médio de 0,5 cm/ano próximo dos 50 cm de diâmetro acumulado foram observadas (Figura 7). Após isso, para ambas as espécies, as taxas de crescimento se mantiveram próximas de 0,5 cm/ano, delineando uma curva média com formato sigmoidal. Apesar das tendências similares nas taxas de crescimento diamétrico médio entre dados de parcelas permanentes e anéis de crescimento, foram observados valores absolutos maiores nos anéis, com taxas comumente em torno de 0,9 cm/ano (Figura 4). Comumente, em nível de população, observam-se menores taxas de crescimento em parcelas permanentes devido sua análise também ocorrer em árvores com menor performance e que morrem ao longo do monitoramento realizado (Nehrbass-Ahles *et al.*, 2014). A análise derivada dos anéis de crescimento, no entanto, é focada nas árvores que sobreviveram e que, comumente, apresentam maior performance ao longo do tempo.

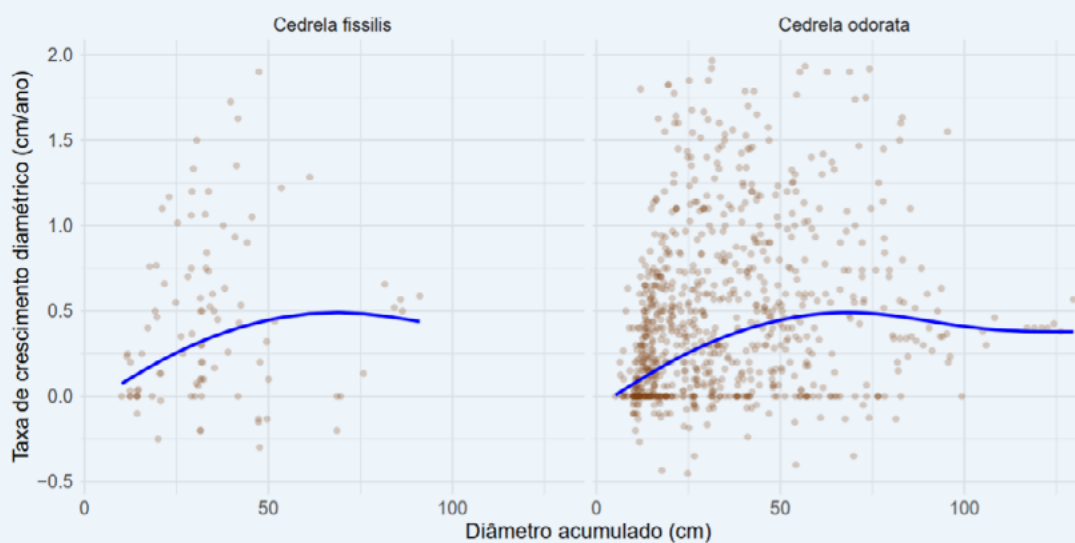


Figura 7. Taxa de crescimento diamétrico anual por diâmetro acumulado para *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* ao longo de parcelas permanentes na Pan-Amazônia. Linhas em azul projetadas por meio de Modelos Aditivos Generalizados – GAM e método de Máxima Verossimilhança Restrita – REML.

Considerando que o manejo florestal na Amazônia brasileira ocorre principalmente nas fitofisionomias Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, foram avaliadas 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 8). Para as espécies, de forma geral, observou-se maior crescimento diamétrico médio em áreas com histórico de manejo florestal (0,47-0,51 cm/ano), quando comparadas com áreas controle (0,25-0,54 cm/ano) (Tabela 2). Entre as classes diamétricas, os valores medianos mais altos foram observados em áreas manejadas e nas classes próximas de 30-40 cm, como, por exemplo, para *C. fissilis*, com cerca de 1,25 cm/ano em FOD. Para a espécie *C. fissilis*, os dados em áreas controle foram insuficientes para as análises nas classes diamétricas. *C. odorata*, por sua vez, apresentou taxas de crescimento anual com alta variabilidade, tanto em FOA quanto em FOD. As taxas mais altas de crescimento diamétrico para *C. odorata* foram observadas em áreas controle na FOD e na classe de 60-70 cm, com 0,95 cm/ano (Figura 8)

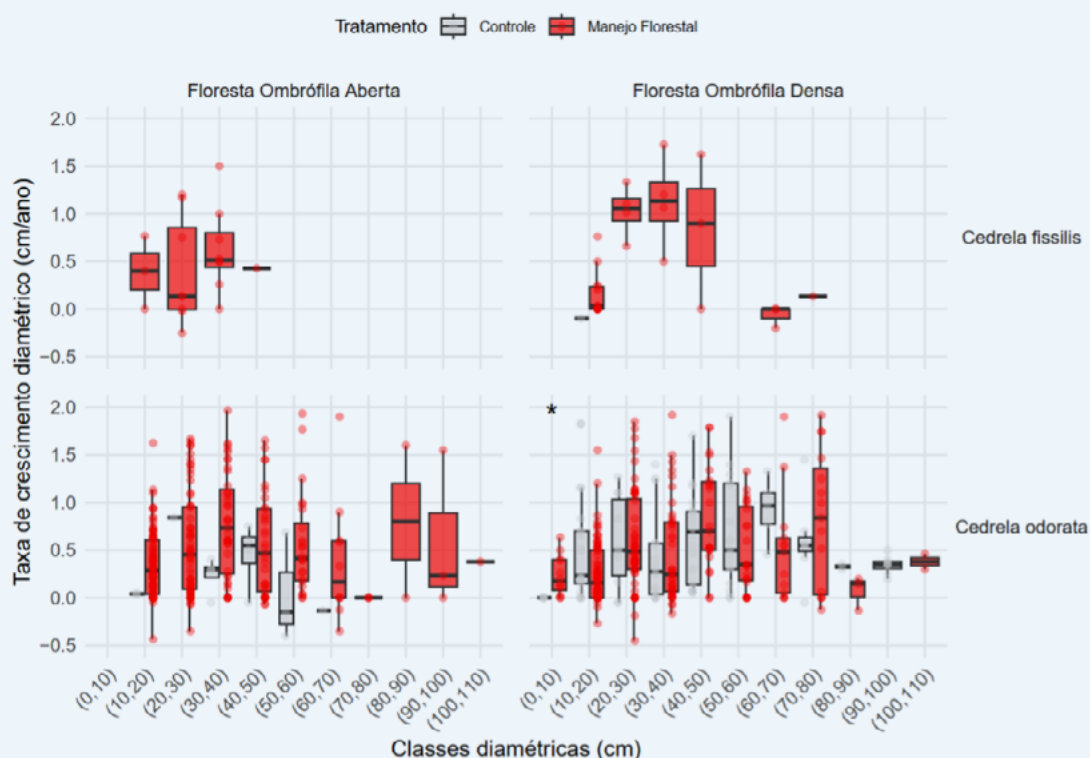


Figura 8. Taxa de crescimento diamétrico anual por classe diamétrica e tratamento (controle e manejo florestal) para *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD ao longo de parcelas permanentes na Amazônia brasileira. Teste de Wilcoxon: asteriscos indicam diferenças significativas: * ($p < 0,05$), ** ($p < 0,01$) e *** ($p < 0,001$). Considerando a baixa amostragem nas classes diamétricas máximas para *Cedrela odorata* (120-130 cm), apresentamos somente até a classe 100-110 cm, para melhor visualização dos dados. .

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

Espécie	Fitofisionomia	Tratamento	n (plots)	Crescimento (cm/ano)	DP (±)
<i>Cedrela fissilis</i>	FOA	C	9	0,49	0,48
		MF	-	-	-
	FOD	C	-	-	-
		MF	6	0,47	0,57
<i>Cedrela odorata</i>	FOA	C	8	0,25	0,38
		MF	39	0,51	0,51
	FOD	C	27	0,54	0,49
		MF	51	0,47	0,50

Dados ausentes ou insuficientes “-”.

4. 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, avaliaram-se 72 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, 15 parcelas permanentes foram avaliadas, distribuídas na região de Paragominas, Pará (ESALQ – USP), com período de monitoramento de 30 anos (1993 a 2023) (Vidal *et al.*, 2016). Isso permitiu avaliar com maior qualidade o efeito dos tratamentos em nível local e populacional para as espécies de *Cedrela* spp. Com isso, foram realizados 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 *Cedrela fissilis*, não houve registro de indivíduos na área controle em ambas as fitofisionomias, apresentando apenas taxas de mortalidade para as parcelas com intervenção de manejo florestal (Figura 9A). Assim, foram observadas taxas de mortalidade média de 0,5%/ano em FOA e 1,3%/ano em FOD. Para *C. odorata*, maiores diferenças nas taxas de mortalidade foram constatadas entre fitofisionomias, com valores em torno de 0,4%/ano em FOA e 4,3%/ano em FOD (Figura 9A).

Devido à ausência de indivíduos de *Cedrela fissilis* em áreas controle obtiveram-se taxas de recrutamento apenas em áreas manejadas, com 0,5%/ano para FOA e 2,6%/ano para FOD (Figura 9B). Para *Cedrela odorata*, a taxa de recrutamento médio foi maior em áreas de manejo, sendo aproximadamente 1%/ano para FOA e 4,5%/ano para FOD. Tanto para mortalidade, como para recrutamento, observaram-se tendências de valores mais altos em FOD em relação a FOA, indicando maior dinâmica das espécies nessa condição ambiental (Figura 9).

A Mortalidade e Recrutamento – Cedrela spp.

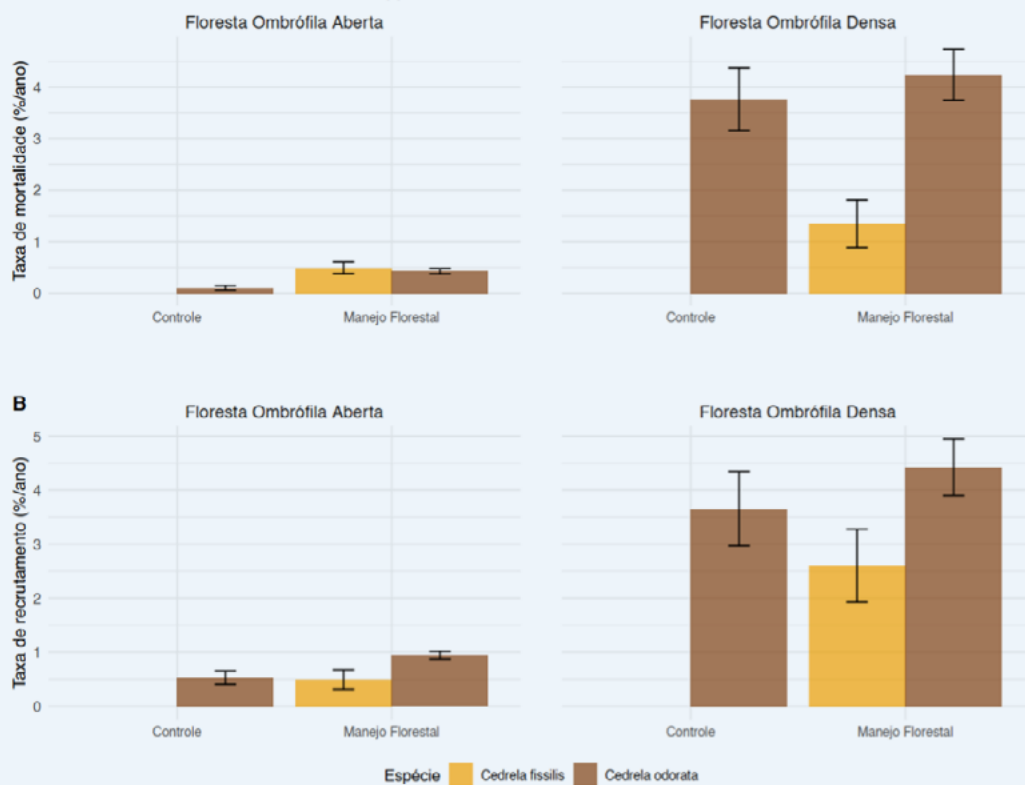


Figura 9. Taxas de mortalidade e recrutamento médio (%/ano) por fitofisionomia: Floresta Ombrófila Aberta – FOA (72 parcelas permanentes no Acre) e Floresta Ombrófila Densa – FOD (15 parcelas permanentes no Pará) e tratamento (controle e manejo florestal) para *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*. As barras representam médias e as linhas verticais representam o erro padrão da média.

5. DINÂMICA POPULACIONAL

A coleta contínua de dados robustos para avaliação e monitoramento populacional é necessária, especialmente considerando o impacto crescente das mudanças climáticas sobre a dinâmica das espécies (Aleixo *et al.*, 2019). Assim, essas informações devem subsidiar o manejo florestal adaptativo com o objetivo de ajustar as práticas de manejo às condições de constante mudança. A dinâmica populacional de espécies arbóreas foi avaliada por meio dos resultados de crescimento, mortalidade e recrutamento descritos anteriormente. Os resultados indicam que o crescimento médio anual foi maior em áreas manejadas (0,47-0,51 cm/ano) em comparação com áreas controle (0,25-0,54 cm/ano) (Tabela 2), com destaque para *C. fissilis*, que apresentou taxas de até 1,25 cm/ano na classe de 30-40 cm em áreas manejadas na FOD (Figura 8). Para a espécie, não foram registrados indivíduos em áreas controle e as análises se concentraram em áreas manejadas.

As taxas de mortalidade média para *C. fissilis* foram 0,5%/ano em FOA e 1,3%/ano em FOD, enquanto as taxas de recrutamento foram de 0,5%/ano em FOA e 2,6%/ano em FOD (Figura 9). Para *C. odorata*, as taxas de mortalidade foram mais elevadas em FOD (4,3%/ano) do que em FOA (0,4%/ano). As taxas de recrutamento também foram maiores em FOD (em torno de 4,5%/ano) do que na FOA (em torno de 1%/ano), independentemente do tratamento de manejo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados utilizados na avaliação da estrutura populacional, crescimento e dinâmica de *Cedrela* spp. apresentaram algumas limitações de amostragem, no entanto, constituem a maior compilação de informações sobre *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis* na Amazônia já registrada na literatura. Foram integrados inventários florestais com dados de mais de 6.000 árvores de *Cedrela* spp. ao longo de mais de 150.000 hectares em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, dados de anéis de crescimento de 8 populações de *Cedrela* spp. e 140 parcelas permanentes distribuídas na Pan-Amazônia.

A estrutura populacional de *Cedrela* spp. revelou um padrão característico de espécies de baixa densidade, com poucas árvores por hectare e uma distribuição etária em formato de J-invertido. A análise dos anéis de crescimento de *Cedrela* spp. mostrou uma ampla variabilidade intrapopulacional, com diferenças nas trajetórias de diâmetro acumulado ao longo do tempo, variando de 2 a 3 vezes entre árvores da mesma população. As análises de crescimento, mortalidade e recrutamento realizadas por meio de parcelas permanentes, evidenciaram variações importantes nas dinâmicas populacionais, influenciadas tanto pelos tratamentos de manejo florestal quanto, principalmente, pelas diferenças entre as fitofisionomias avaliadas, onde FOD se destacou por maior dinamismo em relação a FOA. Este banco de dados, com mais de 34.500 anos de informações temporais individuais derivadas de anéis de crescimento, ressalta a necessidade de incorporar a variabilidade no crescimento populacional ao desenvolver critérios técnicos de manejo florestal específicos, levando em conta as diferenças ecológicas e estruturais entre fitofisionomias.

A sustentabilidade das atividades de manejo florestal para *Cedrela* spp. depende da aplicação de critérios específicos que considerem as características biológicas e dinâmicas populacionais das espécies. A elaboração de critérios de exploração madeireira deve considerar avaliações detalhadas de estrutura populacional, crescimento, mortalidade e recrutamento em diferentes fitofisionomias e tratamentos de manejo florestal.

Por meio de dados de anéis de crescimento, inventário florestal e parcelas permanentes em áreas controle e com histórico de manejo florestal foram aplicadas simulações de recuperação volumétrica após ciclos de exploração de 30 anos apresentadas no capítulo 6.

Apesar da consolidação da maior base de dados para *Cedrela* spp. na Amazônia, há oportunidades para melhorias. A expansão da amostragem para classes diamétricas abaixo de 40 cm permitiria uma avaliação mais precisa da estrutura populacional e da sua capacidade regenerativa (Maua *et al.*, 2020). Inventários florestais em larga escala, realizados antes e após a exploração, aprimorariam a análise dos impactos da exploração sobre a estrutura populacional remanescente, especialmente em relação às árvores grandes, que desempenham o maior papel na recuperação e regeneração populacional (Roopsind *et al.*, 2017). A amostragem de anéis de crescimento e avaliação de parcelas permanentes em áreas manejadas com diferentes intensidades de exploração e tratamentos silviculturais contribuiria para melhora da análise do impacto do manejo na dinâmica populacional (Vidal *et al.*, 2016). A análise da polinização, dispersão de sementes e fenologia de *Cedrela* spp. poderia identificar condições ideais de reprodução, indicando como o manejo florestal pode favorecer a regeneração natural, recuperação volumétrica e a conservação genética das espécies (Quesada *et al.*, 2009). Por fim, experimentos simulando anomalias climáticas, como exclusão artificial da precipitação, auxiliaria a melhor entender o efeito da mudança do clima e da redução hídrica sobre a dinâmica das espécies (Meir *et al.*, 2013). Portanto, a integração de inventários florestais, dados de anéis de crescimento, e parcelas permanentes em diferentes contextos é fundamental para desenvolver estratégias de manejo florestal adaptadas às espécies, promovendo a sustentabilidade da exploração madeireira e a conservação de suas populações ao longo do tempo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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\[302:R-CPTGD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[302:R-CPTGD]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>

Granato-Souza, D., Stahle, D.W., Torbenson, M.C., Howard, I.M., Barbosa, A.C., Feng, S., ... & Schöngart, J. (2020). Multidecadal changes in wet season precipitation totals over the Eastern Amazon. *Geophysical Research Letters*, 47(8), e2020GL087478. <https://doi.org/10.1029/2020GL087478>

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>

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>

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.

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>

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

Ortega-Rodriguez, D.R., Sánchez-Salguero, R., Hevia, A., Granato-Souza, D., Cintra, B.B., Hornink, B., ... & Tomazello-Filho, M. (2023). Climate variability of the southern Amazon inferred by a multi-proxy tree-ring approach using *Cedrela fissilis* Vell. *Science of The Total Environment*, 871, 162064. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162064>

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>

Quesada, M., Sanchez-Azofeifa, G. A., Alvarez-Anorve, M., Stoner, K. E., Avila-Cabadilla, L., Calvo-Alvarado, J., ... & Sanchez-Montoya, G. (2009). Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. *Forest ecology and management*, 258(6), 1014-1024. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.06.023>

Roopsind, A., Wortel, V., Hanoeman, W., & Putz, F. E. (2017). Quantifying uncertainty about forest recovery 32-years after selective logging in Suriname. *For. Ecol. Manag.* 391, 246–255. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.026>

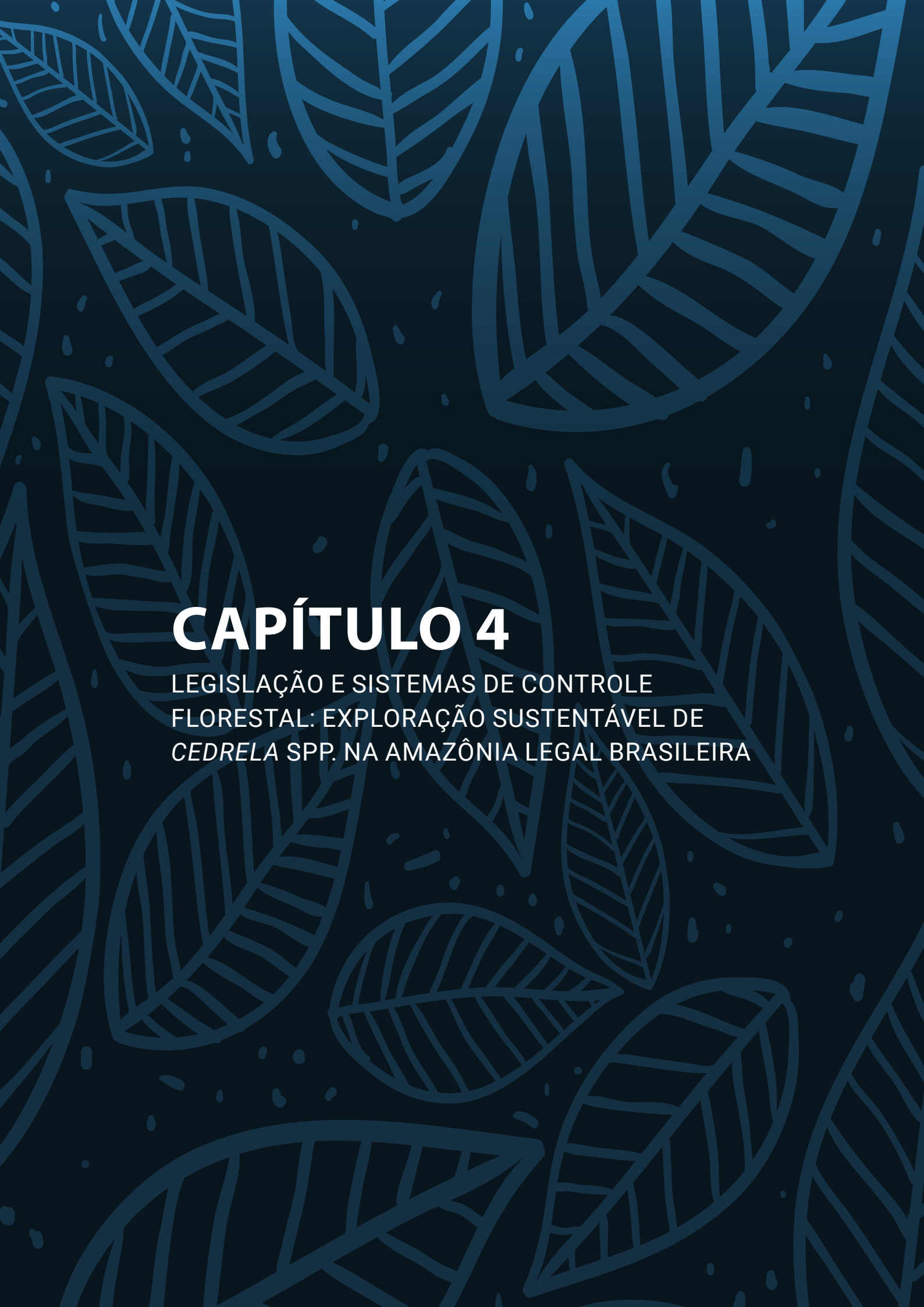
Schöngart, J. (2008). Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. *Forest Ecology and Management*, 256, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.037>

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
CEDRELA SPP. NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

Allan Jordani^{1,2}, Manolo Quintilhan², Yanka Alves², Ana Clara Domingos², José Guilherme Roquette³, Maria Luiza de Azevedo² e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024⁴

RESUMO

A legislação que regula a exploração sustentável de florestas no Brasil é fundamentada em princípios que buscam conciliar a conservação dos ecossistemas com o desenvolvimento sustentável. Para o monitoramento dos parâmetros estabelecidos legalmente, regulação da cadeia produtiva e integração das informações sobre o licenciamento, monitoramento e fiscalização dos recursos naturais, estabeleceram-se os sistemas de monitoramento e controle florestal. Assim, todas as etapas da cadeia produtiva podem ser avaliadas, desde a origem na floresta, por meio da análise da autorização da exploração, até as fases seguintes, como transporte, desdobro, industrialização das toras e comercialização dos produtos madeireiros. Essa ampla base de informações, da origem do produto florestal até o consumidor final, subsidia a gestão pública na compreensão da exploração e manejo florestal das espécies. Neste sentido, o manejo florestal sustentável é regido por um conjunto de normas que visam assegurar 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, na área de efetiva exploração, com diâmetro acima de 50 cm. Estes critérios de seleção de corte no manejo florestal sustentável foram construídos 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 *Cedrela* 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

-
- 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 abril de 2024

– UFs, fitofisionomias e categorias de manejo florestal ainda são raros e necessitam de maior aprofundamento. No presente capítulo, foi analisada a base de dados dos sistemas de monitoramento e controle florestal com mais de 2.500 autorizações de manejo florestal sustentável na Amazônia Legal, no período contemplado entre os anos de 2018 e 2023. Diante do complexo banco de dados, buscaram-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 Públicas, Comunitários e Privados. Os estados do Acre e Amazonas destacaram-se no maior número de árvores e volume inventariado de *Cedrela* spp., além de apresentarem os maiores volumes explorados e transacionados no período, sendo o Acre também o estado com maior volume autorizado total, seguido pelo estado do Pará. A análise nos estados do Pará e Mato Grosso foi limitada pela ausência de dados completos. Em relação aos tipos de vegetação, Florestas Ombrófilas Abertas no Amazonas e Acre apresentaram a maior densidade e volume médio de *Cedrela* spp. Entre as categorias de manejo, as propriedades privadas lideraram no número de árvores destinadas à exploração, especialmente no Amazonas. Verificou-se diferença significativa entre a intensidade de exploração efetiva de *Cedrela odorata*, espécie predominante do gênero *Cedrela*, na comparação entre Manejo em Floresta Pública, com percentual do volume médio explorado equivalente a 35% do autorizado, e Manejo Privado, com exploração média de 79% do volume 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 monitoramento e controle da cadeia produtiva florestal fornecem dados estratégicos para identificar regiões e categorias de manejo sustentável onde há maior ocorrência, volume e exploração de *Cedrela* spp., potencializando a tomada de decisão e a elaboração de políticas públicas.

Palavras-chave: Sistemas de monitoramento e controle florestal; Sinaflor; manejo florestal; cedro.

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 4.771/65 (Brasil, 1965), a exploração de florestas nativas, sejam primárias ou secundárias, deve ser realizada exclusi-

vamente por meio de um Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS. 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, do Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama e do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, por meio da Lei nº 6.938/81 (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 a 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 devem garantir 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 quase a totalidade dos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS se encontra, e há alta demanda por espécies de maior valor comercial, como as do gênero *Cedrela*, 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 dificultam a rastreabilidade completa dos produtos florestais (Brasil, 2020).

No Brasil, as práticas de manejo florestal são organizadas em categorias que refletem tanto os tipos de posse da terra quanto os objetivos de exploração, e incluem: Manejo em Florestas Públicas, frequentemente realizado por meio de Concessões em Unidades de Conservação de Uso Sustentável, Manejo em Propriedades Privadas, que ocorre em terras de domínio particular, e Manejo Florestal Comunitário, voltado para comunidades locais, como as populações tradicionais de reservas extrativistas e assentamentos rurais. Os Planos de Manejo também são classificados quanto aos métodos de extração de madeira, dividindo-os nos que preveem a utilização de máquinas para o arraste de toras, denominados de “Plenos”, e aqueles que não se utilizam deste tipo de maquinário nas operações de extração, classificados como de “Baixa Intensidade”. Cada uma dessas categorias apresenta características específicas, que ainda carecem de uma avaliação mais aprofundada 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 contemplam mais de 95% das árvores de *Cedrela* 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 *Cedrela* 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 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 4.771/65 (Brasil, 1965), estabeleceu princípios fundamentais para a conservação das florestas em todo o território nacional, princípios que foram mantidos na Lei de Proteção da Vegetação Nativa, nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), que a substituiu. A partir da promulgação da Política Nacional de Meio Ambiente, por meio da Lei nº 6.938/81 (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 a 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 Federal 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 sustentável 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 6.938, 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 as secretarias ambientais estaduais e municipais. O Conama tem, dentre outras, 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. 19, 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, dos estados e dos municípios para exercer a gestão dos recursos ambientais no âmbito de suas atribuições.

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

Em se tratando especificamente do Manejo Florestal Sustentável, uma das definições mais consolidadas, trazida inicialmente com a Portaria Ibama nº 48/1995 (Brasil, 1995), o conceitua como a *“administração de floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de*

sustentação do ecossistema, objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal". O mesmo conceito é apresentado na Lei de Gestão de Florestas Públicas (Brasil, 2006), e deixa claro que para ser sustentável, o manejo deve ser economicamente viável, ecologicamente correto e socialmente justo, garantindo a conservação dos ecossistemas florestais e o uso sustentável e contínuo dos seus recursos.

1.2. Normativas Federais

A Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), denominada Lei de Proteção da Vegetação Nativa – LPVN, publicada em substituição ao Código Florestal, Lei nº 4.771/1965 (Brasil, 1965), trata em seu artigo 31 da exploração de florestas nativas e formações sucessoras, de domínio público ou privado, condicionando-a ao licenciamento e aprovação do PMFS, que *contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme*. Nos termos da lei, o PMFS deve obrigatoriamente conter, dentre outros parâmetros, os seguintes fundamentos técnicos e 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**
- 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 seus parâmetros.

Em nível técnico-procedimental, a Instrução Normativa MMA nº 05/2006 (MMA, 2006b), estabelece os parâmetros técnicos mínimos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS com fins madeireiros na Amazônia Legal, na esfera federal. Com o advento da descentralização da gestão

florestal e a definição das competências dos estados para normatização de PMFS, a Resolução Conama nº 406/2009 (Brasil, 2009) definiu os parâmetros basilares a todos os entes públicos responsáveis pela análise e autorização da exploração madeireira sustentável, ainda que os estados, como entes responsáveis pela gestão em florestas privadas e concessões de florestas estaduais, tenham autonomia para estabelecerem critérios técnicos de manejo mais restritivos.

O ciclo do manejo florestal no Brasil é caracterizado como policíclico, o que significa que as áreas florestais são manejadas em ciclos múltiplos e contínuos, em vez de uma única colheita. Esse sistema é projetado para garantir a sustentabilidade a longo prazo dos ecossistemas florestais. Neste contexto, cabe destacar alguns instrumentos nas etapas de planejamento e execução da atividade, fundamentais para garantir os objetivos relacionados à sustentabilidade da exploração. Assim, apenas uma porção da unidade de manejo florestal concedida é manejada anualmente, respeitando o ciclo de corte estabelecido, que varia entre 25 e 35 anos na Amazônia para PMFS Pleno. O PMFS deve conter as informações de toda a área a ser explorada ao longo dos ciclos de corte, além de estimativa de estoque volumétrico obtida por meio de inventário florestal amostral, caracterização do meio biótico e abiótico, entre outras informações.

Para cada área a ser explorada anualmente deve ser apresentado o Plano Operacional 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.

Dentre os principais parâmetros técnicos apresentados na IN MMA nº 05/2006 (MMA, 2006b) e Resolução Conama 406/2009, em síntese destacam-se:

- a) A estimativa da produtividade anual da floresta manejada para o grupo de espécies comerciais igual a 0,86 m³/ha/ano para PMFS com uso de máquinas para arraste de toras, quando não houver estudos para a área;**
- b) Ciclo de corte inicial de no mínimo 25 anos e de no máximo 35 anos para o PMFS que prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras e de, no mínimo, 10 anos para o PMFS que não utiliza máquinas para o arraste de toras;**

c) Inventário Florestal a 100%: 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;

d) Estimativa da capacidade produtiva da floresta, definida pelo estoque comercial disponível (m^3/ha), com a consideração dos resultados do inventário florestal da Unidade de Manejo Florestal – UMF, e dos critérios de seleção de árvores para o corte previstos no PMFS;

e) Intensidade de corte, relacionada ao volume comercial das árvores derrubadas para aproveitamento, estimada por meio de equações volumétricas previstas no PMFS e com base nos dados do inventário florestal a 100%, expresso em metros cúbicos por unidade de área (m^3/ha) de efetiva exploração florestal, calculada para cada unidade de trabalho – UT, equivalente a $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ para o PMFS que prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras, e $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ para o PMFS que não utiliza máquinas para o arraste de toras;

f) Manutenção de pelo menos 10% do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA que atendam aos critérios de seleção para corte indicados, como porta-sementes, respeitados o limite mínimo de manutenção de três árvores por espécie por 100 ha (cem hectares), em cada Unidade de Trabalho – UT; e

g) Manutenção de árvores de corte, cuja abundância seja igual ou inferior a três árvores por 100 ha de área de efetiva exploração da UPA, em cada UT.

A normativa estabelece ainda em seu art. 6º o Diâmetro Mínimo de Corte - DMC de 50 centímetros para todas as espécies, para as quais ainda não se estabeleceu o DMC específico (MMA, 2006b). O ciclo de corte, DMC e 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 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 os nomes científicos e nomes vulgares praticados na UMF (MMA, 2006b).

Quando se trata de espécies classificadas como “vulneráveis” na Lista Nacional de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, Portaria MMA nº 443/2014

(Brasil, 2014), como no caso da *Cedrela fissilis* e *C. odorata*, objetos deste NDF, sua exploração fica condicionada às seguintes restrições:

- I. não ser objeto de proibição em normas específicas, incluindo atos internacionais;**
- II. estar em conformidade com a avaliação de risco de extinção de espécies;**
- III. existência de dados de pesquisa, inventário florestal ou monitoramento que subsidiem tomada de decisão sobre o uso e conservação da espécie; e**
- IV. adoção de medidas indicadas nos Planos de Ação Nacionais para Conservação de Espécies Ameaçadas – PAN, quando existentes.**

Para fins de manejo florestal destas espécies, deve-se observar ainda critérios adicionais, estabelecidos pela IN MMA nº 01/2015 (MMA, 2015):

- I. manutenção de, pelo menos, 15% (quinze por cento) do número de árvores como porta-sementes, 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 UT; e**
- II. manutenção de todas as árvores das espécies cuja abundância de indivíduos com Diâmetro Acima do Peito – DAP (1,30m) 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.**

A Tabela 1 traz um breve histórico de normativas federais legais e infralegais relacionadas à exploração mediante Plano de Manejo Florestal Sustentável, a partir de 2002, passando pela descentralização da competência do Ibama para os órgãos ambientais estaduais em 2006, bem como a promulgação da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) em substituição ao código florestal de 1965 (Brasil, 1965).

Tabela 1. Histórico de normativas federais e infralegais para Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS.

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

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

Como principal aspecto em análise, observa-se que as normas vigentes até então tinham como principal paradigma a garantia da sustentabilidade média da floresta manejada, refletindo as condições e os contextos socioambientais 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 espé-

cies classificadas como vulneráveis do MMA representam um avanço importante para esta nova ordem da sustentabilidade.

Além disso, as normativas federais passaram a ser revistas e ajustadas, 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 conservação das espécies, a correta identificação, a caracterização do volume de comércio legal e ilegal, e a 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, no mínimo, 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; e
- **Manejo Florestal de Baixa Intensidade:** Não prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras, com ciclo de corte de, no mínimo, 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 humano 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; e
- **Manejo Florestal Comunitário** – ocorre em UCs 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. 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 uma das principais atividades econômicas.

Em que pese serem legalmente instituídas com a finalidade de garantir a autodeterminação, a autonomia e a proteção dos direitos dos povos indígenas, as Terras Indígenas - TI 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 florestas públicas no território nacional e respectiva classificação de uso com última atualização em 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).

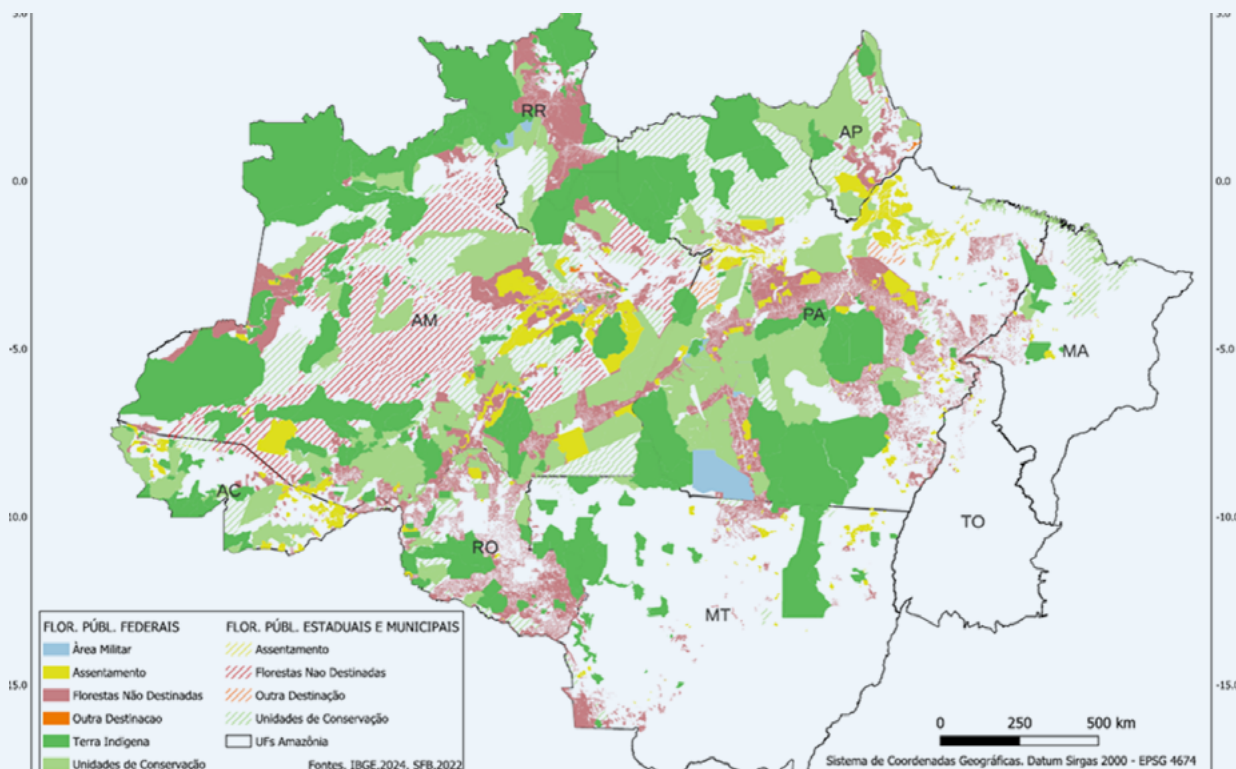


Figura 1. Mapeamento do Cadastro Nacional de Florestas Públicas no bioma amazônico, atualizado em 2022.

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 *Cedrela* 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, ao setor madeireiro e a 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 rea-

lizar 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.

Assim, 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 de Altamira, no Pará.

Já as concessões florestais estaduais são administradas pelos governos estaduais e aplicadas em florestas de domínio dos estados. Cada estado tem autonomia para estabelecer suas próprias regras e políticas, desde que respeitem a legislação nacional. As concessões estaduais tendem a ser menores em escala e são aplicadas em florestas estaduais. Estados como o Pará, Amazonas e Acre lideram essas iniciativas.

1.4. Manejo Florestal Comunitário – MFC

A Lei de gestão de florestas públicas previu em seu artigo 6º que antes da realização das concessões florestais, as florestas públicas ocupadas ou utilizadas por comunidades locais seriam identificadas para a destinação, pelos órgãos competentes, por meio da 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. 189 da Constituição Federal e das diretrizes do Programa Nacional de Reforma Agrária.

O Decreto Federal nº 6.874/2009 (Brasil, 2009a), revogado pelo Decreto 10.180/2021, considerava o manejo florestal comunitário e familiar como a execução de planos de manejo realizados 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 sociais, econômicas e ambientais das populações tradicionais beneficiárias.

Atualmente no âmbito da esfera federal, cabe ao ICMBio a competência para gestão de PMFS Comunitários em UCs federais de uso sustentável, e ao Ibama a mesma competência em assentamentos florestais e agroextrativistas em terras da União, enquanto os órgãos ambientais estaduais cumprem tal prerrogativa em nível das UCs estaduais e assentamentos em terras originárias do Estado. Destaca-se que o MFC segue as mesmas diretrizes e princípios regulamentares ambientais para execução do manejo florestal privado/empresarial e sua diferenciação se restringe à titularidade da terra e respectivo direito de uso dos seus recursos naturais renováveis. Embora os parâmetros de manejo florestal de baixa intensidade possam ser aplicados ao Manejo Comunitário, não há necessariamente uma relação direta entre estas categorias, havendo também PMFS Comunitários e Plenos, 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 à exploração em áreas privadas, representando 96% do total, enquanto apenas cerca de 4% estão relacionados a Manejos Comunitários ou em Florestas Estaduais.

Admite-se a exploração econômica da Reserva Legal exclusivamente mediante Manejo Florestal Sustentável de acordo com a Lei de 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 a 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 2).

Tabela 2. 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 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.

Unidade Federativa	Norma	Ementa
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.
RO	Decreto nº 23.481, de 28 de dezembro de 2018 (Roraima, 2018)	Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável nas florestas primitivas e suas formas de sucessão no Estado de Rondônia e dá outras providências.

Em face 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 *Cedrela*.

Acre

No estado do Acre, a Resolução Conjunta CEMACT/CFE nº 003/2008 (Acre, 2008) prevê vistoria prévia na segunda UPA a ser explorada no Plano de Manejo, com o devido monitoramento da exploração na primeira unidade de produção explorada.

O procedimento estadual ainda estabelece a necessidade de revisão do Plano

de Manejo pelo órgão ambiental estadual a cada 5 anos.

Amazonas

A resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Amazonas – CEMAAN nº 35, de 19/01/2022 (Amazonas, 2022), que trata de procedimentos técnicos para PMFS, estabelece a intensidade máxima de corte de 25 m³/ha para PMFS pleno, com ciclo de corte de 25 anos, enquanto para os PMFS de baixa intensidade são autorizados até 10 m³/ha em ciclos de até 12 anos para corte.

A norma ainda dispõe de parâmetros de sustentabilidade específicos para espécies incluídas nos anexos da Cites, devendo ser mantidas um mínimo de 15% de porta-sementes, relacionadas ao número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da Unidade de Produção Florestal - UPF, que atendam aos critérios de seleção para corte indicados no PMFS, respeitado o limite mínimo de manutenção de quatro árvores por espécie, proporcionais para cada 100 ha (cem hectares) de UT.

Outro critério específico nas normas do estado do Amazonas se refere à necessidade de que as árvores classificadas como porta-sementes sejam distribuídas ao longo das classes diamétricas de DAP.

Mato Grosso

No estado do Mato Grosso, o Decreto nº 1.313/2022 (Mato Grosso, 2022) regulamenta a gestão florestal no estado, estabelecendo, dentre os parâmetros gerais, alguns critérios de sustentabilidade mais restritivos que a norma federal. Dentre estes, destaca-se o art. 37, que trata da necessidade de inclusão no Inventário Florestal 100% de todas as árvores comerciais com DAP acima de 30 cm, em contraste com a norma federal, cuja exigência é de 40 cm no geral. O mesmo artigo, em seu parágrafo primeiro, estabelece, além de 10% de porta-sementes, a obrigação de manutenção de 10% das árvores remanescentes por espécie, sadias e com qualidade de fuste reto, respeitados o limite mínimo de manutenção de três árvores por espécie por 100 ha, em cada UPA.

A norma estadual estabelece ainda que qualquer espécie que apresentar densidade inferior a 5 (cinco) árvores por 100 ha será considerada rara, ficando vedada a sua extração.

Pará

No estado do Pará, a Instrução Normativa nº 05, de 10 de setembro de 2015 (Pará, 2015), dispõe sobre os procedimentos técnicos de análise de PMFS. Destaca-se o limite para exploração do Manejo Florestal mediante Unidade de Produção Anual – UPA única, em áreas de até 500 hectares.

A normativa estadual também condiciona vistoria obrigatória nas UPAs antes de aprovação quando o volume a ser explorado por espécie excede o equivalente a 6 m³/ha por Unidade de Trabalho.

Como característica peculiar, o estado do Pará estabelece ainda um diâmetro máximo de corte por indivíduo a ser explorado, equivalente a 200cm, com intuito de reduzir os danos pelo impacto da queda, bem como formação de clareiras com a exploração.

Roraima

A resolução CEMA nº 3, de 25/11/2022 (Roraima, 2022), do Conselho Estadual de Meio Ambiente de Roraima, que define procedimentos de registro de reserva legal de propriedades rurais e posses no estado, define a possibilidade de que imóveis rurais que possuam manejo florestal já explorados tenham área de floresta em processo de regeneração convertidas para uso alternativo do solo ou supressão de vegetação^{5*}.

Embora não trate de normas relacionadas diretamente à condução do manejo florestal no estado, é importante destacar sua incompatibilidade em face dos critérios a serem estabelecidos para as explorações das espécies do gênero *Cedrela*, considerando os princípios de sustentabilidade necessários para garantir sua manutenção no habitat.

5 * Art. 13. Os imóveis rurais que possuem manejo florestal já executados, somente poderão converter a área do imóvel rural para uso alternativo do solo ou supressão de vegetação, desde que:

I - Retifiquem o Termo de Responsabilidade de Manutenção de Floresta Manejada.

§ 1º O detentor do plano de manejo deverá comprovar crédito de reposição florestal, através de relatório de declaração de corte do Sinaflor+ do plano de manejo já explorado a ser convertido.

§ 2º O detentor do plano de manejo executado anterior a implementação do Sinaflor+ deverá comprovar crédito de reposição florestal de 30m³ por hectares do plano de manejo já explorado a ser convertido.

§ 3º O detentor deverá apresentar inventário florestal referente ao percentual de área a ser convertida para uso alternativo do solo ou supressão conforme regulamentação vigente.

II - Fica vedada a renovação do Plano de Manejo Florestal. / III - Fica vedada a autorização para Uso Alternativo do Solo, Supressão de Vegetação e Plano de Manejo Florestal simultaneamente.

2. SISTEMAS FEDERAIS E ESTADUAIS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL (SINAFLO, DOF LEGADO, DOF+ RASTREABILIDADE, SIMLAM E SISFLORA)

A rastreabilidade em conjunto com a legalidade e a sustentabilidade compõem o tripé de 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 dentro do território nacional ou na remessa do produto para exportação.

Embora se depare com vários desafios na evolução dos mecanismos de controle, o Brasil está na vanguarda do uso de tecnologia para o monitoramento florestal, com a utilização de imagens de satélite e algoritmos de automação de análise dessas imagens que auxiliam na identificação de explorações de florestas nativas, no controle de volume de madeira por árvore explorada nas Unidades de Produção Anual dos Planos de Manejo, bem como a especificidade no monitoramento de transações destes produtos florestais.

Atualmente todas as operações realizadas nas autorizações de exploração, nos empreendimentos envolvidos e nas transações de compra e venda de madeira, devem refletir seus respectivos volumes e informações nos sistemas virtuais. Estas movimentações virtuais se concretizam por meio da transferência de créditos, que representam volume por espécie, entre os empreendimentos na cadeia produtiva da madeira.

O PMFS, origem da madeira nativa, após ser analisado e aprovado via procedimento administrativo do órgão ambiental competente, tem sua autorização emitida com respectivo volume por espécie, fundamentado nas estimativas apresentadas no inventário florestal 100%.

Todo desdobro também é acompanhado pela transformação no sistema, que reflete a redução do volume decorrente do aproveitamento da madeira, como por exemplo, tora sendo serrada para tábuas, vigas, caibros, entre outros produtos. Os percentuais de aproveitamento nos processos de serragem primária, denominados Coeficientes de Rendimento Volumétrico – CRV, que geralmente equivalem a 35%, conforme estabelecido pela Resolução Conama nº 474, de 6 de abril de 2016, podem ser alterados desde que sejam apresentados estudos técnicos pelos responsáveis técnicos dos empreendimentos, que comprovem a capacidade da serraria de acréscimo no aproveitamento da madeira.

Todas as operações decorrentes da produção física no pátio da indústria devem ser registradas também nos sistemas virtuais, garantindo um alto nível de controle pelos órgãos ambientais, situação que possibilita a detecção de atividades irregulares.

Nos últimos anos, os sistemas brasileiros passaram por uma grande evolução de paradigmas no monitoramento das florestas nativas. O controle, que até então se dava por volume consolidado por espécie em um Plano de Manejo, passou a se dar com a individualização do volume por cada árvore efetivamente 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, o detentor deve realizar a operação de traçamento de toras e/ou registro de exploração, momento em que o volume, juntamente com todas as informações relacionadas ao produto, são migrados para o Sistema DOF – SIS-DOF, responsável pelo controle de toda a cadeia produtiva da madeira, podendo chegar até a exportação, quando se utilizará a Plataforma de Anuência Única do Brasil – PAU Brasil.

Sinaflor

O Sinaflor integra informações de imóveis rurais, provenientes do Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, dados dos empreendedores e responsáveis técnicos, projetos e autorizações de exploração florestal e supressão de vegeta-

ção, 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 a definição de políticas públicas para a gestão florestal nacional.

O Sinaflor foi uma das principais fontes de dados para produção de conhecimento sobre as espécies do gênero *Cedrela* neste parecer, possibilitando a avaliação das áreas autorizadas, volume e número de indivíduos inventariados, constituindo-se em eixo central para avaliação da sustentabilidade da exploração do gênero na Amazônia.

No contexto da exploração sustentável mediante Planos de Manejo Florestal, é importante destacar que dois estados da região amazônica, Pará e Mato Grosso, se utilizam de sistemas próprios integrados ao federal, tanto para emissão de autorizações de exploração florestal, por meio do Sistema de Monitoramento e Licenciamento Ambiental - Simlam, quanto para o controle da comercialização de produtos florestais de origem nativa, pelo uso do Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais – Sisflora.

Cumprindo seu papel de gestor do Sinaflor e visando atender o estabelecido na 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 de tora, composta pelas mensurações dos diâmetros (base e topo), comprimento e 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 será de fato convertido 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 foram originalmente extraídas e o produto florestal oriundo da exploração autorizada pode ser rastreado até os limites do polígono da colheita. Portanto, 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 dos 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, iniciados no Sinaflor+, em todos os pontos da cadeia produtiva, foi implementado o Sistema DOF+ Rastreabilidade, em atendimento à Resolução Conama 497/2020 (Brasil, 2020).

O DOF+ Rastreabilidade foi instituído pela Instrução Normativa Ibama 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 objetivo de aprimorar o sistema DOF em funcionamento desde o ano de 2006 e melhorar o controle da cadeia produtiva florestal em nível nacional por meio dos mecanismos de rastreabilidade, que possibilitam identificar a origem dos produtos florestais madeireiros brutos e processados, por meio do código de rastreio, que acompanha o produto desde a origem, no Sinaflor, até seu consumo final.

Importante ressaltar que as tratativas para migração de dados de origens e créditos 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, a saber: Rondônia, Amazonas, Acre, Amapá, Roraima e Tocantins.



Figura 2. Fluxograma que relaciona todas as etapas de monitoramento da cadeia produtiva pelos sistemas Sinaflor, Sinaflor+ e DOF+, adotados pelos estados da Amazônia Brasileira, com exceção de Mato Grosso e Pará, que possuem sistemas próprios.

Para fins de exportação, utiliza-se ainda a Plataforma de Anuência Única do Brasil – PAU Brasil, 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 inseridos 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, colem, 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 dos sistemas 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, foram 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 1º 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 (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, com fundamento no Decreto Estadual nº 2.596, de 31 de agosto de 2022 (Pará, 2022), que regulamenta o cadastro das atividades florestais, o Sistema Estadual de Informações Ambientais e o transporte de produtos e subprodutos de origem florestal. Resta, 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.

2.3. Lacunas na Rastreabilidade

Embora o modelo de integração dos sistemas estaduais ao federal seja baseado em parâmetros estabelecidos pelas normativas estabelecidas pela União, ainda há lacunas a serem preenchidas, principalmente quanto aos dados inerentes à etapa exploratória dos empreendimentos e as informações de romaneio das árvores autorizadas para corte. Estas informações geradas no Simlam e Sisflora do Pará e do Mato Grosso não são disponibilizadas no Sinaflor, ocasionando um lapso, a nível nacional, dos novos paradigmas relacionados ao controle em nível de indivíduo explorado na floresta.

Esta lacuna de dados traz consigo um desafio no uso do sistema federal como ferramenta única de produção de conhecimento para compreensão das florestas nativas, bem como as várias especificidades envolvidas na sua exploração sustentável, especialmente considerando que esses são os dois estados com a maior participação na exploração de madeira nativa do país.

Quanto ao estado do Pará, apesar do seu pioneirismo na implementação de mecanismos de rastreabilidade da cadeia produtiva da madeira nativa, seus sistemas possuem uma lacuna de informações que merece considerações especí-

ficas. Toda a análise e emissão da Autorização de Exploração Florestal – AUTEF de PMFS, com respectivo volume por espécie autorizado, é baseada nos dados do Inventário Florestal 100% – IF100% apresentado no âmbito do processo de licenciamento, que contém informação de volume estimado, espécie e georreferenciamento por indivíduo, entre outros parâmetros. Entretanto, após o corte dos indivíduos, a apresentação do romaneio das toras na fase de exploração, que funciona como mecanismo de liberação dos créditos madeireiros, não guarda relação com os dados do IF100%, diferente do que ocorre no Sinaflor/DOF e Sisflora-MT.

Isto significa que, tanto os volumes individualizados das árvores na fase de inventário, quanto a localização geográfica de cada indivíduo, não são levados em consideração na emissão das Guias Florestais que acompanham a transação do PMFS até o primeiro destino, para o desdobro primário. Os únicos parâmetros limitantes reguladores nesta fase da cadeia produtiva estão relacionados à espécie e ao volume total autorizado, que é estimado a partir de variáveis de DAP e Altura, e que contém erros inerentes ao método de mensuração. O sistema do Pará, portanto, não leva em consideração o número de árvores autorizadas para corte. Esta lacuna abre brecha para a substituição de árvores dentro do próprio Plano de Manejo, ao mesmo tempo em que pode permitir o acobertamento de madeira explorada ilegalmente de áreas próximas, que se utilizariam do volume sobressalente da autorização.

3. EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE *CEDRELA* SPP. NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

Para a avaliação da exploração das espécies de *Cedrela* 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.

Com relação às 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 3). 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 deficiência na integração das bases estaduais de MT e PA. Ao avaliar a exploração de *Cedrela* 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 3. Dados dos sistemas de controle florestal categorizados por avaliação, informação, área de abrangência e número de autorizações analisadas para as espécies *Cedrela odorata* e *C. fissilis*.

Avaliação	Informação	Área de abrangência	N. de autorizações
1	Volume e área total autorizados.		
	Volume médio: autorizado, explorado e transacionado.	Unidades Federativas – UF.	2538
	Informação em nível de volume por espécie e área autorizada total (ha).		
2		Unidades Federativas – UF.	
	Número e volume médio de árvores inventariadas.	Fitofisionomias;	615
	Informação em nível de árvore por espécie e área de efetivo manejo (ha).	Categorias de Manejo Florestal.	
3	Intensidade de exploração efetiva por categoria de manejo.	Categorias de Manejo Florestal.	351
	Informação em nível de volume de árvore por espécie.		

3.1. Avaliação 1 – Exploração Sustentável de *Cedrela* 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 4).

Tabela 4. 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	
	área (ha)	%	área (ha)	%
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 5 apresenta as áreas 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 *Cedrela odorata*, espécie que representa aproximadamente 98% do volume explorado do gênero, enquanto *Cedrela fissilis* apenas 2%.

Tabela 5. 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 *Cedrela odorata*.

Estados	Sob regime de PMFS (ha)	PMFS com exploração de <i>Cedrela 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 %

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 *Cedrela 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.

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, verifica-se que o estado do Acre se destaca como a unidade federativa com maior produção autorizada para *Cedrela odorata*, com mais de 60 mil m³ autorizados, seguido pelo Pará com quase 40 mil m³ e Amazonas com pouco mais de 25 mil m³ (Figura 4). Foram identificados volumes de explorações de *Cedrela fissilis* autorizados apenas nos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia.

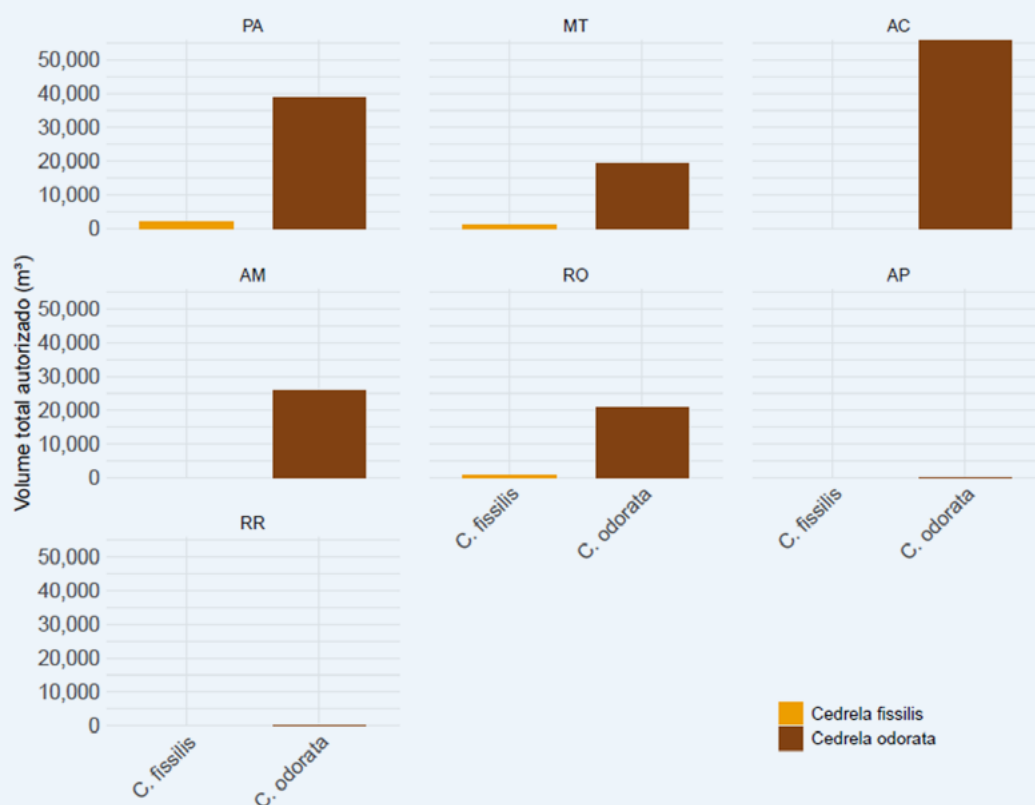


Figura 4. Volume total autorizado (m³) de *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* por unidade federativa – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal. Autorizações Plano Operacional Anual – POA Amazônia Legal Pleno e Baixa Intensidade, período entre 2018 e 2023.

Os volumes autorizados, explorados e transacionados médios por área autorizada para o gênero *Cedrela* spp. ao longo das unidades federativas da Amazônia Legal são observados na Figura 5. Os estados do Amazonas, Mato Grosso e Acre, destacam-se respectivamente como os estados com maior volume autorizado médio para *Cedrela* spp., em torno de 0,40-0,55 m³/ha. Os maiores volumes explorados e transacionados médios por hectare são observados no Amazonas (cerca de 0,45 m³/ha) e no Acre (em torno de 0,25 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 Acre destacaram-se, com cerca de 30-60% de exploração do volume autorizado. Para o Amapá dados de exploração e transação de *Cedrela* spp. não foram observados.

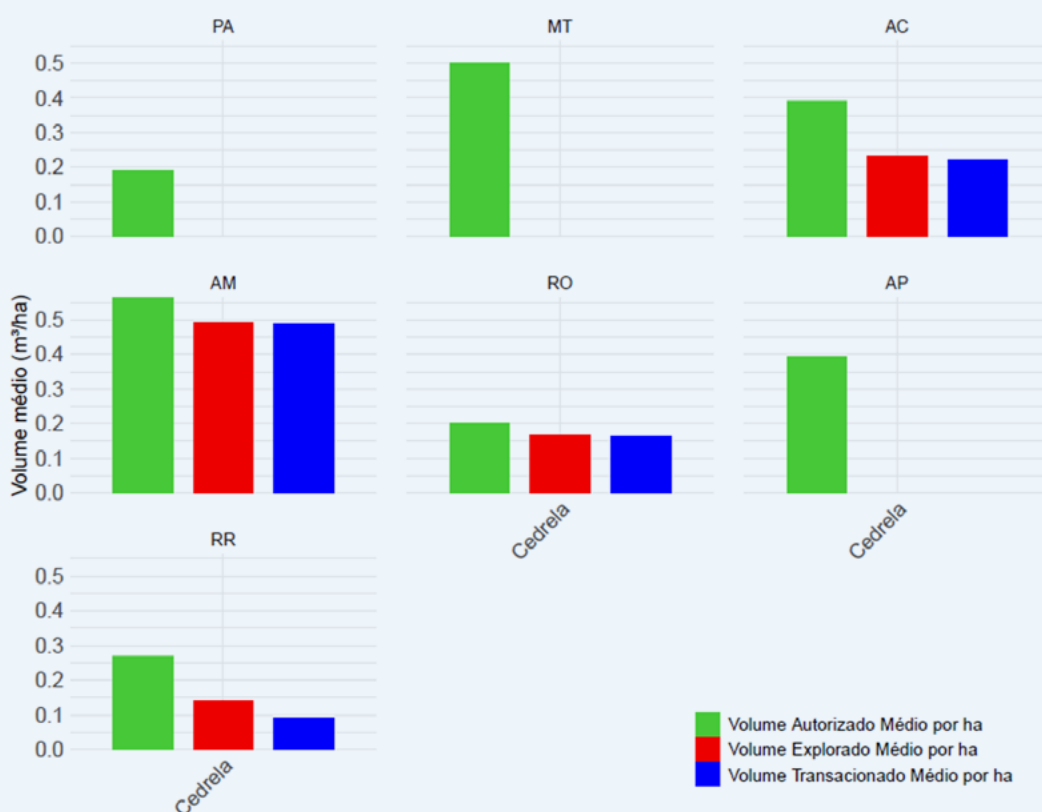


Figura 5. Volume médio: autorizado, explorado e transacionado por hectare (área autorizada) de *Cedrela* spp. por unidade federativa – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal. Autorizações Plano Operacional Anual – POA Amazônia Legal Pleno e Baixa Intensidade, período entre 2018 e 2023. Dados parciais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

É importante destacar ainda que, segundo os dados dos Sistemas de Controle Florestal, a exploração de *Cedrela* spp. ocorre majoritariamente em FOA, com 77% dos PMFS, em comparação a FOD, responsável por 20% dos PMFS, sendo os 3% restantes distribuídos em outros tipos vegetacionais e/ou em áreas de contato.

3.2. Avaliação 2 – Exploração Sustentável de *Cedrela* spp.: 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, foram utilizadas as bases do Sinaflor. Uma maior concentração de PMFS com as espécies de *Cedrela* foi observada em Propriedades Privadas (83%), principalmente no estado de Rondônia. Florestas Públicas representaram cerca de 11% do número total dos PMFS, e o Comunitário 6% (Figura 6).

Para o levantamento do número de árvores e volume médio de *Cedrela* spp. por hectare em área de efetivo manejo foram integrados 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, foi realizada uma amostragem aleatória simples, onde 650 autorizações foram selecionadas ao longo das unidades federativas da Amazônia Legal Brasileira, totalizando mais de 30.000 árvores (Tabela 6). Assim, informações florestais em nível de UF, fitofisionomia, categorias de manejo florestal e categoria de árvore inventariada foram utilizadas. Contudo, mesmo nesse recorte de 650 autorizações, os dados disponíveis são parciais para Pará e Mato Grosso, contendo apenas florestas públicas para o PA, e indisponibilidade da categoria de árvore inventariada para o MT.

Tabela 6. 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	11519
AM	199 / 100	7367
AP	188 / 58	74
MT	387 / 30	881
PA	766 / 52	4184
RO	504 / 332	5944
RR	41 / 37	211

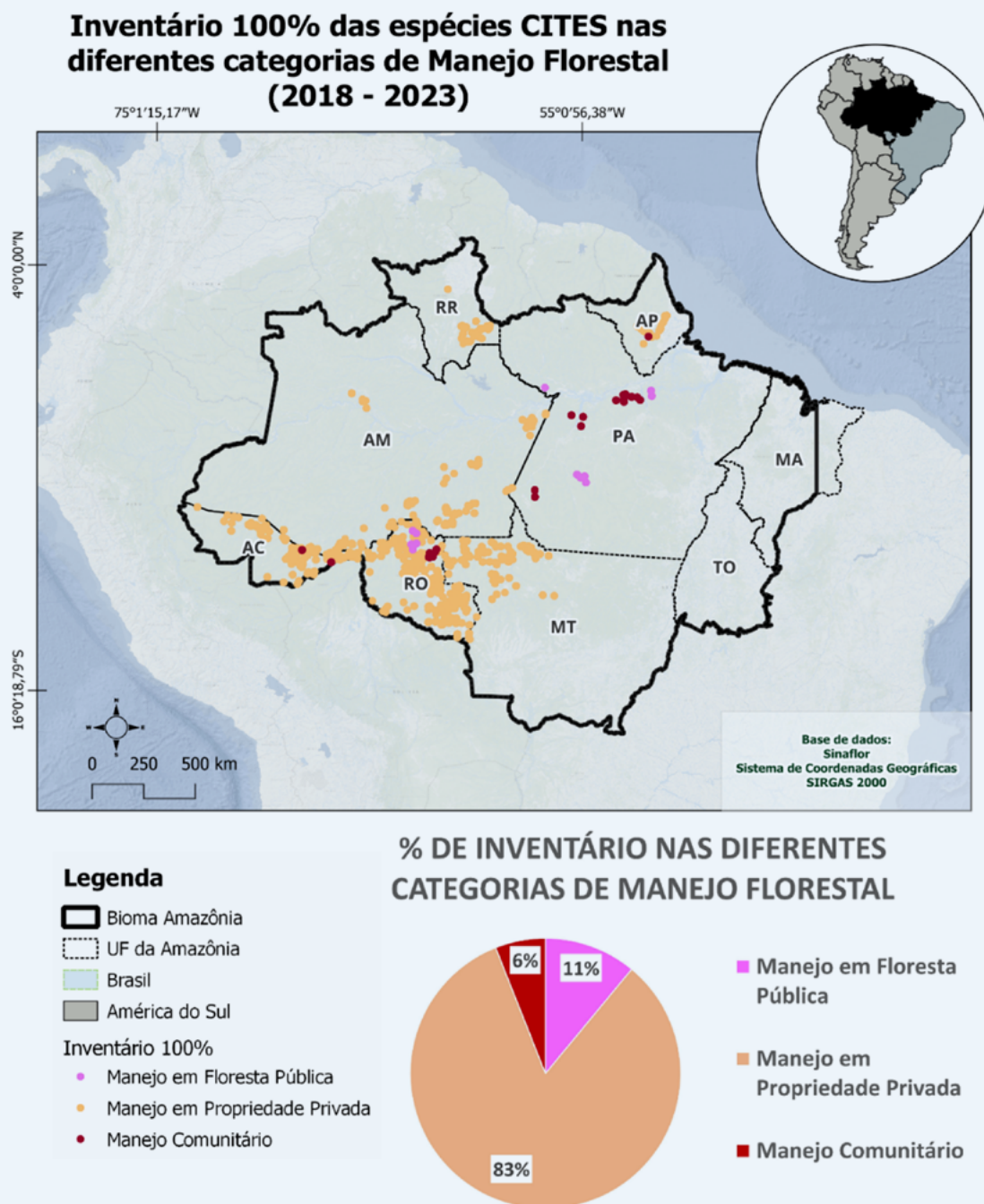


Figura 6. Localização do inventário florestal dos planos de manejo florestal sustentável – PMFS na Amazônia Legal, de acordo com a sua categoria de manejo florestal: Manejo em Floresta Pública, Manejo em Propriedade Privada, e Manejo Comunitário. Para o estado do Pará, informações apenas das Florestas Públicas e de Manejo Comunitário.

Para a avaliação 2, além das Unidades Federativas, foram realizadas 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 95% do total de árvores manejadas de *Cedrela* spp. ocorre nessas fitofisionomias, sendo 77% em FOA e 20% em FOD.

III. árvores inventariadas: A explorar, Porta-sementes e Remanescentes, e Substituídas.

Para o recorte amostrado, observou-se maior número de árvores e volume médio de *Cedrela* spp. por hectare nos estados do AC, AM e RO, com cerca de 0,12-0,20 árvores por ha (Figura 7). Os estados de MT e AP apresentaram os volumes mais altos em FOD e RR em FOA ($\sim 0,4 \text{ m}^3/\text{ha}$), em relação a um número relativamente baixo de árvores por hectare, indicando árvores de maiores dimensões nestas localidades. Para FOD, os menores valores de número médio de árvores por hectare, cerca de 0,03 (n/ha), e volume médio por hectare, com $0,18 \text{ m}^3/\text{ha}$ foram observados nos estados do Pará e Roraima (Figura 7).

Ao longo das fitofisionomias avaliadas, tanto FOA como FOD no Acre destacaram-se com o maior número médio de árvores por hectare, cerca de 0,2 (n/ha) (Figura 7). Exceto por RO, no geral, observou-se maior número médio de árvores em FOA do que em FOD. O maior volume médio por hectare em FOA foi observado em Roraima ($0,42 \text{ m}^3/\text{ha}$), enquanto em FOD, em Mato Grosso ($0,40 \text{ m}^3/\text{ha}$). No geral, os menores valores de número de árvores e volume médio por hectare foram observados em FOD nos estados de Roraima e Pará, com cerca de 0,03 árvores por hectare e $0,08 \text{ m}^3/\text{ha}$.

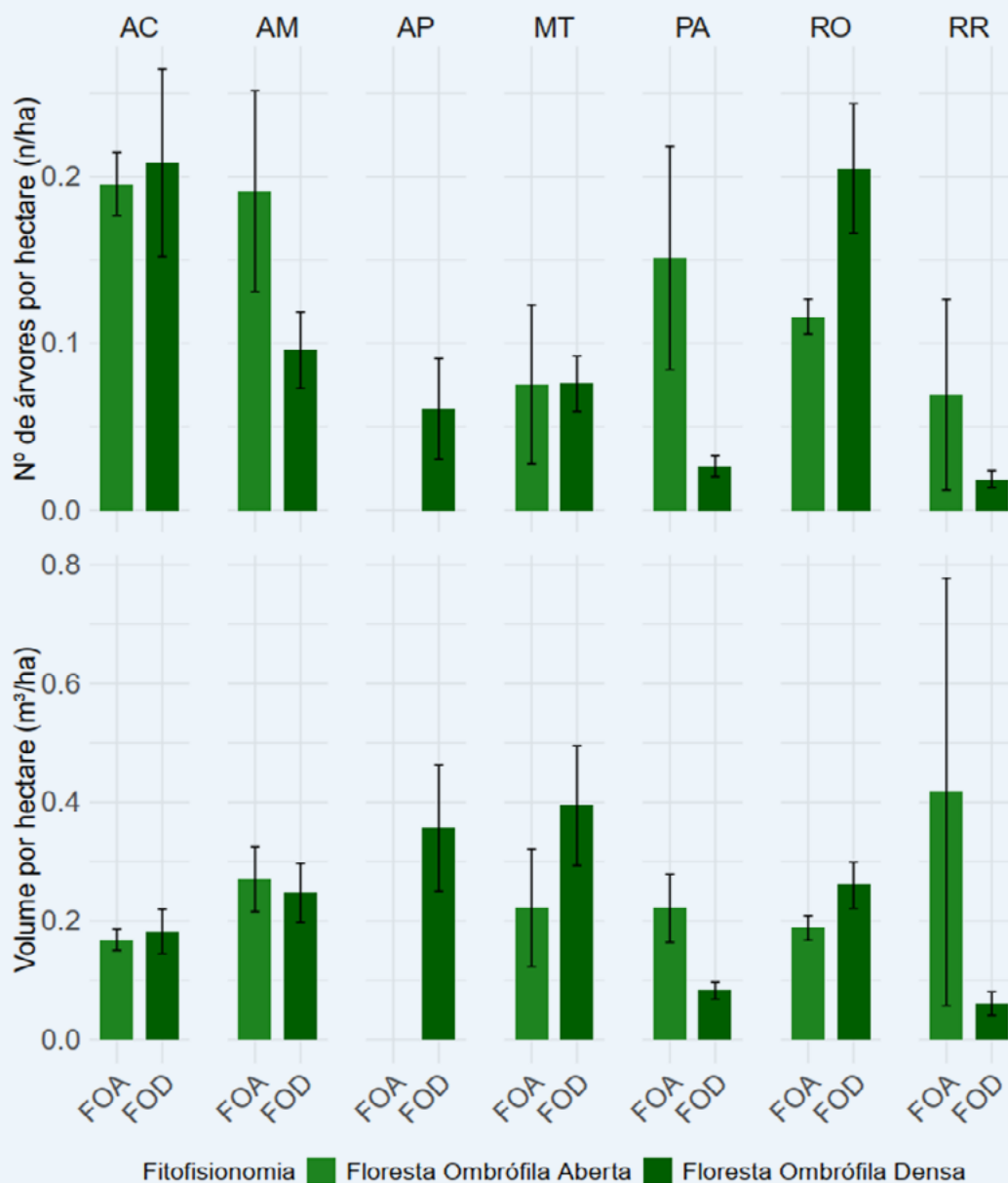


Figura 7. Número médio de árvores (com erro padrão da média) por hectare (área de efetivo manejo) nas duas principais fitofisionomias inventariadas de *Cedrela* spp. por autorização ao longo das unidades federativas - UF dos estados que compõem a Amazônia Legal, no período de 2018-2023 (n=650). As autorizações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

Para avaliação da qualidade dos inventários florestais ao longo das Unidades Federativas da Amazônia Legal e Categorias de Manejo Florestal, analisou-se a distribuição das árvores inventariadas em diferentes categorias. Conforme Figura 8, as três categorias avaliadas foram: i) A explorar, ii) Porta-sementes e Remanescentes, e iii) Substitutas. Os valores mais altos de árvores na categoria “A

explorar” foram observados em manejos realizados em propriedades privadas, com destaque para o estado do Amazonas, com cerca de 0,15 árvores/ha. Em contraste, o menor valor foi encontrado nas florestas públicas de Rondônia, com média de 0,02 árvores/ha. Além disso, o manejo em florestas públicas apresentou o balanço mais equilibrado entre árvores “Porta-sementes e Remanescentes” e “A explorar”. Para essa categoria comumente houve um maior número de árvores “Porta-sementes e Remanescentes” do que “A explorar”.

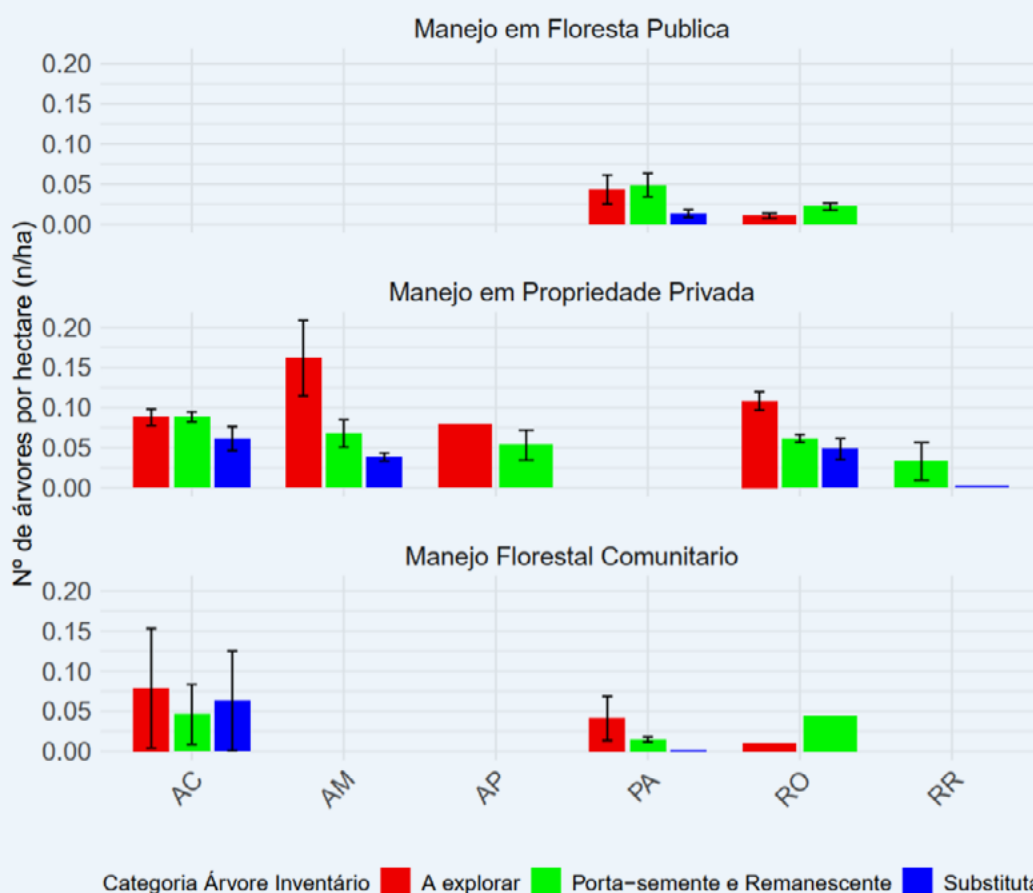


Figura 8. Número médio de árvores (com erro padrão da média) por hectare (área de efetivo manejo) inventariadas de *Cedrela* spp. por autorização ao longo das unidades federativas – UF dos estados que compõem a Amazônia Legal, no período de 2018-2023 (n=650). As autorizações amostradas para o Pará são restritas a Florestas Públicas.

3.3. Avaliação 3 – Exploração de *Cedrela* 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 das toras 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.

Desta forma, a intensidade efetiva de exploração média de *Cedrela odorata* foi avaliada a partir de 351 autorizações de exploração florestal emitidas entre 2018 e 2023. Essas autorizações, devidamente categorizadas nas três categorias de manejo, foram extraídas diretamente do painel de monitoramento interno no Ibama. 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 as autorizações selecionadas, 289 foram provenientes de manejo em áreas privadas, 42 de manejo em florestas públicas e 20 de manejo comunitário. A escolha exclusiva de *C. odorata* para esta análise deve-se à sua maior representatividade no manejo florestal, em comparação com outras espécies do gênero, nas diferentes categorias de manejo. A relação entre o volume inventariado e o volume efetivamente explorado foi estabelecida para essa espécie nas três categorias de manejo.

O manejo em florestas públicas destacou-se como a categoria em que a intensidade efetiva de exploração média por autorização é a menor, com cerca de 35%, seguido pelo manejo comunitário, com 52%, e o manejo em propriedades privadas, com 79%. Os dados das categorias de árvores inventariadas e intensidade de exploração efetiva reforçam o menor impacto do manejo em florestas públicas em relação as demais categorias, conforme observado nas Figuras 7 e 8. Portanto, comparado aos outros tipos de manejo, indicam uma menor pressão sobre as populações de *Cedrela* spp. (Figura 9).

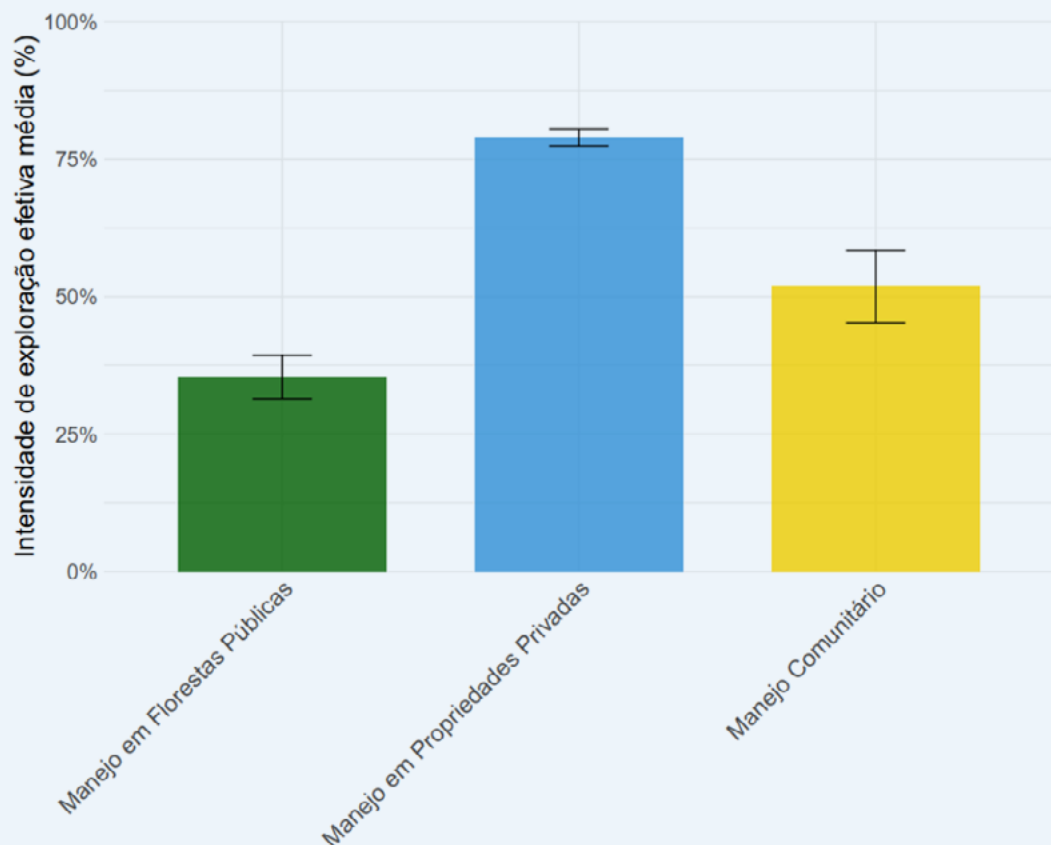


Figura 9. Intensidade de exploração efetiva média de *Cedrela odorata* por Categoria de Manejo Florestal Sustentável na Amazônia Legal. Autorizações Plano Operacional Anual – POA Amazônia Legal Pleno e Baixa Intensidade, período entre 2018 e 2023. Dados parciais para o estado do PA e ausentes de MT.

Um dos fatores que podem justificar a diferença na intensidade de exploração efetiva dos MFS em florestas públicas tem a ver com os mecanismos de cobrança envolvendo as áreas da União. As etapas no processo de concessão florestal envolvem a definição das áreas e elaboração de estudos técnicos, edital de licitação, consulta pública, concorrência e assinatura de contrato. Dentre o repasse de recursos pelo concessionário como pagamento pelo direito de exploração, há a cobrança pelos créditos madeireiros a serem comercializados, situação que influencia diretamente na estratégia operacional do empreendimento. A exploração de fustes com qualidade duvidosa torna-se inviável economicamente, assim como árvores ocas. O balanço econômico acaba por influenciar diretamente o número de indivíduos remanescentes das espécies, comumente muito maior do que o definido no projeto de exploração, em atendimento aos parâmetros normativos de sustentabilidade.

Já os planos de manejo florestal autorizados em domínio privado são regidos pela lei de oferta e demanda de contratos particulares. Um detentor do PMFS

explora uma área autorizada sob condição de ressarcimento ao proprietário da terra, cujo valor segue a lógica do mercado. O contexto do processo autorizativo junto ao órgão ambiental estadual, entretanto, não estabelece ressarcimento monetário ao estado pelo volume a ser explorado/autorizado, como nas florestas públicas. Esta conjunção de fatores condiciona o empreendedor a extrair o máximo da volumetria autorizada, visando obter a relação custo-benefício mais vantajosa. Em alguns casos, a relação autorizado/explorado, ou seja, a intensidade de exploração efetiva, atinge valores em torno de 90%, ou seja, um POA com 25 m³/ha de volume autorizado, teria 22,5 m³/ha explorado.

Com relação aos PMFS Comunitários, a situação diverge quando comparados dados de manejos federais em relação aos geridos pelos estados. Geralmente, os comunitários estaduais apresentam uma intensidade de corte efetiva bem próxima dos manejos em propriedades privadas. Com relação aos Planos comunitários federais, com ocorrência nas UCs de Uso Sustentável, seus números se assemelham à exploração média dos manejos das Concessões Federais. Atualmente sua gestão ambiental compete ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio.

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. 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.

As florestas primárias no bioma amazônico compreendem um total de 317,46 milhões de hectares. Destes, 45% se encontram sob proteção como Terras Indígenas ou UCs de proteção integral, enquanto as florestas públicas sob UC de Uso Sustentável, passíveis de exploração sob PMFS, representam 22%. As florestas em áreas privadas exploradas sob manejo florestal nos últimos 5 anos equivalem a 6,5 milhões de hectares, enquanto florestas públicas não destinadas no bioma chegam a 60,3 milhões de hectares. Estes números demonstram uma disposição do Estado Brasileiro na preservação de seus remanescentes florestais, entretanto apresentam riscos, não só considerando as florestas públicas sem destinação, mas também quanto às próprias áreas protegidas por lei, ambas vulneráveis a explorações ilegais que fragilizam a sobrevivência de *Cedrela* spp.

A regulamentação e a fiscalização da cadeia de produção florestal de origem nativa ocorrem através de sistemas de monitoramento e controle florestal, federais e estaduais. Estas ferramentas permitem avaliar como a distribuição do número de árvores e volumes explorados das espécies ocorrem ao longo das unidades federativas, fitofisionomias e categorias de manejo florestal na Amazônia Legal, fundamental para a compreensão das espécies do gênero *Cedrela*. Essa ampla base de dados possibilitou avaliações em múltiplas escalas, desde valores médios de volume de madeira por unidade federativa a informações em nível de árvore em inventários florestais autorizados.

As informações apresentadas neste capítulo oriundas dos sistemas de controle florestal trazem uma diferença significativa nos padrões de exploração de florestas públicas em comparação com privadas. Para *Cedrela odorata*, o manejo em florestas públicas apresentou a menor intensidade efetiva de exploração média, equivalente a 35% em relação ao volume autorizado para corte, enquanto no manejo em propriedades privadas esta relação é em torno de 79%. Estes números se traduzem em estoque remanescente da espécie na área explorada, e devem ser observados no estabelecimento de critérios de manejo para *Cedrela* spp., no âmbito do Parecer de Extração Não Prejudicial. Os planos de manejo florestal em áreas privadas foram caracterizados por maior pressão sobre as populações de *Cedrela* spp., principalmente nos estados do Acre, Amazonas e Rondônia. Essa categoria apresenta tanto o maior número de árvores na categoria “A explorar” em inventários florestais, como também a maior intensidade de exploração efetiva média.

Portanto, estratégias eficazes de gestão e conservação das espécies necessitam de informações florestais robustas, obtidas por meio do monitoramento dos dados dos sistemas de controle federal. Essas análises devem estar fundamentadas em um processo contínuo de melhoria dos sistemas federais de controle da cadeia produtiva florestal e da integração dos avanços tecnológicos e científicos. Tal esforço permite à gestão florestal tomar decisões e elaborar políticas públicas bem embasadas, que sustentem de forma técnica e transparente a utilização responsável dos recursos florestais. Em especial, destaca-se a necessidade urgente e indispensável de integração plena dos sistemas estaduais aos federais, de forma a gerar maior confiabilidade no processo autorizativo e de rastreabilidade dos produtos florestais ao longo da cadeia de custódia, desde a origem do produto florestal até o consumidor final.

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*.

Benjamin, A.H., & Bryner, N.S. (2019). Brazil. *The Oxford Handbook of Comparative Environmental Law*.

Brasil. (1953). Lei nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l1806.htm

Brasil. (1965). Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm

Brasil. (1966). Lei nº 5.173, de 27 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia; extingue a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), cria a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5173.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%205.173%2C%20DE%2027%20DE%20OUTUBRO%20DE%201966.&text=Disp%C3%B5e%20s%C3%B4bre%20o%20Plano%20de,%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.

Brasil. (1977). Lei Complementar nº 31 de 11 de outubro de 1977. Cria o Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp31.htm#:~:text=LEI%20COMPLEMENTAR%20N%C2%BA%2031%2C%20DE,Sul%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.

Brasil. (1981). Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm

Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

Brasil. (1995). Portaria Federal IBAMA nº 48, de 10 de julho de 1995. *Regulamenta o Decreto 1.282*, de 19 de outubro de 1994. <http://www.ibama.gov.br/flores/leis/leis.html>

Brasil. (2006). Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro – SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF; altera as Leis nos 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=03/03/2006>

Brasil. (2006a). Decreto nº 5.975 de 30 de novembro de 2006. Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei no 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=01/12/2006&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=132>

Brasil. (2007). Decreto nº 6.063, de 20 de março de 2007. Regulamenta, no âmbito federal, dispositivos da Lei no 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=21/03/2007>

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

Brasil. (2009a). Decreto nº 6.874, de 5 de junho de 2009. Institui, no âmbito dos Ministérios do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Agrário, o Programa Federal de Manejo Florestal Comunitário e Familiar - PMCF, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*.

Brasil. (2009b). Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. *Diário Oficial da União*.

Brasil. (2011). Lei complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Estabelece normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm

Brasil. (2012). Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/05/2012&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=168>

Brasil. (2014). Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014. *Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”*. http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf

Brasil. (2020). Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 497, de 19 de agosto de 2020. Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos florestais madeireiros brutos e processados de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/08/2020&jornal=515&pagina=91&totalArquivos=137>

Brasil. (2022). Instrução Normativa nº 16, de 25 de novembro de 2022. Dispões sobre o sistema do Documento de Origem Florestal Rastreabilidade (DOF+), como ferramenta de emissão, gestão e monitoramento das licenças obrigatórias para transporte e armazenamento de produtos florestais de espécies nativas do Brasil. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/12/2022&jornal=515&pagina=77&totalArquivos=141>

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>

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2017). *Resolution Conf. 16.7 (Rev. CoP17) – Non-detriment findings*. <https://cites.org/sites/default/files/documents/COP/19/resolution/E-Res-16-07-R17.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). *Diameter 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/07fa81bed2760c6b84256710004d3940/7158f0b42702d45c-04258805004f23dc?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 sucessionárias no Estado de Roraima, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado de Roraima*. https://www.imprensaoficial.rr.gov.br/app/_visualizar-doe/

Roraima. (2018). Decreto nº 23.481, de 28 de dezembro de 2018. *Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável nas florestas primitivas e suas formas de sucessão no Estado de Rondônia e dá outras providências*. <http://ditel.casacivil.ro.gov.br/COTEL/Livros/Files/D23481.pdf>

Roraima. (2022). Resolução CEMA nº 3 de 25 de novembro de 2022. Dispõe sobre os procedimentos para o registro da Reserva Legal de propriedades e posses rurais do Estado de Roraima na Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – FEMARH. *Diário Oficial do Estado de Roraima*.

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

Rosa, S.A., Barbosa, A.C.M.C., Junk, W.J., Da Cunha, C.N., Piedade, M.T.F., Scabin, A.B., ... & Schöngart, J. (2017). Growth models based on tree-ring data for the Neotropical tree species *Calophyllum brasiliense* across different Brazilian wetlands: implications for conservation and management. *Trees*, 31, 729-742. <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1503-5>

Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA. (2020). *Portaria SEMA nº 082, de 16 de setembro de 2020*. Estabelece diretrizes voltadas à tramitação processual para emissão de Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável (APAT) e para homologação de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) e respectivo Plano Operacional Anual (POA). <https://sigdoC.ap.gov.br/public/arquivo/ec04c9c9-d92d-432c-ae9b-a71c668eaf23>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2022). *Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF*. Brasília, 2019. <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/>

Vargas, D.L. (2021). “Na contramão da sustentabilidade”: a pauta da governança ambiental no Brasil. *COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional*



CAPÍTULO 5

PRODUÇÃO, COMÉRCIO E FISCALIZAÇÃO
DE PRODUTOS MADEIREIROS

Caroline S.S. França¹, Vinícius B. Costa², Gustavo Bediaga de Oliveira³, Allan Jordani^{4,5}, Manolo Quintilhan⁵, Yanka Alves⁵, Claudia Mello⁶, José Pedro Zuffo Janducci⁷, Alexandra Alves⁸, Dalton Cardoso⁸, Camila Damasceno⁸, Paulo Amaral⁹, e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal nº 701, de 15 de abril de 2024¹⁰

RESUMO

O Brasil permanece entre os maiores produtores e exportadores mundiais de madeiras tropicais, sendo a produção advinda do manejo florestal de espécies nativas uma importante estratégia de diversificação da bioeconomia e manutenção da floresta em pé. Persiste, entretanto, o desafio nacional no equilíbrio entre o uso sustentável dos recursos florestais e a exploração madeireira predatória e ilegal. Esse capítulo traz estatísticas sobre a produção e comércio madeireiro relevantes ao entendimento da pressão que estes exercem sobre *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis* no Brasil. Estimativas sobre o mercado legal bem como a parcela ilegal da produção são contextualizadas em relevância, incluindo parâmetros de riscos predominantes advindos da fiscalização, e estudo de caso para as espécies no contexto do Pará. O capítulo baseia-se majoritariamente em estudos e metodologias que utilizam dados dos sistemas oficiais de licenciamento e de controle de origem e transporte de produtos florestais estaduais e nacionais. As espécies *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis* apresentam produção limitada em comparação com a produção nacional, o que está relacionado à sua abundância mais restrita e padrões históricos de alta exploração. Ademais, as espécies também não apresentam alta representatividade em planos de manejo autuados. Porém, estimativas sobre riscos de ilegalidade analisados em estudo de caso do Pará sugerem que 62% do volume transacionado apresentou algum risco de ilegalidade com relação aos três parâmetros avaliados (situação da autorização inválida, superestimativa do volume comer-

1 Departamento de Espaço, Terra e Meio Ambiente, Universidade de Tecnologia Chalmers - CTH

2 Superintendência no estado do Paraná, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - SUPES/PR/Ibama

3 Coordenação de Gestão do Uso Sustentável da Flora, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Cousf/Ibama

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

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

6 Coordenação de Comércio Exterior, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Comex/Ibama

7 Diretoria de Proteção Ambiental, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - DIPRO/Ibama

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

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

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

cial das espécies, discrepâncias entre consumo e produção). Apesar de parcial, os resultados indicam que uma parcela substancial da produção é comprometida por riscos associados à ilegalidade e à falta de rastreabilidade, necessitando maior rigor na análise das informações para a determinação da origem por parte dos gestores e consumidores.

Palavras-chave: manejo florestal sustentável, riscos de ilegalidade, cadeia produtiva da madeira nativa.

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 oriundas 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 (Heeren & 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, estimada, entre outros indicadores, pela área (ha) sob concessão florestal, quantidade de produtos florestais madeireiros comercializados e valor da produção (R\$) (Brasil, 2023).

O Brasil é pioneiro na implementação de sistemas que buscam o controle da origem e do transporte dos produtos de origem em florestas nativas (Brasil, 1992; 2006; 2014), bem como no arcabouço legal de determinação de parâmetros para exploração florestal (Brasil, 1986; Drummond & Barros-Platiau, 2006). Entretanto, o impacto cumulativo da exploração predatória e em contravenção às normas (Valdiones *et al.*, 2021; Simex, 2024) contribuem para inviabilizar a

produção sustentável (Lima et al., 2018; 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 espécies de *Cedrela* spp. (*Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*) têm ampla tradição em sua utilização na produção madeireira. Como já destacado quando da inclusão do gênero no Anexo II da Cites (Cites, 2019), o cedro é historicamente explorado nas Américas. Além disso, a *Cedrela odorata* é comercializada globalmente, com produção no Sudeste Asiático e alcançando um significativo valor comercial em plantios exóticos em países do Oeste e Leste Africanos (Van der Meersch et al., 2021; Kilawe et al., 2023). Assim, apesar da tendência geral de declínio na comercialização da espécie (Cites, 2019), essa ainda apresenta mercado global de relevância. O fato de a espécie ser produzida em plantios também levanta questões sobre a possibilidade de diferenciação da origem por parte do consumidor, o que subsidia a necessidade de maior atenção na rastreabilidade das origens de produção e riscos associados.

As informações apresentadas nas próximas seções baseiam-se na síntese de análises e na aplicação de metodologias descritas em estudos técnico-científicos recentes. Tais estudos utilizam, majoritariamente, dados provenientes dos sistemas oficiais — estaduais e nacionais — de licenciamento e de controle da origem e transporte de produtos madeireiros de origem nativa. Representam, assim, a prática de implementação e utilização desses sistemas de controle por diversos atores da cadeia de custódia da madeira, bem como sua evolução ao longo do tempo.

Nesse contexto, é relevante ressaltar que, não raramente, espécies de destaque dentro de um mesmo gênero, como *Cedrela odorata*, são declaradas erroneamente nos sistemas de controle, em detrimento de outras espécies de ocorrência mais restrita ou de menor apelo comercial. Esses fatores devem orientar as expectativas quanto às limitações dos estudos: os dados aqui utilizados representam uma simplificação da realidade da biodiversidade, mas, ainda assim, traduzem na prática o arcabouço legal vigente e a realidade da 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 *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*. Primeiramente, tendências gerais de produção e consumo nacionais são apresentadas com base em Ibama (2019; 2024). A relevância da exploração ilegal é,

então, contextualizada com base nas análises da Rede Simex (Valdiones *et al.*, 2021; Simex, 2024). Na sequência, aprofunda-se o entendimento sobre riscos de irregularidades a partir da caracterização das intercorrências técnico-legais predominantes em Planos de Manejo Florestal com base em Costa *et al.* (2024). A última parte do capítulo é dedicada à avaliação mais específica e quantificação de potenciais riscos de ilegalidade para *Cedrela* 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 & Peres, 2016), e a substituição por novos materiais (Lentini *et al.*, 2021; 2023) são fatores que contribuíram com a tendência geral de declínio.

Produção Madeireira Anual – 2012 a 2020 Grupos de Espécies

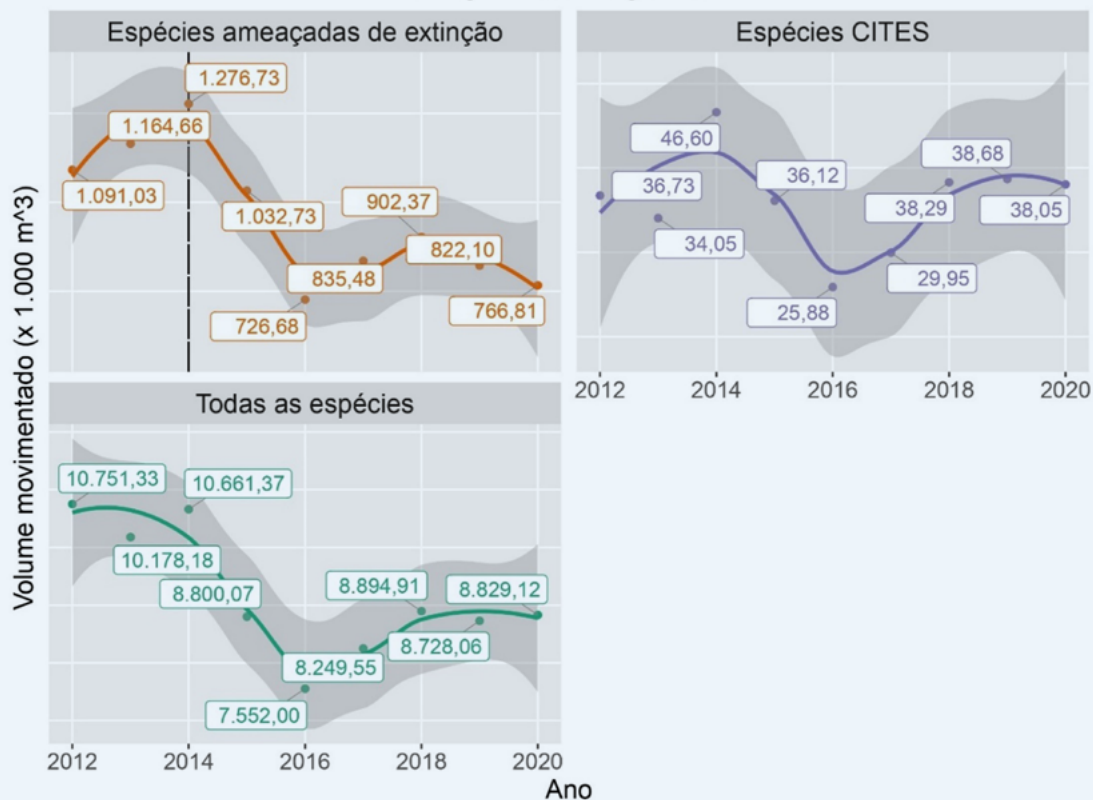


Figura 1. Produção madeireira anual no período de 2012 a 2020 (m³ x 1.000), conforme os diferentes grupos de espécies analisados. Todas as espécies: conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará. Espécies ameaçadas de extinção: conjunto de espécies 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 instituiu a antiga Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.

Fonte: Ibama (2024).



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).

A produção madeireira de tora acumulada para o conjunto de todas as espécies no período foi de aproximadamente 82 milhões de metros cúbicos (Ibama, 2024). Vinte e cinco espécies de maior produção madeireira (Figura 2) representaram 60% da produção total, sendo que a proporção relativa das espécies ameaçadas de extinção (Portaria MMA nº 443, 2014) (Brasil, 2014a) e espécies Cites (excluindo gêneros ainda não incluídos até 2020) ficaram em torno de 10% e 0,4% da produção geral, respectivamente.

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 toras de espécies nativas, com contribuições dos estados do Amazonas (7%), Roraima (2,6%), Acre (2%) e Amapá (1,1%). O Manejo Florestal Sustentável é a forma predominante de produção, representando 87% do volume, ao passo que aproximadamente 9% do volume é oriundo da Supressão Vegetal e somente 4% de plantios florestais, apesar desta interpretação requerer atenção, visto que algumas dessas espécies são cultivadas em plantios. Por exemplo, 94% da produção de *Araucaria angustifolia* é oriunda de plantios florestais de acordo com dados inseridos nos sistemas (Ibama, 2024).

1.2. Consumo

Os produtos oriundos do sistema de produção abastecem majoritariamente o mercado interno, sendo que somente 12,8% dos produtos madeireiros consumidos são exportados. Polos consumidores do Sudeste e Sul predominam na demanda interna, com destaque para São Paulo com a maior parcela de consumo (32,6%). Nesse contexto, é importante destacar que os produtos acabados, ou seja, aqueles que não necessitam de etapas de produção adicionais, são dispensados da emissão de DOF para transporte (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 não estão disponibilizados de forma sistemática na interface do sistema. 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 na 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.

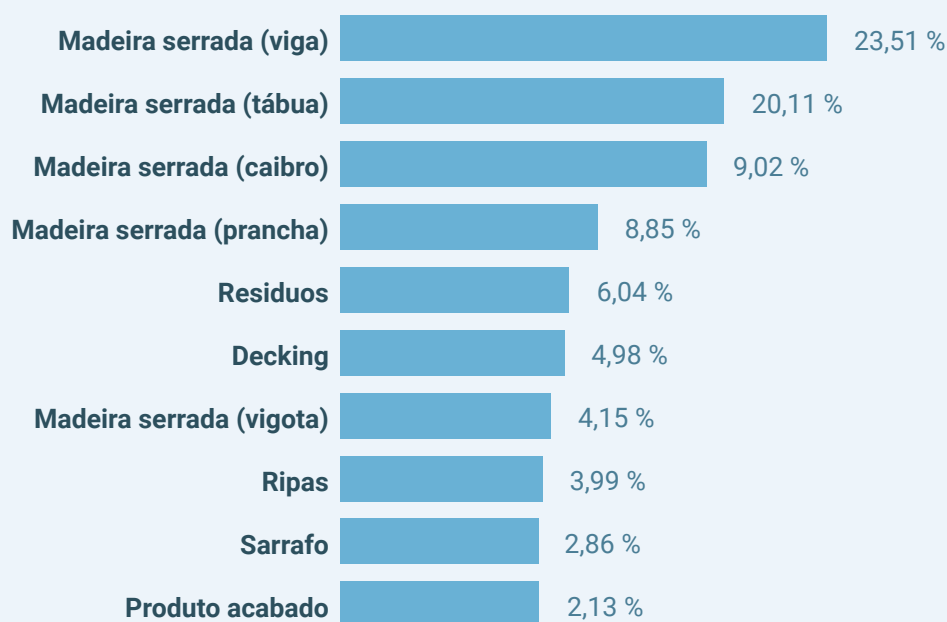


Figura 3. Tipos de produtos madeireiros consumidos no período de 2012 a 2020 (volume relativo).

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, constituíram os maiores mercados consumidores internacionais dos produtos madeireiros entre 2012-2020. Além desses, também consumiram produtos madeireiros a China (7,21%), Suíça (4,86%), República Dominicana (3,61%) e Reino Unido (3,33%). Apesar de os valores apresentados não terem sido corrigidos pela inflação, em contraste com a oscilação observada no volume de produção, observa-se uma tendência relativamente constante de aumento do valor médio dos produtos madeireiros consumidos para o conjunto de todas as espécies (Figura 4).

Valor Médio dos Produtos Madeireiros Consumidos Grupos de Espécies – 2012 a 2020

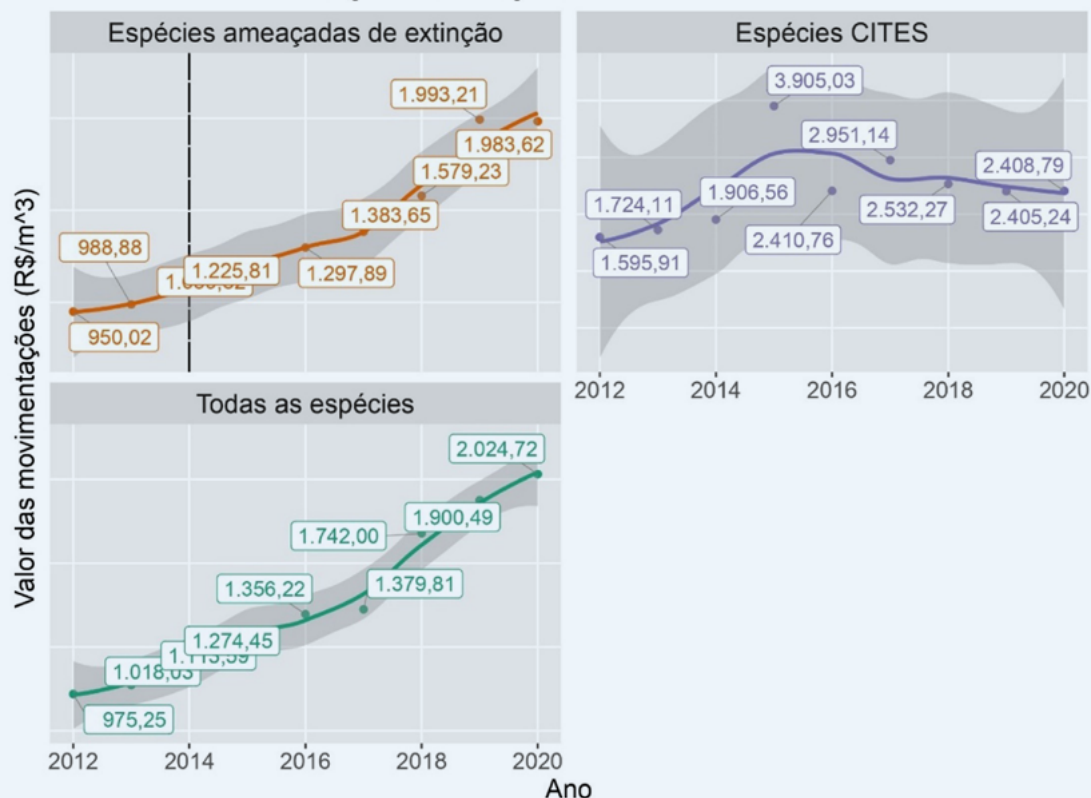


Figura 4. Valor médio dos produtos madeireiros consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³, inflação não corrigida), conforme os diferentes grupos de espécies analisados no estudo Ibama (2024). Todas as espécies: conjunto de todas as espécies movimentadas no Sistema DOF, no Sisflora Mato Grosso e no Sisflora Pará; Espécies ameaçadas de extinção: conjunto de espécies da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção; Espécies Cites: conjunto de espécies constantes em algum dos Anexos da Convenção Cites. A linha vertical pontilhada indica a publicação, em 18 de dezembro de 2014, da Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014, que instituiu a antiga Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.

Fonte: Ibama (2024).

2. RELEVÂNCIA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO ILEGAL

Dadas as evidências da contínua exploração e comércio ilegal dos produtos madeireiros oriundos de espécies nativas, as estatísticas de produção total derivadas dos sistemas de controle representam uma subestimativa da real produção total. Assim mostra-se fundamental o entendimento de ambas as faces, legal e ilegal, da produção. Estudos do Sistema de Monitoramento da Exploração Florestal – Simex estimam que a área explorada não autorizada entre 2007-2019 foi de 44%-

68% considerando análises aprofundadas para os estados de Mato Grosso e Pará, respectivamente (Valdiones *et al.*, 2021). Análises recentemente ampliadas para todos os estados da Amazônia demonstram que apesar de 2020-2022 apresentar tendência geral de queda (Valdiones *et al.*, 2021; Simex, 2023), atualmente 35% da área de exploração madeireira ainda é feita sem a devida autorização (Figura 5) (Simex, 2024).

A última análise também ressalta a necessária atenção com a característica dinâmica das novas fronteiras de exploração madeireira e, em particular, a exploração ilegal. O Amazonas foi o terceiro estado de maior produção em 2022-2023, entretanto somente 23% da área explorada foi autorizada, com pressão desproporcional observada na região do sul do estado, parte integral da Zona de Desenvolvimento Sustentável dos Estados do Amazonas, Acre e Rondônia – AMACRO e atual fronteira de desmatamento (Chaves *et al.*, 2024).

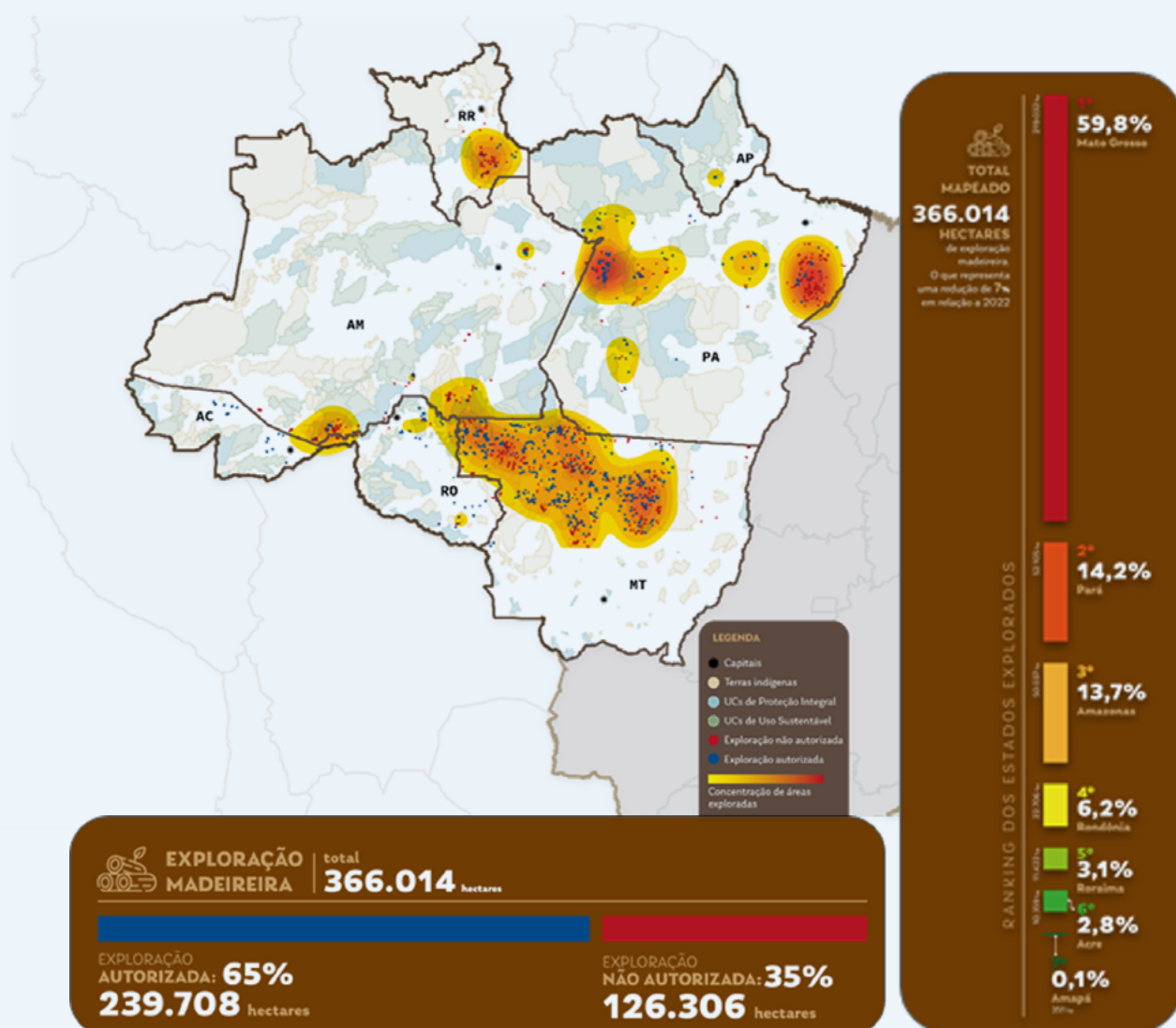


Figura 5. Mapeamento da exploração madeireira na Amazônia de Agosto 2022 a Julho 2023.

Fonte: Simex (2024).

Tanto a exploração quanto o comércio ilegal exercem pressões sobre os recursos florestais que são diferenciadas e específicas de acordo com cada espécie e região geográfica de ocorrência. Para avaliar essas pressões sobre a *Cedrela 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 a seguir, 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 *Cedrela odorata* apresenta máxima probabilidade de ocorrência nos estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Mato Grosso, Pará e Maranhão, destacados em verde na figura abaixo. Mato Grosso e Pará têm as maiores áreas de exploração não autorizada, enquanto Rondônia apresenta o maior número de áreas exploradas sem definição. Ao comparar as três categorias de extração madeireira, as áreas autorizadas somam 1.208,56 km², seguidas pelas áreas sem definição (961,36 km²) e, por último, as áreas não autorizadas (415,23 km²). No total, são 2.585,15 km² de exploração madeireira, tanto legal quanto ilegal, nas regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *C. odorata*. Os valores de áreas não autorizadas não apresentaram variações significativas ao longo do tempo (2021: 145,31 km²; 2022: 135,17 km²; 2023: 134,74 km²), indicando um baixo risco de exploração ilegal para essa espécie (Figura 6).

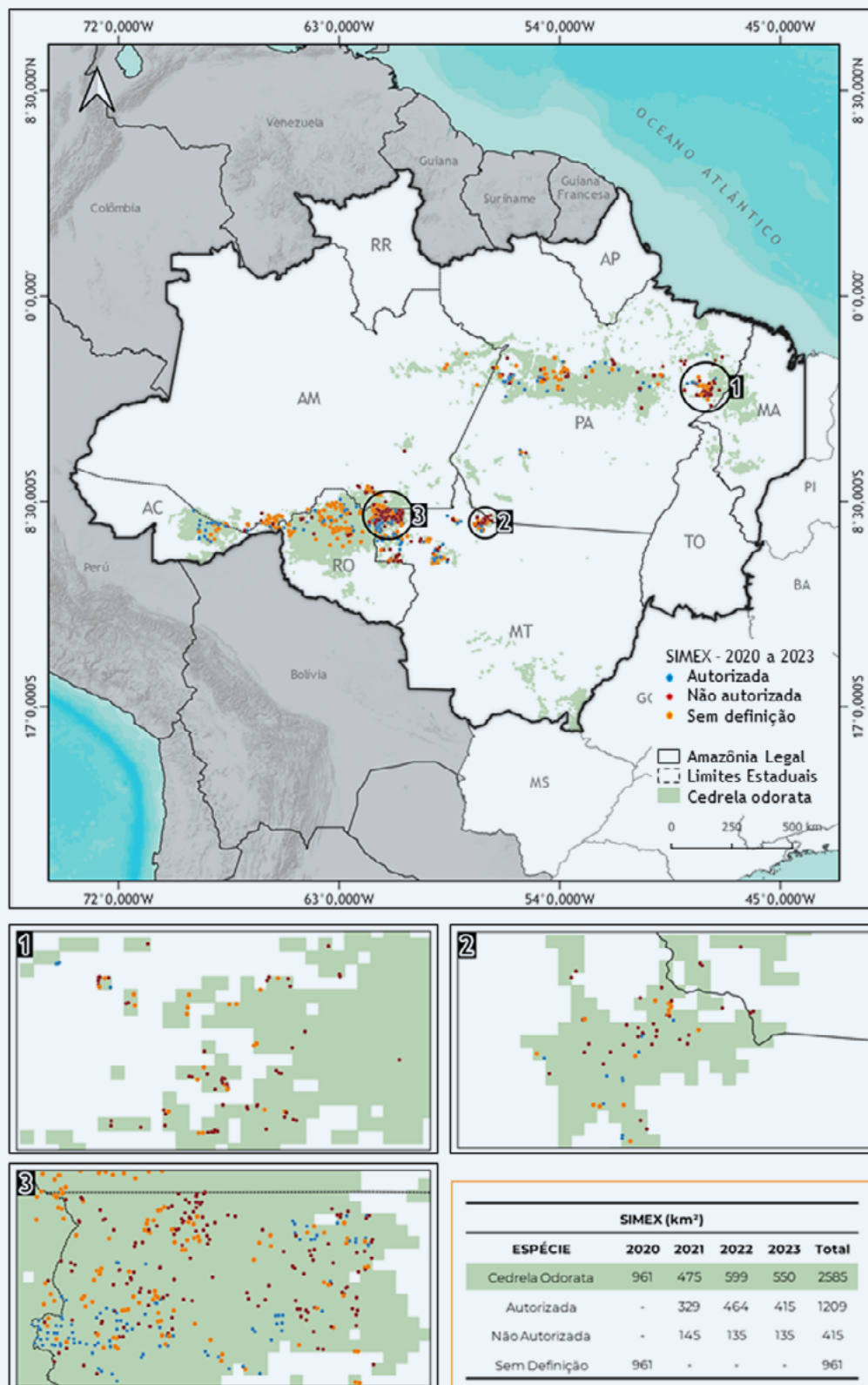


Figura 6. Mapa de sobreposição Simex (2020 – 2023) com as regiões de máxima probabilidade de ocorrência de *Cedrela odorata* na Amazônia Legal Brasileira. O tom verde indica a máxima probabilidade de ocorrência da espécie. Os pontos com cor azul representam as áreas autorizadas. Os pontos com cor vermelha 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 de madeira. Todavia existem vulnerabilidades no controle florestal, principalmente em relação 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 – PMFS, 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, o qual é coordenado, supervisionado e regulamentado pelo Ibama (Capítulo 4). Esse sistema inclui a inserção e a 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 prejudi-

ciais ao meio ambiente, conforme previsto na legislação brasileira. No entanto, devido às fragilidades da legislação ambiental brasileira, a punição dos infratores, especialmente daqueles com maior poder aquisitivo, é pouco eficaz (Costa *et al.*, 2024; Folly & Viera, 2024).

Considerando a importância do manejo florestal para a sustentabilidade e a necessidade de fortalecer as medidas de combate à extração ilegal de madeira (Sen, 2020), o estudo de Costa *et al.* (2024) teve como objetivo identificar e analisar as principais irregularidades legais e técnicas cometidas nos PMFS na Amazônia Brasileira, as quais comprometem a sustentabilidade da atividade e aumentam a concorrência desleal.

As principais irregularidades técnicas e legais foram analisadas a partir de 184 Planos de Manejo Florestal autuados pelo Ibama entre 2006 e 2021 (Costa *et al.*, 2024). Os Planos estão localizados em oito estados da Amazônia Legal brasileira (Figura 7), abrangendo uma área de 746 mil hectares de manejo florestal e envolvendo a autorização de 4,1 milhões de metros cúbicos de madeira em tora. Maiores detalhes metodológicos podem ser consultados em Costa *et al.* (2024).

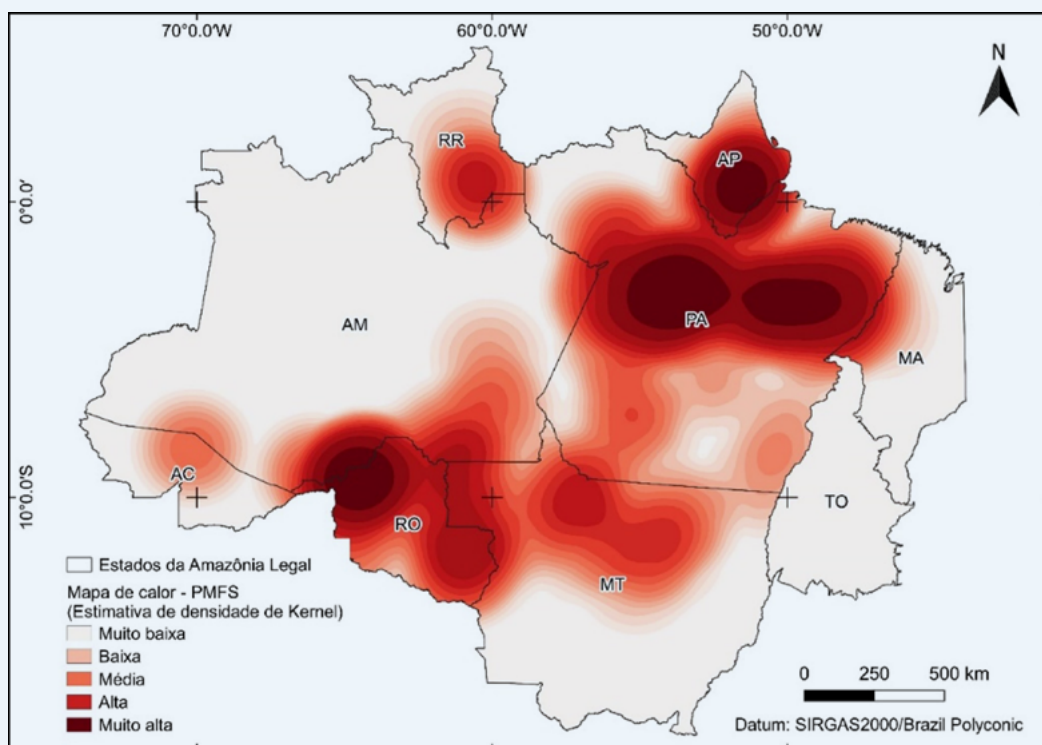


Figura 7. Mapa de calor da distribuição geográfica dos PMFS (estimativa da densidade de Kernel).

Fonte: Costa *et al.* (2024).

A análise identificou 27 variáveis, resultando em 1.003 não-conformidades técnicas e legais. Tais não conformidades foram agrupadas em 27 intercorrências técnico-legais relacionadas às 13 atividades do manejo florestal envolvendo as fases pré-exploratória e exploratória (Tabela 1). Problemas na cadeia de custódia, transporte florestal irregular, exploração florestal não autorizada e movimentação fraudulenta de créditos foram as principais irregularidades encontradas (Costa et al., 2024). Ainda, constatou-se que 82,3% destes PMFS foram autorizados com unidades de produção anual – UPA únicas, as quais contrariam os preceitos do manejo florestal e tendem a facilitar o cometimento de ilícitos.

Tabela 1. Intercorrências apontadas pelo Órgão Ambiental Federal. Fonte: Adaptado de Costa et al. (2024).

Fase	Atividade do manejo florestal	Intercorrência	Nº de intercorrências detectadas
Pré-exploratória	Documentos autorizativos	■ Irregularidade nos documentos	41
	Delimitação da área de manejo	■ Falhas no macro e microplanejamento (UPA e/ou UT)	38
	Inventário florestal 100%	■ Identificação botânica irregular	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 localização das árvores	45
	Corte de cipós	■ Não realização do corte de cipós	25
	Definição do estágio sucessional	■ Floresta com sinais de exploração anterior ao PMFS	14

Fase	Atividade do manejo florestal	Intercorrência	Nº de intercorrências detectadas
Exploratória	Apresentação de informações sobre as atividades	■ Movimentação fraudulenta de créditos (V9)	134
		■ Declaração falsa apresentada no romaneio e/ou sistema	29
	Corte	■ Danos em APP	24
		■ Altura de toco	16
		■ Ausência de teste de oco	27
		■ Falhas no corte direcional	36
		■ Sobre-exploração da floresta	33
		■ Toras abandonadas no interior da AMF	40
		■ Corte de árvores não autorizadas	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 dimensões excedentes ou alocados em áreas proibidas	24
	Transporte	■ Irregularidades no transporte (V21)	76
	Cadeia produtiva da madeira	■ Problemas na cadeia produtiva da madeira (V22)	81
		■ Presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS	27
	Intervenções florestais	■ Exploração florestal não Autorizada (V24)	58
		■ Armazenamento de toras do PMFS em pátios externos não autorizados	12
		■ Desmatamento não autorizado	19
		■ Incêndio florestal intencional	9
Total	13	27	1003

Tendo em vista que as variáveis envolvendo as intercorrências técnico-legais são em grande número, a aplicação da estatística multivariada é fundamental para a compreensão do *modus operandi* dos infratores que utilizam o PMFS de forma indevida. Uma das técnicas aplicadas foi a análise de agrupamentos das intercorrências em PMFS utilizando-se o coeficiente de correspondência simples (simple matching) com a aplicação do método de ligação entre grupos ou ligação média. O resultado é apresentado no dendrograma (figura 8), cuja função é resumir graficamente a solução dos agrupamentos efetuados pelo método hierárquico.

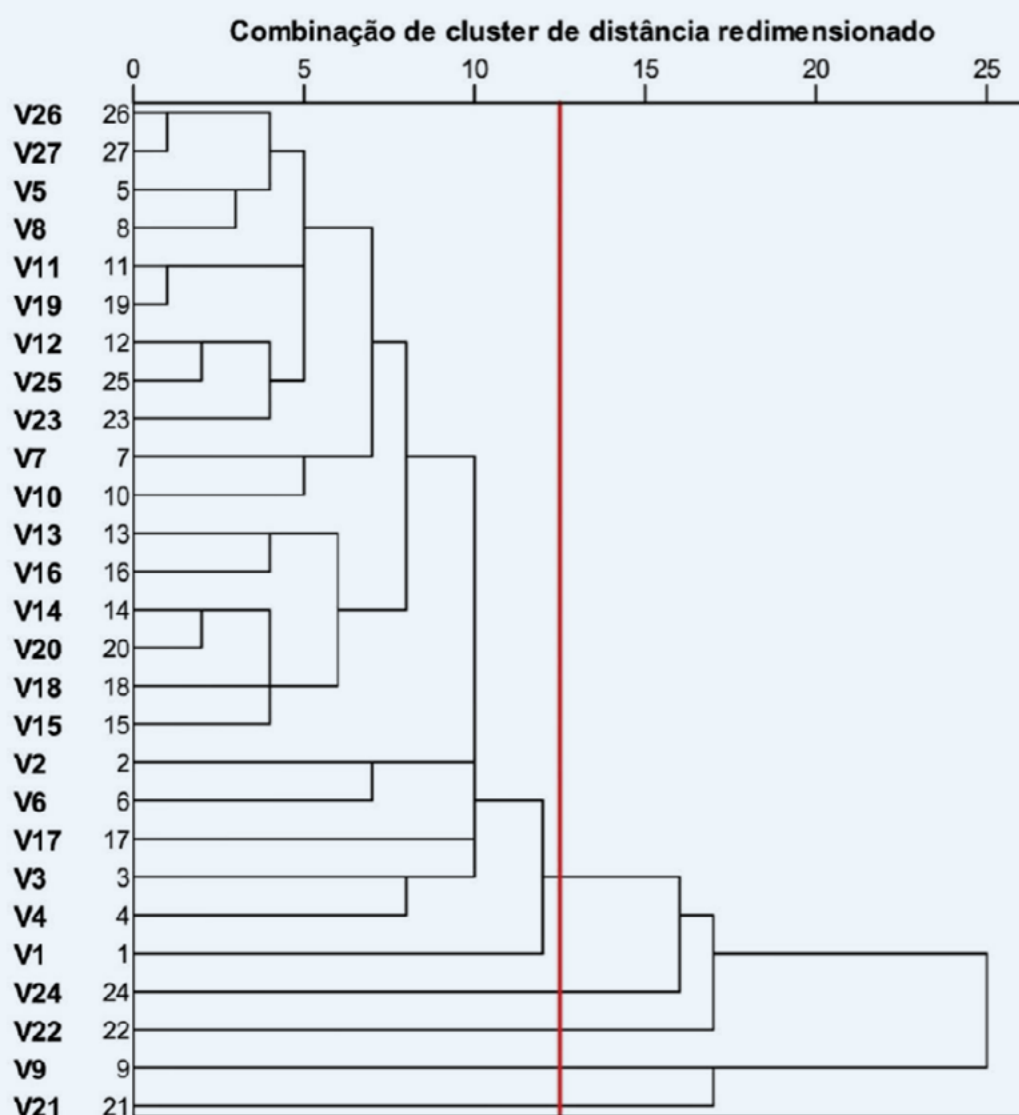


Figura 8. Dendrograma usando ligação média (entre grupos) - coeficiente de correspondência simples.

Fonte: Costa *et al.* (2024).

Os quatro grupos (2, 3, 4 e 5) formados, respectivamente, pelas variáveis únicas: exploração florestal não autorizada (V24), problemas na cadeia de custódia (V22), movimentação fraudulenta de créditos (V9) e irregularidades no transporte (V21), representam 14,8% do número de variáveis e 34,8% do total de anomalias. Em conjunto essas variáveis somam 349 intercorrências, sendo exclusivas da fase exploratória. A separação dessas variáveis em grupos distintos demonstrou a importância dessas intercorrências em relação ao número absoluto de irregularidades detectadas.

A exploração florestal não autorizada (V24) representa 7,8% das intercorrências identificadas na fase exploratória, estando presente em 31,5% dos PMFS analisados. As áreas de exploração florestal ilegal, usualmente, são direta ou indiretamente conectadas com a estrutura do PMFS com intuito de legitimar as toras sem origem. O Ibama identificou alguns PMFS localizados próximos ou limítrofes a áreas protegidas que praticaram a mencionada intercorrência e confirmou que a madeira ilícita era oriunda de terras indígenas ou Unidades de Conservação.

Os problemas na cadeia de custódia (V22) ocorreram em 44% dos PMFS analisados, essa irregularidade ocupou a segunda posição em termos de relevância no contexto de todas as intercorrências. Cabe salientar que o monitoramento da cadeia de custódia da madeira é uma exigência legal definida pela Resolução Conama nº 406/2009 (Brasil, 2009). Esse procedimento possibilita a rastreabilidade do produto florestal extraído em planos de manejo na Amazônia, garantindo que a tora possua origem lícita e possibilite a confirmação desse fato, pois com as informações registradas na própria tora é factível localizar o toco da árvore de origem.

A principal intercorrência encontrada foi a movimentação fraudulenta de créditos (V9), a qual pode ser definida pelo envio de créditos virtuais de madeira pelo sistema oficial de controle, sem lastro físico, para acobertamento de madeira sem origem. Este crédito é comumente gerado pela superestimativa da volumetria de indivíduos na elaboração do inventário florestal 100%, durante a fase pré-exploratória. Essa intercorrência foi detectada em 72,8% dos PMFS fiscalizados pelo Ibama (Costa *et al.*, 2024). Para circular na cadeia produtiva, a madeira ilegal precisa estar amparada por documentos que garantam uma aparente legalidade. É nesse momento que alguns PMFS participam da fraude, emitindo créditos virtuais.

As irregularidades no transporte (V21) estão presentes em 41,3% dos PMFS analisados. Resumidamente, essa atividade, quando realizada à margem da lei, serve para o envio de créditos fraudulentos ou o transporte de madeira ilegal. Costa *et al.* (2024) produção, 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.

Os planos de manejo autuados que apresentaram a espécie *Cedrela odorata* como uma das três espécies com maior volume autorizado efetuaram movimentação fraudulenta de créditos. A identificação dessa irregularidade nas autorizações dos PMFS autuados demonstra o direcionamento dos créditos florestais para espécies de interesse comercial com intuito de acobertar madeira de origem ilegal, por vezes exploradas em áreas protegidas, como terras indígenas e Unidades de Conservação.

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, *CEDRELA* SPP.

De acordo com Ibama (2024), apesar da oscilação no período, a produção madeireira de *Cedrela odorata* em 2020 foi 5% maior do que a observada em 2012. Em contraste, a produção de *Cedrela fissilis*, já limitada em comparação a outras espécies, foi 71% menor para o mesmo período. A produção madeireira para todas as espécies, em comparação, diminuiu 18% de 2012 a 2020, porém, também apresenta grandes oscilações para o período (Figura 9). Além disso, houve a redução de 30% para o conjunto das espécies classificadas como vulneráveis na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção e aumento de 4% para o conjunto das espécies Cites, sendo que ambos os conjuntos incluem *Cedrela odorata*. Já *Cedrela fissilis*, por sua vez, não está incluída no conjunto das espécies ameaçadas de extinção. Observa-se que as espécies Cites mais produzidas no período (sem a inclusão das espécies comercializadas adicionadas após 2020) foram *Cedrela odorata*, com 92% do volume de produção do conjunto de todas as espécies Cites e *Cedrela fissilis*, com 4%. Assim, volumes de produção, bem como associados valores médios (abordados na sequência) do conjunto Cites, refletem em grande parte as tendências observadas para *Cedrela odorata*.

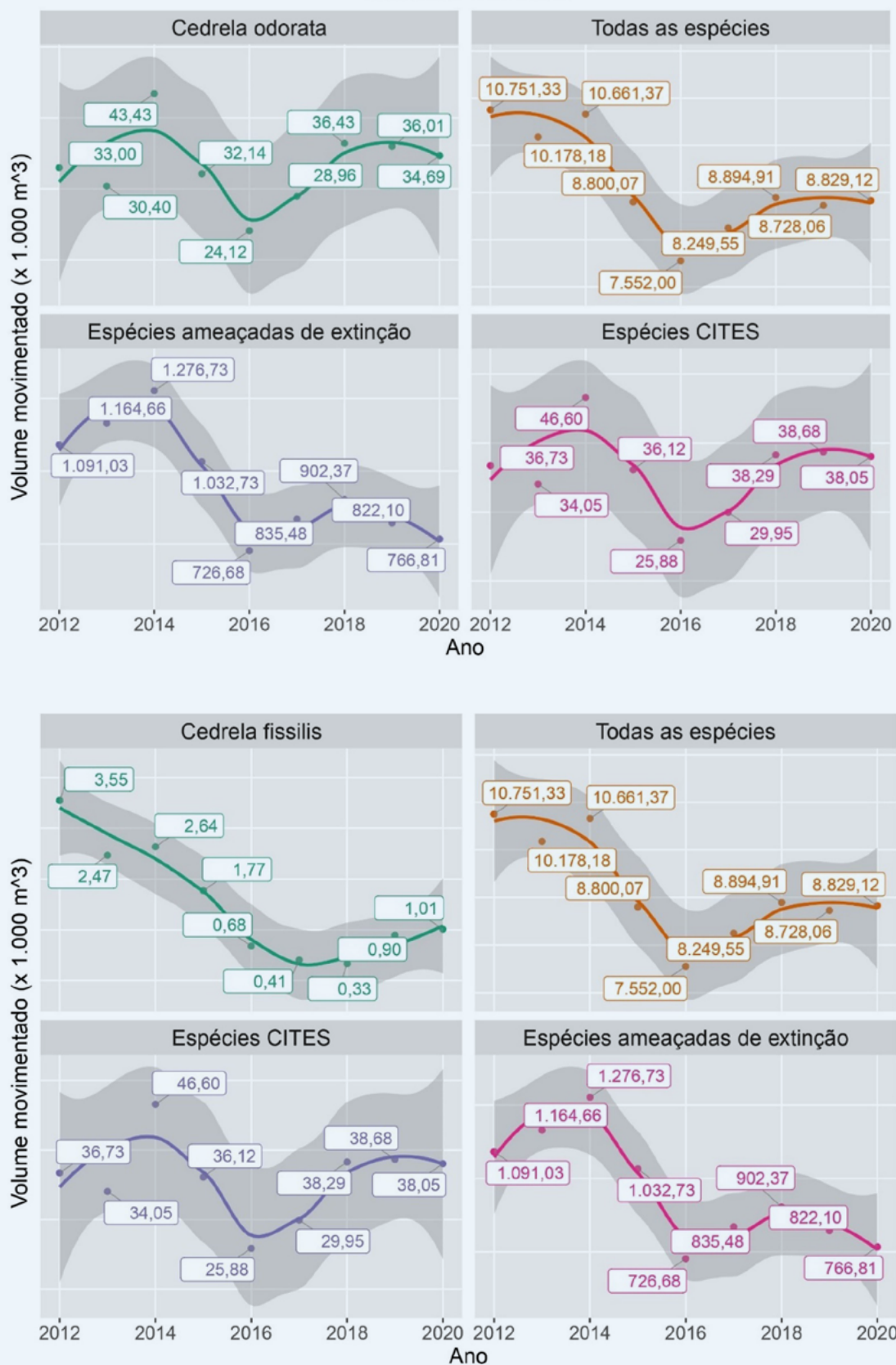


Figura 9. (a) Produção madeireira anual de *Cedrela odorata* no período de 2012 a 2020 ($m^3 \times 1.000$). (b) Produção madeireira anual de *Cedrela fissilis* no período de 2012 a 2020 ($m^3 \times 1.000$).

Fonte: Ibama (2024).

Os estados de Mato Grosso e Rondônia são os principais produtores da espécie *Cedrela odorata*, representando 31% e 24% da produção, respectivamente, seguidos pelo Pará, com 20%. No Brasil, a maior parte (59%) da madeira dessa espécie negociada pelos sistemas DOF (Sinaflor), Sisflora-PA e Sisflora-MT é destinada ao mercado interno. No entanto, em escala nacional, 87% da madeira de todas as espécies é consumida no mercado interno. Isso indica que a *Cedrela odorata* é exportada em uma proporção maior em comparação com a média de todas as espécies de madeira no país. No caso das movimentações de *Cedrela fissilis*, que são limitadas de modo geral, observa-se maior diversidade geográfica da produção. Essa é dominada pelo estado do Pará (32%), seguido do Rio Grande do Sul (20%), Santa Catarina (15%) e Paraná (13%), sendo que aproximadamente 95% do volume atende o mercado interno.

Com base nos dados do Sistema de Comércio Exterior - Siscomex, é relevante destacar que há designação específica no conjunto de Nomenclatura Comum do Mercosul – NCMs para o cedro-rosa (*Cedrela* spp.). Entretanto, estes dados somente estão disponíveis para produtos com processamento primário (madeiras de maneira geral serrada, cortada transversalmente ou desenrolada, aplainada, Código NCM 44072910), sendo ausentes para outros produtos com maior processamento que eventualmente incluam a espécie. Ainda que com limitações e oscilações ao longo dos anos, observa-se que, no período entre 2013-2023, a exportação dessa categoria apresentou queda de 2.972m³ para 926m³, sendo 2023 o primeiro ano da última década em que a exportação da categoria ficou abaixo de 1.000 m³. Em 2023, o valor do m³ FOB¹¹ (US\$) foi de 1.059,73 para essa categoria de exportação. Portanto, a criação de NCMs específicos para todos os produtos que incorporam as espécies Cites é considerado de grande importância para o melhor monitoramento do comércio dessas espécies, já que é notória a dificuldade na alteração dos códigos do Sistema Harmonizado – SH de âmbito internacional.

11 FOB (Free On Board) é um termo de comércio internacional que indica que o vendedor é responsável pelos custos e riscos até que a mercadoria seja carregada a bordo do meio de transporte no porto de embarque. A partir desse ponto, a responsabilidade e os custos são transferidos para o comprador.

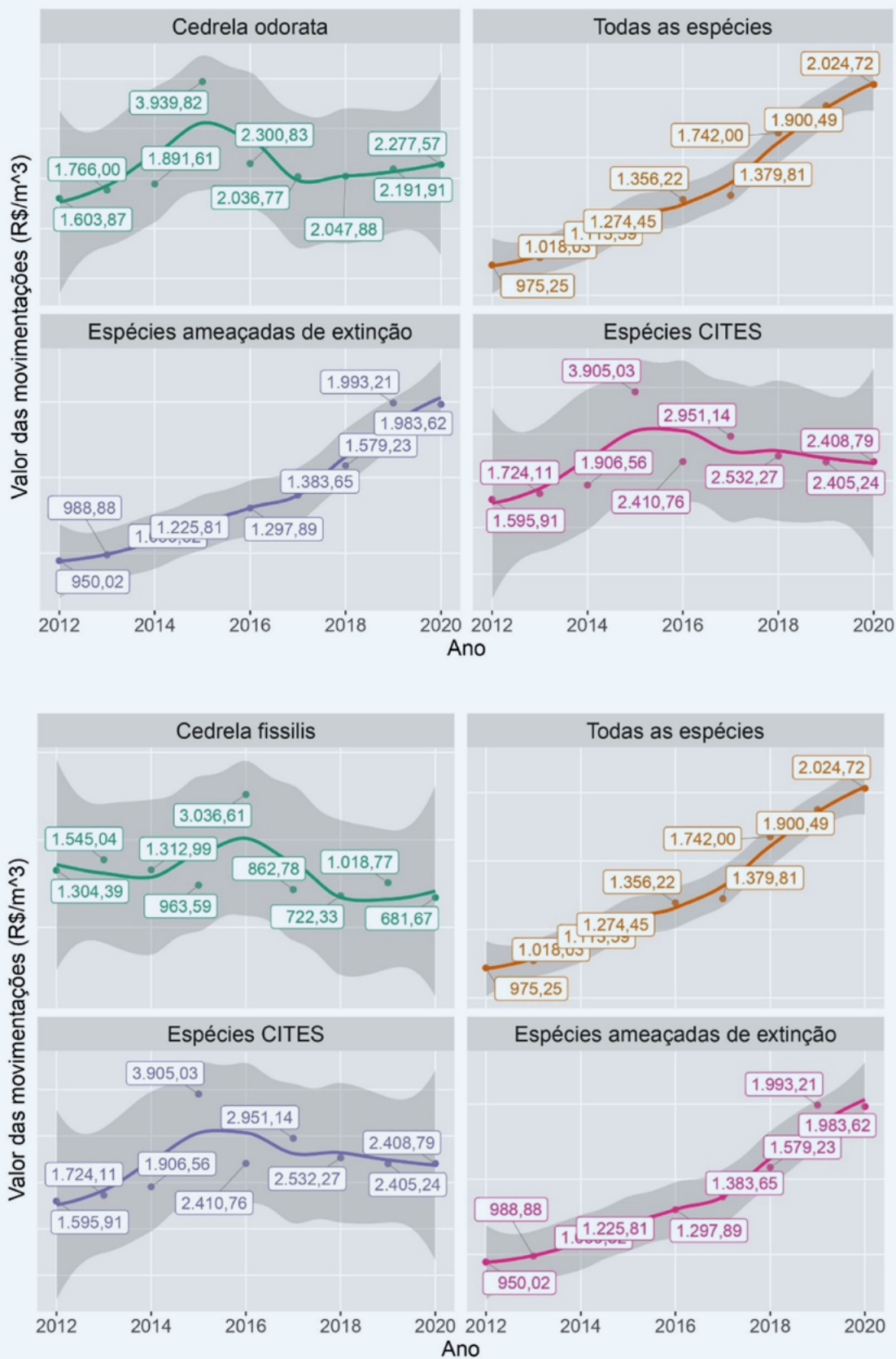


Figura 10. (a) Valor médio dos produtos madeireiros de *Cedrela odorata* consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³, inflação não corrigida). (b) Valor médio dos produtos madeireiros de *Cedrela fissilis* consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³, inflação não corrigida).

O valor médio dos produtos madeireiros consumidos de *Cedrela odorata* é pouco superior à média geral das espécies (Figura 10), observando-se ainda grande oscilação nos valores médios anuais da espécie quando comparados ao conjunto de todas as espécies, onde a tendência é de relativo aumento constante. Ainda, o valor médio dos produtos consumidos em 2020 aumentou 42% em relação ao valor observado em 2012. É importante ressaltar que os valores em Ibama (2024) foram mantidos como representados nos sistemas, sem correção à inflação, porém, esse aumento está abaixo da média para o conjunto de todas as espécies (91%), espécies ameaçadas de extinção (109%) e espécies Cites (51%), apesar da dominância da *Cedrela odorata* nesse último grupo. No caso de *Cedrela fissilis*, observa-se que o valor médio dos produtos consumidos em 2020 diminuiu 48% em relação ao valor observado em 2012, sendo que, em 2012, a média de preço do volume já era próximo à média de todas as espécies. Assim, *Cedrela fissilis* é a única espécie em que o valor dos produtos consumidos fica abaixo da média para todos os produtos em 2020.

Em relação aos potenciais efeitos da inclusão das espécies de *Cedrela* spp. na lista de espécies ameaçadas e Cites, é notável que o valor médio dos produtos madeireiros consumidos dessa espécie em 2015 foi 108% maior em relação ao observado em 2014, ano de publicação da Portaria MMA nº 443/2014 (Brasil, 2014a; Ibama, 2024). Nesse mesmo período, houve aumento de 13% no valor médio para o conjunto de todas as espécies, aumento de 16% para as espécies ameaçadas de extinção e aumento de 105% para as espécies Cites. Também é notável que o valor médio da madeira em tora em 2020 foi 287% superior em relação ao observado em 2012 (Figura 11). Houve aumento de 14% no valor médio da madeira produzida, a partir do conjunto de todas as espécies movimentadas, aumento de 23% para o conjunto das espécies ameaçadas de extinção e aumento de 220% para o conjunto das espécies Cites. Observa-se, assim, um aumento substancial no preço da tora, o que aparenta não ter acompanhado o aumento dos produtos consumidos no período equivalente.

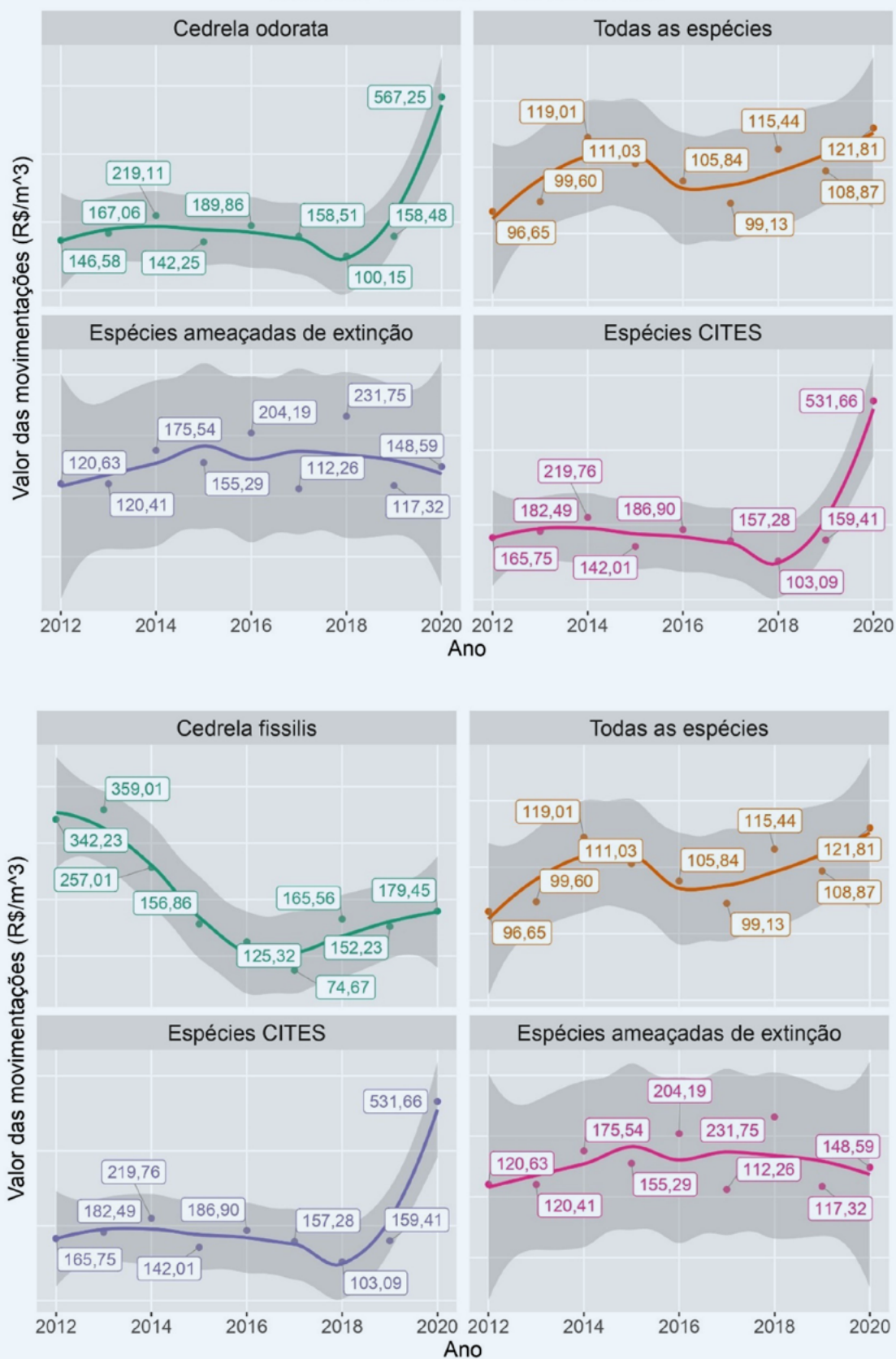


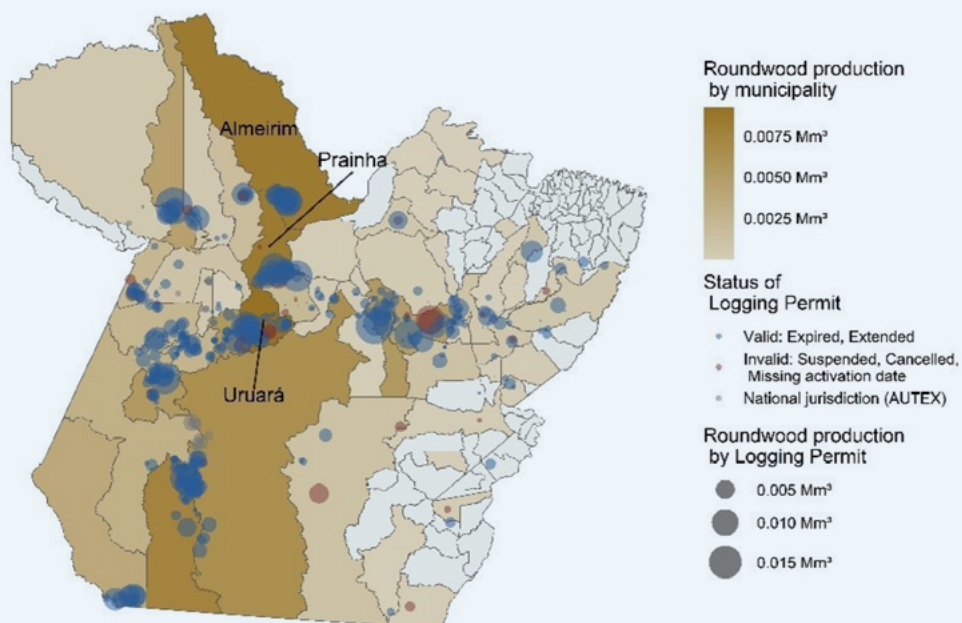
Figura 11. (a) Valor médio da madeira produzida (toras) de *Cedrela odorata* consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³). (b) Valor médio da madeira produzida (toras) de *Cedrela fissilis* consumidos no período de 2012 a 2020 (R\$/m³).

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 terceiro 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* para a 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 exploração 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 (Brancalion et al., 2018; Costa et al., 2024). A Figura 12 apresenta o mapeamento do volume de *Cedrela* spp. entrando na cadeia de abastecimento de acordo com situação das autorizações associadas à essa transação. Cerca de 8% (7.652 m³) do volume de *Cedrela* spp. é oriundo de autorizações inválidas (canceladas, suspensas ou que não apresentam data de ativação) (Figura 12).

a



b

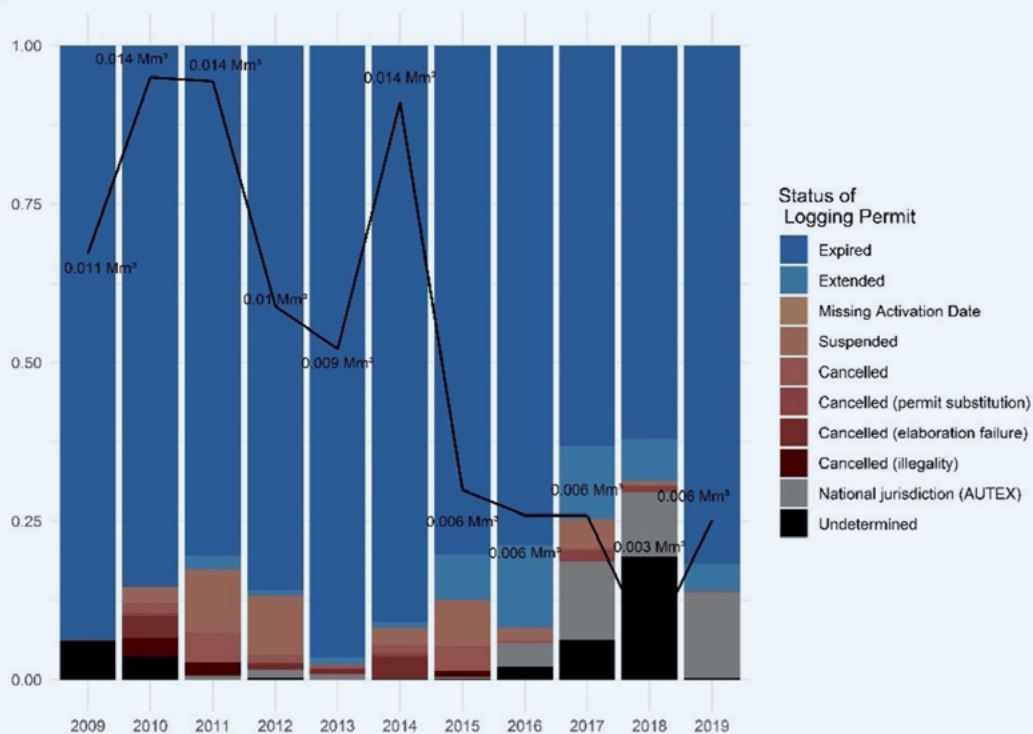


Figura 12. Origem da Produção, *Cedrela* spp. (a) Distribuição espacial do volume entrando na cadeia de abastecimento de acordo com a geolocalização das respectivas autorizações de extração florestal. (b) Situação das autorizações de extração florestal associadas aos volumes de tora transportados na cadeia de abastecimento.

Fonte: Adaptação baseada em Franca et al. (2023).

A superestimativa da espécie em planos de manejo associada às autorizações de exploração constitui estratégia dentre as de maior relevância no âmbito de avaliação de riscos de ilegalidade (Brancalion *et al.*, 2018; Perazzoni *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2024). Tal risco, anteriormente mensurado por meio do contraste entre dados de volume apresentados nas AUTEFs em comparação com os de ocorrência natural da espécie com base no do RADAM (Brancalion *et al.*, 2018), é aqui reavaliado com base no volume já transacionado, ou seja, no volume de toras que entrou na cadeia de abastecimento e na relação desse volume com a área autorizada em AUTEF. De maneira geral, Franca *et al.* (2023) evidenciam que, como em Brancalion *et al.* (2018), esse risco também é observado na entrada da tora na cadeia de abastecimento.

Em relação à fração de volume advindo de autorizações válidas, a média de rendimento da produção foi de $0,63 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ($\pm 0,88 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$). Esse valor contrasta com a média da distribuição do volume comercial de *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis* no Pará, que de acordo com o RADAM, é de aproximadamente $0,30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Observamos ainda que 15% das autorizações estão associadas a valores de rendimento acima do percentil 99% ($1,37 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$), valor que corresponde a 24% ($20,771 \text{ m}^3$) do volume válido e 21% do volume total de toras produzido para as espécies (Figura 13). A Figura 13b 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. Apesar da produção limitada em empreendimentos de jurisdição nacional, nota-se menor intensidade de exploração e risco associado para essa categoria também para *Dipteryx* spp. e *Handroanthus* spp. Ainda assim é importante ressaltar as diferenças na comunicação das variáveis relativas às áreas dos empreendimentos (Franca *et al.*, 2023).

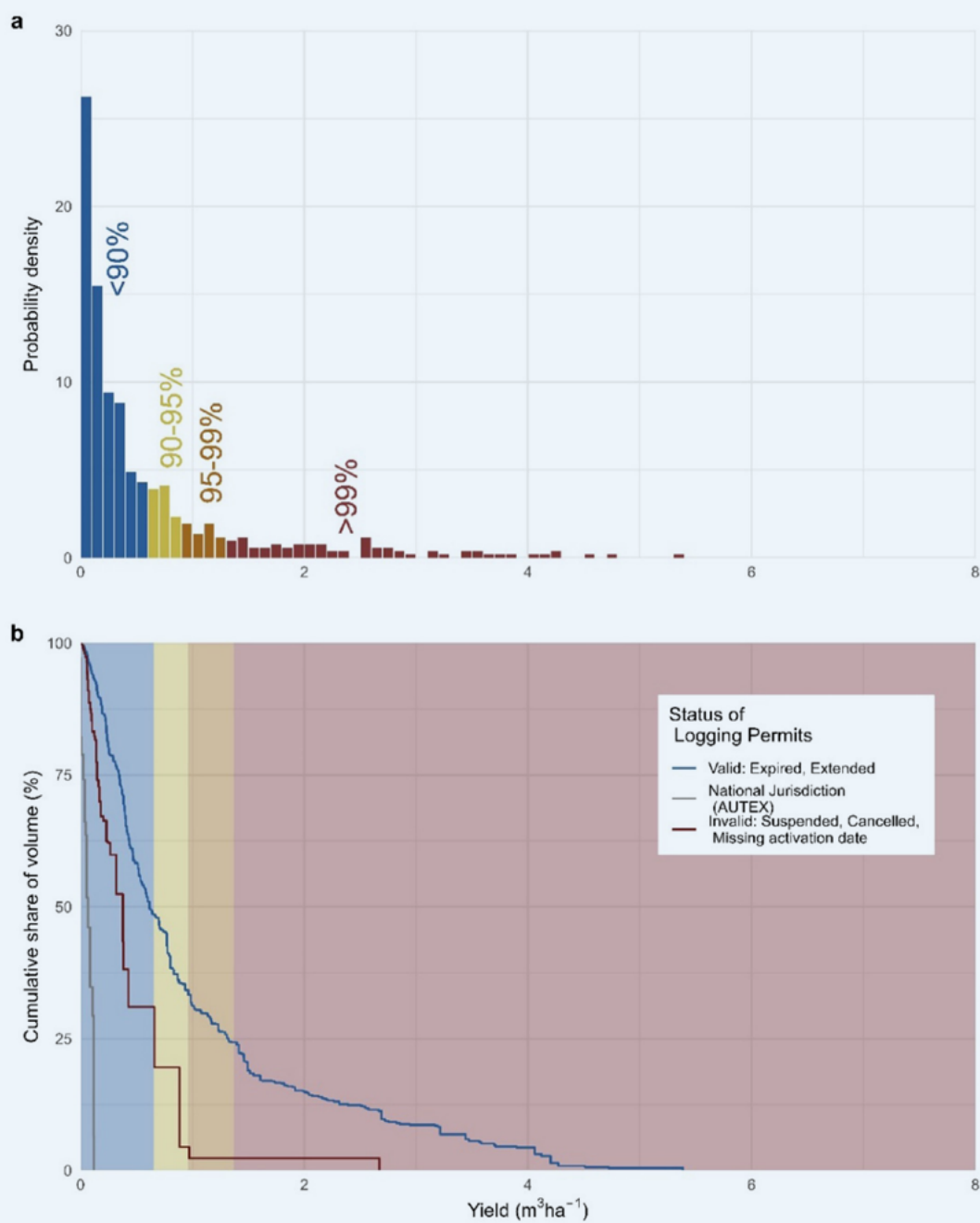


Figura 13. Rendimento das espécies. Comparativo entre rendimento da produção (*Cedrela* spp., $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) versus estimado via inventário RADAM (*Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) de acordo com a situação das autorizações de extração florestal.

Fonte: Adaptação Franca *et al.* (2023).

4.2. Riscos de ilegalidade associados ao inventário e subsequente declaração de corte

A similaridade entre os dados do inventário florestal (compilados para a determinação da viabilidade do manejo e pré-requisito para o licenciamento dos planos de manejo) e os dados oriundos das declarações de corte (dado coletado no processo de gestão das atividades de derrubada e romaneio das toras) representa uma estatística importante na detecção de métodos mais sutis que possam ser utilizados para avaliação de fraudes (Brancalion *et al.*, 2018; Perazzoni *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2024). Uma grande similaridade no nível de árvore, entre o volume inventariado e o volume declarado no corte, ou romaneado, configura forte indício de que o inventário não representa a realidade e/ou os dados inseridos no sistema sobre a volumetria de indivíduos abatidos é fictício ou manipulado.

A frequência de árvores por diferenças percentuais entre volume inventariado e declarado para *Cedrela odorata* é observada na Figura 14. Nela, observa-se a frequência de árvores com volumes similares de acordo com as três principais categorias de manejo. Os dados limitam-se aos anos de 2018-2023 e aos estados do Acre, Amazonas, Pará (para autorizações federais) e Rondônia, correspondendo a uma amostra de 14.816 árvores (3.273 em áreas de Manejo Comunitário, 332 em Floresta Pública e 11.211 em Floresta Privada). As análises limitam-se aos estados da região amazônica que utilizam o Sinaflor, prejudicando-se sua extensão ao Pará e Mato Grosso, que se utilizam de sistemas próprios de licenciamento e controle. Denota-se, portanto, a necessidade de maior acesso a estes dados pelo sistema federal, permitindo uma visualização plena da exploração florestal e subsídios à formulação de políticas públicas sustentáveis.

Apesar de parcial, destaca-se a similaridade encontrada para os manejos em propriedades privadas e comunitários, onde a maior frequência de árvores de *C. odorata* apresenta diferenças entre 0-1%. Já no manejo em florestas públicas, ou seja, com dados advindos das concessões federais, observa-se uma maior distribuição ao longo das faixas de diferença. Para concessões federais, uma maior frequência de árvores com volumes declarados de corte inferiores aos inventariados foi constatada, principalmente na faixa entre -50 a -30%. Visto que a maioria das árvores exploradas de *C. odorata* dos planos de manejo florestal são advindas de propriedades privadas, o cenário para a espécie mostra-se preocupante (Figura 14).

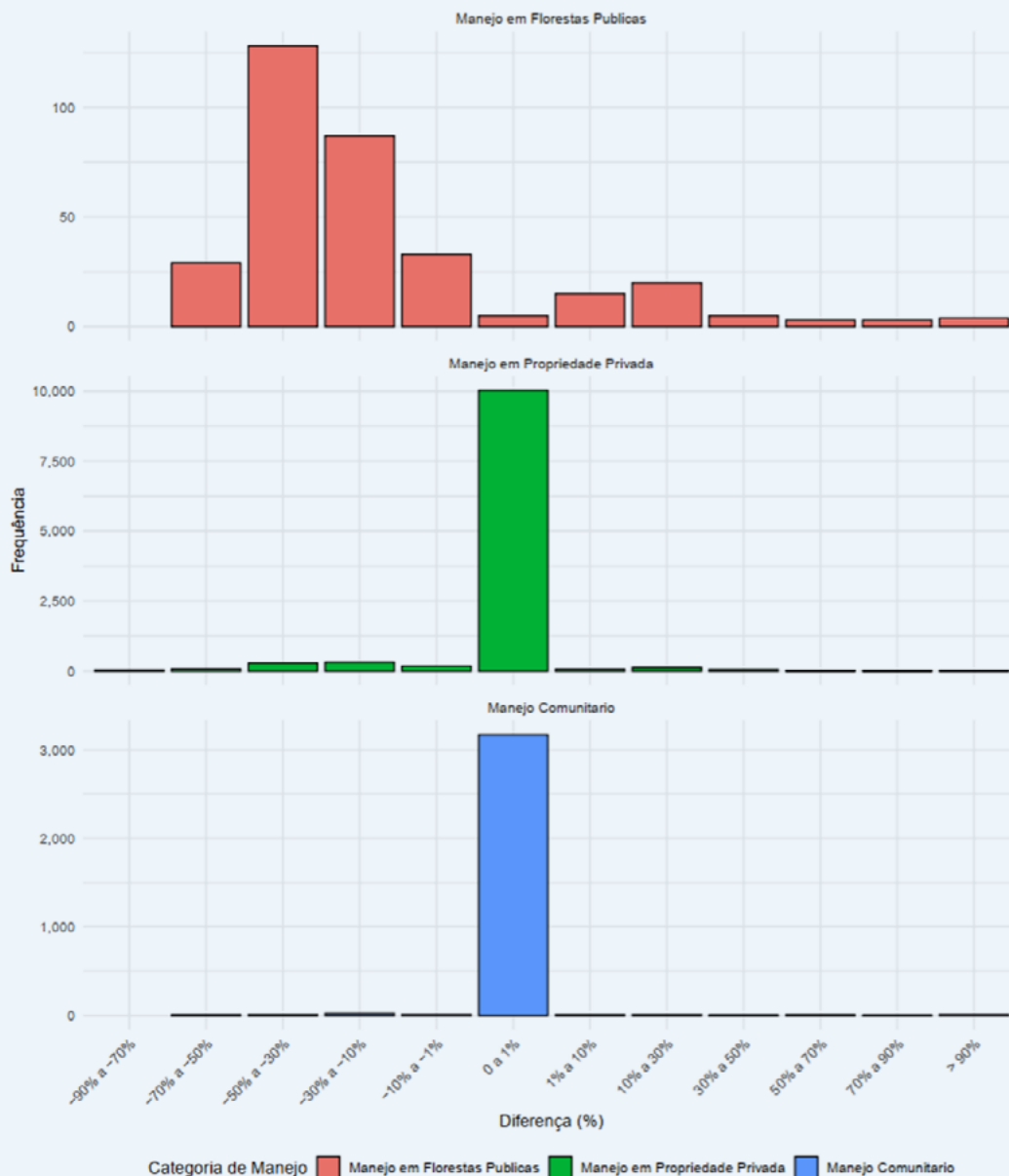


Figura 14. Porcentagem de árvores com volumes similares considerando distintos intervalos de diferença entre o volume das árvores inventariadas e declaradas de corte. Período 2018-2023, 14.816 árvores, sendo 3.273 em áreas de Manejo Comunitário, 332 em Floresta Pública e 11.211 em Floresta Privada. Manejo em Floresta Pública inclui somente concessões federais.

4.3. Riscos de ilegalidade associados à discrepâncias entre consumo e produção e distribuição geográfica dos riscos de ilegalidade

De acordo com as transações registradas via emissão de GFs e DOFs, 97.611 m³ de cedro (*Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*) foram produzidos no Pará para o período, com um adicional de 5.555,44 m³ em equivalente-tora entrando de outros estados (Figura 15). Esses números contrastam com o consumo no mercado interno brasileiro e exportação, valores que somam 183,497 Mm³ equivalente-tora (166,510 - 209,135 Mm³), quando utilizado Coeficiente de Rendimento Volumétrico - CRV de eficiência de conversão alta de 49%, e baixa, de 35%, para processamento primário (Brasil, 2016; Brasil, 2020; Romero *et al.*, 2020) (Tabela 2). Consequentemente, 39-50% (64,207 - 104,931 m³) do total de volume entrando na cadeia de abastecimento não podem ser rastreados até a floresta de origem (ou entradas de outros estados).

Tabela 2. Parâmetros de conversão de produtos a equivalente-tora para *Cedrela* spp.

Produtos	CRV% (Baixo; Médio; Alto) para <i>Cedrela</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; 42; 49
Madeira aplainada 2 faces (s2s)	29,8; 35,7; 41,7
Madeira aplainada 4 faces (s4s)	28,7; 34,5; 40,2
Decking, pisos e assoalhos	28,7; 34,5; 40,2
Lâmina faqueada	45
Lâmina torneada	55

Fontes: Resolução Conama 474/2016 (Brasil, 2016), Resolução Conama 497/2020 (Brasil, 2020) e Romero *et al.*, 2020.

No que concerne às ilegalidades relacionadas ao acobertamento de madeira ilegal por meio de créditos madeireiros fraudulentos, no âmbito do monitoramento e controle da cadeia de custódia, os processos de desdobro nas indústrias de base madeireira devem ser observados com a mesma atenção que os Planos de Manejo Florestal. Empreendimentos com baixo rendimento nos processos de desdobro primário de madeira nativa podem se utilizar de altos índices de CRV aprovados pelos órgãos ambientais para inclusão de madeira ilegal na cadeia produtiva. Uma serraria que na prática tenha capacidade para transformar 35% de toras em vigas, caibros, tábuas ou pranchas, mas que detenha um CRV de 50%, pode incluir 15% de vigas, tábuas e outros tipos de madeira serrada que tenham sido originados de explorações sem autorização.

Os CRVs na indústria, juntamente com a superestimativa de volumetria em PMFS, constituem as duas portas de entrada para créditos fictícios nos sistemas de controle, e devem ser objeto de constante aperfeiçoamento nos mecanismos de monitoramento.

Devido ao escopo atual da análise, que contempla somente o estado do Pará, valores representativos de exportação não são visíveis por meio dessa análise (somente 0,08% foi diretamente exportado ao sair do estado do Pará). Nota-se que Curitiba é a cidade de maior consumo, o que pode indicar o transporte indireto via porto de Paranaguá, visto que dados gerais de Ibama (2024) para a espécie de maior contribuição na análise (*Cedrela odorata*) estima que 41% do volume é exportado, sendo um valor acima da média geral de exportação para todas as espécies (~13%). 38% 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.) transacionado não apresentou nenhum risco de ilegalidade.

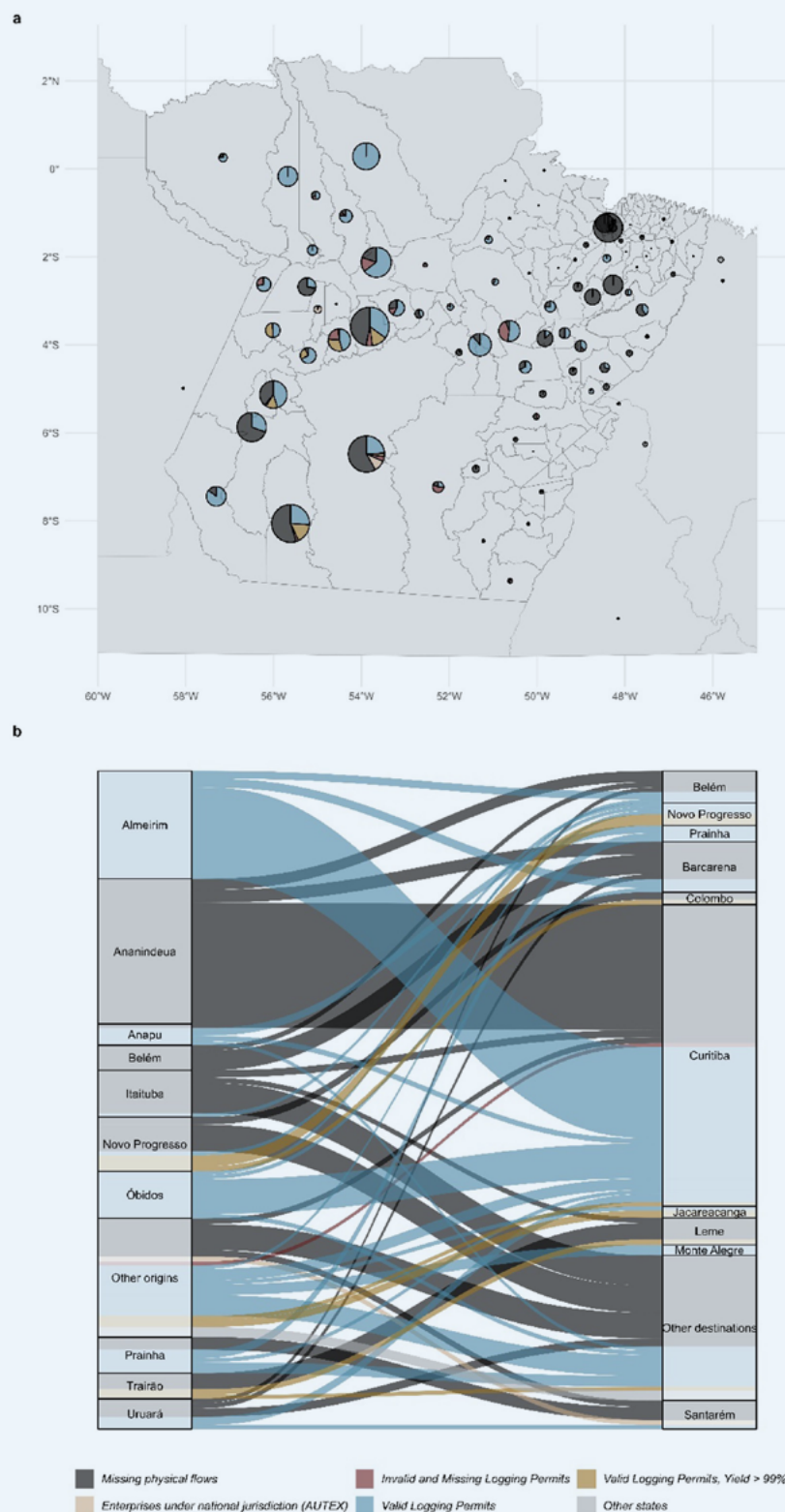


Figura 15. Origens e destinos do cedro (*Cedrela* spp., que inclui *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*) comercializado de acordo com o risco de ilegalidade associado. (a) Municipalidade de origem de acordo com o volume em equivalente-torá registrado via DOF/GF e risco de ilegalidade potencial associados. (b) Visão geral das dez municipalidades de origem e destino, e risco de ilegalidade potencial associados às transações.

Fonte: Adaptação baseada em Franca *et al.* (2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados neste capítulo evidenciam que as espécies *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis* apresentam produção limitada em relação à produção nacional. Particularmente para a *Cedrela fissilis*, os volumes de produção são ainda mais restritos. A baixa abundância natural dessas espécies, o longo histórico de exploração, bem como, a redução do habitat de ocorrência das mesmas, são fatores predominantes associados a essa tendência. Ademais, a produção de *Cedrela odorata* apresenta maiores oscilações, que parcialmente acompanham a mesma tendência observada a todas as espécies, ao passo que a produção de *Cedrela fissilis* encontra-se em declínio. Apesar da oscilação na produção, entretanto, a aparente tendência geral é de declínio no volume exportado quando considerando o conjunto das duas espécies, sendo 2023 o primeiro ano na última década em que a exportação da madeira serrada de cedro ficou abaixo de 1.000 m³.

O maior conhecimento sobre as pressões sofridas pelas espécies ao longo das geografias de ocorrência natural nas Américas, bem como a inclusão das mesmas no elenco de espécies ameaçadas, também são fatores citados como contribuintes para a tendência de menor produção e, conseqüentemente, menor comércio. Entretanto nota-se que a inclusão das espécies ora leva ao aumento imediato dos preços e volumes de produção, ora pode estar associado a tendências de declínio.

Em termos de valor dos produtos consumidos, a média para as espécies de *Cedrela* não está muito distante da média para todas as espécies. Ademais, valores coletados em exportação e análise de mercado de concessão sugerem que apesar de estar entre as espécies de importante valor comercial, o cedro não está entre as espécies de maior valor em períodos recentes. Ainda em relação ao comércio, embora atenda principalmente ao mercado interno, o cedro é exportado em proporção maior do que a média geral das espécies, com o mercado internacional tendo uma importância relativamente maior quando comparado a outras espécies. Valores de exportação por m³ tem aumentado desde 2020, porém, são menores quando observados para outras espécies consideradas de alto valor como o ipê. Ainda se enfrenta a problemática de que apenas os produtos de madeira serrada possuem códigos específicos para exportação (sendo esses códigos NCM, sem qualquer diferenciação no âmbito do sistema HS). Assim, além de lacunas para o controle e entendimento do comércio legal, destaca-se a necessidade de estudos mais detalhados e sistemáticos que comparem os valores praticados dentro dos sistemas de controle com os valores coletados junto às diversas indústrias processadoras e os valores de exportação, para um melhor entendimento sobre potenciais subestimativas.

Em se tratando dos riscos de ilegalidade que a pressão de exploração exerce sobre a *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*, primeiramente destaca-se a parcela persistente de exploração florestal predatória e ilegal. Entre os PMFS autuados, as espécies de *Cedrela* spp. não foram predominantes, essa observação está em consonância com a menor abundância natural da espécie. Entre PMFS autuados que apresentaram *Cedrela* spp., 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 *Cedrela* spp. (*Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*). 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 62% do volume transacionado apresentou algum risco de ilegalidade com relação a esses parâmetros avaliados. Apesar de parcial, resultados indicam que uma parcela substancial da produção é comprometida por riscos associados à ilegalidade e à falta de rastreabilidade, necessitando maior rigor na análise das informações para a determinação da origem por parte da gestão e consumidores.

Além de monitoramento de PMFS como fonte de crédito madeireiro fictício, é necessário um olhar mais atento às indústrias de base florestal responsáveis pelo desdobro primário da madeira, de modo que se evite o uso de CRVs elevados como mecanismos de acobertamento de madeira ilegal.

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 nos sistemas auxilia na identificação de lacunas nos mesmos sistemas, bem como na priorização e direcionamento de recursos a vistorias 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 que incorporem componentes da produção, comércio e fiscalização no entendimento das ameaças à espécies como *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*.

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 nº 21/2014. Institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/sinaflor/2018-06-13-Ibama-IN-IBAMA-21-24-12-2014-SINAFLOD-DOF-compilada.pdf>

Brasil. (2014a). *Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014*. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf

Brasil. (2016). *Resolução CONAMA nº 474, de 6 de abril de 2016*. Altera a Resolução no 411 de 06 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos e dá outras providências.

Brasil. (2020). *Resolução CONAMA nº 497, de 19 de agosto de 2020*. Altera a Resolução no 411 de 06 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/08/2020&jornal=515&pagina=91&totalArquivos=137>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. (2023). *Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 5ª fase (2023 a 2027)*. Brasília, DF.

Celentano, D., Miranda, M.V., Mendonça, E.N., Rousseau, G.X., Muniz, F.H., Loch, V.D.C., ... & Martins, M.B. (2018). Desmatamento, degradação e violência no “Mosaico Gurupi”-A região mais ameaçada da Amazônia. *Estudos avançados*, 32, 315-339. <https://doi.org/10.5935/0103-4014.20180021>

Chaves, M.E.D., Mataveli, G., Conceição, K.V., Adami, M., Petrone, F.G., & Sanches, I.D. (2024). AMACRO: the newer Amazonia deforestation hotspot and a potential setback for Brazilian agriculture. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 22(1), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2024.01.009>

Convention on International Trade in Endangered Species – Cites. (2019). *Consideration of proposals for amendment of appendices I and II*. <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/18/prop/E-CoP18-Prop-57.pdf>

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

Costa, V.O.B. (2023). Caracterização das intercorrências técnico-legais em planos de manejo florestal na Amazônia. *[Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná]*. <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/86779>

Drummond, J., & Barros-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-acoes-coordenadas-para-protecao-da-amazonia/>

Food and Agriculture Organization – FAO. (2020). *Global forest resources assessment 2020 – Key findings*. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>

Forest Declaration Assessment Partners – FDAP. (2024). Forests under fire: Tracking progress on 2030 forest goals. *Climate Focus* (coordinator and editor). www.forestdeclaration.org

Heeren, N., & Hellweg, S. (2019). Tracking Construction Material over Space and Time: Prospective and Geo-referenced Modeling of Building Stocks and Construction Material Flows. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 253–267. <https://doi.org/10.1111/jieC.12739>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. (2024). Boletim mensal integrado dos avisos de desmatamento, degradação e queimadas no Brasil. https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Boletins-Integrados/2024/07_2024.pdf

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2019). *Produção madeireira de espécie nativas brasileiras* (2012 a 2017). (T. L. Farani & G. B. de Oliveira, Orgs.). Brasília: Ibama. <http://www.ibama.gov.br/flora-e-madeira/publicacoes>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2022). Portaria 92, de 14 de setembro de 2022. *Regimento Interno do Ibama*. <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=139181>.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2024). *Produção madeireira de espécie nativas brasileiras* (2012 a 2020). Brasília: Ibama. (Forthcoming).

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2024a). *Já fez a “Destinação Final” do seu saldo no DOF?*. https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/flora-e-madeira/arquivos/dof/20241001_Cartilha_Destinacao_Final_no_Sistema_DOF_3a-versao.pdf

International Tropical Timber Organization – ITTO. (2023). *Biennial review and assessment of the world timber situation 2021-2022*. Yokohama, Japan, Tech. Rep. https://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/topics_id=7590&no=1

Kilawe, C.J., Baltazary, I.S., Malila, B.P., Lyimo, P.J., & Mwakalukwa, E.E. (2023). Replacement of native trees by the neotropical invasive tree *Cedrela odorata* L. in the Kimboza Forest Reserve, Tanzania. *Biological Invasions*, 25(12), 3697–3710. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03136-x>

Lapola, D.M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L.E.O.C., Berenguer, E., Carmenta, R., Liddy, Lapola, D.M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L.E.O.C., Berenguer, E., Carmenta, R., ... & Walker, W. S. (2023). *The drivers and impacts of Amazon forest degradation*, *Science*, 379, eabp8622. <https://doi.org/10.1126/science.abp8622>

Lentini, M., Veríssimo, A., & Sobral, L. (2003). *Fatos Florestais da Amazônia 2003*. Belém: Imazon. <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/atos-florestais-da-amazonia-2003.pdf>

Lentini, M., Sobral, L., Nunes, F., & Carvalho, T. (2021). A evolução da atividade madeireira no estado do Pará: Situação atual e perspectivas para o setor florestal no século XXI. (Boletim Timberflow). *Imaflora*. https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_3_marco_2021_final_1.pdf

Lentini, M.W., Ducatti, M., Camargo, F., Pinto, R.C., & Andrade, M. (2023). Desafios e oportunidades para a produção de madeira sólida de cultivos florestais voltada ao desenvolvimento da construção civil brasileira. (Boletim Timberflow). *Imaflora*. https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_14_desafios_e_oportunidades_para_a_producao_de_madeira_solida_de_cultivos_florestais_voltada_ao_desenvolvimento_da_construcao_civil_brasileira.pdf

Lima, L.S. de, Merry, F., Soares-Filho, B., Rodrigues, H.O., Damaceno, C. dos S., & Bauch, M.A. (2018). *Illegal logging as a disincentive to the establishment of a sustainable forest sector in the Amazon*. *PLoS one*, 13(12), e0207855. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207855>

Matricardi, E.A.T., Skole, D.L., Costa, O.B., Pedlowski, M.A., Samek, J.H., & Miguel, E. P. (2020). Long-term forest degradation surpasses deforestation in the Brazilian Amazon. *Science*, 369(6509), 1378–1382. <https://doi.org/10.1126/science.abb3021>

Moutinho, P., & Azevedo-Ramos, C. (2023). Untitled public forestlands threaten Amazon conservation. *Nature Communications*, 14, 1152. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36427-x>

Peng, L., Searchinger, T.D., Zions, J., & Waite, R. (2023). The carbon costs of global wood harvests. *Nature*, 620(7972), 110-115. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06187-1>

Perazzoni, F., Bacelar-Nicolau, P., & Painho, M. (2020). Geointelligence against illegal deforestation and timber laundering in the Brazilian Amazon. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 398. <https://doi.org/10.3390/ijgi9060398>

Rajão, R., Soares-Filho, B., Nunes, F., Börner, J., Machado, L., Assis, D., ... & Figueira, D. (2020). The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*, 369(6501), 246–248. <https://doi.org/10.1126/science.aba6646>

Richardson, V.A., & Peres, C.A. (2016). Temporal Decay in Timber Species Composition and Value in Amazonian Logging Concessions. *PLoS one*, 11, e0159035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159035>

Romero, F.M.B., Jacovine, L.A.G., Ribeiro, S.C., Ferreira Neto, J.A., Ferrante, L., Da Rocha, S.J.S.S., ... & Fearnside, P.M. (2020). Stocks of carbon in logs and timber products from forest management in the southwestern amazon. *Forests*, 11(10), 1–20. <https://doi.org/10.3390/f11101113>

Sen, M. (2020). Forests: at the heart of a green recovery from the COVID-19 pandemic. *United Nations*. <https://doi.org/10.18356/ca7463ff-en>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2021). Diagnóstico das condições de logística de transporte, infraestrutura e levantamento de preços no entorno da Floresta Nacional de Mulata, no Estado do Pará, para a concessão florestal (Produtos nº 2 e nº 3). *Projeto gestão florestal para produção sustentável na Amazônia - Fundo Suplementar FS C Nº 08/2020/SFB*.

Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira – Simex. (2023). *System for Monitoring Timber Harvesting (Simex): Mapping of logging in Brazilian Amazon August 2021 to July 2022*. Imazon, ICV, Imaflora, Idesam. <https://imazon.org.br/en/publicacoes/system-for-monitoring-timber-harvesting-simex-mapping-of-logging-in-the-brazilian-amazon-august-2022-to-july-2023-2/>

Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira – Simex. (2024). *System for Monitoring Timber Harvesting (Simex): Mapping of logging in the Brazilian Amazon – August 2022 to July 2023*. Imazon, ICV, Imaflora, Idesam. <https://imazon.org.br/en/publicacoes/system-for-monitoring-timber-harvesting-simex-mapping-of-logging-in-the-brazilian-amazon-august-2022-to-july-2023-2/>

Scoti, M.S.V., Mascarenhas, A.R.P., Rebelo, A.C., Fernandes, I.M., Vendruscolo, J., das Dores de Sá Rocha, J., & Moreto, R.F. (2023). Current practices of conducting forest management plans in the Amazon may risk the survival of timber species. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(34), 82589–82600. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28311-4>

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

Van der Meersch, V., Zo-Bi, I.C., Amani, B.H., N'dja, J.K., N'guessan, A.E., & Herault, B. (2021). Causes and consequences of *Cedrela odorata* invasion in West African semi-deciduous tropical forests. *Biological Invasions*, 23, 537–552. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02381-8>

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 *CEDRELA* SPP.
NA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

Manolo Quintilhan¹, Allan Jordani^{1,2}, José Roberto Vieira Araújo³, Yanka Alves¹, Lucas Pereira⁴, André Giles⁵, 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 um dos principais fundamentos 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 e como a sua recuperação volumétrica respondem a diferentes parâmetros de manejo podem aprimorar a análise do efeito da exploração, contribuindo para a sustentabilidade do manejo das espécies ao longo do tempo. No presente capítulo, avaliou-se como mudanças no diâmetro mínimo de corte – DMC e na intensidade de exploração – IE alteram o índice de recuperação volumétrica – RI, com base no volume prévio à exploração. Para isso, foram utilizados dados de inventário florestal das Florestas Nacionais (estrutura populacional), anéis de crescimento (autocorrelação e variabilidade intrapopulacional do crescimento) e parcelas permanentes (crescimento diamétrico e mortalidade). As projeções dos modelos definidas

-
- 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

estabelecem cenários para alteração dos critérios de manejo para o gênero *Cedrela* no bioma amazônico, com alterações no DMC e IE. Além desses parâmetros, tratamentos silviculturais, como corte de cipós, condução da regeneração e plantio de enriquecimento em clareiras médias (200-400 m²) podem favorecer a regeneração e a recuperação volumétrica das populações manejadas. Os resultados apresentados estão alinhados à literatura e às recomendações de outros Pareceres de Extração Não Prejudicial para a espécie. Assim, os novos critérios propostos sugerem que a exploração de *Cedrela* spp. pode ser realizada de forma sustentável ao longo do tempo.

Palavras-chave: manejo florestal sustentável; anéis de crescimento; recuperação volumétrica.

CONTEXTO

O manejo florestal sustentável das espécies florestais na Amazônia é 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, como *Cedrela odorata*, o desenvolvimento de critérios específicos para sua exploração é necessário para garantir a sustentabilidade do seu manejo (Brienen & Zuidema). No entanto, alcançar essa sustentabilidade depende não apenas de avanços científicos, mas também de diretrizes claras e bem adaptadas às particularidades das espécies (Worbes & Schongart, 2019; Sarfo-adu, 2021; Regmi *et al.*, 2023).

As políticas de manejo florestal no Brasil são amplamente regulamentadas por resoluções e instruções normativas que definem parâmetros gerais de manejo e exploração das espécies madeireiras (Brasil, 2006; 2009; Banerjee *et al.*, 2009). No entanto, estas diretrizes costumam ser insuficientes quando aplicadas de forma homogênea a espécies com características ecológicas distintas e com histórico de alta pressão comercial (Lindenmayer *et al.*, 2006; Zimmerman & Kormos, 2012; Capanema *et al.*, 2022). Caso o manejo florestal desconsidere as particularidades biológicas e ecológicas de cada espécie, pode ocasionar o esgotamento dos estoques madeireiros e comprometer a regeneração e recuperação populacional (Fortini *et al.*, 2015; Jardim, 2015; Chaudhary *et al.*, 2016), colocando em risco as espécies (Schulze *et al.*, 2008), o setor produtivo (Braz *et al.*, 2017) e os serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas (Temperli *et al.*, 2012).

A definição de critérios específicos para o manejo florestal sustentável é especialmente importante para espécies vulneráveis, particularmente em relação à exploração (Sccoti & Souza, 2020). Ambas as espécies de *Cedrela* spp. que ocorrem

na Amazônia, *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*, estão categorizadas como espécies vulneráveis na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção, conforme Portaria MMA N° 148, de 7 de junho de 2022 (Brasil, 2022). Portanto, podem ser consideradas espécies que estão sob forte pressão de exploração, e que apresentam maior vulnerabilidade biológica e ambiental. Nesse sentido, sua exploração demanda práticas de manejo específicas, baseadas em suas características biológicas como crescimento e mortalidade, especialmente em situações em que as taxas demográficas são mais lentas, como nos casos de menor regeneração natural (Teketay, 2011; Jardim, 2015; Capanema *et al.*, 2022). Para maior eficácia e sustentabilidade das atividades de exploração madeireira, é fundamental que se baseiem em dados de pesquisa florestal, com base na análise e monitoramento contínuo dessas espécies sob diferentes condições socioambientais e de manejo florestal (Andersson *et al.*, 2004; von Gadow *et al.*, 2004; Andani *et al.*, 2024).

A dinâmica populacional na Amazônia e, conseqüentemente, seus critérios de manejo florestal sustentável são diretamente influenciados pelo recrutamento, crescimento e mortalidade das espécies exploradas. A exploração seletiva de árvores grandes ($DAP \geq 50$ cm) através da Exploração de Impacto Reduzido tem efeitos claros sobre a dinâmica da floresta (De Avila *et al.*, 2017) com perdas de estoque. O corte seletivo de espécies arbóreas em florestas tropicais influencia diretamente na regeneração natural, crescimento, recrutamento e mortalidade de indivíduos que compõem as comunidades destas florestas (Schwartz *et al.*, 2014; Arevalo *et al.*, 2016; Darrigo *et al.*, 2016; 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, projetou-se a recuperação volumétrica madeireira de *Cedrela odorata* para dois tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, com a avaliação de diferentes cenários, levando-se em conta os critérios de sustentabilidade definidos no âmbito das práticas de manejo florestal sustentável. Para isso, dados de inventário florestal de Florestas Nacionais da Amazônia foram utilizados para analisar as estruturas populacionais, bem como dados de parcelas permanentes de monitoramento e anéis de crescimento para estimar as taxas de crescimento e mortalidade. Os dados foram utilizados para simular a recuperação volumétrica de *C. odorata* após um ciclo de exploração de 30 anos. Nessas simulações, variaram-se os diâmetros mínimos de corte e as intensidades de exploração para buscar cenários sustentáveis de manejo madeireiro para a espécie. Não foram avaliados cenários com a mudança no ciclo de corte, haja vista a dificuldade de compatibilização de distintos períodos de exploração de *Cedrela* e das demais espécies comerciais, o que acarretaria acréscimo de impactos decorrentes da reentrada na área.

1. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RIGOR DAS ATUAIS MEDIDAS DO PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL - PMFS NO BRASIL

O manejo florestal sustentável é regulamentado pela Resolução Conama nº 406, de 02 de fevereiro de 2009 (MMA, 2006), que define um diâmetro mínimo de corte – DMC padronizado em 50 cm para árvores comerciais, além de limitar a intensidade de corte ao máximo de 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 a Resolução Conama nº 406, de 02 de fevereiro de 2009.

Medida de Manejo	Parâmetro quantitativo	Detalhamento
Estimativa da produtividade anual da floresta manejada para o grupo de espécies comerciais	0,86 m ³ /ha/ano para PMFS	Com uso de máquinas para arraste de toras e quando não houver estudos para a área
Ciclo de corte inicial	Mínimo 25 anos e de no máximo 35 anos	Para o PMFS
Intensidade de corte	21,5 a 30 m ³ /ha	Utilização de máquinas para o arraste de toras, com ciclo de corte inicial de 35 anos
Manutenção de árvores por espécie	Pelo menos 10% do número de árvores >DMC 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 *C. fissilis* e *C. odorata* estão categorizadas como “Vulneráveis” na atual Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022) (Brasil, 2022). Em decorrência disso, possuem critérios de exploração mais rigorosos, conforme estipulado na Instrução Normativa MMA nº 1, de 12 de fevereiro de 2015 (MMA, 2015) (Tabela 2).

Tabela 2. Critérios atuais 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
Estimativa da produtividade anual da floresta manejada para o grupo de espécies comerciais	0,86 m³/ha/ano para PMFS	Com uso de máquinas para arraste de toras e quando não houver estudos para a área
Ciclo de corte inicial	Mínimo 25 anos e de no máximo 35 anos	Para o PMFS
Intensidade de corte	21,5 a 30 m³/ha	Utilização de máquinas para o arraste de toras, com ciclo de corte inicial de 35 anos
Manutenção de árvores por espécie	Pelo menos 15% do número de árvores >DMC 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
Diâmetro Mínimo de Corte – DMC	50 cm	Para todas as espécies, para as quais ainda não se estabeleceu o DMC específico

Estudos indicam que as regulamentações atuais de exploração seletiva no Brasil, apesar de serem um avanço em relação à exploração predatória, ainda não garantem um rendimento sustentável a longo prazo, resultando no esgotamento dos estoques madeireiros de diversas espécies (Brienen & Zuidema, 2007; Schulze *et al.*, 2008; Avila *et al.*, 2017; Sist *et al.*, 2021; Putz *et al.*, 2022). Um exemplo marcante é o mogno (*Swietenia macrophylla*), cuja superexploração impulsionada pela alta demanda de mercado resultou em severos declínios populacionais (Grogan *et al.*, 2010).

Corroborando esta premissa, ainda que a floresta possa recuperar seu volume total em até menos de um ciclo de corte, espécies valiosas no mercado com baixa abundância e crescimento lento podem desaparecer em um futuro próximo se não receberem uma atenção maior nos planos de manejo florestal (Pinheiro, 2019). Sist *et al.* (2007) enfatizam que retiradas mais baixas (reduções de 40-50% das retiradas atuais) são necessárias para a sustentabilidade do manejo das florestas tropicais da Amazônia.

Nesse contexto, em que pese estabelecer a possibilidade de alteração dos critérios de MFS como Intensidade de Corte, DMC e Ciclo de Corte, com base em estudos técnico-científicos apresentados no âmbito da autorização do plano de manejo, a Resolução Conama nº 406, de 02 de fevereiro de 2009 define o regimento de exploração levando em consideração os parâmetros gerais da floresta.

De acordo com Reategui-Betancourt (2023), o rendimento madeireiro pode ser afetado pelos diferentes arranjos de tamanhos de árvores e espécies a serem cortadas, sendo essencial que os planos de manejo florestal utilizem estas informações para decisões de manejo, como intensidade de corte e ciclo de corte, em vez de seguirem a diretiva simplificada do Conama, que pode afetar negativamente a produção sustentável de madeira no médio e longo prazo.

Passados quase 15 anos da sua publicação, salvo exceções, como a normativa estadual IN nº 09/2010 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. Assim, possibilitar-se-á que os parâmetros técnicos de manejo e exploração florestal sejam ajustados de forma a garantir a conservação e a regeneração dos estoques madeireiros em nível de espécie e de floresta.



Figura 1. Proposta de evolução de paradigma para uma exploração florestal sustentável em nível de espécie no Brasil.

2. CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO EM NÍVEL DE ESPÉCIE

A manutenção de uma produção sustentável de madeira pode teoricamente ser alcançada por meio da alteração dos ciclos de corte, nos diâmetros mínimos de corte e/ou nas intensidades de exploração (Putz *et al.*, 2022). Quando se busca estabelecer critérios de manejo florestal madeireiro específicos em nível de espécie, esses são os parâmetros que normalmente são considerados. Para enfrentar esse desafio, avanços têm sido alcançados por meio da análise de anéis de crescimento das árvores, que fornece informações detalhadas sobre o desenvolvimento das espécies ao longo do tempo. Essa técnica tem proporcionado uma compreensão aprofundada das taxas e da variabilidade do 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).

Além disso, em outros países da América do Sul que já elaboraram NDFs, novos critérios de exploração para *Cedrela odorata* foram definidos (Tabela 3).

Tabela 3. Novos critérios de exploração para *Cedrela* spp. em países da América do Sul, conforme estabelecido nos NDFs.

País	Diâmetro Mínimo de Corte (cm)	Ciclo de corte (anos)	Preservação da população comercial	Densidade (n/ha)	Processo autorizativo
Bolívia (Cerrillo <i>et al.</i> , 2013)	60	20	Taxa de retenção de 20% de árvores de tamanho comercial	Densidade de retenção mínima de cinco árvores de tamanho comercial por 100 ha	Cinco tipos de vegetação apresentaram densidades abaixo de cinco árvores por 100 ha e não devem ser exploradas
Guyana (Van der Hout, 2015)	60	25	-	-	-
Peru (Lombardi <i>et al.</i> , 2009a; Lombardi <i>et al.</i> , 2009b)	65	40	Taxa de retenção de 20% de árvores de tamanho comercial	-	-
Suriname (Rakimoen, 2023)	Sistema de cotas baseado na capacidade de exploração florestal da população de <i>Cedrela odorata</i> no país				

- Ausência de informação

2.1. Critérios de Manejo Florestal Madeireiro para *Cedrela* spp. no Brasil

Cedrela fissilis apresentou baixa densidade na Amazônia, com 0,007 árvores por hectare em FOA e menos de 0,002 em FOD, e um volume médio inferior a 0,05 m³/ha. Sua estrutura populacional comercial apresenta um J-invertido, típico de espécies com maior capacidade regenerativa (Silva *et al.*, 2016), porém, com densidade de árvores por classe baixíssima, menor que 0,001 árv/ha, para a maioria das classes diamétricas.

Já *Cedrela odorata* apresentou densidade populacional variando entre 0,040 árvores por hectare em FOD e 0,043 em FOA, e volume médio em torno de 0,5 m³/ha. O padrão unimodal da sua estrutura populacional indica uma maior capacidade de crescimento, transição de classes diamétricas e recuperação volumétrica (Bhasin *et al.*, 2024). Essas características podem estar associadas com menor capacidade de regeneração, porém, para espécies pioneiras intolerantes à sombra e com

regeneração após distúrbios, como o caso de *Cedrela* spp. (Cárdenas et al., 2015), esse é um padrão esperado para populações saudáveis (Da et al., 2004). Além disso, as taxas de mortalidade a longo prazo são inferiores a 1%, com recrutamento superior à mortalidade no mesmo período. O crescimento médio da espécie foi 17% maior em áreas manejadas, com taxas de crescimento diamétrico em torno de 0,64 cm/ano, especialmente nas classes diamétricas inferiores.

Para análise das estruturas populacionais de *Cedrela odorata*, foram utilizados os dados de inventário florestal de Florestas Nacionais – Flonas. Para Floresta Ombrófila Aberta – FOA, foram utilizados dados da Flona do Jacundá - RO, enquanto para a Floresta Ombrófila Densa – FOD, os dados da Flona de Altamira - PA. 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 FOD (Flona Altamira), e 29.159 ha na FOA (Flona Jacundá) (Figura 2).

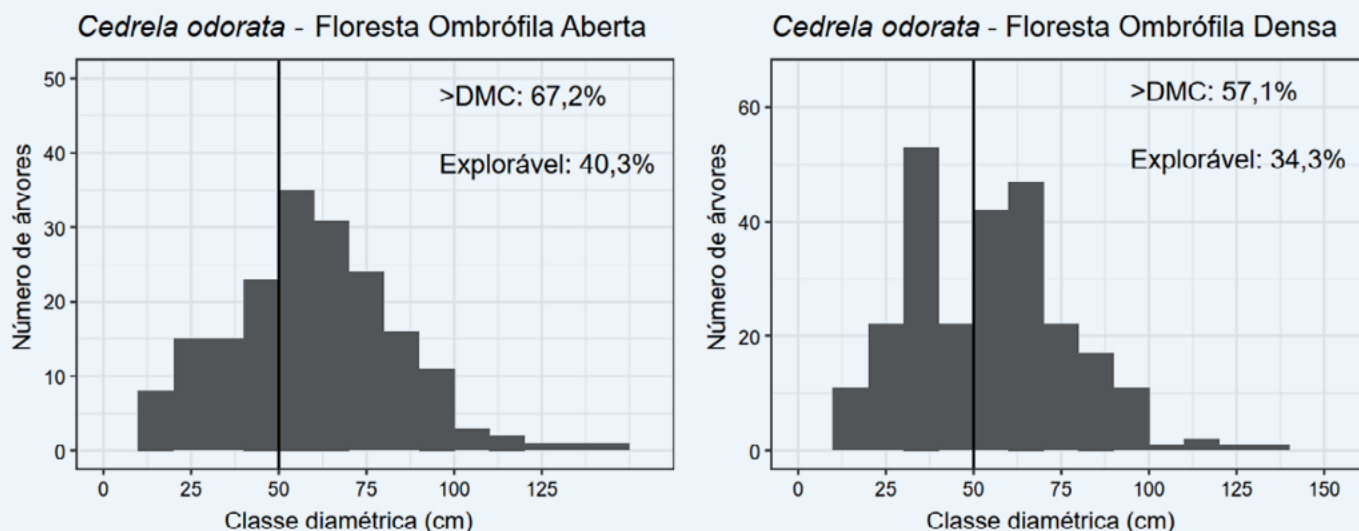


Figura 2. Distribuição do número de árvores por classes diamétricas (intervalos de 10 cm) inventariadas nas Florestas Nacionais representativas de dois Tipos de Vegetação: Floresta Ombrófila Aberta (FOA - Flona Jacundá, 29.159 ha) e Floresta Ombrófila Densa (FOD - Flona Altamira, 53.549 ha), para *Cedrela 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, 67,2% das árvores inventariadas estão acima do DMC, das quais 40,3% são exploráveis, enquanto na FOD, 57,1% das árvores estão acima do DMC, sendo 34,3% 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). Foi observada uma diferença significativa da mortalidade de *Cedrela odorata* entre os tipos de vegetação avaliados. Utilizando a estrutura populacional (Figura 2), os dados de crescimento simulados das parcelas permanentes e autocorrelação dos anéis de crescimento (Figura 3), e as taxas de mortalidade obtidas pelas parcelas permanentes, aplicou-se o método *bootstrapping* (Brienen *et al.*, 2006). Este método foi empregado para realizar 100 simulações para cada cenário planejado. As simulações foram aplicadas para evitar efeitos de aleatoriedade na escolha dos indivíduos a serem explorados nas simulações (por exemplo, pela escolha aleatória de indivíduos grandes ou pequenos) e para obter uma melhor aproximação da média e variabilidade nas estimativas de recuperação volumétrica. Assim, para cada cenário com diferentes relações entre diâmetro mínimo de corte e intensidade de exploração foi obtido um Índice de Recuperação Volumétrica - RI respectivo (Figura 4).

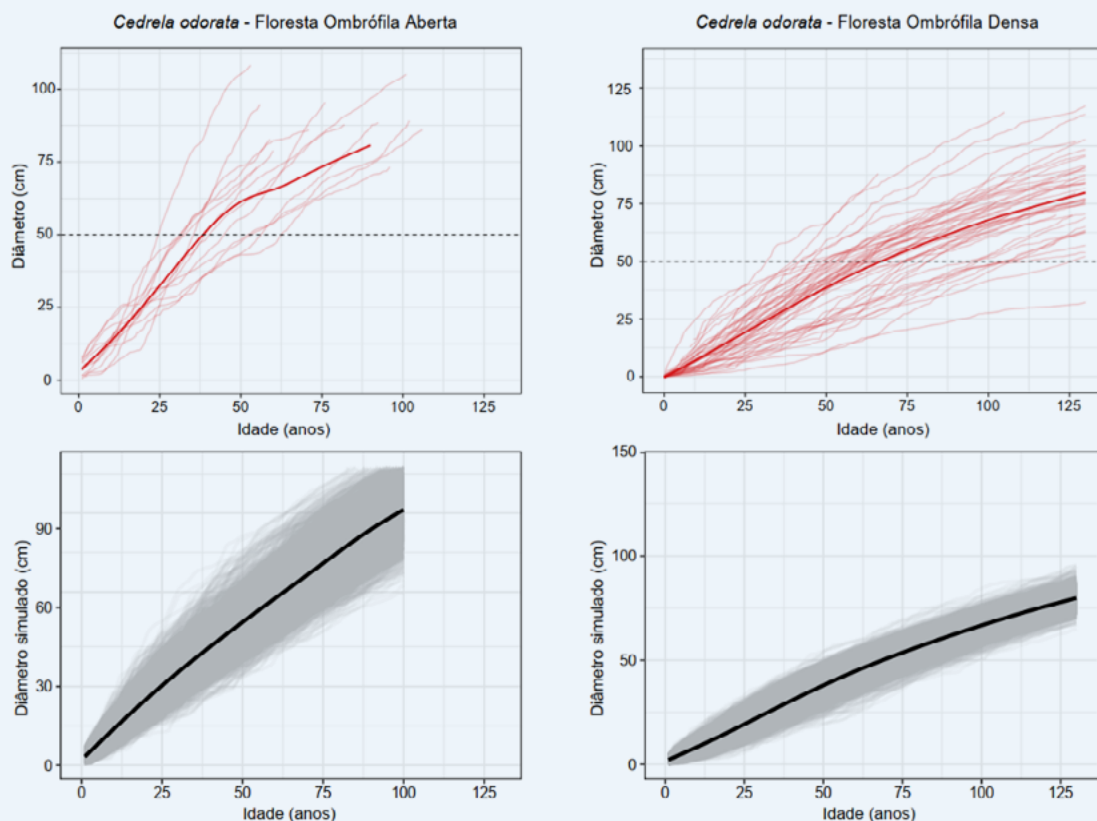


Figura 3. Trajetórias de diâmetro acumulado por idade para *Cedrela odorata* nos Tipo de Vegetação Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD. Na linha superior, os dados de anéis dev crescimento são apresentados, enquanto na linha inferior, as simulações baseadas nos dados de crescimento das parcelas permanentes, porém, integrando a autocorrelação e variabilidade dos anéis de crescimento.

Os cenários de exploração madeira 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 florestal sustentável da empresa Agro cortex¹⁰, sendo:

$$V(m^3) = 0,00087 * D^{2,06}$$

Onde: V é o volume estimado (m³), e D o diâmetro mensurado no inventário florestal (cm).

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

Projetou-se o crescimento da população remanescente após a primeira rodada de simulação por um ciclo de corte de 30 anos. A variabilidade em crescimento entre indivíduos nessas projeções foi incorporada para aprimorar as simulações, deixando-as mais realistas se comparadas com projeções utilizando dados de crescimento fixos (Figura 3). Foram utilizados dados de crescimento de diversos estudos através das informações de anéis de crescimento de *C. odorata* em FOA e FOD. Dados de anéis de crescimento proporcionaram uma base de dados de crescimento que cobre a longevidade dos indivíduos e incorpora a autocorrelação e a variabilidade entre indivíduos no crescimento diamétrico (Figura 3).

Tabela 4. Parâmetros utilizados para avaliação dos critérios de manejo florestal para *Cedrela odorata* na Amazônia Brasileira por Tipo de Vegetação: 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). Tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD.

Espécie	Fitofisionomia	Densidade de árvores (n/ha)	Taxa de crescimento diamétrico (cm/ano)	Taxa de mortalidade média (%/ano)
<i>Cedrela odorata</i>	FOA	0,043	0,65	0,20
	FOD	0,040	0,62	3,70

Para evitar efeitos de aleatoriedade na escolha das trajetórias de crescimento nas simulações de recuperação volumétrica, foram geradas séries de crescimento de árvores virtuais simuladas a serem exploradas seguindo a abordagem sugerida por Brien et al. (2006) e adaptada por Groenendijk et al. (2017). As séries de crescimento das árvores virtuais incorporaram a tendência ontogenética e a autocorrelação no crescimento das espécies. Finalmente, o volume de madeira disponível no segundo ciclo de exploração florestal foi calculado aplicando as mesmas funções alométricas aos diâmetros projetados das árvores após um ciclo (dos indivíduos que sobreviveram após 30 anos), o mesmo DMC e intensidade de exploração do primeiro ciclo.

O índice de recuperação volumétrica – RI% foi calculado como a porcentagem do volume extraído na segunda exploração relativo ao volume na primeira exploração, e merece certo destaque na sua compreensão.

A Cites é implementada na União Europeia por meio do Regulamento de Comércio de Vida Selvagem (Wildlife Trade Regulations), que condiciona uma importação de espécies do anexo II à 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 capacida-

de de regeneração para a elaboração dos NDFs de espécies arbóreas e considera que medidas como o cálculo do Índice de Recuperação – RI devem fundamentar os critérios de sustentabilidade, tendo em vista se tratar de um indicador-chave na manutenção das funções ecossistêmicas das espécies exploradas.

Assim, no âmbito da 27ª Reunião do Comitê de Plantas da Cites¹¹, por meio do documento (PC27 Inf. 10) são propostos pelo GRC da UE-WTR critérios técnico-científicos para definição do RI no manejo florestal sustentável. É estabelecido um limite mínimo de índice de recuperação de 75% ideal para florestas tropicais clímax não exploradas, e 100% de recuperação do volume explorado a partir do segundo ciclo de corte ou em florestas já exploradas nos últimos 100 anos, de modo a garantir que o papel no ecossistema desempenhado pela espécie explorada se mantenha constante ao longo do tempo. Alternativamente, é aceito um índice mínimo RI de 50%, desde que devidamente embasado em fundamentos científicos.

Os RIs demonstraram uma ampla variabilidade entre rodadas de simulação para diferentes cenários de manejo florestal, considerando valores diversos de diâmetro mínimo de corte e intensidade de exploração.

Desta forma, estabeleceu-se esta amplitude de variação como parâmetro mínimo de RI% para *Cedrela odorata* nos diferentes cenários de manejo. Foram projetados cenários por tipo de vegetação, Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Ombrófila Densa, levando em consideração uma floresta clímax sem exploração anterior, para a propositura de novos critérios de manejo da espécie em função da recuperação volumétrica (RI 50-75%) no segundo ciclo de corte:

- 1) Cenário 1 - DMC de 50 cm e Intensidade de Exploração de 90%.**
- 2) Cenário 2 - DMC e intensidade de exploração ajustados para alcançar >75% de RI; e**
- 3) Cenário 3 - DMC e intensidade de exploração ajustados para alcançar >50% de RI;**

As projeções focaram em mudanças nas variáveis DMC e IE, não sendo avaliadas alterações no ciclo de corte, em razão da necessidade de compatibilização da exploração de *Cedrela* spp. com as demais espécies na mesma área.

11 Vigésima sétima reunião do Comitê de Plantas Genebra (Suíça), 8 a 13 de julho de 2024.

A figura 4 apresenta a projeção do impacto de DMC de 50cm e Intensidade de Exploração – IE de 90% nas populações de *Cedrela 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. Estes critérios representam a exploração do gênero em período anterior à sua inclusão como espécie vulnerável na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, em dezembro de 2014.

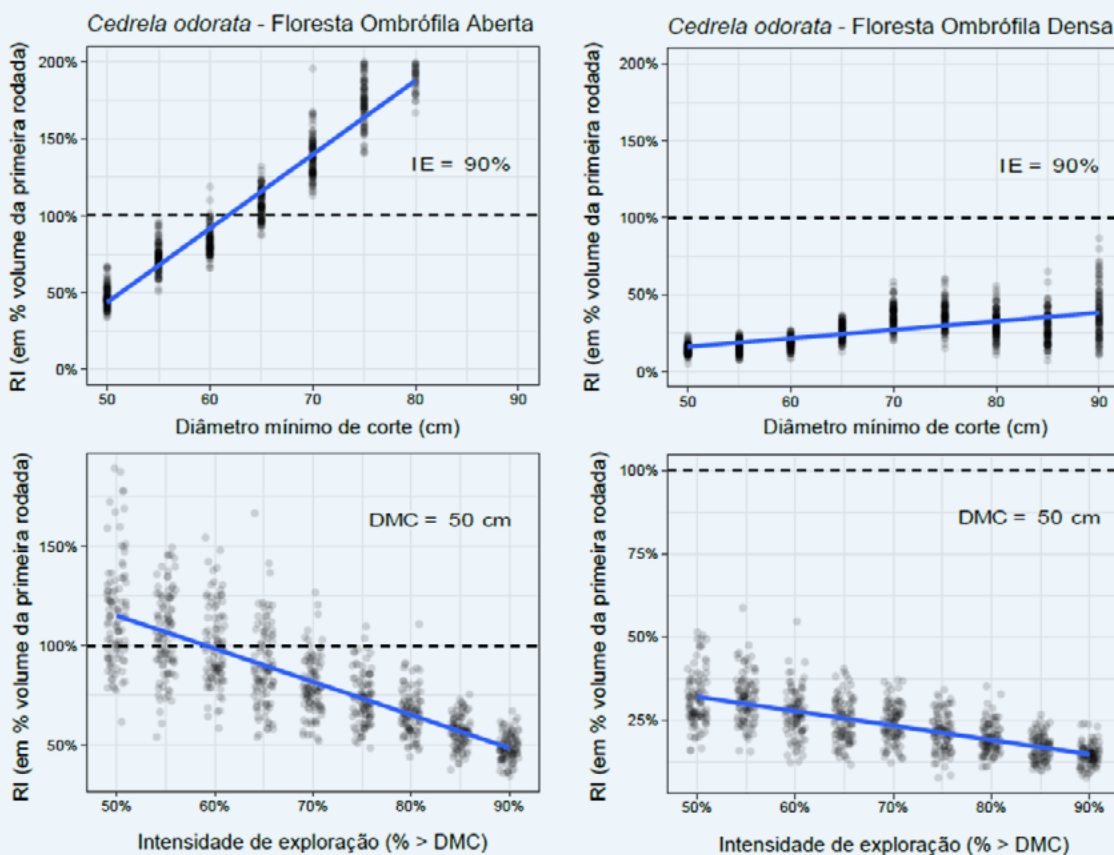


Figura 4. Critérios de manejo florestal atuais de *Cedrela* spp. por Tipo de Vegetação Floresta Ombrófila Aberta – FOA (primeiro e terceiro quadrantes). No primeiro quadrante considerando a Intensidade de Exploração de 90% e terceiro quadrante o DMC= 50 cm; e Floresta Ombrófila Densa – FOD (segundo e quarto quadrantes): no segundo quadrante considerando a Intensidade de Exploração de 90% e quarto quadrante o DMC= 50 cm. Índice de recuperação volumétrica – RI% baseado no volume inicial pré-exploração e nas trajetórias de crescimento projetadas (dados de anéis e parcelas permanentes) em função do diâmetro mínimo de corte – DMC. Para as projeções manteve-se ciclo de corte de 30 anos.

Os resultados para este cenário, em ambos os tipos de vegetação, FOA e FOD, apresentaram RI inferior a 50%, indicando que estes critérios não são adequados para a exploração não prejudicial da espécie ao longo do tempo. Em FOA, a recuperação com os parâmetros convencionais (DMC = 50cm, IE = 90%, ciclo de corte = 30 anos) ficou em torno de 45%, enquanto em FOD, abaixo de 25%.

As figuras 5 e 6 apresentam cenários projetados de exploração para *Cedrela* considerando a alteração dos parâmetros DMC e Intensidade de Exploração, mantendo-se o ciclo de corte em 30 anos.

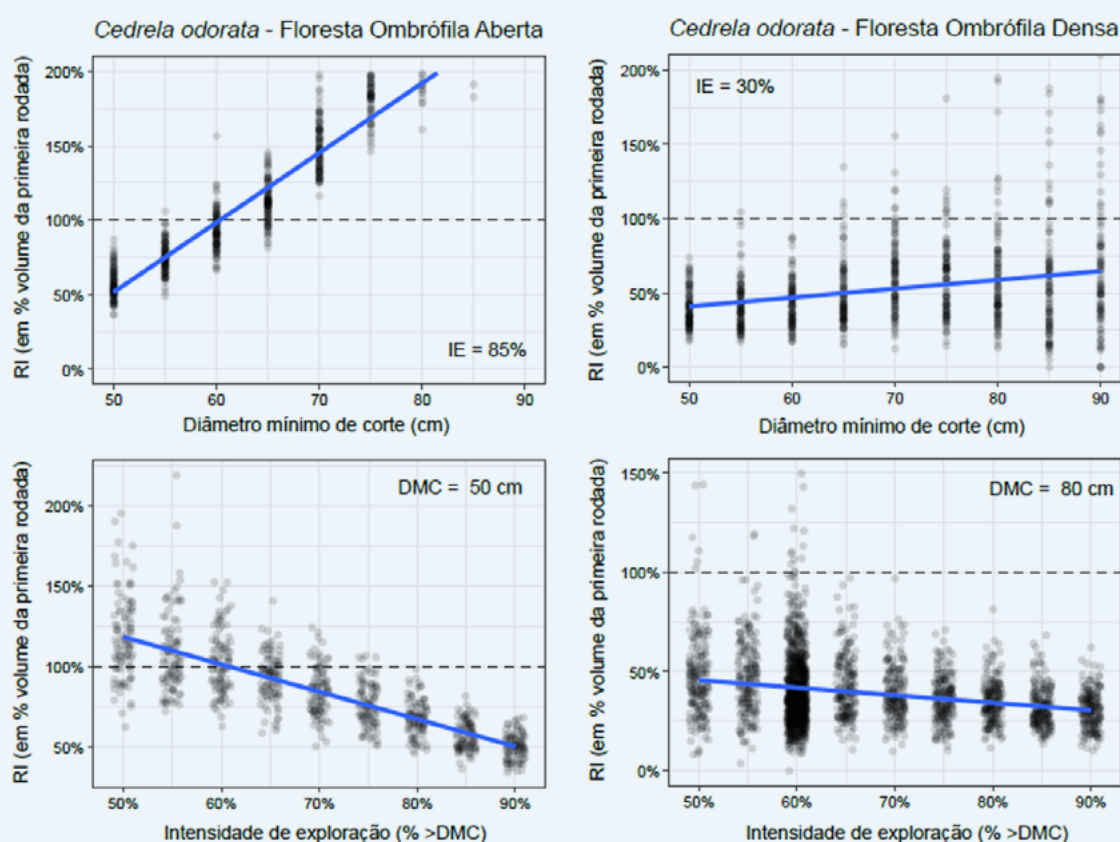


Figura 5. Critérios de manejo florestal atuais de *Cedrela* spp. por Tipo de Vegetação. Floresta Ombrófila Aberta – FOA (primeiro e terceiro quadrantes). No primeiro quadrante considerando a Intensidade de Exploração de 85% e terceiro quadrante o DMC= 50 cm; e Floresta Ombrófila Densa – FOD (segundo e quarto quadrantes): no segundo quadrante considerando a Intensidade de Exploração de 30% e quarto quadrante o DMC= 80 cm. Índice de recuperação volumétrica – 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.

Na figura 5, são apresentados cenários de exploração mais restritos, onde o quadrante superior esquerdo avalia diferentes DMC e seu impacto no RI% para FOA, considerando a IE equivalente a 85%, para um ciclo de corte de 30 anos. No quadrante superior direito, avalia-se a IE equivalente a 30% para diferentes DMCs para FOD. Já nos quadrantes inferiores, são estabelecidos DMCs de 50cm para FOA à esquerda, e 80cm para FOD à direita, em ambos com variação da intensidade de exploração de 50 a 90%.

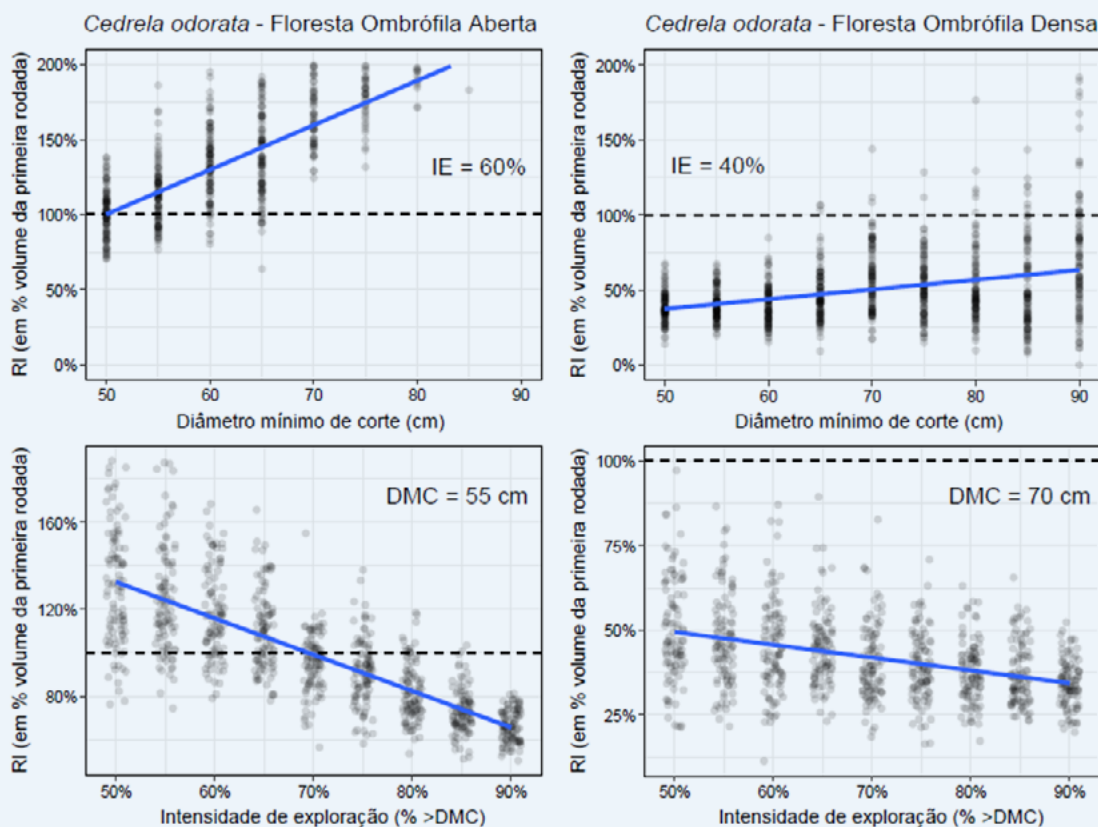


Figura 6. Critérios de manejo florestal de *Cedrela odorata* por Tipo de Vegetação: Floresta Ombrófila Aberta - FOA (primeiro e terceiro quadrantes). No primeiro quadrante considerando a Intensidade de Exploração de 60% e terceiro quadrante o DMC= 55 cm; e Floresta Ombrófila Densa – FOD (segundo e quarto quadrantes): no segundo quadrante considerando a Intensidade de Exploração de 40% e quarto quadrante o DMC= 70 cm. Índice de recuperação volumétrica – 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.

Para estas projeções, os resultados de recuperação volumétrica variaram significativamente entre os Tipos de Vegetação. Em FOA, RI >75% foi alcançado, por exemplo, com DMC = 55 cm, IE = 85% e ciclo de corte = 30 anos. Em FOD, RI >75% foi alcançado com DMC acima de 90 cm, IE = 30% e ciclo de corte = 30 anos. Assim, o cenário 2 de exploração, em tese, poderia garantir a exploração não prejudicial da espécie ao longo do tempo, porém, reduz drasticamente a porcentagem média de árvores passíveis de exploração em FOD, possivelmente inviabilizando a atividade econômica florestal neste tipo de vegetação.

A figura 6, representando o cenário 3, também apresenta projeções com intensidade de exploração distintas para os dois tipos de vegetação estudados, com 60% para FOA (superior esquerdo) e 40% para FOD (superior direito) nos quadrantes superiores. A definição destas IEs foi baseada nos percentuais médios de exploração efetiva destas espécies nos Manejos Florestais em Concessões Federais. Já nos quadrantes inferiores, são avaliadas as IE entre 50 e 90%, com DMC de 55 cm para FOA (esquerdo), e 70 cm para FOD (direito).

Os resultados de recuperação volumétrica para o cenário 3, em ambos tipos de vegetação, FOA e FOD, alcançaram o mínimo de 50%. Em FOD, o mínimo de RI foi atingido com DMC = 70 cm, IE = 50%, ciclo de corte = 30 anos (Figura 4). Em FOA, atinge-se o percentual de 100% de recuperação volumétrica com 55cm e intensidade de exploração de 70%. Propõe-se o balanço entre os cenários de exploração de modo a garantir a exploração não prejudicial da espécie por tipo de vegetação ao longo do tempo, equilibrando conservação e viabilidade da atividade econômica florestal. No último cenário, em destaque, observa-se uma redução estimada de 14% na população passível de exploração em FOA e 62% em FOD, em comparação com o cenário atual (Figuras 2 e 5). Essa redução não considera a diferenciação entre as árvores remanescentes e porta-sementes, que devem ser catalogadas na população.

Em todos os cenários, as taxas de mortalidade de *Cedrela 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 *Cedrela* spp. ocorre majoritariamente em FOA (77% dos PMFS) em comparação a FOD (20% dos PMFS), sendo os 3% restantes distribuídos em outros tipos vegetacionais e/ou em áreas de contato. Além disso, recomenda-se que os critérios de manejo sejam periodicamente revisados com base em novos dados de monitoramento e pesquisas, garantindo sua adequação às mudanças ambientais, climáticas e às dinâmicas populacionais da espécie.

As mudanças no diâmetro mínimo de corte e nas intensidades de exploração a partir do cenário 3 (Figura 6) também afetaram a porcentagem média de árvores pas-

síveis de exploração (Figura 7). Assim, as estimativas de exploração para *C. odorata* passam a ser de 34,5% em FOA e de 13,1% em FOD, com os novos critérios propostos.

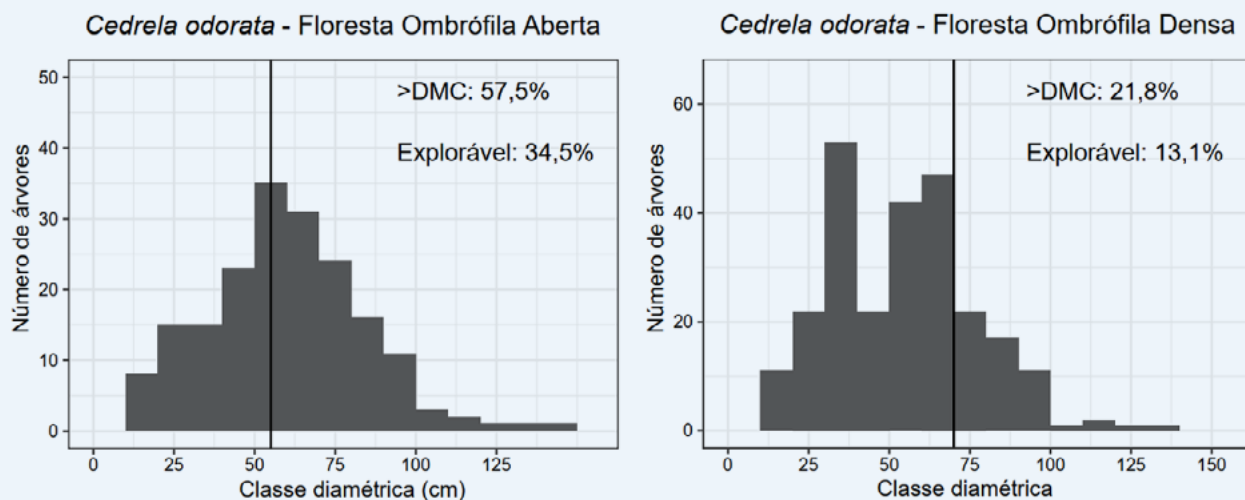


Figura 7. Distribuição do número de árvores por classes diamétricas (intervalos de 10 cm) inventariadas nas Florestas Nacionais representativas de dois Tipos de Vegetação: Floresta Ombrófila Aberta (FOA - Flona Jacundá, 29.159 ha) e Floresta Ombrófila Densa (FOD - Flona Altamira, 53.549 ha) para *Cedrela odorata*. A linha vertical contínua marca o novo diâmetro mínimo de corte – DMC estabelecido (55 cm para FOA e 70 cm para FOD). As porcentagens indicadas referem-se à proporção da população com diâmetro acima do DMC e à proporção correspondente de árvores exploráveis. Na FOA, 57,5% das árvores inventariadas estão acima do DMC, das quais 34,5% são exploráveis (com intensidade de exploração de 70%), enquanto na FOD, 21,8% das árvores estão acima do DMC, sendo 13,1% exploráveis (com intensidade de exploração de 50%).

2.2. Recomendações de tratamentos silviculturais para *Cedrela* spp.

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 como paricá, cedro, andiroba e castanheira (Sabogal *et al.*, 2006). Entretanto, a broca das Meliaceae, *Hypsipyla grandella*,

é a principal praga que impede o plantio comercial de espécies de Meliaceae. Apesar disso, o método silvicultural via plantio de enriquecimento em florestas secundárias tem mostrado resultados satisfatórios (Santos & Ferreira, 2020).

As espécies do gênero *Cedrela*, como *C. odorata* e *C. fissilis*, são consideradas pioneiras e exigentes em luz, tornando-se mais heliofílicas à medida que crescem (van Rheenen *et al.*, 2004; Brien *et al.*, 2006b). A germinação das sementes é alta, alcançando percentuais acima de 70%, e não há dormência, o que favorece a regeneração em condições adequadas (Cárdenas *et al.*, 2015). No entanto, a regeneração natural do cedro é limitada por fatores ecológicos que dificultam seu estabelecimento, com indivíduos frequentemente dispersos e em baixas densidades em florestas naturais com pouca intervenção (Pennington & Muellner, 2010). A baixa densidade de indivíduos de cedro nas florestas pode ser consequência do comportamento típico de espécies heliófitas duráveis, cujo estabelecimento de regeneração natural depende principalmente da abertura de grandes clareiras e da disponibilidade de fontes viáveis de sementes na área (Cárdenas *et al.*, 2015).

Experimentos na Amazônia demonstraram que a intensidade luminosa é um fator crucial para o crescimento das mudas de cedro (Hayashida-Oliver *et al.*, 2001; d'Oliveira & Ribas, 2011; Vieira *et al.*, 2018; Santos & Ferreira, 2020). Para otimizar o crescimento da espécie, recomenda-se a realização de tratamentos de liberação para indivíduos já estabelecidos e o desbaste em áreas de enriquecimento (Cárdenas *et al.*, 2015). Nesse contexto, o tamanho da clareira também é crucial. Enquanto clareiras pequenas, em torno de 40 m², tendem a se fechar rapidamente e prejudicar a regeneração, áreas em torno de 200-400 m² demonstram-se mais adequadas (Negreros-Castillo & Mize, 2008; Vieira *et al.* 2018).

O potencial das espécies do gênero *Cedrela* para a silvicultura na Amazônia é promissor, especialmente em áreas de reflorestamento e plantio de enriquecimento. No entanto, a suscetibilidade ao ataque de pragas, como a broca das Meliaceae (*Hypsipyla grandella*), ainda representa um grande desafio para o plantio comercial dessas espécies em larga escala (Hilje, 2020). Para avançar nas plantações de cedro e diminuir o ataque da broca, recomenda-se a sua consorciação com espécies de crescimento mais rápido, como *Enterolobium cyclocarpum* ou *Samanea saman*, com uma densidade de plantio de 10-15 árvores por hectare (Cordero *et al.*, 2003). Além disso, a extensa copa do cedro permite sua integração em sistemas agroflorestais com culturas, como café, cacau e banana (Sol-Sánchez *et al.*, 2018; Calvé Jarque *et al.*, 2020; Salazar-Ruiz *et al.*, 2021; Segura-Elizondo & Moya, 2021). O cedro também apresenta resposta positiva à fertilização do solo com fósforo (Oliveira Carvalho *et al.*, 2022). A biofertilização com inoculantes micorrízicos também é favorável para o cedro, promovendo maior crescimento das plantas (Aguirre-Medina *et al.*, 2014; Méndez-Cortés *et al.*, 2013).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram avaliadas a estrutura populacional e as taxas demográficas (crescimento diamétrico e mortalidade) a partir de dados de inventário florestal e parcelas permanentes para duas espécies do gênero *Cedrela*: *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*. As análises foram realizadas considerando os diferentes tipos de vegetação onde predominantemente ocorrem as atividades de manejo florestal: Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, destacando as características biológicas e vulnerabilidades de cada espécie no contexto do manejo florestal sustentável. Assim, com base na análise populacional e nas simulações de recuperação volumétrica, são apresentados os critérios de manejo florestal sustentável para *Cedrela* spp. no bioma amazônico para Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Ombrófila Densa, em diferentes cenários para avaliação em conjunto com as demais conclusões apresentadas nos capítulos anteriores.

A aplicação dos critérios de manejo adequados visa a manutenção de uma estrutura populacional sustentável, respeitando a densidade e a variabilidade populacional da espécie nos diferentes tipos de vegetação. A combinação dos dados de inventário florestal, anéis de crescimento e monitoramento de parcelas permanentes fornece uma base sólida para o estabelecimento de práticas de manejo florestal adaptadas às características biológicas e ecológicas de cada espécie, visando a conservação e o uso sustentável dos recursos florestais na Amazônia. Além disso, recomenda-se que os critérios de manejo sejam periodicamente revisados com base em novos dados de monitoramento e pesquisas, garantindo sua adequação às mudanças ambientais, climáticas e às dinâmicas populacionais do gênero *Cedrela*. Essa abordagem adaptativa permite responder de forma mais eficiente às pressões decorrentes do uso da terra e dos efeitos das mudanças climáticas, assegurando a sustentabilidade do manejo das populações florestais.

Além do avanço na sustentabilidade do manejo florestal ao definir critérios em nível de espécie, essa atividade também pode ser uma aliada nas estratégias de incentivos econômicos, como os Pagamentos por Serviços Ambientais – PSA e mecanismos de mercado de crédito de carbono. Estes instrumentos podem ser fortalecidos por financiamentos verdes e fundos destinados à conservação florestal. Legislações claras, com foco na padronização de metodologias, transparência e auditoria podem atrair capital nacional e internacional e garantir a eficácia dessas iniciativas no país. Dessa forma, a exploração dos recursos florestais associada a outras atividades baseadas na natureza tem o potencial de consolidar o manejo florestal na Amazônia como um modelo de desenvolvimento sustentável, que alia valorização socioeconômica e conservação ambiental.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Medina, J.F., Mina-Briones, F.O., Cadena-Iñiguez, J., Dardón-Zunun, J.D., & Hernández-Sedas, A. (2014). Growth of *Cedrela odorata* L. Biofertilized with *Rhizophagus intraradices* and *Azospirillum brasilense* under nursery conditions. *Rev. Chapingo ser. cienC. for. Ambient*, 20(3), 177-183. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.01.001>
- 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>
- Bhasin, O., Doucet, J.L., Makemba, R.N., Gillet, J.F., Deblauwe, V., Sonké, B., & Hardy, O. J. (2024). Contrasted spatial, demographic and genetic structures of a light-demanding African timber species, *Cylicodiscus gabunensis* Harms—Implications for a sustainable management of its populations. *Forest Ecology and Management*, 551, 121527. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121527>
- 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)

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(1619), 20120152. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0152>

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>

Brasil. (2022). Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Estabelece a atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/06/2022&jornal=515&pagina=74&totalArquivos=149>

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.

Braz, E.M., de Mattos, P.P., Arco-Verde, M.F., Basso, R.O., Canetti, A., Basso, R.O., & Canetti, A. (2017). *Otimização do ciclo de corte na Floresta Amazônica sob o ponto de vista econômico*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1073850>

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 (2006b). Lifetime Growth Patterns and Ages of Bolivian Rain Forest Trees Obtained by Tree Ring Analysis. *Journal of Ecology*, 94(2), 481-493. <https://www.jstor.org/stable/3599649>

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

Calvé Jarque, S., Murillo, O., & Salazar, L. (2020). Economic contribution of cedar wood (*Cedrela odorata* L.) as a shade tree in coffee plantations in Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 17(41), 68–77. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v17i41.5287>

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>

Cárdenas, D., Arboleda, N.C., Tunjano, S.S., Barrera, L.Q., Rodríguez, M.B., Rodríguez, S. G., ... & Villate, G.C.M. (2015). *Planes de manejo para la conservación de abarco, caoba, cedro, palorosa y canelo de los andaquíes*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.

Cerrillo, R.M.N., Agote, N., Pizarro, F., Ceacero, C.J., & Palacios, G. (2013). Elements for a non-detriment finding of *Cedrela* spp. in Bolivia—A CITES implementation case study. *Journal for Nature Conservation*, 21(4), 241-252. <https://doi.org/10.1016/j.jnC.2013.01.003>

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>

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>

Cordero, J., Mesén, F., Montero, M., Stewart, J., Bossier, D., Chanberlain, J., Pennington, T., Hands, M., Hughes, C., & Detlefsen, G. (2003). Descripciones de especies de árboles nativos de América Central. En: Cordero, J., & Boshier, D.H. (eds). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. OFI-CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Turrialba. Costa Rica. 311-958.

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>

Da, L.J., Yang, Y.C., & Song, Y.C. (2004). Population structure and regeneration types of dominant species in an evergreen broadleaved forest in Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province, Eastern China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 28(3), 376. <https://doi.org/10.17521/cjpe.2004.0054>

de Avila, A.L., Schwartz, G., Ruschel, A.R., do Carmo Lopes, J., Silva, J.N.M., de Carvalho, J.O.P., ... & Bauhus, 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., 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.

d'Oliveira, M.V., & Ribas, L.A. (2011). Forest regeneration in artificial gaps twelve years after canopy opening in Acre State Western Amazon. *Forest Ecology and Management*, 261(11), 1722-1731. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.020>

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>

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>

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>

Hayashida-Oliver, Y., Boot, R., & Poorter, L. (2001). Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. *Ecología en Bolivia*, 35, 51-60.

Hilje, L. (2020). In Search of a Preventive Approach to Management of the Meliaceous Borer (*Hypsipyla grandella*). *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(2), 211-229. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.54-2.13>

Inga, J.G., & del Valle, J.I. (2017). Log-relative growth: A new dendrochronological approach to study diameter growth in *Cedrela odorata* and *Juglans neotropica*, Central Forest, Peru. *Dendrochronologia*, 44, 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2017.03.009>

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>

Lombardi, I., Barrena, V., Vargas, C., Huerta, P., Garnica, C., Ocaña, J.C., & Gamarra, A. (2009a). Proyecto UNALM-ITTO PD 251/03 Rev. 3(F). Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú. *Universidad Nacional Agraria la Molina*. https://cites.org/sites/default/files/ndf_material/Evaluation%20commercial%20stock,%20strategy%20for%20S.T%20mngmnt%20of%20bigleaf%20mahogany-Swietenia%20macrophylla,%20cedar-Cedrela%20odorata%20Technical%20report.pdf

Lombardi, I., Barrena, V., Huerta, P., Carranza, J., & Vallejo, S. (2009b). *Propuesta para la recuperación de las poblaciones de "Cedrela spp." en el Perú*. https://cites.org/sites/default/files/ndf_material/Evaluation%20commercial%20stock%2C%20strategy%20for%20S.T%20mngmnt%20of%20bigleaf%20mahogany-Swietenia%20macrophylla%2C%20cedar-Cedrela%20odorata%20Proposed%20recovery.pdf

Méndez-Cortés, H., Marmolejo-Monsiváis, J.G., Cantú-Ayala, C., Olalde-Portugal, V., Estrada-Castillón, E., & Posadas-Leal, C. (2013). Respuesta de *Cedrela odorata* L. a diversos inoculantes micorrízicos procedentes dos ecosistemas tropicales. *Madera y bosques*, 19(3), 23-34.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2009). 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*. https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=578

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>

Negreros-Castillo, P., & Mize, C.W. (2008). Regeneration of mahogany and Spanish cedar in gaps created by railroad tie extraction in Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 255(2), 308-312. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.052>

Oliveira Carvalho, A., 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>

Pennington, T.D., Muellner, A.N., & Wise, R. (2010). *Monograph of Cedrela* (Meliaceae). dh books.

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/pnas-nexus/pgac102>

Rakimoen, K. (2023). *Non-detriment findings for Cedrela odorata from Suriname* (Master's thesis, Universidad Internacional de Andalucía). <http://hdl.handle.net/10334/7925>

Reategui-Betancourt, J., Mazzei de Freitas, L.J., Santos, K.R., Briceño, G., Matriardi, 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*.

Regmi, S., Neupane, A., Neupane, R., & Pokharel, A. (2023). Role of government policies for sustainable forest resource management: a review. *Food and Agri Economics Review*, 3(1), 10-13. <http://doi.org/10.26480/faer.01.2023.10.13>

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>

Salazar-Ruiz, A.G., Murillo-Cruz, R., Salas-Rodríguez, A., & Fonseca-González, W. (2021). Commercial volume table of *Cedrela odorata* L. in an agroforestry system with coffee in Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 18(42), 74-80. <http://dx.doi.org/10.18845/rfmk.v16i42.5545>

Santos, V.A.H.F., & Ferreira, M.J. (2020). Initial establishment of commercial tree species under enrichment planting in a Central Amazon secondary forest: Effects of silvicultural treatments. *Forest Ecology and Management*, 460, 117822. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117822>

Sarfo-Adu, G.K. (2021). Role of Forest Related Policies and Laws on Sustainable Forest Management Practice: A Critical Overview. *Journal of Resources Development and Management*, 73. <https://doi.org/10.7176/JRDM/73-06>

Scabin, A.B., Costa, F.R.C., & Schöngart, J. (2012). The spatial distribution of illegal logging in the Anavilhanas archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on species. *Environmental Conservation*, 39(2), 111-121. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000610>

Scoti, M.S.V., & Souza, E.M. (2020). Influência da exploração florestal nas populações de espécies ameaçadas de extinção na FLONA do Jamari, RO. *Biodiversidade Brasileira*, 10(3), 64-73. <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v10i3.1637>

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., Falkowski, V., & Peña-Claros, M. (2017a). 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, K.E.D., Martins, S.V., Ribeiro, C.A.A.S., Santos, N.T., & Azevedo, C.P.D. (2016). Structure of 15 hectares permanent plots of terra firme dense forest in Central Amazon. *Revista Árvore*, 40, 603-615. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000400004>

Sist, P., Ferreira, F. N. (2007) Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 243. p. 199-209.

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>

Segura-Elizondo, B., & Moya, R. (2021). Wood properties comparison of *Cedrela odorata* from trees in agroforestry and in pure plantation. *Wood research*, 66(1), 117-128. <https://doi.org/10.37763/wr.1336-4561/66.1.117128>

Sol-Sánchez, Á., López-Juárez, S.A., Córdova-Ávalos, V., & Gallardo-López, F. (2018). Productividad potencial del SAF cacao asociado con árboles forestales. *Rev. ibero-am. bioecon. cambio clim.*, 4(7), 862-877. <https://doi.org/10.5377/ribcC.v4i7.6327>

Teketay, D. (2011). Natural regeneration and management of *Podocarpus falcatulus* (Thunb.) Mirb. in the Afromontane forests of Ethiopia. *Silviculture in the Tropics*, 325-337. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19986-8_21

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>

Van der Hout, P. (2015). Resource Assessment and Forest Management Plan for the CITES-Listed Species *Cedrela odorata* (red cedar) In Guyana. *The International Tropical Timber Organization*, Yokohama, Japan. [https://www. itto. int/files/ itto_project_db_input/3084/Technical/TMT-SPD-014-13-R1-M-Resource% 20Assessment. pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3084/Technical/TMT-SPD-014-13-R1-M-Resource%20Assessment.pdf).

Van Rheenen, H.M.P.J.B., Boot, R.G.A., Werger, M.J.A., & Ulloa, M.U. (2004). Regeneration of timber trees in a logged tropical forest in North Bolivia. *Forest Ecology and Management*, 200, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.06.024>

Vieira, S.B., Carvalho, J.O.P.D., Gomes, J.M., Silva, J.C.F.D., & Ruschel, A.R. (2018). *Cedrela odorata* L. tem potencial para ser utilizada na silvicultura pós-colheita na Amazônia brasileira?. *Ciência Florestal*, 28(03), 1230-1238. <https://doi.org/10.5902/1980509833361>

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>

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}, Manolo Quintilhan¹, Yanka Alves¹, Suelma Ribeiro Silva³, Jochen Schöngart⁴ e Grupo de Trabalho Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024⁵

RESUMO

A inclusão de *Cedrela* spp. sob a Anotação #6 (toras, madeira serrada, compensados e laminados) no Anexo II da Cites foi proposta na Conferência das Partes – CoP18, em 2019, e formalizada em 2020, visando regulamentar o comércio de toras e madeira serrada. 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, para elaboração do NDF para *Cedrela* spp. foi constituído um Grupo de Trabalho coordenado pelo Ibama, com diversas instituições de pesquisa e entes públicos com notória expertise em temáticas de conhecimento fundamentais para o manejo e conservação das espécies, tendo como base a publicação *“Pareceres de Exploração Não Prejudicial para Madeiras Cites - Processo em nove passos para auxiliar as Autoridades Científicas Cites na elaboração de Pareceres de Exploração não Prejudicial (NDFs), com base na ciência, para espécies madeireiras/arbóreas listadas no Anexo II da Cites”*, de D. Wolf, T.E.E. Oldfield y N. McGough. Ao longo deste processo de desenvolvimento, foram adquiridas bases de dados nacionais e internacionais de diversas fontes técnico-científicas, estabelecida interlocução com demais representantes do setor governamental, setor privado, e da sociedade civil, além da realização de oficinas para apresentação dos resultados parciais, coleta de 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 Autoridade Científica Cites, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 - 4 Coordenação de Uso da Terra e Mudança Climática, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CODAM/INPA
 - 5 Portaria de Pessoal Nº 701, de 15 de abril de 2024

volutivas e contribuições para eventuais ajustes no direcionamento dos trabalhos. Todos os resultados apresentados ao longo dos capítulos foram fundamentados em uma extensa base de dados, com avaliação dos principais fatores intrínsecos e extrínsecos ao gênero *Cedrela* spp.. As análises abordaram aspectos essenciais, como a conservação e identificação das espécies, os potenciais riscos biológicos, os parâmetros normativos vigentes e as tendências de exploração e comércio registradas nos sistemas de controle. Além disso, foram avaliados os impactos da exploração legal e ilegal, bem como os critérios para a adoção de práticas de manejo florestal sustentável. Conclui-se que o Parecer de Extração Não Prejudicial é desfavorável para *Cedrela fissilis*, e favorável com restrições para *Cedrela odorata* no bioma amazônico. Os novos critérios de manejo propostos para *Cedrela odorata* aliados à melhorias no processo autorizativo dos planos de manejo devem subsidiar o manejo florestal sustentável da espécie no país.

Palavras-chave: Parecer de Extração Não Prejudicial (NDF); Manejo Florestal Sustentável; *Cedrela* spp.

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 *Cedrela* spp, abordando aspectos relacionados à conservação, aos possíveis riscos biológicos, aos parâmetros normativos vigentes e às tendências de exploração e comércio registradas nos sistemas de controle. Foram avaliados ainda os impactos da exploração e do comércio, tanto legal quanto ilegal, além dos critérios para o manejo sustentável. Dentro desse contexto, também foram trazidos os principais desafios relacionados à identificação taxonômica das duas espécies de ocorrência no bioma amazônico, *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*, bem como a avaliação das características biológicas relacionadas aos padrões de reprodução, como sistemas reprodutivos, polinização, frutificação e dispersão de sementes. A análise dessas características permitiu avaliar como elas se relacionam com o risco de exploração e como impactam a manutenção das populações naturais, garantindo sua sobrevivência e o funcionamento adequado dos ecossistemas.

A pesquisa não se limitou somente à avaliação de padrões de dados já existentes, mas também no desenvolvimento de ferramentas para subsidiar a gestão florestal. A ocorrência de *C. odorata* e *C. fissilis* foi analisada em conjunção com fatores abióticos, como variáveis climáticas, topográficas, edáficas, hidrológicas e de altura de dossel, com o objetivo de prever a probabilidade de ocorrência dessas espécies na Amazônia brasileira, consolidando os Modelos de Distribuição de Espécies – SDM. A sobreposição desses modelos com dados do Projeto de

Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal – PRODES (2008-2023) e da ferramenta PrevisIA (2024), que utiliza Inteligência Artificial para identificar áreas com risco de desmatamento na Amazônia, possibilitou a avaliação de riscos associados à conversão de áreas com alta probabilidade de ocorrência dessas espécies para uso alternativo do solo. Foram ainda avaliadas as classificações de risco e tendências populacionais dessas espécies.

No que se refere aos dados de exploração sustentável dessas espécies no bioma amazônico, foram avaliadas informações de 150 mil hectares de inventários florestais exploratórios de concessões federais, além de inventários florestais contínuos por meio de 140 parcelas permanentes, abrangendo um período de 61 anos de coleta. Também foram analisados mais de 34.500 anos de dados de crescimento anual por meio de anéis de crescimento, categorizados conforme os dois principais tipos de vegetação de ocorrência: Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta. Esses dados permitiram compreender a dinâmica populacional das espécies por meio de parâmetros associados ao crescimento, mortalidade e regeneração. Além disso, foram avaliadas as informações de exploração nos sistemas de monitoramento e controle dos produtos florestais em toda a abrangência do bioma amazônico, fornecendo um panorama da ocorrência de *Cedrela* spp. nos Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, bem como o contexto dos aspectos normativos que regulamentam o manejo sustentável das espécies nesse território.

Outro aspecto fundamental na compreensão da sustentabilidade do gênero *Cedrela* está relacionado aos impactos da exploração e comércio dos seus produtos madeireiros, abordado no capítulo 5. Não apenas as informações sobre produção e comércio que compõem as estatísticas oficiais são tratados, mas também as estimativas do mercado ilegal, compreendendo desde a exploração em PMFS e mecanismos de superestimativas de rendimento de áreas autorizadas até a análise das demais etapas da cadeia produtiva e comercial. Esta perspectiva possibilitou a proposição de medidas eficazes de mitigação desses impactos no contexto da conclusão do NDF.

Por fim, uma análise das estruturas populacionais e do crescimento das espécies em áreas com diferentes históricos de manejo florestal fundamentou projeções sobre a recuperação volumétrica do gênero apresentadas no capítulo 6. As informações de crescimento, regeneração e mortalidade das espécies observadas em Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta, apresentadas no capítulo 3, possibilitaram a avaliação de diversos cenários em simulações que modelaram a recuperação de *Cedrela odorata* após 30 anos da colheita nestas áreas.

1. ANÁLISES - O PARECER DE EXTRAÇÃO NÃO PREJUDICIAL

Para superar os desafios constatados, foram levantadas diversas possibilidades de implementação de alternativas, que abrangem desde soluções tecnológicas até mudanças na gestão dos processos autorizativos, sempre almejando aumentar o grau de informação confiável para embasar a tomada de decisão dos atores envolvidos no processo. Esta perspectiva envolve não apenas subsidiar a autoridade administrativa na avaliação dos possíveis prejuízos causados pela exportação de espécimes de *Cedrela* spp. sob a Anotação #6 (toras, madeira serrada, compensados e laminados), mas também, compreender todos os fatores que impactam na conservação destas espécies e direcionar as mudanças necessárias nos demais elos da cadeia produtiva, considerando os atores envolvidos e as etapas do processo, desde sua origem até o usuário final.

Consoante consignado no Capítulo 1, a correta classificação e nomenclatura das espécies madeireiras apresenta diversos desafios significativos desde sua origem no inventário florestal em campo, com especial ênfase nas etapas de fiscalização do produto madeireiro ao longo da cadeia produtiva, dada a perda de características botânicas fundamentais para a diferenciação de espécies do mesmo gênero. No que concerne ao NDF, esta etapa constitui a base que fundamentará todas as análises subsequentes. Assim, é importante que 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 espécies de *Cedrela* com ocorrência no Brasil estão categorizadas como vulnerável – VU em relação ao status de conservação em diferentes escalas espaciais na maioria das listas publicadas tanto pela IUCN, inventário global mais abrangente sobre o estado de conservação de espécies, quanto pelo CNCFlora, iniciativa brasileira dedicada a avaliar o risco de extinção das espécies da flora nativa do país. Ambas apresentam uma tendência de declínio populacional para o gênero.

No capítulo 2, foram apresentadas as principais causas desse declínio, principalmente relacionados à conversão do habitat para uso alternativo do solo, exploração madeireira e ataques de pragas. No que se refere à *C. fissilis*, estima-se que suas subpopulações tenham diminuído em 30% como resultado da exploração madeireira e da perda de habitat, levando à extinção de algumas subpopulações ao longo do tempo (CNCFlora, 2012). Corroborando o prognóstico da iniciativa governamental, modelos de nicho climático apresentados por Siqueira *et al.* (2019) preveem reduções de 47% a 63% nas áreas de adequabilidade climática até 2070 em função das mudanças climáticas. De forma similar, para *C. odorata*,

existem indícios de que suas populações tenham declinado em quase 30% da sua área de ocorrência natural, e estima-se que diminuam 40,4% nos próximos 100 anos (IUCN, 2017).

Esses fatores apontam para um risco considerável que deve ser avaliado no processo decisório acerca da continuidade da exploração dessas espécies. Todavia, as modelagens e análises apresentadas no capítulo 2 indicam que áreas com máxima probabilidade de ocorrência de *Cedrela fissilis* apresentaram prognóstico de baixo risco de desmatamento para o ano de 2024, enquanto *C. odorata* está associado a um risco moderado. Esses modelos têm o potencial de refinar a tomada de decisão dos entes autorizativos, direcionando os recursos públicos, limitados em sua essência, a situações de maiores incertezas na correta identificação das espécies.

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).

Estes fatores corroboram com as informações avaliadas acerca da estrutura e dinâmica populacional das espécies no âmbito do capítulo 3. Putz *et al.* (2022) ressaltam que boas decisões sobre o manejo florestal sustentável requerem informações sobre a composição e estrutura das florestas, além de estimativas confiáveis das taxas de recrutamento, crescimento e mortalidade das árvores. Fundamentada em uma robusta análise das bases de dados, tanto *C. odorata* quanto *C. fissilis* apresentaram uma estrutura populacional com distribuição unimodal assimétrica (J-invertido), indicando uma maior capacidade de regeneração das populações (Machado, 2009).

Entretanto ambas espécies apresentam baixa densidade de árvores comerciais (DAP acima de 50cm) por hectare em área de efetivo manejo, com 0,04 árvores/ha para *C. odorata* em Floresta Ombrófila Densa e apenas 0,002 árvores/ha para *C. fissilis* no mesmo tipo de vegetação.

Cedrela fissilis ocorre com baixa densidade na Amazônia, com estimativa de um total de 35 milhões de árvores na Pan-Amazônia (ter Steege *et al.*, 2020). Para efeitos de comparação, em relação ao gênero *Dipteryx*, também incluso no anexo II da Cites, para *D. odorata*, espécie vulnerável de acordo com a lista vermelha do CNCFlora, fora constatada densidade média de 0,424 árvores comerciais por hectare em FOD, utilizando-se a mesma metodologia. Estes números represen-

tam uma densidade de *D. odorata* 212 vezes maior que a de *C. fissilis*, e 10 vezes maior que *C. odorata* nas áreas objeto de estudo.

Quanto ao volume médio por hectare, foram observados valores para *C. odorata*, com mediana em torno de 0,5 m³/ha. Em contrapartida, *C. fissilis*, apresentou valores dez vezes menores, com 0,05 m³/ha, indicando o baixo potencial madeireiro desta espécie na Amazônia.

Espécies com ampla distribuição geográfica, mas com populações pequenas, devem ter seu risco de extinção avaliado em nível local, fator a ser considerado no objetivo do NDF (Wolf et al., 2018). Nesse contexto, embora *Cedrela fissilis* apresente uma distribuição ampla e baixo risco associado ao desmatamento, suas características populacionais indicam fragilidade. A espécie registra densidade extremamente baixa em número de árvores por hectare, volume médio igualmente reduzido por hectare, características de uma população escassa, e projeções preocupantes de declínio em sua área de ocorrência natural, ressaltando seu estado de vulnerabilidade.

Complementando a análise da estrutura populacional e os prognósticos de redução do habitat, a caracterização do comércio dessas espécies, apresentada no Capítulo 5, revela tendências contrastantes. Enquanto a produção madeireira de *Cedrela odorata* em 2020 foi 5% superior à registrada em 2012, *Cedrela fissilis*, apresentou uma redução significativa de 71% no mesmo período (Ibama, 2024).

No entanto, de forma geral, os valores médios de crescimento diamétrico estiveram entre 0,4 e 0,5 cm/ano, com tendências de maior crescimento médio em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e em áreas manejadas, em relação às áreas de Floresta Ombrófila Densa – FOD.

Em FOA, as espécies apresentaram taxas de mortalidade média similares entre áreas controle e sob manejo florestal, com cerca de 0,4%/ano. O mesmo padrão foi observado para FOD, com taxas de mortalidade similares entre os tratamentos, porém, sendo maior para *C. odorata*, com cerca de 4%/ano e 1,4%/ano para *C. fissilis*.

A tendência de declínio populacional no status de conservação, tanto em nível global quanto nacional, aliada à análise da densidade, do volume médio/ha da espécie e ao histórico do comércio de produtos oriundos de *Cedrela fissilis*, permite concluir pela insustentabilidade de sua exploração para fins madeireiros.

Para as espécies, de forma geral, observou-se maior crescimento diamétrico médio em áreas com histórico de manejo florestal (0,47-0,51 cm/ano), quando

comparadas com áreas controle (0,25-0,54 cm/ano). Estas observações corroboram a capacidade de regeneração natural moderada de *Cedrela odorata*, influenciada por distúrbios que criam clareiras na floresta (Cárdenas *et al.*, 2015).

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 de uma área e o estoque volumétrico remanescente ao longo da estrutura populacional são dois dos principais parâmetros que garantem a recuperação de uma espécie após a exploração. Neste sentido, o capítulo 4, além de abordar a consolidação dos dados de exploração de *Cedrela* spp. disponíveis nos sistemas de controle no período de 2018 a 2023, apresenta os MFS nas categorias de exploração por meio de concessões, sob caráter comunitário e em regime de áreas privadas e respectivas intensidades de exploração efetiva. Mais do que apenas os indivíduos em classes diamétricas abaixo do DMC e o percentual de porta-sementes, o estoque remanescente compreende todos os espécimes classificados para corte na etapa de inventário florestal que, por intercorrências operacionais na etapa de exploração, não são explorados.

Destaca-se uma diferença significativa entre a intensidade de exploração efetiva de *Cedrela odorata*, espécie predominante do gênero *Cedrela*. Enquanto no Manejo em Floresta Pública observa-se uma exploração de aproximadamente 35% do volume autorizado, no Manejo em áreas privadas, esse percentual atinge 79%. Essa diferença deve ser considerada na definição de parâmetros de manejo que visam garantir a sustentabilidade e manutenção das funções ecossistêmicas no habitat. Não raras ocasiões, este alto percentual da intensidade de exploração não representa apenas árvores cortadas dentro da UPA, mas sim volumetria de crédito madeireiro excedente das autorizações, utilizadas para acobertar madeira extraída em áreas não autorizadas. O capítulo 4 discute ainda os aspectos normativos da exploração e as ferramentas de monitoramento nos sistemas de controle.

O capítulo 5, por sua vez, trata a exploração e comércio ilegais de maneira aprofundada, considerando os principais fatores relacionados às irregularidades no controle dos produtos florestais. Uma das principais abordagens relaciona a superestimativa da espécie em planos de manejo por meio dos créditos madei-

reiros 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).

Nesse contexto, Costa *et al.* (2024) identificaram em análise de PMFS com presença de *Cedrela* spp. autuados pelo Ibama que a principal intercorrência está relacionada à movimentação de créditos madeireiros fraudulentos para acobertamento de madeira explorada ilegalmente. Corroborando essa perspectiva, ao comparar com a base de dados do RADAM, que apresenta uma distribuição do volume comercial de *C. odorata* e *C. fissilis* no Pará de aproximadamente 0,30 m³.ha⁻¹, com volume médio advindo de autorizações válidas no período de 2009 a 2019, equivalente 0,63 m³.ha⁻¹ ($\pm 0,88$ m³.ha⁻¹), identifica-se uma superestimativa média em torno de 110% das AUTEFs do Sisflora-PA.

O capítulo também aborda estudos do Sistema de Monitoramento da Exploração Florestal – Simex, que revelam que 35% da área de exploração madeireira na Amazônia entre agosto de 2022 e julho de 2023 foi realizado sem a devida autorização (Simex, 2024). O Amazonas, que foi o terceiro estado de maior produção nesse período, teve apenas 23% da área explorada autorizada. Observa-se uma pressão desproporcional na região do sul do estado, parte integral da Zona de Desenvolvimento Sustentável dos Estados do Amazonas, Acre e Rondônia – AMACRO, que é atualmente uma das principais fronteiras de desmatamento (Chaves *et al.*, 2024).

Tais considerações devem guiar premissas nos processos autorizativos de modo a restringir a superestimativa de créditos madeireiros nas etapas da cadeia produtiva da madeira nativa.

Um dos principais mecanismos de controle dessas superestimativas de crédito em Planos de Manejo foi implementado com a evolução do Sinaflor+, permitindo uma análise volumétrica por árvore explorada na UPA, por meio de comparativos entre inventário florestal e romaneio. Análises probabilísticas da base de dados, com foco na correlação entre essas variáveis dendrométricas, possibilitam caracterizar fortes indícios de irregularidades de maneira remota, reduzindo substancialmente as possibilidades de esquentamento de madeira nativa.

Adicionalmente, estabelecer boas práticas nos processos exploratórios executados em florestas públicas sob concessões federais, como parâmetros essenciais aplicáveis a todas as categorias de PMFS, deve garantir, além da redução da exploração de indivíduos com baixa qualidade de fuste e consequente aumento do estoque remanescente, a consequente mitigação do estoque de créditos virtuais no mercado ilegal. Instituiu-se portanto, a Intensidade Máxima

de Exploração para *Cedrela* spp., definida pela razão entre o volume efetivamente explorado, baseado na cubagem rigorosa de uma espécie em uma UPA e seu volume estimado no Inventário Florestal 100%, como uma das principais variáveis a serem avaliadas nos critérios de manejo sustentáveis para as espécies.

Além do monitoramento dos PMFS como fonte de crédito madeireiro fictício, é necessário um olhar mais atento às indústrias de base florestal responsáveis pelo desdobro primário da madeira, a fim de que se evite o uso dos Coeficientes de Rendimento Volumétricos - CRVs elevados como mecanismos de acobertamento de madeira ilegal.

No capítulo 6, foi avaliada a estrutura populacional e as taxas demográficas das duas espécies do gênero no bioma amazônico, com base em dados de inventário florestal e parcelas permanentes em Floresta Ombrófila Aberta – FOA e Floresta Ombrófila Densa – FOD, considerando sua predominância nestes tipos de vegetação. Foram apresentados critérios de manejo florestal sustentável em diferentes cenários projetados. As projeções de recuperação volumétrica de *Cedrela odorata* simuladas se pautaram em cenários distintos, com variações entre 25% e 100% de recuperação, tanto para FOA quanto para FOD, para um ciclo de corte de 30 anos. Essas simulações levaram em consideração alterações no Diâmetro Mínimo de Corte – DMC, e Intensidade de Exploração – IE. Não foram avaliados cenários com a mudança no ciclo de corte, haja vista a dificuldade de compatibilização de distintos períodos de exploração de *Cedrela* e das demais espécies comerciais, o que acarretaria acréscimo de impactos decorrentes da reentrada na área.

Tabela 1. Projeções de recuperação volumétrica de *Cedrela 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			Floresta Ombrófila Densa		
	DMC (cm)	IE (%)	RI (%)	DMC (cm)	IE (%)	RI (%)
1	50	90	45	50	90	25
2	55	85	75	90	30	75
3	55	70	100	70	50	50

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. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

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.

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. Como extensamente reportado ao longo dos capítulos do Parecer de Exploração Não Prejudicial, tanto *Cedrela odorata* quanto *C. fissilis*, apresentam tendências de declínio populacional que merecem especial atenção quanto ao rigor nos critérios de exploração sustentável.

Assim, como critério de precaução e manutenção das populações de *C. odorata*, e haja vista a boa recuperação volumétrica apresentada em Floresta Ombrófila Aberta, depreende-se ser plenamente factível o estabelecimento de um rendimento equivalente a 100% do seu volume inicial para a segunda colheita. Neste sentido, a definição da intensidade de exploração adequada procurou se basear nos percentuais médios praticados em áreas de concessões federais em florestas públicas, de modo a aumentar o estoque remanescente na UPA, ao mesmo tempo que reduz a disponibilidade de crédito madeireiro excedente na autorização, estreitando-se as margens para acobertamento de madeira ilegal. Com um percentual máximo de intensidade de exploração em 70%, o Diâmetro Mínimo de Corte de 55 cm atende aos critérios de manejo sustentável estabelecidos para FOA.

Em Floresta Ombrófila Densa, todavia, os resultados foram consideravelmente menos satisfatórios. Apesar de atingir um RI equivalente a 75% no cenário 2, os parâmetros utilizados nesta projeção, DMC de 90 cm e IE de 30%, inviabilizam economicamente a exploração madeireira, haja vista a estrutura populacional desta espécie,

praticamente inexistindo indivíduos aptos para corte nesta classe diamétrica. Para os 20% de MFS de *Cedrela odorata* que incidem em FOD, como alternativa em um cenário intermediário, portanto, avalia-se que um DMC de 70 cm e IE equivalente a 50% atendem uma recuperação volumétrica de 50% para o segundo ciclo.

Em que pese os estoques de madeira não retornarem aos níveis de florestas primárias nos ciclos de colheita subsequentes, os rendimentos apresentam potencial de incremento com a redução de danos colaterais e aplicação de tratamentos silviculturais (Putz *et al.*, 2012). Como medidas mitigatórias em rendimentos volumétricos próximos a 50%, a diversificação das espécies no segundo ciclo, além do uso de técnicas de exploração de impacto reduzido e a aplicação de tratamentos silviculturais podem ser alternativas para auxiliar a recuperação das espécies exploradas inicialmente, quando houver indicativos robustos acerca da necessidade de medidas de conservação adicionais, como o caso de espécies incluídas no anexo II da Cites.

As avaliações e considerações sobre as espécies do gênero *Cedrela* foram baseadas nos dois tipos de vegetação predominantes na Amazônia, que correspondem a 85% do bioma (SFB, 2022) e abrangem 97% da ocorrência dessas espécies em áreas manejadas. Entretanto, de acordo com o Sinaflor, verifica-se que *Cedrela odorata* também é explorada em 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.

Não apenas a recuperação volumétrica deve ser considerada na avaliação da sustentabilidade das populações, mas também outros critérios que favoreçam a regeneração natural, manutenção do fluxo gênico, e manutenção mínima da estrutura populacional após a exploração. Alguns parâmetros, já estabelecidos pela IN MMA 01/2015 para exploração de *Cedrela* e apresentados no item 1.2 do capítulo 4, devem ser mantidos, 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 ne-

cessidade de que os inventários florestais 100% de *Cedrela* 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. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Diante das considerações apresentadas no item 2. análises – O Parecer de Extração Não Prejudicial, conclui-se como insustentável a exploração de *Cedrela fissilis* no bioma amazônico, resultando em um posicionamento **desfavorável** por parte da Autoridade Científica .

Em relação à *Cedrela odorata*, 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 2. Definição de DMC, Ciclo de Corte e Intensidade de Exploração para *Cedrela odorata* em MFS, de acordo com o tipo de vegetação no bioma amazônico.

Cedrela odorata – 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	55 cm	1 - 25 a 35 anos para o PMFS que prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras; ou 2 - no mínimo 10 anos para PMFS que não utiliza máquinas para o arraste de toras.	70%
Floresta Ombrófila Densa	70 cm		50%

Além de DMC, ciclo de corte e intensidade de exploração, a seleção das árvores de *Cedrela odorata* para corte em MFS dependerá de parâmetros adicionais, sintetizados na tabela 3.

Tabela 3. Critérios para seleção de árvores para corte de *Cedrela odorata* em Manejo Florestal Sustentável no bioma amazônico.

Parâmetro	Critérios Técnicos
Abundância	Todas as árvores de <i>C. odorata</i> 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: ■ 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 0,5%.
Espécies sem representantes abaixo do DMC	■ Para espécies sem estoque abaixo do DMC, deve-se manter pelo menos uma árvore por classe diamétrica dentro das classes comerciais acima do DMC.
Índice de raridade	■ Em Áreas de Manejo Florestal – AMF que apresentem densidade inferior a 5 árvores/100ha, com DAP mínimo de 20 cm, será considerada rara, ficando vedada sua exploração.

Recomenda-se ainda a restrição de exploração de produtos florestais identificados apenas ao nível de gênero. No âmbito do processo de autorização do Plano Operacional Anual - POA, deverão ser realizadas coletas botânicas da espécie, por meio de exsicatas com material fértil ou outra técnica de identificação das espécies com nível de confiabilidade equivalente, devendo incluir laudo do responsável técnico do empreendimento contendo:

I. comprovante de depósito em herbário registrado na Rede Brasileira de Herbários das amostras coletadas;

II. identificação botânica em nível de espécie; e

III. coordenadas geográficas e número de identificação do IF100% das árvores amostradas.

3.1. 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 *Cedrela odorata* 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 compreenderem 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.

3.2. 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 *Cedrela odorata*. Essas ações devem ser implementadas pelo empreendedor, Órgãos Estaduais e Federais de Meio Ambiente.

Vistoria pré-exploratória

As vistorias pré-exploratórias em Planos de Manejo Florestal Sustentável devem ser 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 *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*, conforme apresentados no Capítulo 2, tem potencial como ferramentas poderosas para orientar as vistorias em áreas com alta probabilidade de espécies em risco, direcionando os recursos da gestão pública, geralmente limitados.

Sugere-se que o empreendedor colete amostras, exsicatas e/ou amostras de DNA nas populações de árvores aptas à exploração. 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 vistoria para conferência de volume de espécies prioritárias, como *Cedrela odorata*, em momento prévio à emissão da autorização. Assim, em PMFS com até três UPAs, a aprovação pelo órgão ambiental licenciador deve necessariamente ser precedida de vistoria pré-exploratória.

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 Mínimos para *Cedrela odorata* em cada estado da Amazônia Legal.

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 *Cedrela* spp., que podem servir de parâmetros indicadores na avaliação da cadeia de custódia da exportação de espécimes do gênero.

Monitoramento dos sistemas de controle

Com o advento da implantação dos novos conceitos de rastreabilidade no Sinaflor, o Brasil aprimorou significativamente seus sistemas de monitoramento de florestas nativas, evoluindo de um controle baseado no volume consolidado por espécie em Planos de Manejo para a individualização do volume de cada árvore

explorada. Torna-se possível com isso, um monitoramento remoto dos Planos de Manejo, com controle detalhado dos volumes inventariados em comparação com declarações de corte, aliadas à sobreposição com uma extensa base de dados e indicativos em análises de imagens de satélite.

O item 4.2 do capítulo 5 apresenta a correlação encontrada entre os dados do inventário florestal e os dados oriundos das declarações de corte, para os manejos em propriedades privadas, comunitários e em florestas públicas. Constata-se que a maior frequência de árvores de *C. odorata* apresenta diferenças entre 0-1%, enquanto para o manejo em florestas públicas esta diferença se deu na faixa entre -50 a -30%. A tabela 3 relaciona os principais aspectos abordados pelo Ibama nos processos de monitoramento e controle dos PMFS com base nos dados do Sinaflor.

Tabela 4. 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; ■ Árvores com volume explorado acima de 40 metros cúbicos; ■ Soma do comprimento das seções de toras da árvore maior que o dobro da altura da mesma árvore no inventário;	■ Aspecto de área não explorada; ■ Aparência de exploração em sistemática distinta de PMFS; ■ Sinais de corte raso; ■ Sinais de exploração do lado de fora da UPA autorizada.

Recomenda-se ao órgão ambiental licenciador a implementação de mecanismos de monitoramento dos dados dos sistemas de controle de produtos florestais para PMFS autorizados com *Cedrela odorata*.

Instrução Normativa

É imprescindível a elaboração de uma Instrução Normativa que estabeleça critérios claros e uniformes para o manejo florestal madeireiro de *Cedrela* spp. no Brasil, tanto para o mercado doméstico quanto para o internacional. Com a crescente demanda por produtos florestais sustentáveis e a necessidade de atender a padrões rigorosos de conservação, a normatização dos critérios de manejo em nível de espécie se torna uma medida fundamental.

Essa Instrução Normativa deve abordar aspectos como critérios mínimos para a exploração florestal de cada espécie, além de monitoramento das práticas e de auditoria por especialistas técnicos para complementar o processo básico

de avaliação dos Órgãos de Meio Ambiente. Assim, será garantido que as espécies exploradas estejam em conformidade com as diretrizes de sustentabilidade propostas no presente NDF.

3.3. Recomendação de 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. Incluir mais espécies nas estimativas de estoque futuro de madeira pode parecer uma redução injustificada das expectativas, mas, com o tempo e a diminuição dos suprimentos, as serrarias geralmente aceitam toras menores e de menor qualidade de uma variedade mais ampla de espécies (Aplet *et al.*, 1993).

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 *Cedrela* spp., com características semelhantes ao cedro, para ampliar o portfólio de espécies exploradas e aproveitar o potencial comercial dessas opções alternativas.

A *Cedrelinga cateniformis*, conhecida como falso cedro, possui madeira de densidade média que pode substituir espécies de *Cedrela* sob forte pressão comercial (Sales *et al.*, 2021). Com densidade aparente média de 0,721 g/cm³, sua madeira apresenta características de densidade e retração médias, além de um coeficiente de anisotropia de 1,654. As propriedades mecânicas são semelhantes ou superiores às madeiras de maior densidade, classificando-se na classe de resistência C20. Isso a torna uma alternativa viável a espécies como *Couratari oblongifolia*, *Vochysia maxima*, *Cedrela odorata* e *Swietenia macrophylla*. Além disso, *C. cateniformis* possui alto potencial para plantações madeireiras, devido à sua resistência à broca *Meliacea* e à associação com micorrizas.

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 com a densidade da madeira média à moderadamente pesada, como o caso de *Cedrela* spp., sugere-se a substituição por *Brosimum*

rubescens (muirapiranga), *Laetia procera* (pau-jacaré), *Micropholis guyanensis* (abiurana-mangabarana), *Micropholis venulosa* (rosadinho), *Vatairea guianensis* (faveira-amargosa), *Inga alba* (ingá-xixi), *Scleronema micranthum* (cedrinho), *Clarisia racemosa* (guariuba), *Symphonia globulifera* (anani), *Iryanthera juruensis* (ucúba-sangue), *Tachigali paniculata* (taxi) e *Protium heptaphyllum* (amescla).

3.4. Recomendações à Autoridade Administrativa Cites do Brasil

Com o objetivo de garantir a sustentabilidade da exploração e manutenção das funções ecossistêmicas do gênero *Cedrela* em seu ambiente de ocorrência natural, recomenda-se à autoridade administrativa Cites do Brasil:

- 1) O indeferimento de exportações de produtos madeireiros relacionados na anotação #6, (tora, madeira serrada, compensados e laminados oriundos de *Cedrela fissilis*.
- 2) O deferimento de exportações de produtos madeireiros relacionados na anotação #6 oriundos de *Cedrela odorata*, desde que atendidas as 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.

4. 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 na área explorada. Essa abordagem, voltada para critérios de manejo em escala local, visa assegurar a presença da espécie a longo prazo, com a manutenção mínima da estrutura populacional em sua área de ocorrência, garantindo a continuidade da exploração de forma sustentável nos próximos ciclos.

Ao mesmo tempo, propõe-se a adoção de medidas em escala macro, com potencial de garantir a conservação da espécie em nível nacional, em um olhar não apenas para a avaliação dos eventuais prejuízos à exportação de espécimes do gênero *Cedrela*, mas com um enfoque holístico para toda a cadeia produtiva. Essas ações incluem a implementação de mecanismos de monitoramento e controle cada vez mais específicos, 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.

Dado o histórico de sobre-exploração das espécies do gênero *Cedrela* e a vasta biodiversidade amazônica, com possibilidade de manejo de espécies com características similares, conclui-se que o Parecer de Extração Não Prejudicial é desfavorável para *Cedrela fissilis*, e favorável, com restrições, para *Cedrela odorata* na Amazônia Legal brasileira.

Na etapa pré-exploratória, é fundamental o estabelecimento de garantias acerca da correta identificação das espécies e os volumes inventariados nos projetos de manejo. Na fase de pós-exploração, destacam-se a inspeção de pátios industriais e a verificação do coeficiente de rendimento volumétrico – CRV%.

Finalmente, o estabelecimento dos novos critérios de manejo florestal sustentável das espécies por fitofisionomia deve ser oficializado por meio da publicação de Instrução Normativa, aplicáveis tanto ao mercado interno quanto externo.

Em virtude da exploração madeireira sustentável no Brasil ocorrer praticamente em sua exclusividade na Amazônia, as bases de dados, análise e conclusões do Parecer de Extração Não Prejudicial refletem essa realidade. No entanto, para eventuais exportações de áreas fora desse bioma, deverão ser apresentados estudos técnico-científicos para avaliação da Autoridade Científica.

5. 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

Aplet, G.H., Johnson, N., Olson, J.T. et al. (1993) *Defining sustainable forestry*. Island Press, Washington, D.C.

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. (2016). Resolução CONAMA nº 474, de 06 de abril de 2016. Altera a Resolução nº 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/05/2016&jornal=1&pagina=74&totalArquivos=112>

Brasil. (2022). Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Estabelece a atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. *Diário Oficial da União*. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/02/2015&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=304>

Cárdenas, L.D., Castaño, A.N., Sua, T.S., Quintero B.L. et al. (2015). *Planes de Manejo para la Conservación de Abarco, Caoba, Cedro, Palorosa, y Canelo de los Andauques*. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. (2012). *Cedrela fissilis*. In Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2. *Centro Nacional de Conservação da Flora*. http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cedrela_fissilis.

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>

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>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama. (2024). *Produção madeireira de espécie nativas brasileiras (2012 a 2020)*. Brasília: Ibama. (Forthcoming).

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2017). *Cedrela odorata*, Spanish cedar. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32292A9687734.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2018a). *Cedrela fissilis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*: e.T33928A68080477. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T33928A68080477.en>

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2018b). *Cedrela odorata*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*: e.T32292A68080590. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T32292A68080590.en>

Machado, S., Augustynczyk, A.L., Nascimento, R.G., Téó, S.J., Miguel, E.P., Figura, M.A., & Silva, L.C. (2009). Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Ciencia Rural*, 39, 2428-2434.

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., Romero, C., Sist, P., Schwartz, G., Thompson, I., Roopsind, A., Ruslandi, 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>

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>

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>

Sales, D.D.F., Balboni, B.M., Batista, A.S., & Moutinho, V.H.P. (2021). Amazon false cedar: a substitute for medium-density timbers from vulnerable species. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(3), 29-37. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0003>

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2022). *Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF*. Brasília. <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/>

Siqueira, S.D.F., Higuchi, P., & Silva, A.C.D. (2019). Contemporary and future potential geographic distribution of *Cedrela fissilis* Vell. under climate change scenarios. *Revista Árvore*, 43, e430306. <https://doi.org/10.1590/1806-90882019000300006>

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/>

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>

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.

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
Agustín Rudas	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Alejandro Araujo-Murakami	Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno
Ali D'Jesus	Wildlife Conservation Society
Aline Lopes	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Ana Andrade	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Anand Roopsind	Iwokrama International Centre for Rainforest Conservation and Development
Angelo Gilberto Manzatto	Fundação Universidade de Rondônia
Anthony Di Fiore	University of Texas at Austin
Antonio Cruz	Jardim Botânico de Missouri
Armando Torres-Lezama	Universidad de los Andes Merida
Barbara Vicenti	CIAT
Beatriz Marimon	Universidade do Estado de Mato Grosso
Ben Hur Marimon Junior	Universidade do Estado de Mato Grosso
Bert van Uft	Programa de Monitoramento de Microbacias
Boris Villanueva Tamayo	Universidad del Tolima
Camila Silva Valeria	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
Carlos Peres	University of East Anglia
Carlos Quesada	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Carolina Levis	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Carolina Volkmer de Castilho	Embrapa Roraima
Casimiro Mendoza	Forest Management in Bolivia
Christopher Baraloto	International Center for Tropical Botany
Danielle Storck-Tonon	Universidade do Estado de Mato Grosso
Darcy Galiano Cabrera	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

David Galbraith	University of Leeds
David Neill	Universidad Estatal Amazônica
Edmar Almeida de Oliveira	Universidade do Estado de Mato Grosso
Eduardo Hase	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Eliana Jimenez	Grupo de Ecología y Conservación de Fauna y Flora Silvestre, Nacional de Colombia sede Amazonia
Emanuel Gloor	University of Leeds
Emilio Vilanova Torre	Wildlife Conservation Society
Eric Arets	Programa de Monitoramento de Microbacias
Erick Lavado Esteban	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Erika Berenguer	Lancaster University
Esteban Alvarez Dávila	Universidad UNAD-Colombia, Jardín Botánico de Edimburgo
Euri-dice Honorio Coronado	University of St Andrews
Everton Almeida	Instituto de Biodiversidade e Floresta, Universidade Federal do Oeste do Pará
Fernanda Coelho	University of Leeds
Fernando Cornejo Valverde	Andes to Amazon Biodiversity Program
Fernando Elias	Universidade Federal do Pará/Embrapa Amazônia Oriental
Filipe França	Lancaster University
Flávia Costa	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Flávia Delgado Santana	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Flávio Amorim Obermuller	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Foster Brown	Woods Hole Research Center
Frans Bongers	Wageningen University, Forest Ecology and Forest Management Group, Centre for Ecosystem Studies
Freddie Draper	Carnegie Science
Freddy Ramirez Arevalo	Universidad Nacional de la Amazoni-a Peruana
Gabriela Lopez-Gonzalez	University of Leeds
Geertje van der Heijden	University of Nottingham
Gerardo Flores Llampazo	Universidad Nacional Jorge Basadre de Grohmann
Germaine Alexander Parada Gutierrez	Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno
Gonzalo Rivas-Torres	Universidad San Francisco de Quito
Guido Pardo	Universidad Autonoma del Beni Riberalta
Gustavo Schwartz	Embrapa Amazônia Oriental

Hans ter Steege	Naturalis Biodiversity Center
Herison Madeiros	Universidade de São Paulo
Hirma Rami-rez-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 Agustín 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 Amazoni-a 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 Forêts 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
Pli-nio 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

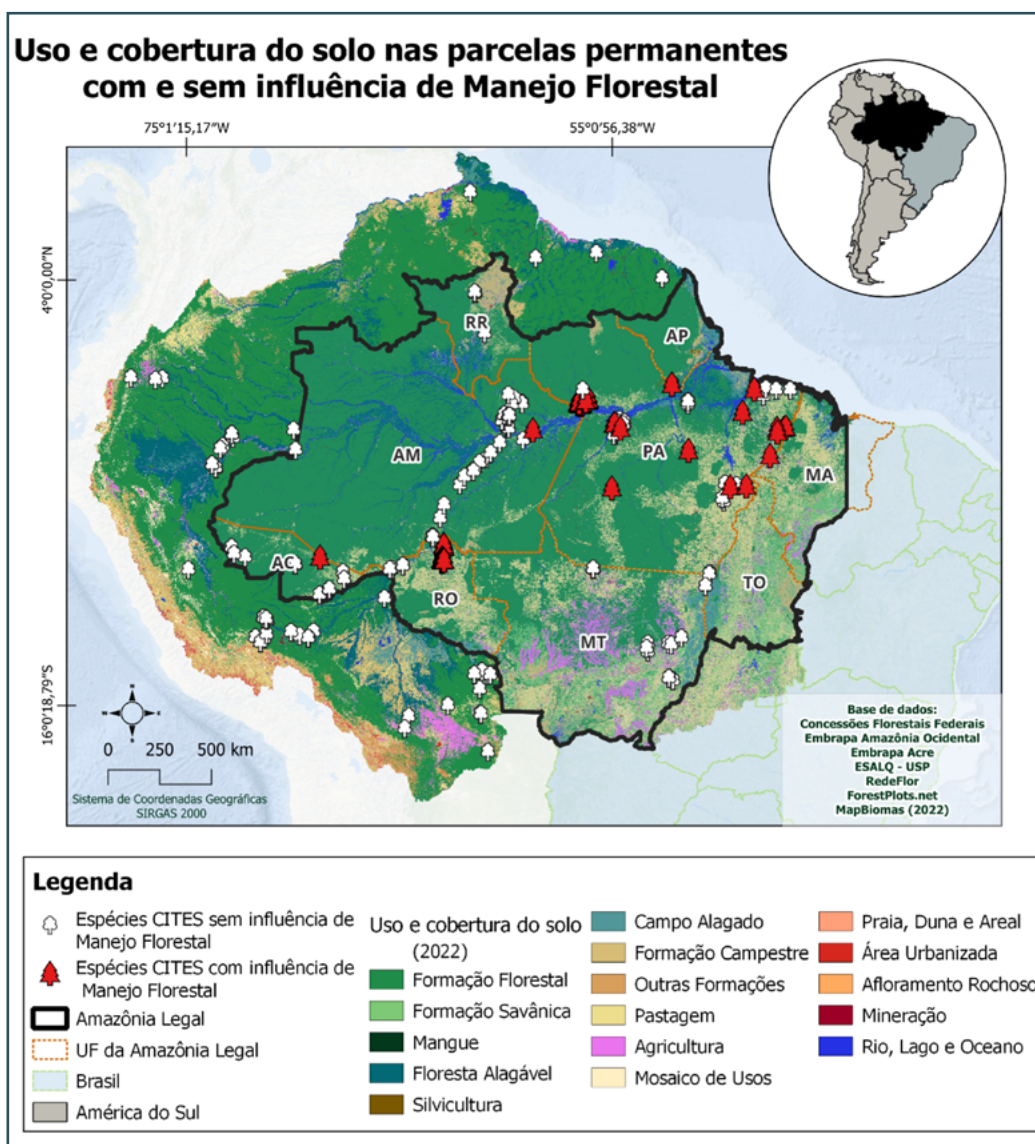


Figura 1. Localização das parcelas permanentes distribuídas por regiões fitoecológicas, sem (em branco) e com histórico de manejo florestal (em vermelho) na Pan-Amazônia.

