

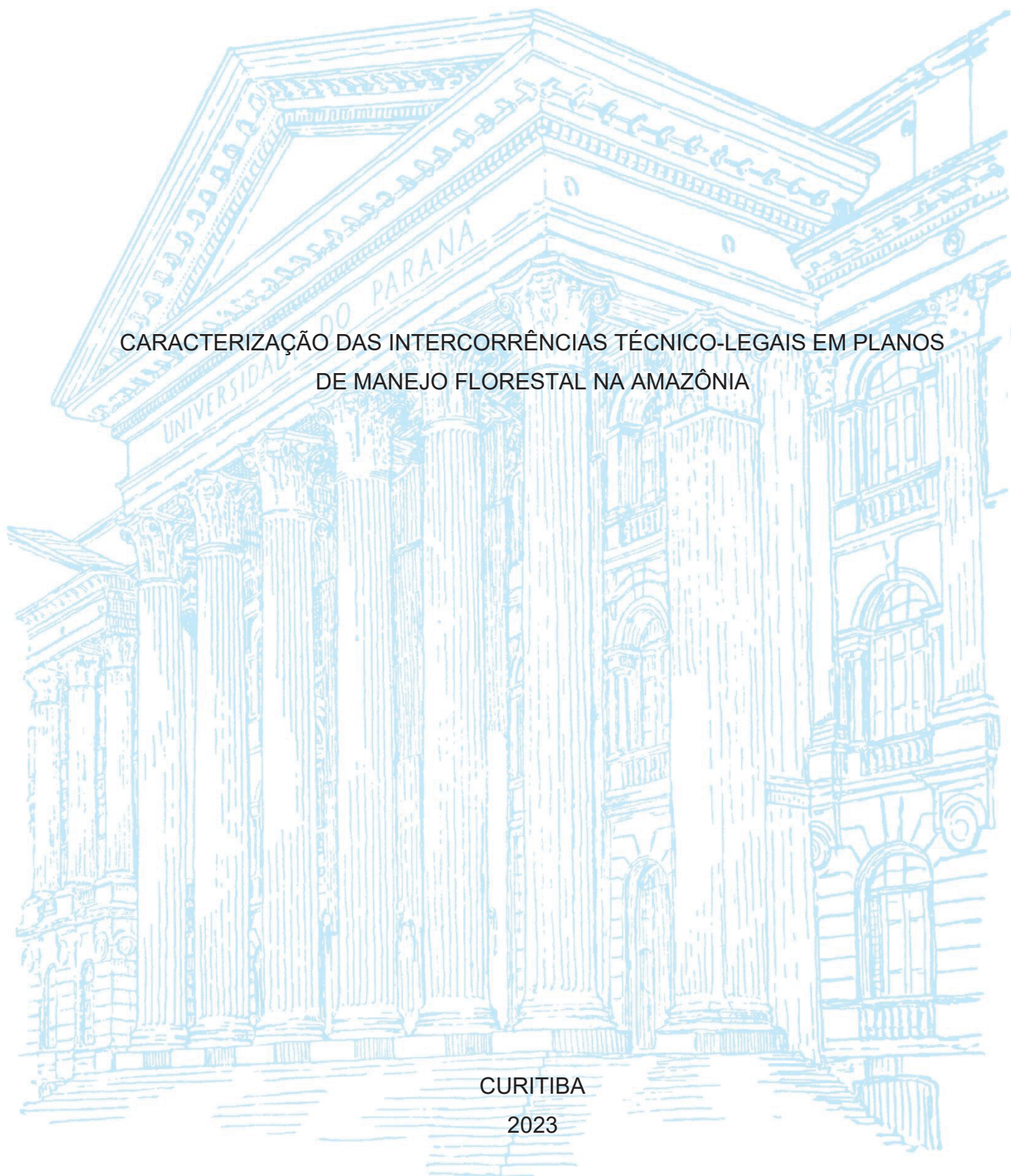
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VINICIUS OTAVIO BENOIT COSTA

CARACTERIZAÇÃO DAS INTERCORRÊNCIAS TÉCNICO-LEGAIS EM PLANOS
DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA

CURITIBA

2023



VINICIUS OTAVIO BENOIT COSTA

CARACTERIZAÇÃO DAS INTERCORRÊNCIAS TÉCNICO-LEGAIS EM PLANOS
DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert

Coorientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

CURITIBA

2023

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Costa, Vinicius Otavio Benoit

Caracterização das intercorrências técnico-legais em planos de manejo florestal na Amazônia / Vinicius Otavio Benoit Costa. - Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF

Orientador: Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert

Coorientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 08/12/2023.

1. Florestas - Manejo - Planejamento. 2. Florestas - Manejo - Normas. 3. Florestas - Legislação - Brasil. 4. Florestas - Amazônia 5. Florestas sustentáveis - Amazônia. I. Robert, Renato Cesar Gonçalves. II. Koehler, Henrique Soares. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD - 634.909811
CDU - 634.0.61(811)
634.0.62(811)
634.0.93(81)

Bibliotecária: Marilene do Rocio Veiga – CRB9/424



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **VINICIUS OTAVIO BENOIT COSTA** intitulada: **Caracterização das Intercorrências Técnico-Legais em Planos de Manejo Florestal na Amazônia**, sob orientação do Prof. Dr. RENATO CESAR GONÇALVES ROBERT, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 08 de Dezembro de 2023.



RENATO CESAR GONÇALVES ROBERT

Presidente da Banca Examinadora



SOLANGE RIBAS DE PAULA

Avaliador Externo (SUPERINTENDENCIA IBAMA-PR)



PAULO DE TARSÓ DE LARA PIRES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico este trabalho, em especial, à minha família a qual esteve ao meu lado, principalmente nos momentos de dificuldade, à sociedade brasileira, por meio de suas instituições públicas, por possibilitar e amparar a produção deste conhecimento, e aos colegas da fiscalização do IBAMA que estão na linha de frente nos confins da Amazônia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal e ao meu orientador Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert pela oportunidade de realização do mestrado e pela condução e direcionamento impecável dos trabalhos, culminando na produção do verdadeiro conhecimento científico, o qual levarei para a minha vida profissional.

Agradeço ao comitê de orientação composto pelo Professor Dr. Henrique Soares Koehler, pelo apoio e orientações imprescindíveis.

Agradeço ao Professor Dr. Alexandre Behling pelo auxílio fundamental no ensino e aplicação das ferramentas estatísticas.

Agradeço aos Professores da Engenharia Florestal pelo trabalho primordial na formação acadêmica dos alunos do Programa de Pós-Graduação.

Agradeço ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) pelo incentivo e suporte para que os servidores públicos da instituição se aprimorem e ampliem seu conhecimento técnico para aplicação em prol do meio ambiente.

Agradeço ao Matheus Speranceta Fernandes na primordial ajuda na execução desta dissertação.

Agradeço ao Laboratório de Abastecimento e Mecanização Florestal e colegas estudantes e pesquisadores que lá estavam e estão pela parceria e por tornarem o ambiente de trabalho acolhedor e agradável.

Agradeço, em especial com muito amor, à minha esposa Eliane Grossklaus de Souza e à minha filha Maria Clara Grossklaus Costa pela companhia nas horas sombrias e pelo suporte na transposição dos mais diversos obstáculos presentes nesta jornada.

O erro da ética até o momento tem sido a crença de que só se deva aplicá-la em relação aos homens. (ALBERT SCHWEITZER, 1950, p. 146).

RESUMO

O Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) é uma ferramenta essencial para promover o uso adequado dos recursos florestais na Amazônia brasileira. Uma das premissas do adequado manejo é a rastreabilidade dos produtos extraídos da floresta por meio da cadeia de custódia da madeira, sendo que a garantia da origem legal do produto florestal está diretamente relacionada com a confiabilidade neste mecanismo. Todavia, em desacordo aos preceitos técnicos e legais, alguns planos podem ser executados de forma irregular e/ou utilizados para acobertar madeiras ilegais. Dessa maneira, o objetivo do estudo foi analisar, com base em 184 processos administrativos, as principais intercorrências técnico-legais em planos de manejo autuados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Os planos de manejo florestal autuados entre os anos de 2006 e 2021 estão localizados em oito estados da Amazônia e totalizaram 746 mil hectares de área de manejo florestal, envolvendo 4,1 milhões de metros cúbicos de madeira em toras autorizadas para exploração. Em valores atualizados, foram gerados 181 milhões de reais em multas nos PMFS analisados, contudo, somente 1,2% do valor total das autuações foram pagos. 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. A análise observou 27 variáveis totalizando 1003 intercorrências técnico-legais apontadas pelo IBAMA, sendo 258 na fase pré-exploratória e 745 na fase exploratória. A análise de agrupamentos demonstrou a relevância das principais intercorrências técnico-legais detectadas ao longo do período analisado, destacando-se os problemas na cadeia de custódia, o transporte florestal irregular, a exploração florestal não autorizada e a movimentação fraudulenta de créditos, esta última presente em 72,8% dos PMFS. A análise de fatores agrupou por meio da correlação entre as variáveis, aquelas que possuem maior afinidade e explicitou de forma satisfatória a relação entre elas, tanto no campo teórico como no prático-operacional, formando 10 fatores os quais explicam 74,3% da variância total. É irrefutável a importância do manejo florestal e do uso consciente da floresta para a Amazônia, todavia, com base nos resultados, infere-se que PMFS, quando utilizados indevidamente, podem atuar como vetores para a prática de ilícitos ambientais, principalmente no acobertamento de madeira sem origem legal. Em vista disso, recomenda-se que os créditos virtuais relacionados ao volume autorizado para exploração devem ser liberados para uso de forma gradativa ao longo do tempo, conforme a capacidade logística de exploração e transporte previstas no PMFS. Em relação ao transporte florestal, que a validade dos documentos florestais emitidos seja correspondente à distância e ao tempo necessário para a realização do percurso e que os volumes constantes nos documentos de transporte fiquem limitados às características e modelos dos veículos cadastrados nos sistemas de controle. A identificação das deficiências poderá contribuir para melhorias nos mecanismos de controle florestal visando coibir a concorrência desleal e garantir a sustentabilidade dessa atividade.

Palavras-chave: Exploração florestal. Ilícitos ambientais. Controle florestal. Uso racional da floresta. UPA única.

ABSTRACT

The Sustainable Forest Management Plan (SFMP) is an essential tool to promote the appropriate use of forest resources in the Brazilian Amazon. One of the premises of adequate management is the traceability of products extracted from the forest through the wood chain of custody, and the guarantee of the legal origin of the forest product is directly related to the reliability of this mechanism. However, in violation of technical-legal precepts, some plans may be executed irregularly and/or used to cover up illegal timber. Therefore, the study's objective was to analyze, based on 184 administrative processes, the main technical-legal complications in management plans approved by the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA). The forest management plans approved between 2006 and 2021 are located in eight states in the Amazon and totaled 746 thousand hectares of forest management area, involving 4.1 million cubic meters of wood logs authorized for exploitation. In updated values, 181 million reais were generated in fines in the SFMP analyzed. However, only 1.2% of the total value of the fines was paid. It was found that 82.3% of these SFMP were authorized with single annual production units (APU), which contradict the precepts of forest management and tend to facilitate the commission of illegal acts. The analysis observed 27 variables, a total of 1003 technical-legal complications identified by the IBAMA, 258 in the pre-exploratory phase, and 745 in the exploratory phase. The cluster analysis demonstrated the relevance of the main technical-legal complications detected throughout the analyzed period, highlighting problems in the chain of custody, irregular forestry transport, unauthorized forestry exploitation, and fraudulent movement of credits, which last present in 72.8% of SFMP. The factor analysis grouped, through the correlation between the variables, those that have the greatest affinity and satisfactorily explained the relationship between them, both in the theoretical and practical-operational fields, forming 10 factors that explain 74.3% of the variance total. The importance of forest management and the conscious use of the forest for the Amazon is irrefutable, however, based on the results, it is inferred that SFMP, when misused, can act as vectors for the practice of environmental crimes, mainly in the covering of wood without legal origin. Given this, it is recommended that virtual credits related to the volume authorized for exploration should be released for use gradually over time, according to the logistical exploration and transport capacity foreseen in the SFMP. Concerning forestry transport, the validity of the forestry documents issued corresponds to the distance and time required to complete the route, and the volumes contained in the transport documents are limited to the characteristics and models of the vehicles registered in the control systems. The identification of deficiencies may contribute to improvements in forest control mechanisms to curb unfair competition and ensure the sustainability of this activity.

Keywords: Logging. Environmental offenses. Forest control. Rational use of the forest. Single APU.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURAÇÃO OPERACIONAL DAS DIRETRIZES TÉCNICAS DO MANEJO FLORESTAL.....	28
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ETAPAS DO MANEJO FLORESTAL.....	30
FIGURA 3 - PROGRESSÃO METODOLÓGICA.....	41
FIGURA 4 - MAPA DA LOCALIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANEJO.....	49
FIGURA 5 - MAPA DE CALOR - PMFS (ESTIMATIVA DE DENSIDADE DE KERNEL).....	50
FIGURA 6 - DISTÂNCIA DOS PMFS EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS PROTEGIDAS	51
FIGURA 7 - ATIVIDADES DO MANEJO FLORESTAL NA FASE PRÉ-EXPLORATÓRIA.....	75
FIGURA 8 - DEMONSTRATIVO DE IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA IRREGULAR....	76
FIGURA 9 - DEMONSTRATIVO DA NÃO REALIZAÇÃO DO CORTE DE CIPÓS ...	77
FIGURA 10 - DEMONSTRATIVO DE FLORESTA COM SINAIS DE EXPLORAÇÃO ANTERIOR AO PMFS.....	78
FIGURA 11 - ATIVIDADES DO MANEJO FLORESTAL NA FASE EXPLORATÓRIA.....	80
FIGURA 12 - AUSÊNCIA DO TESTE DE OCO.....	81
FIGURA 13 - DEMONSTRATIVO DE DANOS EM APP E TORAS ABANDONADAS NO INTERIOR DO PMFS.....	82
FIGURA 14 - DEMONSTRATIVO DOS DANOS OCASIONADOS PELA FALTA DE PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS E EXECUÇÃO DO ARRASTE.....	83
FIGURA 15 - DEMONSTRATIVO DO USO DO TRANSPORTE FLORESTAL DE PMFS PARA ACOBERTAMENTO DE MADEIRA ILEGAL.....	84
FIGURA 16 - DEMONSTRATIVO DA AUSÊNCIA DE CADEIA DE CUSTÓDIA EM TORAS E A PRESENÇA DE TORAS SEM ORIGEM NAS PROXIMIDADES DO PMFS.....	85
FIGURA 17 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE FATORES EXPLORATÓRIA CONTENDO AS CARGAS FATORIAIS ROTATIVAS.....	107

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PERCENTUAL DE PMFS, ÁREA DE EFETIVO MANEJO E VOLUME AUTORIZADO EM RELAÇÃO À TAXA DE DESMATAMENTO DOS MUNICÍPIOS.....	51
GRÁFICO 2 - QUANTITATIVO DE PMFS POR ÁREA DE EFETIVO MANEJO	53
GRÁFICO 3 - MÉDIA DA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL E DA ÁREA DE EFETIVO MANEJO POR ESTADO	54
GRÁFICO 4 - NÚMERO ABSOLUTO E PERCENTUAL DE UNIDADES DE PRODUÇÃO ANUAL	55
GRÁFICO 5 - A - BOXPLOT DA DISTRIBUIÇÃO E VARIAÇÃO DOS VOLUMES DE TORAS AUTORIZADOS PARA EXPLORAÇÃO POR ESTADO. B - VOLUME TOTAL AUTORIZADO NOS PMFS ANALISADOS POR ESTADO.....	56
GRÁFICO 6 - QUANTITATIVO DE PMFS POR CLASSE DE ÁREA DE EFETIVO MANEJO E VOLUME MÉDIO AUTORIZADO POR CLASSE DE AEM	58
GRÁFICO 7 - VOLUME TOTAL AUTORIZADO DAS ESPÉCIES MAIS REPRESENTATIVAS NO ÂMBITO DOS PMFS ANALISADOS	61
GRÁFICO 8 - PAINEL ANALÍTICO DA GESTÃO MADEIREIRA CONTENDO O RANKING DE ESPÉCIES NATIVAS EXPORTADAS (M ³).....	62
GRÁFICO 9 - QUANTITATIVO DE AUTOS DE INFRAÇÃO NO PERÍODO DA ANÁLISE.....	64
GRÁFICO 10 - GRÁFICO DE DISPERSÃO.....	69
GRÁFICO 11 - BOXPLOT DAS INTERCORRÊNCIAS POR ESTADO.....	75
GRÁFICO 12 - PERCENTUAL DE INTERCORRÊNCIAS DETECTADAS NA FASE PRÉ-EXPLORATÓRIA.....	78
GRÁFICO 13 - PERCENTUAL DE INTERCORRÊNCIAS DETECTADAS NA FASE EXPLORATÓRIA	87
GRÁFICO 14 - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS INTERCORRÊNCIAS NO NÚMERO DE PMFS POR ESTADO.....	91
GRÁFICO 15 - DENDROGRAMA USANDO LIGAÇÃO MÉDIA (ENTRE GRUPOS) - COEFICIENTE DE CORRESPONDÊNCIA SIMPLES.....	93

GRÁFICO 16 - DENDROGRAMA USANDO LIGAÇÃO MÉDIA (ENTRE GRUPOS) – COEFICIENTE DE JACCARD	96
GRÁFICO 17 - DENDROGRAMA USANDO LIGAÇÃO MÉDIA (ENTRE GRUPOS) – COEFICIENTE DE RUSSEL & RAO	97
GRÁFICO 18 - GRÁFICO DE COMPONENTE EM ESPAÇO ROTACIONADO	106
GRÁFICO 19 - A - REGISTRO E PERFIL DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL RELACIONADO AOS IMÓVEIS DOS PMFS. B - STATUS DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL.....	111

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DA GRAVIDADE DO IMPACTO AMBIENTAL.....	46
TABELA 2 - INFORMAÇÕES SOBRE AS ESPÉCIES MAIS REPRESENTATIVAS EM RELAÇÃO A VOLUMETRIA AUTORIZADA PARA CORTE.....	60
TABELA 3 - VALOR DAS MULTAS COM CORREÇÃO MONETÁRIA.	65
TABELA 4 - ANÁLISE DOS EMBARGOS DE ÁREA E DAS SUSPENSÕES AOS SISTEMAS DE CONTROLE.	67
TABELA 5 - TAXA DE DESMATAMENTO E ÁREAS EMBARGADAS ANUAIS.	67
TABELA 6 - STATUS DOS PROCESSOS ADMINISTRATIVOS.	70
TABELA 7 - INTERCORRÊNCIAS APONTADAS PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEDERAL.....	73
TABELA 8 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS INTERCORRÊNCIAS EM PMFS.	74
TABELA 9 - PLANEJAMENTO DE AGLOMERAÇÃO.....	92
TABELA 10 - TESTE DE KMO E BARTLETT.	98
TABELA 11 - COMUNALIDADES.	98
TABELA 12 - VARIÂNCIA TOTAL EXPLICADA.....	100
TABELA 13 - MATRIZ DE COMPONENTES OU CARGAS FATORIAIS ROTATIVA.	101
TABELA 14 - ENQUADRAMENTO INFRACIONAL DOS FATORES OBTIDOS.....	108
TABELA 15 - DADOS SOBRE O CAR DOS IMÓVEIS RELACIONADOS AOS PMFS.	110
TABELA 16 - ANO DE REGISTRO E CONDIÇÃO ATUAL DO CAR JUNTO AO ÓRGÃO RESPONSÁVEL.....	112

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AEM	- Área de efetivo manejo
AI	- Auto de Infração
AMF	- Área de manejo florestal
APAT	- Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável
ART	- Anotação de Responsabilidade Técnica
AUTEF	- Autorização para Exploração Florestal
AUTEX	- Autorização para Exploração Florestal
CAR	- Cadastro Ambiental Rural
CEPROF	- Cadastro de Exploradores e Consumidores de Produtos Florestais do Estado do Pará
CREA	- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DOF	- Documento de Origem Florestal
EIR	- Exploração de impacto reduzido
EUROPOL	- European Union Agency for Law Enforcement Cooperation
GF	- Guia florestal
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INTERPOL	- International Criminal Police Organization
JBRJ	- Jardim Botânico do Rio de Janeiro
ONU	- Organização das Nações Unidas
PMFS	- Plano de manejo florestal sustentável
PM	- Plano de manejo
PNUMA	- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPCDAM	- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
RT	- Responsável Técnico
SINIMA	- Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente
SISFLORA	- Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais
SISNAMA	- Sistema Nacional do Meio Ambiente
STJ	- Superior Tribunal de Justiça
TAD	- Termo de Apreensão

TCU	- Tribunal de Contas da União
TEI	- Termo de Embargo e Interdição
TS	- Termo de Suspensão
UC	- Unidade de conservação
UPA	- Unidade de produção anual
UT	- Unidade de trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	17
1.2 JUSTIFICATIVA	22
1.3 HIPÓTESE	23
1.4 OBJETIVOS	23
1.4.1 Objetivo geral	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
2 REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 IMPORTÂNCIA DO MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA.....	24
2.2 MANEJO FLORESTAL EM CONSTANTE EVOLUÇÃO	25
2.3 ETAPAS DO MANEJO FLORESTAL	27
2.4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO MANEJO	31
2.5 USO INDEVIDO DO MANEJO FLORESTAL	34
2.6 ESTATÍSTICA MULTIVARIADA APLICADA AO ESTUDO FLORESTAL	37
2.6.1 Análise de agrupamentos.....	37
2.6.2 Análise de fatores.....	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 SELEÇÃO DOS PROCESSOS ADMINISTRATIVOS E LEVANTAMENTO DOS DADOS	42
3.2 ANÁLISE DAS ESPÉCIES AUTORIZADAS.....	43
3.3 PROCEDIMENTOS DE GEOPROCESSAMENTO	44
3.4 ATUALIZAÇÃO MONETÁRIA DAS MULTAS	44
3.5 METODOLOGIA ESTATÍSTICA.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 ASPECTOS GERAIS DOS PLANOS DE MANEJO	48
4.1.1 Localização e distribuição geográfica.....	48
4.1.2 Características dos planos de manejo	52
4.1.3 Espécies autorizadas	59
4.2 DADOS SOBRE OS PROCESSOS ADMINISTRATIVOS.....	63
4.2.1 Autos de infração	63
4.2.2 Termos de embargo	66
4.2.3 Status do processo administrativo.....	69

4.2.4 Histórico dos infratores.....	71
4.3 INTERCORRÊNCIAS TÉCNICO-LEGAIS EM PMFS	73
4.3.1 Fase pré-exploratória	75
4.3.2 Fase exploratória.....	80
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA.....	91
4.4.1 Análise de agrupamentos das intercorrências em PMFS.....	91
4.4.2 Análise de fatores das intercorrências em PMFS.....	97
4.5 DADOS SOBRE O CADASTRO AMBIENTAL RURAL	109
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
6 RECOMENDAÇÕES.....	117
REFERÊNCIAS.....	119

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Indiscutivelmente, um dos biomas¹ mais significativos da Terra, as florestas tropicais são responsáveis por um terço da produtividade da superfície terrestre e da evapotranspiração (MALHI, 2012, 2014). Além do mais, segundo estimativas, este bioma abriga mais da metade de toda a biodiversidade terrestre global (PIMM e RAVEN, 2000; MALHI, 2014). O crescimento populacional e o incremento dos padrões de vida refletirão na importância das florestas remanescentes no mundo e adicionalmente, no desafio de administrar, manejar e sustentar esse recurso crítico (WARING e SCHLESINGER, 2007).

Nove países da América do Sul são recobertos pela maior floresta tropical do planeta, a Amazônia. Lar de inúmeras espécies e fonte de vastas riquezas, a qual detém uma importância que não está somente relacionada aos produtos florestais os quais ela pode disponibilizar, mas também ao serviço ambiental global prestado, tanto em relação à manutenção da biodiversidade quanto na regulação hidrológica e climática.

A Bacia Amazônica influencia significativamente os sistemas climáticos e hidrológicos regionais e globais (MARENGO e ESPINOZA, 2016; COVEY et al., 2021). Além do mais, os ecossistemas amazônicos armazenam cerca de 150 a 200 bilhões de toneladas de carbono (MARENGO et al. 2018).

O Brasil abriga a maior parcela da Amazônia e possui em torno de 12% das florestas mundiais, com aproximadamente 4,8 milhões de km², o que representa 56% do seu território (VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014). Segundo Veloso, Rangel Filho e Lima (1991), a Floresta Amazônica apresenta uma gama de formações florestais contendo diferentes composições florísticas. As florestas brasileiras, com destaque para a Amazônia, apresentam a maior diversidade de espécies

¹Bioma é conceituado como um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria (IBGE, 2019). Para Moreira (1992) bioma pode ser definido como uma unidade biótica de maior extensão geográfica, compreendendo várias comunidades em diferentes estágios de evolução, porém denominada de acordo com o tipo de vegetação dominante.

madeireiras do mundo. Sendo assim, o mercado de madeiras nativas no Brasil possui uma grande importância econômica e tecnológica (MAINIERI, CHIMELO e ALFONSO, 1983; GONTIJO et al., 2017).

As florestas primárias², as quais representam 34% das florestas do mundo, diminuíram cerca de 47 milhões de hectares globalmente desde 2000. Juntos, Brasil, Canadá e Rússia abrigam mais da metade (61%) das florestas primárias do mundo. Os dois países do hemisfério norte relataram desmatamento muito baixo ou nenhum desmatamento entre 1990 e 2020. No entanto, o Brasil experimentou uma perda substancial de florestas desde 1990, inclusive de florestas primárias (FAO, 2022).

Essa perda de cobertura florestal é resultado de décadas de iniciativas explícitas de colonização e pouco foco em estratégias de uso sustentável. As atividades irregulares de extração de madeira, mineração e agropecuária contribuem para as emissões de gases de efeito estufa, perda de biodiversidade, surtos de doenças infecciosas e conflitos sociais, com baixa distribuição dos benefícios financeiros obtidos (GARRETT et al., 2021).

De acordo com o PNUMA e a INTERPOL, o crime ambiental, que inclui a exploração ilegal de madeira, é a quarta atividade ilegal mais lucrativa do mundo, atrás apenas do tráfico de drogas, falsificação e tráfico de pessoas. Na última década, os ilícitos ambientais cresceram de duas a três vezes mais rápido do que o PIB global (NELLEMANN et al., 2016). O crime ambiental é extremamente lucrativo, podendo ser tão lucrativo quanto o tráfico ilegal de drogas, todavia as penalidades são muito inferiores e tais ilícitos são mais difíceis de detectar, tornando o crime ambiental altamente atrativo para o crime organizado (EUROPOL, 2022).

O comércio ilegal de madeira no mundo gira em torno de US\$ 152 bilhões por ano, o que representa cerca de metade do produto ilícito de todos os crimes ambientais (INTERPOL, 2022). Os crimes que envolvem produtos florestais são frequentemente perpetrados em conexão com outros crimes, como evasão fiscal, corrupção, fraude documental e lavagem de dinheiro. Tais ligações com outros tipos

² “*Considera-se como vegetação primária, toda comunidade vegetal, de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos antrópicos mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécie*” (MMA, 1994). Florestas primárias são definidas como florestas antigas que sofreram pouca ou nenhuma perturbação humana recente, embora se reconheça que, na realidade, poucas florestas primárias são provavelmente genuinamente intocadas (GIBSON et al., 2011).

de crime amplificam os danos ao meio ambiente, bem como a estabilidade social e econômica (INTERPOL, 2019).

Ações de comando e controle combinadas com políticas que incluam instrumentos de incentivos devem ser implementadas (BÖRNER et al., 2015; SANTOS DE LIMA et al.; 2018). Caso contrário, a extração ilegal de madeira será mais vantajosa do que a extração legal por vários motivos, incluindo acesso amplo ao estoque de madeira e menores custos de exploração (AZEVEDO-RAMOS et al., 2015; SANTOS DE LIMA et al., 2018).

A legislação brasileira apresenta diversos dispositivos legais que visam a proteção e o uso sustentável das florestas presentes no território nacional. A Carta Magna Brasileira em seu artigo 225 impõe ao Poder Público e à coletividade a obrigatoriedade na proteção do meio ambiente e no parágrafo 4º reconhece que a Floresta Amazônica brasileira se trata de objeto de especial preservação:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

(...)

§ 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988).

Uma das alternativas de uso sustentável das florestas naturais é o “Manejo Florestal Sustentável” previsto no art. 31 da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Reconhecido internacionalmente, o manejo florestal, aplicado de maneira correta, é uma das formas para a preservação das florestas naturais (BRAZ, DE MATTOS e CANETTI, 2021). Segundo Gibson et al. (2011), a análise das alterações no uso da terra em relação a biodiversidade indica que, com a possível exceção do manejo florestal sustentável, todas as mudanças na floresta primária causam diminuições na biodiversidade.

Contrariando os princípios da sustentabilidade, ilícitos ambientais relacionados à flora são práticas comuns na Amazônia brasileira e movimentam somas exorbitantes. 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 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, retiradas geralmente de áreas protegidas como terras indígenas e unidades de conservação. Para implementar o uso sustentável dos recursos florestais da Amazônia e evitar a degradação desse Patrimônio Nacional, o Brasil possui órgãos que atuam na promoção do uso adequado, na regulação, no controle e na proteção ambiental, nas esferas federal, estadual e municipal.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) foi criado pela Lei Federal nº 7.735/1989. Tem como finalidade exercer o poder de polícia ambiental, executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, observadas as diretrizes emanadas do Ministério do Meio Ambiente, e executar as ações supletivas de competência da União (BRASIL, 1989).

No Brasil um dos mecanismos para coibir ilícitos ambientais, é a Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/1998), criada com o objetivo de sancionar penal e administrativamente as condutas e práticas lesivas ao meio ambiente (BRASIL, 1998). O Decreto Federal nº 6.514/2008, que regulamenta a Lei de Crimes Ambientais, dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente e estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações. Considera-se infração administrativa ambiental, toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente (BRASIL, 2008).

O início do processo administrativo para apuração de infrações ambientais junto ao IBAMA ocorre na lavratura do Auto de Infração e/ou demais termos próprios pelo agente ambiental federal, no uso do seu poder de polícia, após identificação de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente enquadradas no Decreto Federal nº 6.514/2008. A partir desse ato decorrem diversos procedimentos com a finalidade de analisar a infração ambiental indicada pela fiscalização, garantindo-se o contraditório e a ampla defesa ao autuado. A autoridade competente expedirá a decisão final sobre a homologação ou não das sanções aplicadas.

A infração ambiental está diretamente ligada ao ato irregular cometido, e o infrator pode praticar diversos atos em uma mesma atividade. Desta forma, ele será

punido na medida de sua culpabilidade por toda ação ou omissão cometida. Usualmente, as infrações ambientais praticadas em PMFS são enquadradas no artigo 51-A e/ou 82 do Decreto Federal nº 6.514/2008.

O artigo 51-A contempla infrações por executar manejo florestal sem autorização prévia do órgão ambiental competente, sem observar os requisitos técnicos estabelecidos em PMFS ou em desacordo com a autorização concedida. Para o enquadramento no artigo 82, a infração é caracterizada por elaborar ou apresentar informação, estudo, laudo ou relatório ambiental total ou parcialmente falso, enganoso ou omissivo, seja nos sistemas oficiais de controle, seja no licenciamento, na concessão florestal ou em qualquer outro procedimento administrativo ambiental (BRASIL, 2008).

As intercorrências técnico-legais praticadas em PMFS normalmente ocorrem de forma concomitante. Portanto, é a execução de um conjunto de atividades irregulares, expressas nas diferentes normas legais que regem o manejo florestal, que irão gerar uma sanção administrativa aplicada por meio de um auto de infração.

No que tange aos atores envolvidos nos ilícitos, os quais podem atuar em conjunto ou isoladamente, pode-se mencionar: funcionários públicos envolvidos com o processo de autorização ou de fiscalização, detentor e executor do PMFS, responsável técnico, transportadores, empresas madeireiras e terceiros sem ligação direta com o PMFS. Frisando que a Lei de Crimes Ambientais determina em seu artigo 2º:

Art. 2º. Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la (BRASIL, 1998).

Segundo Relatório da ONU sobre o Estado de Direito Ambiental Global, o número de leis ambientais foi ampliado na maioria dos países representando um aumento de 38 vezes desde 1972. Contudo, a fiscalização continua fraca e insuficiente, caso a eficácia da aplicação da norma não seja fortalecida, mesmo as regras mais rigorosas estão destinadas ao fracasso. Como causas dessa problemática foram identificados alguns fatores principais, tais como a má

coordenação entre agências do governo, a fraca capacidade institucional, a falta de acesso à informação, a corrupção e o fraco envolvimento cívico (UNEP, 2019).

Apesar dos avanços científicos e legais sobre a importância do manejo florestal, infelizmente, alguns atores encontram nessa ferramenta técnica, nas lacunas da legislação e na inépcia dos órgãos de controle, os atalhos para subsidiar ações ilegais que desvirtuam os objetivos do uso sustentável da floresta.

Um grande desafio para os gestores florestais e para os formadores de políticas ambientais e atender à crescente demanda por produtos florestais sustentáveis, é eliminar a produção de origem ilegal e ao mesmo tempo se atentar às alterações climáticas e um desejo de manter a biodiversidade e os estoques de carbono (WARING e SCHLESINGER, 2007).

1.2 JUSTIFICATIVA

O Diagnóstico de Delitos Ambientais do IBAMA (2021) classifica a fiscalização de fraudes nos sistemas de controle florestais, relacionadas aos PMFS na Amazônia, como prioridade “*muito alta*”.

Considerando a importância do manejo florestal para a Amazônia e a necessidade de garantir a origem legal dos produtos florestais nativos, identificar e compreender as intercorrências técnico-legais nas fases pré-exploratória e exploratória em PMFS, é de suma importância a melhoria contínua da exploração sustentável da floresta amazônica.

O estudo foi baseado em processos administrativos sancionatórios relacionados a planos de manejo florestal na Amazônia disponibilizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A premissa para a realização da análise está alicerçada na relação direta/indireta de alguns planos de manejo com produtos florestais de origem ilegal. Sendo assim, identificar e descrever o *modus operandi* dos atores que utilizam o PMFS como meio de legalizar produtos florestais explorados ilicitamente poderá favorecer o combate à concorrência desleal e garantir a viabilidade e a sustentabilidade do manejo.

Ademais, é essencial compreender e verificar a atuação e efetividade das ações do IBAMA no controle desses ilícitos ambientais. Cabe ainda examinar as informações apresentadas junto ao cadastro ambiental rural dos imóveis onde estão

inseridos os PMFS autuados e observar se o CAR está cumprindo a função para qual foi criado.

Tem o presente como meta final propor soluções para os gargalos identificados, a fim de garantir que a madeira nativa amazônica explorada em PMFS realmente possua a tão almejada origem legal calcada em princípios sustentáveis.

1.3 HIPÓTESE

As principais intercorrências técnico-legais praticadas em PMFS possibilitam desvios nos preceitos de sustentabilidade do manejo florestal na Amazônia brasileira.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

O estudo teve como objetivo geral analisar as principais intercorrências técnico-legais cometidas em planos de manejo florestal na Amazônia, as quais comprometem a sustentabilidade da atividade e ampliam a concorrência desleal.

1.4.2 Objetivos específicos

- Qualificar, quantificar e analisar as principais intercorrências técnico-legais cometidas na fase pré-exploratória e exploratória de PMFS na Amazônia, tendo como base os processos administrativos de autuação do IBAMA;
- Examinar a atuação do Estado, em relação ao órgão ambiental federal (IBAMA), na gestão e punição de anomalias praticadas em planos de manejo florestal;
- Verificar as vulnerabilidades detectadas junto ao cadastro ambiental rural no âmbito dos PMFS analisados;
- Apresentar proposta de melhorias no controle e na estratégia de gerenciamento dos PMFS executados na floresta amazônica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DO MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA

A redução das emissões de gases de efeito estufa oriundas do desmatamento e da degradação florestal combinada com ações de conservação, manejo sustentável das florestas e aumento dos estoques de carbono florestal serão vitais para os esforços globais de combate às mudanças climáticas (FAO, 2018; SEN, 2020).

Os impactos econômicos da pandemia do COVID-19 e a necessidade de apoiar as pessoas e seus meios de subsistência colocam em foco a importância de equilibrar a proteção e o uso dos recursos naturais. Principalmente nos países em desenvolvimento, o manejo florestal pode desempenhar um papel fundamental na aceleração de uma transformação em direção a sociedades que simultaneamente conservam a natureza, proporcionam melhor bem-estar humano e geram renda (SEN, 2020; FAO, 2022).

O manejo florestal sustentável é definido como o processo de gestão permanente de florestas com intuito de atingir um ou mais objetivos especificados, por meio de uma produção de fluxo contínuo de produtos e serviços florestais. O manejo florestal deve ser realizado sem redução indevida de seus valores inerentes e da produtividade futura, bem como sem efeitos indesejáveis no ambiente físico e social (ITTO e IUCN, 2009).

Ao longo do tempo, o foco do manejo florestal tem sido produzir madeira bruta. Com o passar dos anos e a evolução da ciência, o conceito de manejo florestal sustentável foi ampliado para incluir os aspectos econômicos, ambientais, sociais e culturais, conforme os Princípios Florestais acordados na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) em 1992 (CASTAÑEDA, 2000).

As atividades florestais com bases ecológicas são aquelas que integram os elementos e atributos essenciais do regime de perturbação natural no manejo florestal (MEYER e AMMER, 2022). A sustentabilidade do manejo florestal deve contemplar também a conservação dos recursos genéticos das espécies envolvidas,

através da manutenção dos componentes essenciais de funcionamento do ecossistema e suas complexas interações (KEMP, 1992; FURTADO, 2009). O manejo florestal eficaz e sustentável deve ser baseado em um sólido histórico científico e na consideração de outras influências, como história, cultura, economia e política (EVANS, 2001).

A redução das taxas de desmatamento, a manutenção dos serviços ambientais da floresta, a diversificação da renda do meio rural, a geração de novos empregos e a abertura de novos mercados são benefícios do manejo florestal sustentável. Essas vantagens contemplam os aspectos ambientais, econômicos e sociais, que são palavras de ordem para o contexto amazônico (ARAÚJO, 1999; FURTADO, 2009; DA SILVA et al., 2014).

O manejo florestal sustentável para a produção de madeira exige a manutenção das funções da floresta e a recuperação do estoque de espécies comerciais durante cada ciclo de corte permitindo um fornecimento contínuo de serviços ecossistêmicos e um rendimento sustentável das espécies objeto do manejo (OLIVEIRA, 2005; DE ARAÚJO et al., 2011; DE AVILA et al., 2017). Em contraposição a exploração convencional ilegal, a qual abre clareiras no meio da floresta, esgota os recursos e migra para novas áreas, o manejo florestal garante a continuidade da produção madeireira, uma vez que causa menos danos à floresta (CARNEIRO FILHO et al., 2004).

Possuindo abrangência global, o setor florestal formal contribui com mais de US\$ 1,5 trilhão para as economias nacionais. O valor estimado do conjunto de serviços ecossistêmicos florestais foi de US\$ 7,5 trilhões em 2018. Aumentar o uso sustentável da floresta pelo manejo florestal e construir cadeias de valor verdes ajudaria a atender à demanda futura de materiais e apoiar economias sustentáveis (FAO, 2022).

2.2 MANEJO FLORESTAL EM CONSTANTE EVOLUÇÃO

O manejo se baseia nos princípios de distúrbios naturais, de forma que as florestas manejadas devem seguir uma evolução semelhante às florestas originais. O manejo florestal busca reduzir os impactos da exploração por meio do

planejamento da colheita e do monitoramento do crescimento da floresta com o intuito de assegurar a sustentabilidade da produção florestal (IFT, 2012).

Apesar da importância do manejo florestal, permanece a necessidade de ampliação do conhecimento dos efeitos da exploração na dinâmica florestal, nos diferentes grupos ecológicos e nas espécies alvo, considerando a heterogeneidade da floresta amazônica e os diferentes fatores que a influenciam. Tal afirmativa possui repleto amparo na bibliografia científica.

Apesar da floresta amazônica remanescente possuir um significativo estoque de espécies madeiráveis, seria muita irresponsabilidade dos atores envolvidos na exploração florestal considerarem que este fato seja suficiente para garantir uma produção madeireira contínua (HIGUCHI, 1994; FERREIRA, 2012). Todos os anos, a exploração madeireira na floresta amazônica continua inabalável. Embora seja uma alternativa preferida ao desmatamento, o ecossistema florestal é impactado de forma significativa pela atividade exploratória (DEARMOND et al., 2022, 2023).

A complexidade dos fatores que afetam a regeneração de espécies de árvores após a intervenção exploratória representa um desafio para o manejo de florestas tropicais e os efeitos a médio prazo, da intensidade da colheita e das práticas silviculturais pós-exploração na recuperação de estoques em crescimento exploráveis são insuficientemente conhecidos (PETROKOFISKY et al., 2015; DE AVILA et al., 2017). Dado que a produção sustentável de madeira continua sendo um grande desafio para o manejo florestal tropical, é fundamental entender e considerar os efeitos potenciais da intervenção no ambiente florestal para os futuros ciclos de corte, com base na autoecologia das espécies arbóreas e nos grupos de espécies (BRAZ et al., 2012; DE AVILA et al., 2017).

Se o manejo florestal não for reavaliado, o modelo de produção madeireira se esgotará em 35 anos, mesmo se a área de produção for aumentada em mais de 20 vezes. Foram analisados 27 diferentes cenários de produção e apenas um modelo é sustentável, contudo, atende a apenas 31% da demanda do mercado atual de madeira (SIST et al., 2021).

Segundo evidências científicas, em florestas tropicais como a Amazônia, os sistemas de manejo florestal policíclicos, com os atuais ciclos de corte de cerca de 30 anos, podem não permitir a recuperação completa da floresta, pois são

insuficientemente longos (CHAPMAN e CHAPMAN, 2004; SCHULZE et al., 2005; VAN GARDINGEN et al., 2006; SIST e FERREIRA, 2007; BONNELL et al., 2011; HAWTHORNE et al., 2012; DE AVILA et al., 2017; DEARMOND e at., 2022).

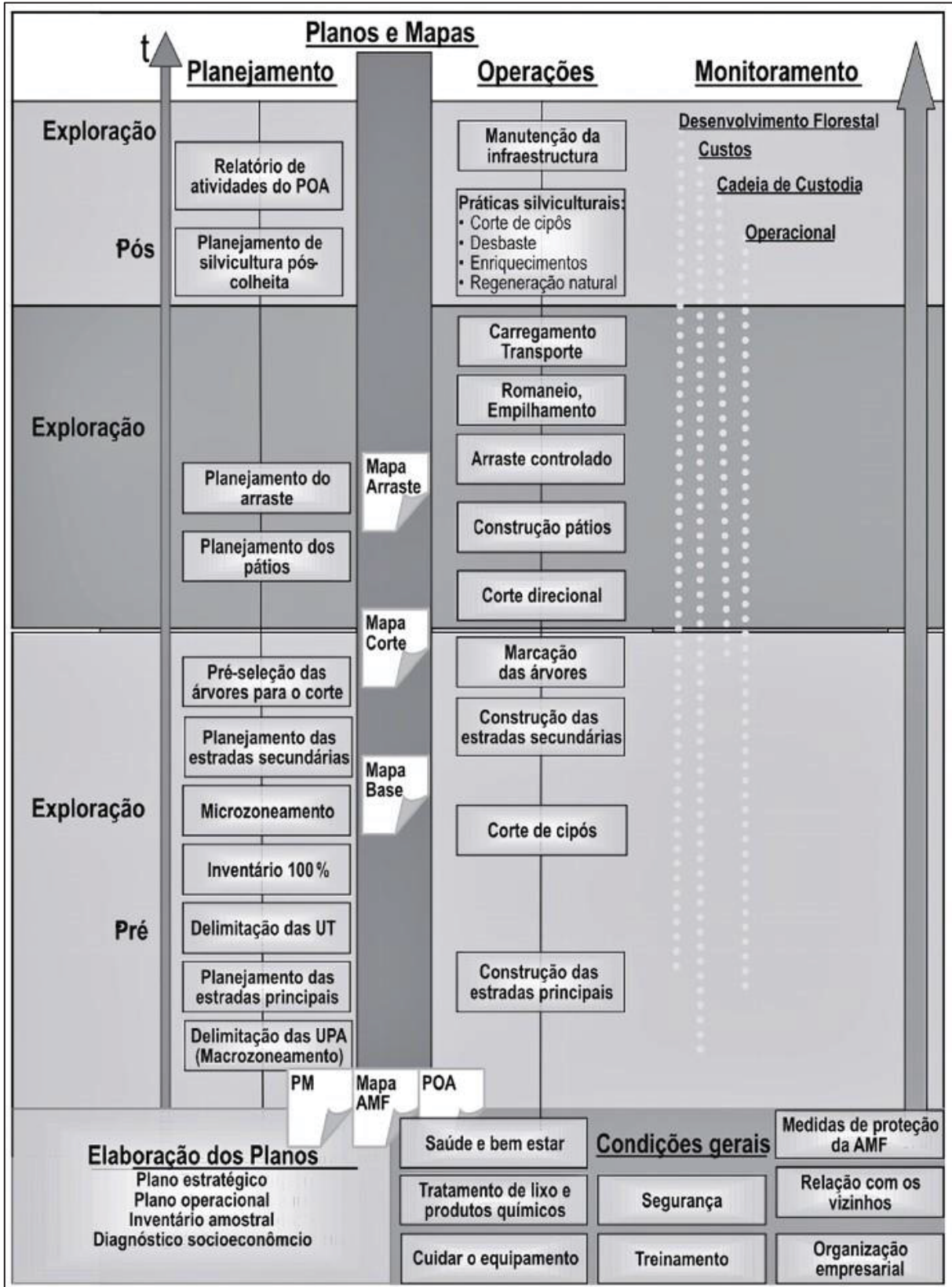
Um manejo florestal que mantém a estrutura da floresta, mas reduz o número de espécies madeireiras de alto valor, é preferível à exploração predatória, porém não pode ser definido como manejo florestal sustentável (SCHULZE et al., 2005). O manejo sustentável de florestas tropicais requer uma compreensão do rendimento potencial da floresta e do provável desempenho financeiro do sistema de manejo nos próximos ciclos de corte (VAN GARDINGEN et al., 2006). Contudo, na atual realidade da exploração madeireira na Amazônia brasileira, atender aos preceitos básicos do manejo florestal já é um ganho significativo para a atividade.

Segundo Chapman e Chapman (2004), existem indicativos que sugerem que o clima na Amazônia está mudando, fato este que pode ser responsável por alterações na dinâmica populacional de certas espécies nas florestas não exploradas. Portanto, o não cumprimento de prescrições técnico-legais adequadas para a conservação durante a execução do plano de manejo florestal pode comprometer o estoque em crescimento e capacidade de regeneração natural da floresta residual (SANTOS et al., 2000).

2.3 ETAPAS DO MANEJO FLORESTAL

O correto manejo florestal é composto por diversas etapas com diferentes níveis de complexidade que envolvem questões econômicas, sociais, ambientais e técnicas, as quais despendem tempo, recursos humanos qualificados e recursos financeiros significativos. Sabogal et al., (2009) dividem as atividades do manejo florestal em 6 etapas principais: elaboração dos planos, ações para garantir um trabalho seguro e eficiente em operações de manejo florestal, atividades pré-exploratórias, atividades exploratórias, atividades pós-exploratórias, monitoramento e controle. A estrutura operacional das diretrizes técnicas do manejo florestal executado na Amazônia está representada na Figura 1.

FIGURA 1 - ESTRUTURAÇÃO OPERACIONAL DAS DIRETRIZES TÉCNICAS DO MANEJO FLORESTAL.



FONTE: SABOGAL et al. (2009).

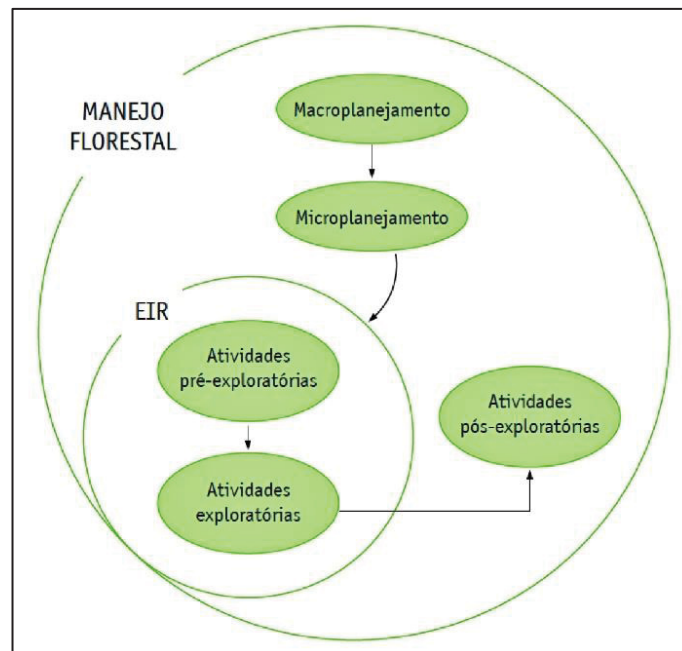
A elaboração dos planos é a fase que antecede o manejo efetivo da floresta e sua importância é fundamental para se estabelecer políticas, estratégias e técnicas a serem utilizadas no manejo e na manutenção da capacidade produtiva da floresta. As ações para garantir um trabalho seguro e eficiente englobam todas as atividades de uma pessoa (física ou jurídica) necessárias para assegurar a execução de todas as operações de forma otimizada (SABOGAL et al., 2009).

As atividades pré-exploratórias é a etapa inicial do manejo, executadas um ano antes das atividades exploratórias, pela delimitação da Unidade de Produção Anual (UPA), que é subdividida em Unidades de Trabalho (UT). A infraestrutura do PMFS é implementada e o planejamento da exploração é realizado com base no inventário 100% e nas características biofísicas da área. Ainda nesta fase, as árvores para corte são pré-selecionadas e marcadas. A atividade exploratória é definida como as operações de corte, arraste, carregamento e transporte executadas após a definição da intensidade e do sistema da exploração (SABOGAL et al., 2009).

Conforme Sabogal et al. (2009), as atividades pós-exploratórias são definidas como as ações que irão contribuir para a manutenção da capacidade produtiva da floresta para o próximo ciclo de produção em bases sustentáveis. O monitoramento e controle é o processo de coleção, documentação e análise contínua de informações sobre a efetividade da implementação das diferentes atividades florestais e seus efeitos.

Para Balieiro et al. (2010), o manejo florestal, conforme mostrado na Figura 2, é dividido ordenadamente em 4 etapas principais: macroplanejamento, microplanejamento (incluindo as atividades pré-exploratórias), atividades de exploração dos recursos florestais e atividades pós-exploratórias.

FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ETAPAS DO MANEJO FLORESTAL.



FONTE: BALIEIRO et al. (2010).

Inicialmente cabe definir exploração de impacto reduzido (EIR), que é um sistema que aplica melhores técnicas de extração disponíveis com objetivo de reduzir os danos as florestas residuais, o desgaste do solo e erosão, proteger os recursos hídricos, atenuar os riscos de incêndios e potencialmente ajudar a manter a regeneração e proteção da diversidade biológica (BARRETO et al., 1998; UHL et al., 2002; IFT, 2012).

O macroplanejamento da exploração florestal compreende a análise da viabilidade econômica do PMFS pela seleção das áreas, o inventário florestal amostral, a análise dos custos do projeto, as estratégias de execução do PMFS, a definição e espacialização das áreas das UPAs; o planejamento e dimensionamento das estruturas de suporte ao PMFS e a quantificação e descrição dos recursos humanos. O microplanejamento, o qual inclui as atividades pré-exploratórias, objetiva o planejamento do PMFS em um ano, ou seja, foca na UPA por meio da delimitação das UTs, realização do Inventário Florestal 100%, marcação das árvores e identificação das espécies comerciais a serem exploradas; trato silvicultural pré-exploratório; instalação de parcelas permanentes; processamento de dados; confecção de mapas exploratórios, planejamento das infraestruturas de exploração florestal (BALIEIRO et al., 2010; IFT, 2012).

As atividades de exploração dos recursos florestais são constituídas pelos seguintes procedimentos: teste de oco, corte direcional das árvores, destopo, traçamento das toras, arraste das toras por ramais/trilhas de arraste até os pátios de estocagem. As atividades pós-exploratórias contam com a manutenção de infraestruturas, avaliação de danos e desperdícios da exploração, inventário florestal contínuo, silvicultura pós-colheita e medidas de proteção florestal (BALIEIRO et al., 2010; IFT, 2012). Cabe destacar que independente da definição das etapas do manejo florestal, um adequado planejamento pré-exploratório ocasiona custos mais baixos e menores danos ao ambiente florestal na etapa de exploração, repercutindo diretamente na viabilidade da atividade no longo prazo.

A combinação de três fatores principais é necessária para implementar a adoção de boas práticas de manejo florestal: (I) existência de diretrizes técnico-legais para orientar a formulação e execução de PMFS, (II) capacitação do pessoal envolvido nas atividades do manejo e (III) um sistema de controle efetivo sobre a implementação dessas técnicas realizado tanto pelo detentor do PMFS como pelo Estado (IBAMA/EMBRAPA, 2006).

2.4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO MANEJO

O bem jurídico pode ser entendido, abstratamente, como tudo aquilo que represente um valor ideal para a sociedade, um valor que merece proteção do Estado em virtude de sua importância como, por exemplo, o meio ambiente e as florestas. No sistema jurídico brasileiro, há uma ordem constitucional expressa que impõe a intervenção do Estado diante de condutas que afrontem o meio ambiente, um bem jurídico de natureza difusa (TUDISCO, 2016).

Segundo Benjamin (2004), a legislação ambiental brasileira é umas das melhores do mundo, porém sua efetividade ainda é vaga. A lei ambiental é boa, mas sua aplicação não atinge aos objetivos propostos. É preciso criar mecanismos que propiciem a real aplicação da lei e o fortalecimento das instituições que têm responsabilidade.

O Código Penal, em seu artigo 21, deixa claro que ninguém pode ser poupado de ser punido em razão de desconhecer a lei, ou seja, o desconhecimento

da lei é inescusável. Esse entendimento também está expresso no artigo 3º da Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro (Decreto-lei 4.657/1942) (TJDFT, 2021). Conseqüentemente os atores envolvidos com o manejo florestal devem estar atentos para as determinações técnico-legais, sendo infactível qualquer alegação de desconhecimento da lei.

A regulamentação da exploração florestal na Amazônia não é algo recente, ela remonta à década de 60. O antigo código florestal instituído pela Lei Federal nº 4.771/1965, em seu artigo 15 proibia a exploração sob forma empírica das florestas primitivas da bacia amazônica, as quais só poderiam ser utilizadas em observância a planos técnicos de condução e manejo a serem estabelecidos pelo Poder Público (BRASIL, 1965).

A seguir serão apresentadas as normas jurídicas com maior relevância que regem o manejo florestal na Amazônia, ordenadas hierarquicamente:

A Lei Federal nº 12.651/2012, em seu artigo 31, define que uma das alternativas de uso sustentável das florestas naturais é o “Manejo Florestal Sustentável”. O artigo 35 da supracitada lei expõe sobre a necessidade de controle dos produtos florestais de origem nativa e estabelece o sistema nacional de controle da origem da madeira, o qual será coordenado, fiscalizado e regulamento pelo órgão federal competente do SISNAMA (BRASIL, 2012).

A Lei Federal 11.284/2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, conceitua manejo florestal sustentável, Art. 3º, inciso VI:

VI - Manejo florestal sustentável: administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa e 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 (BRASIL, 2006).

O Decreto Federal nº 5.975/2006 regulamenta a exploração de florestas e de formações sucessoras, além de apresentar obrigatoriedade sobre a aprovação prévia do PMFS pelo órgão competente do SISNAMA (BRASIL, 2006).

O Decreto Federal nº 6.063/2007 regulamenta, no âmbito federal, dispositivos da Lei nº 11.284/2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável (BRASIL, 2007).

Sendo umas das mais relevantes, a Resolução CONAMA nº 406/2009, estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma amazônico (MMA, 2009).

A Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável (APAT) é uma exigência da Instrução Normativa MMA nº 04/2006. A APAT é definida como ato administrativo pelo qual o órgão competente analisa a viabilidade jurídica da prática de manejo florestal sustentável, com base na documentação apresentada e na existência de cobertura florestal analisada por meio de imagens de satélite (MMA, 2006).

Para as florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, a Instrução Normativa MMA nº 5/2006, sendo uma das mais importantes, dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de PMFS (MMA, 2006). A referida instrução recomenda que na ausência de estudos técnicos específicos, o ciclo de corte deve ser de até 30 m³/ha a cada 35 anos. A exploração é definida com base na recuperação total do volume de madeira retirado, considerando um aumento volumétrico médio anual de 0,86 m³/ha/ano (CAPANEMA, 2022).

O IBAMA também é responsável pelo Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLOR), instituído pela Instrução Normativa nº 21/2014, cuja finalidade é controlar a origem da madeira, do carvão e de outros produtos e subprodutos florestais e integrar os respectivos dados dos diferentes entes federativos (IBAMA, 2014).

A Instrução Normativa IBAMA nº 10/2015 define procedimentos de organização física de produtos florestais madeireiros em áreas de exploração florestal e em depósitos e pátios de estocagem de empreendimentos industriais ou comerciais, para fins de controle do rastreamento de produtos oriundos de Planos de Manejo Florestais, Autorizações de Supressão de Vegetação em Empreendimentos sob Licenciamento Ambiental e Autorizações de Uso Alternativo do Solo expedidas pelos órgãos ambientais competentes (IBAMA, 2015).

Cada unidade federativa, considerando suas especificidades, desde que em harmonia com as demais normas, pode possuir uma legislação ambiental e florestal

própria, as quais devem ser observadas na implantação e execução de planos de manejo.

Segundo Capelli (2021), o princípio *in dubio pro natura*, o qual já foi aplicado pelo Superior Tribunal de Justiça (STJ), significa que em caso de dúvida da autoridade administrativa ou judicial sobre as normas, regras, princípios ou direitos fundamentais, ou na hipótese de necessidade de reconhecer um direito sem regra explícita, a decisão a ser tomada deve ser aquela que favoreça maior proteção ou conservação ambiental.

2.5 USO INDEVIDO DO MANEJO FLORESTAL

O Brasil é considerado um país com uma alta percepção de corrupção. Destacam-se três índices de percepção da corrupção de reconhecimento internacional: o *Transparency International* analisa a corrupção dos países em diversos aspectos e setores, posicionando o Brasil em 96º no relatório 2017, com um score de 37 de um máximo de 100. O *Worldwide Governance Indicators* analisa diversos indicadores de governança, incluindo controle de corrupção. Nesse quesito, o Brasil obteve, no ano de 2016, um score de 38,46%. O *Competitiveness Index do World Economic Forum* trata-se de um índice de competitividade, onde ética e corrupção são indicadores avaliados, o Brasil ocupa a posição 133 de 137 países avaliados (FSC, 2019).

O comércio ilegal de madeira existe devido a mercados não sensíveis aos ilícitos cometidos contra o meio ambiente, os quais demandam produtos florestais sem considerar se a madeira possui origem legal. Essa atividade criminosa é impulsionada pelos expressivos benefícios financeiros que gera (BISSCHOP, 2012).

A extração ilegal de madeira que configura crime ambiental, também pode ser enquadrada como crime de organização criminosa, bem como crime de lavagem de capitais, considerando que o lucro obtido dessa atividade geralmente não é declarado ou informado como de origem diversa. Ambos os delitos são comumente denominados de “colarinho branco” (CALHAU, 2005; LIMA et al., 2018; INTERPOL, 2019).

A degradação ambiental ocasionada pela extração ilegal de madeira na Amazônia em nenhuma hipótese pode ser considerada insignificante, tendo em vista

a potencialidade lesiva da conduta e os expressivos resultados financeiros obtidos, bem como a continuidade delitiva dos infratores devido à falta de punição (LIMA et al., 2018).

Entre 2019 e 2020, um mapeamento realizado por quatro organizações de pesquisa ambiental, baseado em imagens de satélite, identificou 464 mil hectares de exploração madeireira nos estados da região amazônica. Do total, 11% da exploração florestal mapeada ocorreu em unidades de conservação e terras indígenas (IMAZON, 2021).

Na Amazônia, a extração ilegal de madeira é um problema de escala equiparável ao desmatamento. A implantação de uma legislação ambiental mais rigorosa melhorou a detecção de algumas formas de extração ilegal de madeira. Todavia existem vulnerabilidades no controle florestal, principalmente a métodos mais sutis que mascaram a origem da madeira ilegal (BRANCALION et al., 2018). A madeira sem origem legal é uma mercadoria de alto valor que é facilmente misturada com produtos florestais legítimos para evitar que seja detectada (BISSCHOP, 2012).

Diversas pesquisas sobre extração ilegal e comércio de madeira demonstraram que as atividades ilegais podem ocorrer nas diferentes fases da cadeia produtiva florestal, desde a extração, passando pelo transporte e processamento, até a exportação (TACCONI et al., 2016; KLEINSCHMIT et al., 2021). Por vezes a exploração florestal ilegal não é algo de fácil constatação, principalmente quando envolve planos de manejo autorizados. Em certas situações as ações empresariais ou governamentais estão em uma linha tênue entre o legal e o ilegal (BISSCHOP, 2012; KLEINSCHMIT et al., 2021).

Uma ampla gama de atividades fraudulentas, resultado de negligência ou corrupção, permite que a madeira ilegal seja explorada, transportada e comercializada com documentação fraudulenta por meio de planos de manejo. As principais maneiras de lavar madeira ilegal são pela exploração madeireira autorizada em área já explorada ou desmatada, apresentação de inventário florestal falso, emissão de créditos de madeira sem a efetiva exploração do plano de manejo, superestimativa do volume ou da densidade de espécies valiosas para geração de créditos fraudulentos, inserção de créditos fictícios na autorização via sistema (GREENPEACE, 2014; BRANCALION et al., 2018).

Tanto as licenças CITES como os rótulos do Forest Stewardship Council (FSC), autorizações e outros documentos de transporte podem ser falsificados ou usados para disfarçar o comércio ilegal de madeira. O fato de estar ocorrendo *greenwashing* foi confirmado pelos entrevistados do governo, das empresas e da sociedade civil (BISSCHOP, 2012). Investigações jornalísticas de espectro global envolvendo empresas de auditoria ambiental também confirmaram que selos verdes podem não ser confiáveis (ICIJ, 2023).

Greenwashing é um truque ambiental, o qual pode ser definido como um produto ou atividade que ganha atributos ecológicos e transparece que se enquadra nos princípios ambientais, porém, na verdade, disfarça ações irregulares ao destacar aspectos positivos em relação ao meio ambiente e mascarar outros aspectos negativos (DELMAS e BURBANO, 2011; JOHANSEN, 2015; SCHMUCK et al., 2018; CALDAS et al., 2021).

Um levantamento realizado sobre 586 planos de manejo florestais do Pará, no período de 2013-2017, aponta que 76,68% dos inventários para exploração de ipê no estado apresentam densidade superior ao que a literatura científica diz ser possível ocorrer na natureza. Em alguns casos, esse superfaturamento de árvores pode chegar a até mais de 10 vezes o que a ciência diz ser possível (GREENPEACE, 2018).

Na contramão aos preceitos do Manejo Florestal Sustentável, o Bioma Amazônico continua sendo alvo de atividades ilegais voltadas para obtenção de lucro imediato de alguns. A função primordial do Plano de Manejo é deixada de lado e esta importante ferramenta serve como fachada para os ilícitos ambientais. Diferentemente de outros ilícitos, as fraudes em PMFS demonstram um certo “ar de legalidade”, pois apresentam documentos, estudos técnicos, mapas e autorizações de exploração florestal.

A deterioração ambiental deve ser reconhecida como tal por meio de um processo de definição e construção social. Neste processo, o conhecimento científico de um determinado problema ambiental não se traduz necessariamente em ações para reverter o problema, o que confirma que este conhecimento, apesar de ser necessário para a tomada de decisões, não é suficiente (PAFFARINI, COLOGNESE e HAMEL, 2017).

Para alcançar um desenvolvimento sustentável e uma transição florestal na Amazônia é preciso ações concretas. Será necessário reduzir os incentivos ao desmatamento, à degradação florestal e à concorrência desleal ao correto manejo florestal. Concomitantemente é necessário criar oportunidades para restauração e melhoria dos meios de vida da população amazônica. Por outro lado, uma mudança estrutural radical de regimes de colonização histórica abertamente contraproducentes e paradigmas de modernização deve ser implementada (GARRETT, 2021).

2.6 ESTATÍSTICA MULTIVARIADA APLICADA AO ESTUDO FLORESTAL

A análise multivariada possui um vasto campo de aplicação, contudo ainda é uma área recente da ciência, na qual até os estatísticos mais experientes movem-se cuidadosamente (MAGNUSSON e MOURÃO, 2003).

A estatística multivariada consiste em diversas técnicas aplicadas em situações cujas variáveis são calculadas conjuntamente em cada unidade amostral (MINGOTI, 2007). A habilidade em adequar múltiplas variáveis na tentativa de interpretar relações complexas é a principal vantagem da análise multivariada em comparação com os métodos univariados e bivariados (NASCIMENTO, 2017).

O desenvolvimento da informática revolucionou a aplicação da estatística multivariada. A disponibilidade de computadores modernos permite a análise de grandes conjuntos de dados e essa facilidade proporciona a aplicação de métodos multivariados a novos domínios (ANDERSON, 2003).

No presente estudo foram utilizadas duas técnicas multivariadas: análise de agrupamentos e análise de fatores. De forma simplificada, Hair et al. (2009) descreve a análise de fatores (*factor analysis*) como uma técnica que realiza as combinações com base em padrões de variação (correlação) nos dados, enquanto a análise de agrupamentos (*cluster analysis*) estabelece agregados baseados em distância ou proximidade.

2.6.1 Análise de agrupamentos

A análise de agrupamentos (AA) tem como objetivo atribuir um conjunto de indivíduos a grupos mutuamente exclusivos e exaustivos, de modo a que os indivíduos de um grupo são semelhantes uns aos outros, enquanto os indivíduos de grupos diferentes são dissemelhantes (CHATFIELD e COLLINS, 1980).

Diferentes abordagens foram desenvolvidas para a análise de agrupamentos, porém os algoritmos mais utilizados podem ser divididos em duas categorias: método hierárquico e método não-hierárquico (LATTIN et al. 2011).

O método hierárquico é um procedimento de agrupamento definido pela elaboração de uma hierarquia ou estrutura em forma de dendrograma, sendo a técnica mais utilizada. O método não-hierárquico consiste no procedimento que determina o centro de um grupo (*cluster*) e em seguida agrupa todos os objetos que estão a menos de um valor pré-determinado do centro (MALHOTRA, 2006).

Na análise de agrupamentos é importante a escolha de um coeficiente que quantifique a semelhança entre dois objetos. Esse coeficiente pode ser dividido em duas categorias: medida de similaridade e de dissimilaridade. Na medida de similaridade, quanto maior for o valor observado, mais parecido serão os objetos. A medida de dissimilaridade, quanto maior for o valor observado, menos parecido serão os objetos (VICINI, 2005).

Ao realizar a análise de agrupamento é necessário definir qual medida de similaridade ou dissimilaridade será usada (VIDIGAL, 2013). Para isso, deve-se considerar a tipologia da variável (contínua ou binária).

Para a análise de agrupamento realizada utilizou-se o coeficiente de correspondência simples (*simple matching*). Segundo Vidigal (2013) este coeficiente mede a similaridade entre dois indivíduos X_i e X_j , $i \neq j$, sendo calculado como a proporção de categorias similares entre tais elementos. Quanto mais próximo de 1, maior a similaridade. A seguir é formada a matriz de similaridade ou proximidade (S'), gerando então a matriz de distâncias ($D' = 1 - S'$) a qual é a base para a aplicação do método de agrupamento.

Existem diversos métodos de ligação. Foi utilizado o método de ligação entre grupos ou ligação média, técnica que permite agrupar indivíduos com pequenas variâncias. A ligação média é definida como um algoritmo de agrupamento hierárquico que caracteriza a similaridade como a distância média entre todos os indivíduos em um agrupamento e todos os indivíduos de outro (HAIR et al., 2009).

2.6.2 Análise de fatores

A análise de fatores (AF) é a principal e a mais antiga técnica de análise multivariada (MARRIOTT, 1974). “O fator pode ser definido como uma combinação linear das variáveis originais” (MATOS e RODRIGUES, 2019, p. 10). Essa técnica é utilizada para analisar e compreender os padrões ou relações latentes existentes para um número expressivo de variáveis e determinar se a informação pode ser resumida por um conjunto menor de fatores, mantendo-se a representatividade das características das variáveis originais (URBINA, 2007).

Existem dois tipos de AF: exploratória e confirmatória. Segundo Novak (2016), a Análise de Fatores Exploratória (AFE) é utilizada para exploração de dados, para constatar a relação entre um conjunto de variáveis, identificando padrões de correlação. A Análise de Fatores Confirmatória (AFC) é utilizada para testar hipóteses com base em informações pré-existentes.

Para a realização da análise de fatores devem ser realizados os seguintes passos: entrada de dados, cálculo das correlações entre as variáveis, extração inicial dos fatores, a rotação da matriz e a interpretação de dados (NOVAK, 2016).

Em um conjunto de variáveis, as correlações entre os pares de variáveis podem ser organizadas em uma matriz de correlações. Na análise fatorial, objetiva-se reduzir a matriz de correlações à sua dimensão subjacente analisando quais variáveis se agrupam de maneira significativa (FIELD, 2009). A AF será representativa quando as variáveis forem correlacionadas (MALHOTRA, 2006).

Existem dois métodos para testar a conformidade do modelo fatorial: o Teste de Esfericidade de Bartlett é aplicado para verificar as correlações entre as variáveis (HAIR et al., 2005). Esse teste compara a matriz de correlação observada com a matriz identidade (SANTOS et al., 2019). O teste de adequabilidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), avalia a proporção da variância entre variáveis que pode ser uma variância comum (SANTOS et al., 2019).

Conforme Hair et al. (2005), a comunalidade é a quantidade total de variância que uma variável original compartilha com todas as outras variáveis consideradas na análise. Ademais, trata-se de uma medida da proporção de

variância explicada pelos fatores comuns (FIELD, 2009; MATOS e RODRIGUES, 2019).

O Método da Análise de Componentes Principais refere-se à explicação da estrutura de covariância por meio de combinações lineares das variáveis originais. Essas combinações lineares são descritas por meio dos autovalores e dos autovetores. Os autovalores representam a variabilidade de cada componente e os autovetores compõem a base para se obter as cargas fatoriais (JOHNSON e WICHERN, 1992; NOVAK, 2016). A primeira componente explica a maior parte dessa variância, a segunda é a que possui o segundo maior poder de explicação, e assim por diante. Juntas, todas as componentes explicam toda a variabilidade dos dados (MATOS e RODRIGUES, 2019).

A escolha do número de fatores é primordial na aplicação da AF e os seguintes critérios podem ser utilizados para se definir o número de fatores:

- Experiência no assunto pesquisado (método subjetivo);
- Critério de Kaiser: tantos fatores quanto for o número de autovalores maiores que 1;
- Escolher o número de fatores que explicam uma proporção especificada da variância total (FÁVERO et al., 2009).

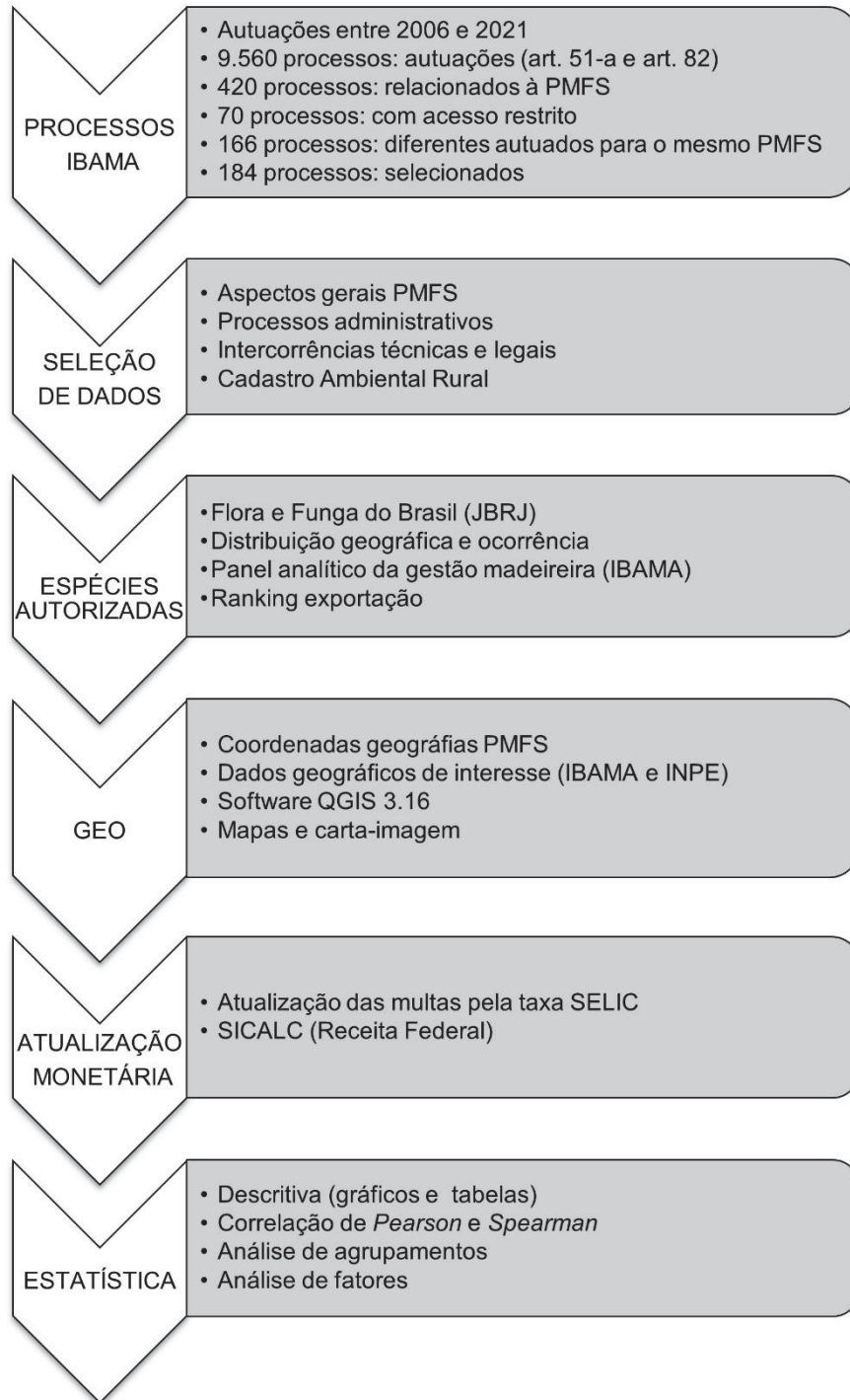
O próximo passo é a rotação dos fatores, cujo objetivo é facilitar a interpretação da solução, sem alterar suas propriedades matemáticas (TABACHNICK e FIDELL, 1996; NOVAK, 2016). O método rotacional ortogonal mais comumente utilizado é a rotação *Varimax*, que visa reduzir o número de variáveis com cargas elevadas sobre um determinado fator, simplificando a interpretação dos fatores (FÁVERO et al., 2009).

Ao final executa-se a interpretação dos fatores, que consiste em nomear os fatores por meio das cargas fatoriais, de maneira que melhor explique o conjunto de variáveis incluídas em determinado fator (NASCIMENTO, 2017). Segundo Malhotra (2006), o fator pode ser interpretado no que diz respeito às variáveis que o sobrecarregam fortemente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 3 retrata os procedimentos realizados para obtenção dos dados e aplicação da metodologia a fim de atingir os objetivos propostos.

FIGURA 3 - PROGRESSÃO METODOLÓGICA.



FONTE: O autor (2023).

3.1 SELEÇÃO DOS PROCESSOS ADMINISTRATIVOS E LEVANTAMENTO DOS DADOS

O estudo foi realizado com base nos processos administrativos do IBAMA referente a autuações de PMFS nos estados da Amazônia entre os anos de 2006 e 2021. Devido à implementação do Sistema de Documento de Origem Florestal (SISDOF) o ano base de 2006 foi selecionado. Os dados foram solicitados formalmente em processo administrativo próprio sendo disponibilizados mediante canais oficiais da instituição federal.

O acesso a informações e documentos, bem como a consulta aos sistemas oficiais de controle foram autorizados pelo IBAMA. Inicialmente, para a filtragem dos processos de interesse foram selecionadas as autuações cujo enquadramento se deu nos artigos 51-A (executar plano de manejo em desacordo) e 82 do Decreto Federal 6.514/2008 (apresentar ou elaborar informação falsa ou enganosa) e possuíam relação direta com planos de manejo.

Dos 9.590 processos administrativos disponibilizados pelo órgão ambiental, ao todo 420 processos atenderam os critérios de seleção e são diretamente relacionados à PMFS. Todavia, ao consultá-los no Sistema Eletrônico de Informações do IBAMA (SEI), 70 processos selecionados possuíam nível de acesso classificado como restrito, e tal fato impossibilitou a obtenção dos documentos e das informações processuais, sendo descartados para a referida análise.

Tendo em vista que diferentes envolvidos, sejam eles detentores, responsáveis técnicos e legais, executores e empresas receptoras de créditos fraudulentos podem ser autuados pela execução ou apresentação de informação falsa/enganosas no mesmo PMFS fiscalizado. Desta forma para a caracterização das principais intercorrências, optou-se pela utilização de planos de manejo distintos, não sendo aceitos processos de autuação diferentes para o mesmo PMFS. Cerca de 166 processos enquadram-se nessa situação e não foram computados para o estudo.

Após a filtragem e eliminação dos processos sancionatórios que não atenderam aos critérios estabelecidos, chegou-se ao número de 184 diferentes planos de manejo florestal autuados pelo IBAMA. A análise processual buscou obter informações quantitativas e qualitativas em 4 tópicos principais: (I) aspectos gerais

sobre os planos de manejo, (II) dados sobre os processos administrativos sancionatórios, (III) dados sobre as intercorrências técnico-legais detectadas nos PMFS, e (IV) dados sobre o cadastro ambiental rural.

A análise utilizou diferentes sistemas oficiais de controle, tais como: Sistema Eletrônico de Informações (SEI), Sistema de Cadastro, Arrecadação e Fiscalização (SICAFI), Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLOR), Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e outros sistemas oficiais.

Dentro de cada processo administrativo, preferencialmente, a análise se deu no auto de infração, termo de embargo, termo de suspensão, termo de apreensão e termo de inutilização/destruição, relatório de fiscalização, mapas e cartas imagem, relatório de análise instrutória, decisões de 1ª e 2ª instância e quando necessário demais documentos que continham as informações desejadas. Cada procedimento de autuação detém sua particularidade, desta forma a tipologia documental e a quantidade de informações varia de processo para processo, porém as informações básicas são padrões para todos os procedimentos.

As intercorrências técnico-legais foram identificadas pelo IBAMA e reportadas no respectivo relatório de fiscalização presente no processo administrativo. Dessa forma, a intercorrência somente foi considerada caso tenha sido descrita pelo supracitado órgão ambiental federal. Para o estudo definiu-se a fase pré-exploratória como todas as atividades que antecedem a exploração florestal propriamente dita e a fase exploratória são as atividades que se iniciam com o abate das árvores, sendo uma adaptação de SABOGAL et al., 2009.

3.2 ANÁLISE DAS ESPÉCIES AUTORIZADAS

Para análise das informações sobre distribuição geográfica e ocorrência das espécies autorizadas para corte utilizou-se o banco de dados do projeto Flora e Funga do Brasil coordenado e administrado pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ, 2023). Adicionalmente, os dados de exportação de produtos florestais, com foco nas espécies nativas, foram obtidos junto ao painel analítico da gestão madeireira sobre exportações do IBAMA (IBAMA, 2023).

3.3 PROCEDIMENTOS DE GEOPROCESSAMENTO

Com base nas autorizações de exploração florestal dos PMFS e mapas confeccionados pelo IBAMA, foram coletadas as coordenadas geográficas de referência de cada plano de manejo analisado. Com auxílio do software QGIS 3.16, utilizando o sistema de coordenadas geográficas SIRGAS2000, foram geradas as camadas *shapefile* de pontos dos PMFS autuados com intuito de verificar a distribuição espacial dos planos em relação aos limites das unidades federativas e áreas protegidas como unidades de conservação e terras indígenas.

Para a confecção do mapa de calor (estimativa de densidade de Kernel) foram utilizados os pontos de referência dos PMFS e os limites dos estados da Amazônia Legal. O sistema de coordenadas geográficas utilizado no mapa de calor foi o SIRGAS 2000 / Brazil Polyconic para processamento de dados em metros, sendo aplicados raios de 250 km.

Os arquivos *shapefile* dos limites federativos da Amazônia Legal e das áreas protegidas foram obtidos junto a plataforma de dados geográficos *Terrabrazilis* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

3.4 ATUALIZAÇÃO MONETÁRIA DAS MULTAS

Em relação a avaliação das multas aplicadas em diferentes períodos, foi realizada a correção monetária dos valores aplicados pela taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) para títulos federais, conforme determina a Lei Federal nº 10.522/2002 utilizada pelo IBAMA e que trata sobre créditos não quitados do setor público federal (BRASIL, 2002). O cálculo para a correção foi baseado no Sistema de Cálculo de Acréscimos Legais (SICALC) da Secretaria da Receita Federal do Brasil (SRFB, 2023). A correção monetária das multas aplicadas foi obtida através da equação (1):

$$Va = Vo + (Vo \times (Selic\ acumulada + 1\%)) \quad (1)$$

em que: Va: valor atualizado da multa; Vo: valor original da multa; e Selic acumulada: taxa Selic mensal acumulada no período de interesse.

3.5 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

O emprego da estatística descritiva, com produção de gráficos e tabelas, foi utilizado para análise dos 4 tópicos principais: dados sobre os planos de manejo, dados sobre os processos administrativos sancionatórios, dados sobre as intercorrências técnico-legais detectadas nos PMFS, e dados sobre o cadastro ambiental rural.

Para a verificação da correlação entre as variáveis taxa de desmatamento e áreas embargadas em PMFS, inicialmente com intuito de constatar a normalidade dos dados aplicou-se o teste de *Shapiro-Wilks*. Posteriormente utilizou-se a correlação de *Pearson* e *Spearman*, bem como a construção do gráfico de dispersão.

A análise estatística multivariada foi aplicada com o objetivo de compreender as principais intercorrências técnico-legais que foram detectadas pelo IBAMA em PMFS na Amazônia. As técnicas de Análise de Fatores (*factor analysis*) e Análise de Agrupamento (*cluster analysis*) foram calculadas com o uso do *software IBM SPSS Statistics*.

No caso da análise de agrupamento foram utilizadas variáveis binárias (0 e 1), ou seja, zero para ausência de determinada intercorrência e um para a presença da intercorrência indicada pelo órgão ambiental. O objetivo dessa técnica é identificar agrupamentos naturais entre as 27 variáveis analisadas.

Na análise de agrupamentos utilizou-se o método hierárquico, com o coeficiente de correspondência simples (*simple matching*) como medida de similaridade, que é o indicado para variáveis binárias. Além do supracitado coeficiente, foram utilizados os coeficientes de *Jaccard* e coeficiente de *Russel & Rao* para fins comparativos. Como método de ligação empregou-se a ligação média (entre grupos). Com relação à análise gráfica, foi gerado o dendrograma para melhor visualização da estrutura de agrupamento.

A análise de fatores utilizou 27 variáveis envolvendo as fases pré-exploratória e exploratória do manejo florestal. O objetivo dessa técnica é obter uma melhor compreensão do relacionamento dessas variáveis.

Para obtenção das variáveis latentes (fatores), as quais explicam as correlações entre variáveis, foram aplicados scores de gravidade do impacto ambiental aos dados originais de cada PMFS, sendo definidos com base nas características das infrações ambientais e no histórico de delitos ambientais praticados pelo administrado, em consenso com a legislação. Os scores foram divididos em escalas de gravidade do impacto ambiental com 5 níveis, sendo eles:

1. não houve dano;
2. pouco danoso;
3. danoso;
4. moderadamente danoso;
5. muito danoso.

Nesta seara, os scores de gravidade do impacto ambiental aplicados em cada plano de manejo, foram obtidos com o uso da expressão demonstrada na equação (2):

$$Score = \log_{10} \frac{(Aem \times Va \times Ai \times (Inter \times 0,1))}{4} \quad (2)$$

em que: Aem: área de efetivo manejo (ha); Va: volume autorizado (m³); Ai: quantidade de autuações ambientais junto ao IBAMA; e Inter: número total de intercorrências constatadas por PMFS.

Após a obtenção do score para cada plano de manejo, por meio da distribuição de frequência, os valores foram classificados conforme a escala de gravidade do impacto ambiental variando de 1 a 5, conforme Tabela 1.

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DA GRAVIDADE DO IMPACTO AMBIENTAL

Gravidade do impacto ambiental	Escala
Não houve dano	1
Pouco danoso	2
Danoso	3
Moderadamente danoso	4
Muito danoso	5

FONTE: O autor (2023).

A análise de fatores iniciou-se com a aplicação do Teste de esfericidade de *Bartlett* e o Teste de adequacidade da amostra de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) com objetivo de verificar a conformidade do modelo fatorial. Em seguida, foi aplicado o Método da Análise de Componentes Principais, sendo analisada a matriz de correlações. Ainda no processo de extração, com base no critério do número de fatores que explicam uma proporção especificada da variância total, foram selecionados um número fixo de fatores, ou seja, 10. Para o Método Rotacional Ortogonal utilizou-se a rotação *Varimax* cuja função é facilitar a interpretação dos fatores. Como passo final, no âmbito da interpretação dos resultados, adotou-se a supressão de cargas fatoriais ou pesos estimados abaixo de 0,5. De forma complementar, com o propósito de verificar os resultados e identificar os padrões foi gerado o Gráfico de Carregamento ou Gráfico de componente em espaço rotacionado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ASPECTOS GERAIS DOS PLANOS DE MANEJO

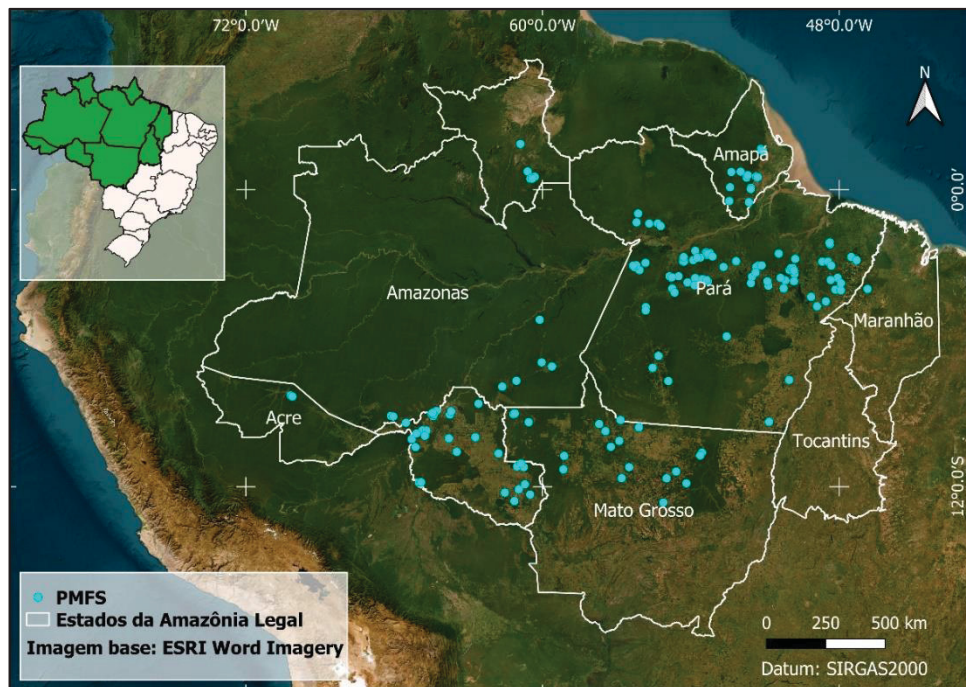
4.1.1 Localização e distribuição geográfica

Os 184 planos de manejo florestais analisados estão localizados em oito estados da Amazônia Legal, sendo distribuídos da seguinte forma: Acre (2), Amazonas (8), Amapá (21), Maranhão (1), Mato Grosso (21), Pará (88), Rondônia (37) e Roraima (6).

Segundo Lentini et al. (2021) e Valdiones et al. (2022), entre os anos de 2008 e 2020, o estado de Mato Grosso foi o principal produtor de madeira da Amazônia, seguido pelo Pará e Rondônia. É importante destacar o aumento da importância do estado do Amazonas, que passou a representar 9% da produção de toras da Amazônia nos últimos anos, demonstrando um avanço da frente madeireira.

Em relação a divisão administrativa municipal, os PMFS estão situados em 75 municípios. No estado do Pará os planos estão localizados em 35 municípios, Rondônia em 14, Mato Grosso em 13, Amapá em 5, Amazonas em 4, Roraima em 2, Acre e Maranhão em apenas 1 município, conforme demonstrado na Figura 4. No entanto, dois PMFS não detinham informações sobre as coordenadas geográficas, impossibilitando a plotagem no mapa. Os cinco municípios amazônicos com mais PMFS são Porto Velho/RO, Porto Grande/AP, Prainha/PA, Santarém/PA e Uruará/PA, respectivamente, eles possuem 16, 12, 10, 8 e 6 planos de manejo atuados, representando 28,3% do total de PMFS analisados.

FIGURA 4 - MAPA DA LOCALIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANEJO



FONTE: O autor (2023).

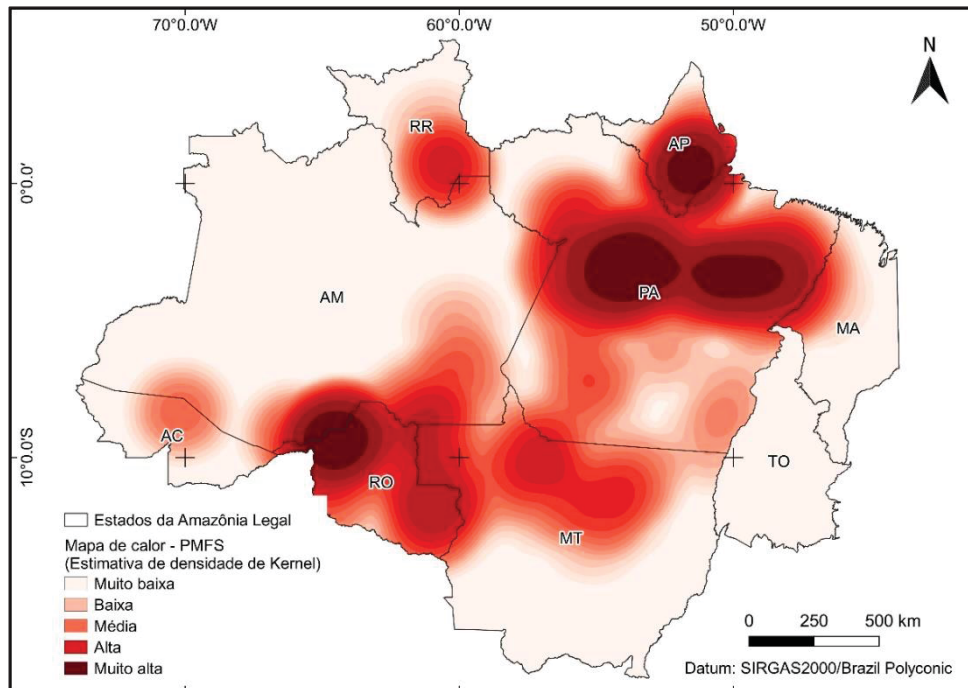
Um mapa de calor é uma técnica de visualização de dados que mostra a relevância de um fenômeno por meio de cores em duas dimensões. Consoante Carvalho e Câmara (2004), “a estimativa da densidade de *Kernel* é uma função que realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse”.

A Figura 5 apresenta a distribuição dos PMFS por meio do mapa de calor (estimativa da densidade de *Kernel*), possibilitando notar a concentração dos planos fiscalizados nas quatro regiões principais. Um dos pontos de concentração está localizado na região oeste do Pará, entre os rios Amazonas ao norte, Tapajós a oeste e Xingu a leste. A mesorregião sudeste do Pará é outro ponto de concentração dos planos analisados, tendo como referência o município de Marabá.

A região noroeste do estado de Rondônia foi um dos pontos de concentração dos PMFS fiscalizados, demonstrando que as atividades de exploração de madeira nessa região são extremamente significativas. A última região com maior concentração de planos fiscalizados está localizada no Amapá, principalmente na porção sul do estado. Os planos fiscalizados no Mato Grosso, maior produtor de madeira nativa da Amazônia, se apresentam distribuídos em toda

a região norte do estado, ou seja, mostram uma menor concentração em áreas específicas.

FIGURA 5 - MAPA DE CALOR - PMFS (ESTIMATIVA DE DENSIDADE DE KERNEL)

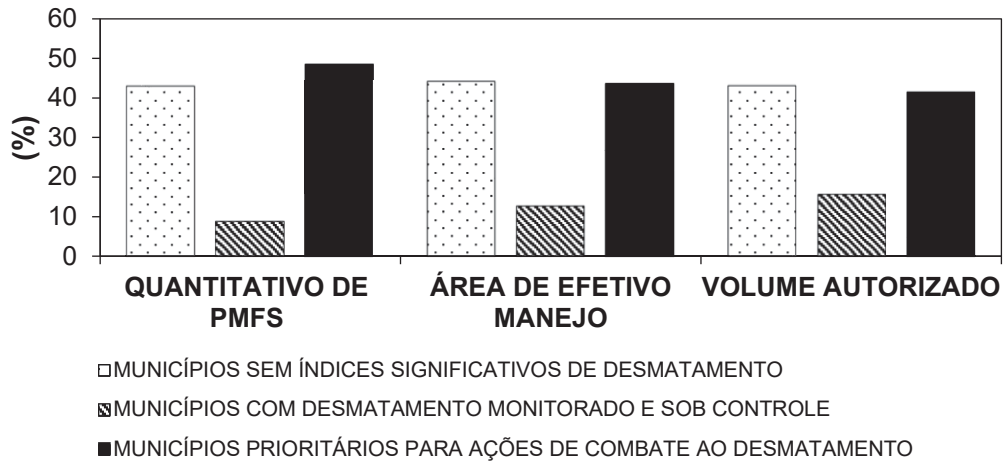


FONTE: O autor (2023).

O arco do desmatamento é uma região que compreende os municípios com maiores índices de supressão de vegetação na Amazônia, e está relacionado ao avanço da frente agropecuária sobre a floresta. Dentre os PMFS analisados, 48,4% estão inseridos em municípios prioritários para ações de combate ao desmatamento, 8,7% localizam-se em municípios com desmatamento monitorado e sob controle, e 42,9% em municípios sem índices significativos de desmatamento (Gráfico 1), segundo dados do Ministério do Meio Ambiente.

A análise demonstrou que 55,9% da área de efetivo manejo (AEM) dos PMFS localiza-se em municípios prioritários para ações de combate ao desmatamento e municípios com desmatamento monitorado e sob controle. Em relação ao produto florestal, 43% do volume dos PMFS analisados foram autorizados em municípios sem índices significativos de desmatamento. Esses dados demonstram que parcela dos PMFS pode ter sido utilizada para acobertar madeira com origem em áreas desmatadas ilegalmente, via movimentação de créditos fraudulentos.

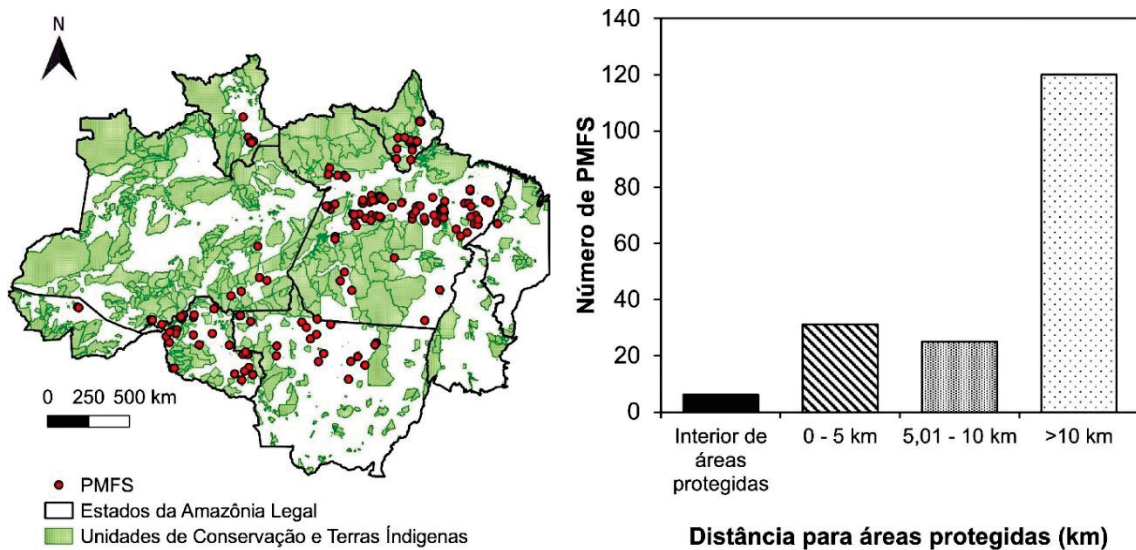
GRÁFICO 1 - PERCENTUAL DE PMFS, ÁREA DE EFETIVO MANEJO E VOLUME AUTORIZADO EM RELAÇÃO À TAXA DE DESMATAMENTO DOS MUNICÍPIOS



FONTE: O autor (2023).

A distância dos planos de manejo autuados em relação às áreas protegidas (AP) como unidades de conservação (UC) e terras indígenas (TI) também foi verificada pelo uso de ferramentas de geoprocessamento. Chegou-se ao resultado que 6 PMFS estão inseridos dentro de APs, 31 PMFS situam-se num raio de 5 km de áreas protegidas, 25 estão a menos de 10 km e os demais localizam-se em distâncias superiores a 10 km, conforme Figura 6.

FIGURA 6 - DISTÂNCIA DOS PMFS EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS PROTEGIDAS



FONTE: O autor (2023).

A proximidade de planos de manejo com áreas protegidas, por si só, não é um problema. Na verdade, pode ser um fator positivo, pois atua como um gradiente de impacto ambiental entre outros usos do solo, como a agricultura e pecuária, e as unidades de conservação ou terras indígenas. A problemática encontra-se no fato que a maior parte dos PMFS analisados realizaram movimentação fraudulenta de créditos, contrariando os preceitos do manejo. Tais créditos podem ser utilizados para acobertar madeira de origem ilegal exploradas em áreas protegidas. Algumas situações como estas foram confirmadas pela fiscalização do órgão ambiental federal e estão indicadas nos relatórios analisados.

4.1.2 Características dos planos de manejo

Em sua grande maioria, os PMFS autuados pelo IBAMA foram autorizados pelos órgãos ambientais estaduais. Esse fato se deve principalmente pela descentralização da gestão florestal promulgada pela Lei Federal nº 11.284 em 2006. Em relação a personalidade, os planos foram autorizados para 137 pessoas físicas, representando 74,5%, e 47 em nome de pessoas jurídicas (empresas), perfazendo 25,5%. Da totalidade, apenas 2 planos localizados no estado do Pará referem-se às concessões florestais. O restante são, em teoria, áreas “privadas”.

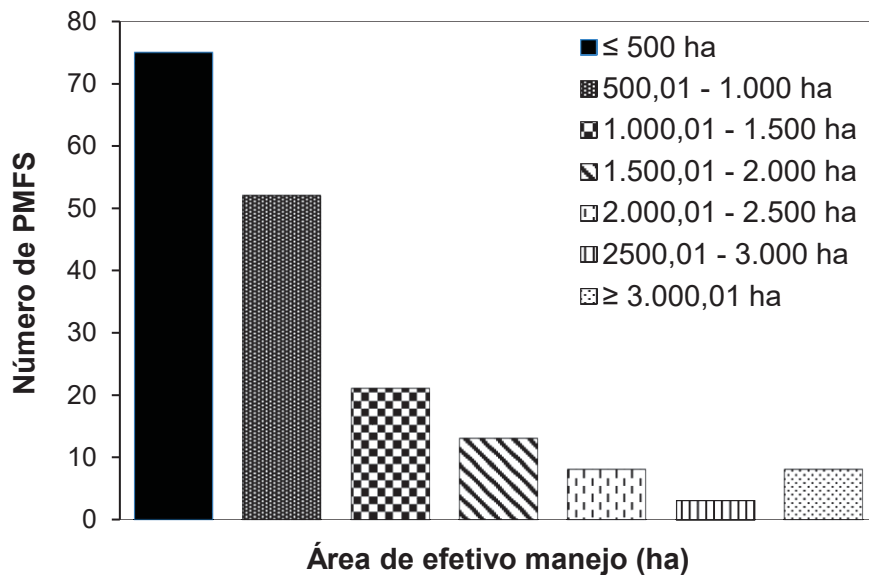
Segundo Toni (2006), dados os problemas fundiários e as constantes práticas de grilagem de terras públicas, as informações sobre a posse das terras privadas na região amazônica não são confiáveis. Contudo, é de conhecimento que a maior parte das terras privadas pertence a madeireiros e pecuaristas de grande e médio porte, que são também responsáveis pela maior parte do desmatamento na Amazônia.

Dos 184 PMFS analisados apenas 4 não detinham informações sobre a área de manejo florestal (AMF). Assim, os 180 planos perfizeram um total de 746.050,29 ha, gerando uma média de 4.144,72 ha por PMFS. O menor plano de manejo autuado possui 34,97 ha e o maior 180.761,60 ha. Os PMFS com AMF inferiores a 200 ha representam 23,3% do número total de planos, para os PMFS com AMF maiores que 200 ha e inferiores a 1000 ha, estes representam 28,9%. Os PMFS com áreas superiores a 1000 ha correspondem a 47,8%, no caso de planos com AMF maiores que 5000 ha, somente 5,5% atendem a esse critério. Os 6 maiores

planos de manejo, todos com AMF maiores que 10.000 ha, totalizam aproximadamente 525 mil ha, ou seja, 70,4% da área total dos PMFS analisados.

A área de efetivo manejo (AEM) é a área efetivamente explorada na unidade de produção anual (UPA), considerando a exclusão das áreas de preservação permanente, inacessíveis, de infraestrutura e outras eventualmente protegidas (IFT, 2012). Ao analisar somente a AEM dos planos autuados, obteve-se o valor total de 164.361,37 ha, com uma média de 913,12 ha por PMFS. O Gráfico 2 demonstra o número de PMFS analisados distribuídos por área de efetivo manejo.

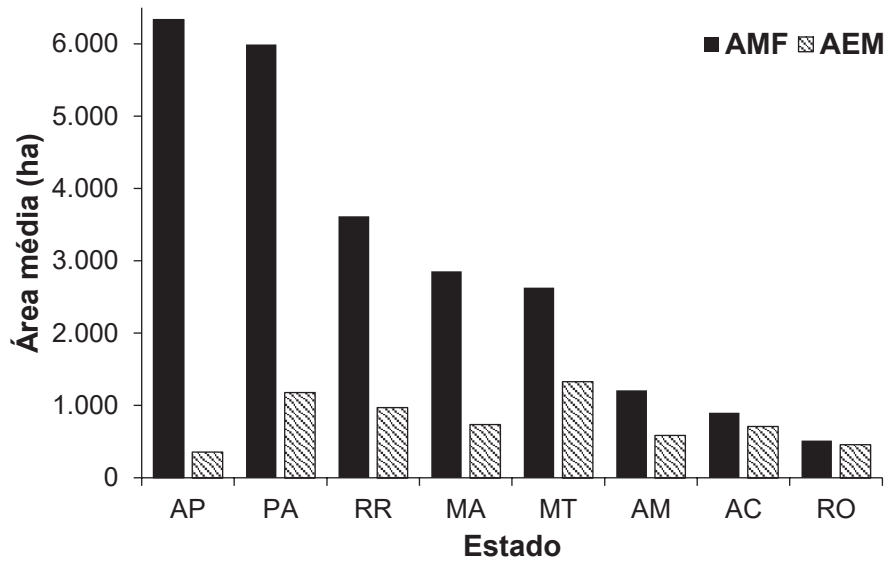
GRÁFICO 2 - QUANTITATIVO DE PMFS POR ÁREA DE EFETIVO MANEJO



FONTE: O autor (2023).

No estado do Pará, em média, a AMF e a AEM representaram, respectivamente, 5.989,73 ha e 1.177,96 ha. Em Rondônia a média da AMF ficou em 513,43 ha e a média da AEM perfez 459,13 ha. No Mato Grosso a AMF representou em média 2.628,53 ha e a AEM 1.326,85 ha. A área de manejo florestal média no Amapá é de 6.335,14 ha e a área de efetivo manejo é de 355,19 ha. O Amazonas teve uma AMF e uma AEM, nessa ordem, em média, de 1.208,89 ha e 585,38 ha. Roraima apresentou a AMF média de 3.616,27 e a AEM média de 970,82 ha. Os dois últimos estados analisados, Acre e Maranhão, possuem, conjuntamente, uma AMF média de 1.552,06 ha e uma AEM média de 716,79 ha, conforme Gráfico 3.

GRÁFICO 3 - MÉDIA DA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL E DA ÁREA DE EFETIVO MANEJO POR ESTADO



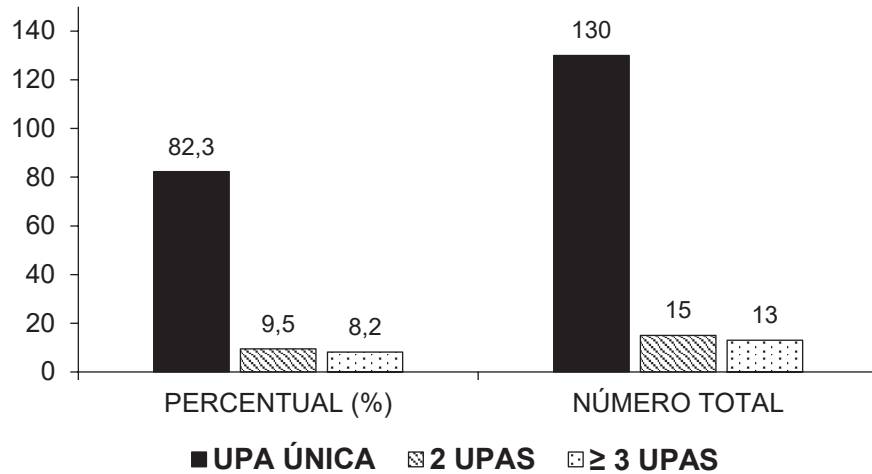
FONTE: O autor (2023).

No que concerne ao número total de unidades de produção anual (UPA), dos 158 processos que apresentavam essa informação, 130 PMFS possuem UPAs únicas. Apenas em dez PMFS estavam previstas mais de 4 unidades de produção anual. Neste mesmo contexto, 174 processos de autuação relataram sobre a quantidade das UPAs fiscalizadas, deste número, 162 PMFS tiveram 1 unidade de produção fiscalizada.

Contrariando os preceitos do manejo florestal, o qual prevê procedimentos que permitam estabelecer um equilíbrio entre a intensidade de corte e o tempo necessário para o restabelecimento do volume extraído da floresta, de modo a garantir a produção florestal contínua, 82,3% dos PMFS foram autorizados como UPA única (Gráfico 4), ou seja, a floresta será explorada uma única vez no período de 1 ano sendo passível de retorno somente depois de 35 anos (ciclo de corte). Considerando que essas áreas de floresta ficarão sem uso econômico por mais de três décadas, existe uma probabilidade que no decorrer desse período as florestas sejam substituídas ilegalmente por outros usos do solo. Da totalidade, somente um plano com área de manejo (AMF) aproximada de 116 mil ha apresentou 34 UPAs e teoricamente possui capacidade de regulação da produção florestal ao longo de todo o ciclo de corte. O órgão ambiental fiscalizou em sua grande maioria uma UPA, isso

se deve ao fato que a AUTEX normalmente autoriza a exploração de uma Unidade de Produção Anual por vez.

GRÁFICO 4 - NÚMERO ABSOLUTO E PERCENTUAL DE UNIDADES DE PRODUÇÃO ANUAL



FONTE: O autor (2023).

Na Amazônia brasileira mais de 90% da madeira produzida tem origem em florestas privadas, PMFS com UPA única ou, no máximo, cinco UPAs ainda são comuns. Em consequência disso, as empresas madeireiras sempre estão em busca de novas áreas de floresta para garantir o fornecimento de matéria prima (PEREIRA, 2020).

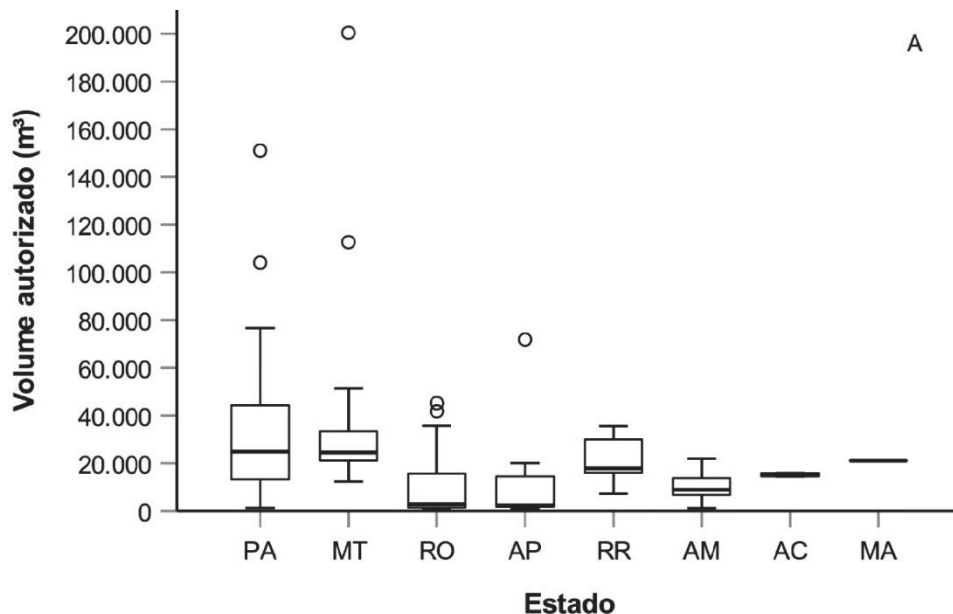
O tamanho da área de manejo florestal (AMF) deve possuir uma correlação direta com o quantitativo de UPAs, ou seja, quanto maior a AMF, maior o número de unidades de produção anual. Este fato visa um melhor planejamento da produção florestal e um acompanhamento mais adequado das atividades do manejo por parte dos órgãos ambientais.

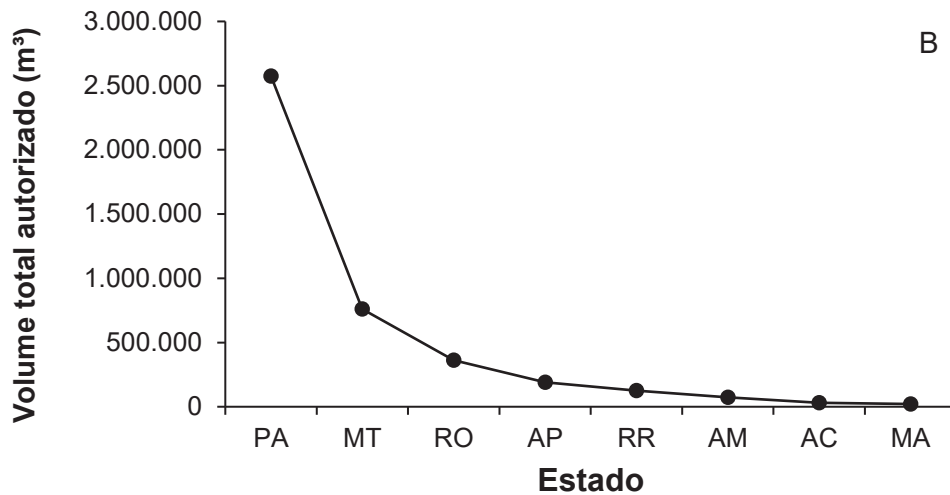
A unidade de trabalho (UT) é uma subdivisão operacional da UPA e possui caráter logístico, e 80 PMFS tiveram essa informação descrita nos relatórios de fiscalização ou nos documentos do plano de manejo, em média, foram projetadas 8,19 UTs com área média de 151,55 ha para cada UPA. As UTs facilitam as atividades de campo, pois permitem um controle maior sobre a exploração florestal propriamente dita, apesar de não ser uma regra absoluta ou uma exigência legal, a indicação técnica é que as UTs possuam em torno de 100 ha. Nos PMFS

analisados, alguns tiveram suas UTs projetadas com áreas superiores a 700 ha, tais dimensões fogem do propósito da criação da unidade de trabalho.

A autorização para exploração florestal (AUTEX) é um documento expedido pelo órgão competente que autoriza o início da exploração da Unidade de Produção Anual e especifica o volume máximo por espécie permitido para exploração (MMA, 2009). Um dado de relevante importância que consta na AUTEX é o volume total autorizado por UPA. Do universo dos planos analisados, 171 processos de autuação continham a descrição do volume autorizado e esse valor totalizou 4.136.367,07 m³ de toras, gerando uma média volumétrica por PMFS de 24.189,28 m³ e uma mediana de 17.303,95 m³ (Gráfico 5A). Os PMFS do PA foram autorizados a explorar 2,5 milhões de metros cúbicos de toras, MT em torno de 759 mil (m³), as autorizações de RO totalizaram 361 mil (m³) e os demais estados perfizeram 439 mil (m³) (Gráfico 5B).

GRÁFICO 5 - A - BOXPLOT DA DISTRIBUIÇÃO E VARIAÇÃO DOS VOLUMES DE TORAS AUTORIZADOS PARA EXPLORAÇÃO POR ESTADO. B - VOLUME TOTAL AUTORIZADO NOS PMFS ANALISADOS POR ESTADO.

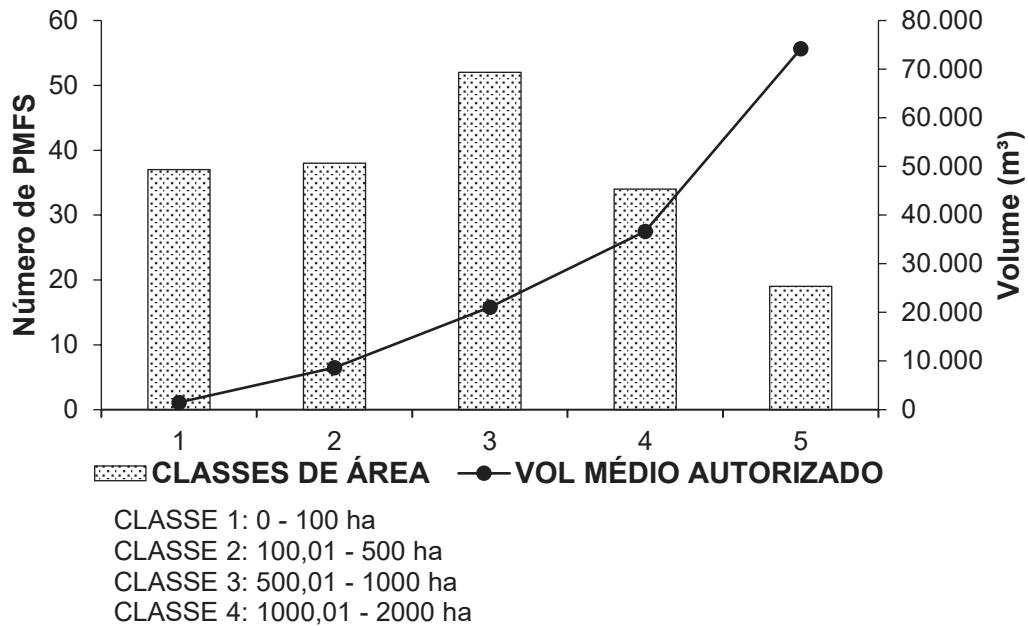




FONTE: O autor (2023).

No que tange a AEM foram identificados 19 PMFS com área superior a 2.000 ha, representando 10,6% dos planos. Em torno de 20,6% dos PMFS possuem AEM igual ou inferior a 100 ha e 68,8% detêm áreas maiores que 100 e menores ou iguais a 2000 ha. O Mato Grosso apresentou, em média, a maior AEM e em segundo lugar ficou o Pará. Vale lembrar que esses dois estados também são os maiores produtores de madeira da Amazônia. Tão somente 32 PMFS (18,7%), com AEM média de 2.306,93 ha, possuíam volume autorizado acima de 40 mil m³, totalizando mais de 2 milhões de metros cúbicos, o que representa 51% do volume total analisado. Na ponta oposta, 53 PMFS (31%), com AEM média de 170,19 ha, foram autorizados a explorar um total de 172.768,53 m³, em outros termos, 4,2% do volume analisado (Gráfico 6).

GRÁFICO 6 - QUANTITATIVO DE PMFS POR CLASSE DE ÁREA DE EFETIVO MANEJO E VOLUME MÉDIO AUTORIZADO POR CLASSE DE AEM



FONTE: O autor (2023).

Para otimização dos resultados no combate aos ilícitos em PMFS, os órgãos de controle, sempre que possível, devem priorizar a seleção de alvos com maior AEM e volume autorizado tendo em vista a representatividade destes no contexto geral e a possibilidade de uso indevido de quantidades significativas de créditos virtuais. Além do mais, PMFS localizados em municípios do arco do desmatamento são prioritários para ações de comando e controle.

Outro conceito importante para o manejo florestal trata-se da intensidade de corte, ou seja, quantos metros cúbicos de madeira em tora podem ser explorados em cada hectare de floresta a ser manejada (IFT, 2012). Os estados de Roraima, Rondônia, Pará, Amapá e Mato Grosso tiveram, respectivamente, uma intensidade de corte (IC) média de 22,07, 25,65, 27,51, 28,11 e 29,44 $m^3 \cdot ha^{-1}$. A IC média para os 171 PMFS analisados que constam tal informação é de 26,96 $m^3 \cdot ha^{-1}$.

A análise demonstrou que 12 PMFS apresentam uma intensidade de corte superior a 30 $m^3 \cdot ha^{-1}$, fato que vai de encontro a legislação aplicável. Caso esses planos de manejo não possuam uma justificativa técnica embasada em resultados de um sistema de monitoramento que demonstrem que a floresta em questão possui de fato uma capacidade de recuperação maior do que a proporcionada pelo índice estabelecido pela legislação, supõe-se que os órgãos competentes autorizaram a

exploração florestal em desacordo com as normas federais. Quatro estados registraram essa situação (AP, MT, RO e RR), todavia o estado do Mato Grosso apresentou a maior parte dessas discrepâncias, 58,3% dos casos observados.

De forma geral, 53,8% dos PMFS possuem uma intensidade de corte (IC) próxima do máximo permitido, acima de $28 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Segundo Sist et al. (2023), essas intensidades de corte inviabilizam a exploração das mesmas espécies no próximo ciclo, principalmente as de crescimento lento e que possuam atualmente alto valor econômico.

Há indicativos plausíveis que altas intensidades de colheita seletiva e desbaste de acompanhamento impediram a recuperação do estoque comercializável em crescimento (DE AVILA et al., 2017). Outro fato importante que gera preocupação está relacionado ao rendimento das espécies madeireiras comerciais extraídas, as quais podem recuperar menos de 50% do seu estoque entre a primeira e a segunda colheita (PUTZ et al., 2012; ROZENDAAL et al., 2010; SIST e FERREIRA, 2007; DE AVILA et al., 2017). Conforme DeArmond et al. (2023), a heterogeneidade da floresta no bioma amazônico provavelmente impede um sistema de exploração de tamanho único, para alcançar a sustentabilidade e diminuir os impactos da atividade exploratória, uma menor intensidade de exploração deve ser implementada, em torno de $10 \text{ a } 15 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, e um ciclo de corte mais longo, entre 40 a 60 anos, estas alterações em relação aos parâmetros atuais seria essencial para a viabilidade a longo prazo do manejo florestal na Amazônia.

4.1.3 Espécies autorizadas

Com intuito de conhecer as espécies mais representativas nos PMFS atuados, as três espécies com maior volume por AUTEX/AUTEF foram computadas, sendo que 163 processos detinham essa informação. Após análise, chegou-se ao número de 125 diferentes espécies que ocupam as três primeiras posições em relação a volumetria autorizada, totalizando $1.797.973,13 \text{ m}^3$. A Tabela 2 apresenta as informações sobre as espécies analisadas.

TABELA 2 - INFORMAÇÕES SOBRE AS ESPÉCIES MAIS REPRESENTATIVAS EM RELAÇÃO A VOLUMETRIA AUTORIZADA PARA CORTE.

Característica	Número	Percentual em relação ao total de espécies analisadas (%)
Espécies descritas somente ao nível de gênero	21	16,8
Espécies ameaçadas de extinção (Portaria MMA n° 148/2022)	8	6,4
Espécies que não ocorrem no Brasil	1	0,8
Espécies que não possuem ocorrência na floresta amazônica	5	4,0
Espécies encontradas na floresta amazônica, mas não possuem ocorrência confirmada no estado do PMFS	21	16,8
Espécies não encontradas no banco de dados	2	1,6

FONTE: O autor (2023).

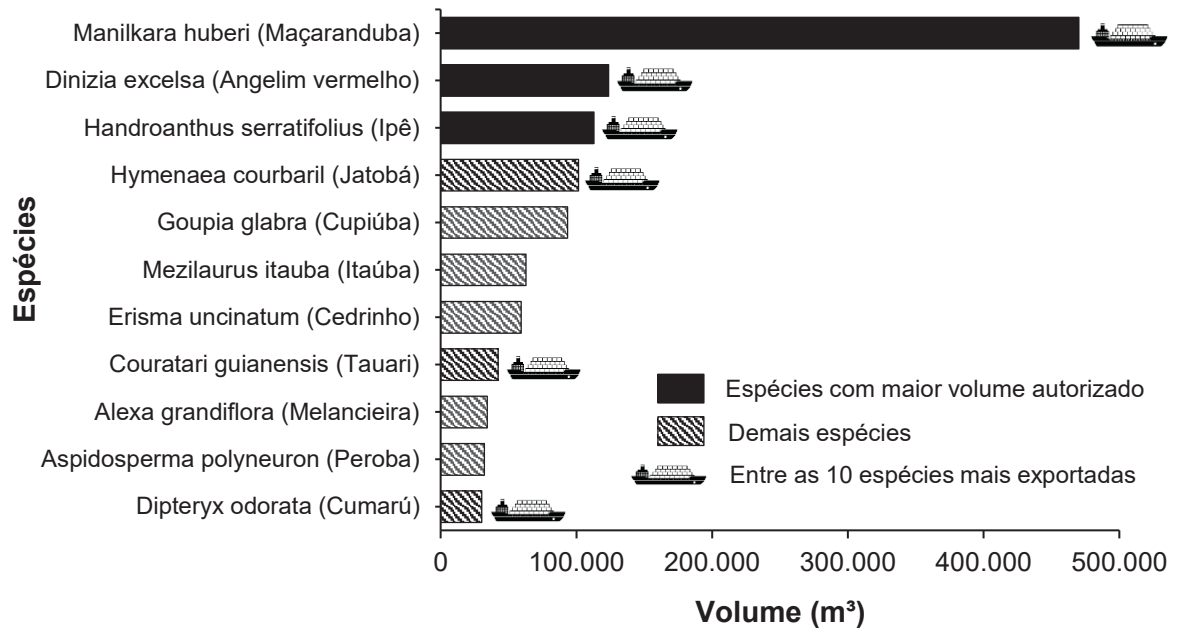
Em média, as três espécies com maior volume em cada autorização representam 47,5% do volume total autorizado para corte. Da totalidade de PMFS analisados, 58 apresentam mais de 50% do volume total autorizado distribuídos em três espécies, cerca de 26 PMFS detêm mais de 70% do volume autorizado concentrados em três espécies e em alguns casos esta concentração ultrapassou 90%. Os dados refletem que os PMFS atuados concentraram a maior parcela da volumetria em poucas espécies, de forma geral naquelas de maior interesse econômico. A sobrecarga exploratória em um número diminuto de espécies, principalmente nas de menor crescimento, inviabilizará a recomposição do estoque dessas espécies dentro de um ciclo de corte.

Apesar da análise ter sido efetuada somente em três espécies de cada autorização, foram observadas falhas na identificação botânica e cerca de 23,2% das espécies apresentam alguma problemática nesse tópico. Ademais, averiguou-se que determinadas espécies autorizadas não possuem ocorrência no Bioma Amazônico ou não possuem registro de ocorrência no estado analisado. As falhas de identificação botânica ocorrem no inventário florestal 100%. Todavia essas discrepâncias deveriam ser observadas e corrigidas pelo órgão anuente durante o processo de autorização. Os erros crassos observados comprometem a confiabilidade nas autorizações de exploração florestal relacionadas à PMFS.

Dentre o universo de espécies analisadas, as três espécies com maior volume autorizado são *Manilkara huberi* - Maçaranduba - (470.187,70 m³), *Dinizia excelsa* - Angelim-vermelho - (123.741,80 m³) e *Handroanthus serratifolius* - Ipê - (112.995,80 m³), totalizando 706.885,30 m³. Essas três espécies são de alto valor

econômico e destinadas principalmente ao mercado externo, além disso se encontram entre as 4 espécies nativas mais exportadas pelo Brasil (Gráfico 7).

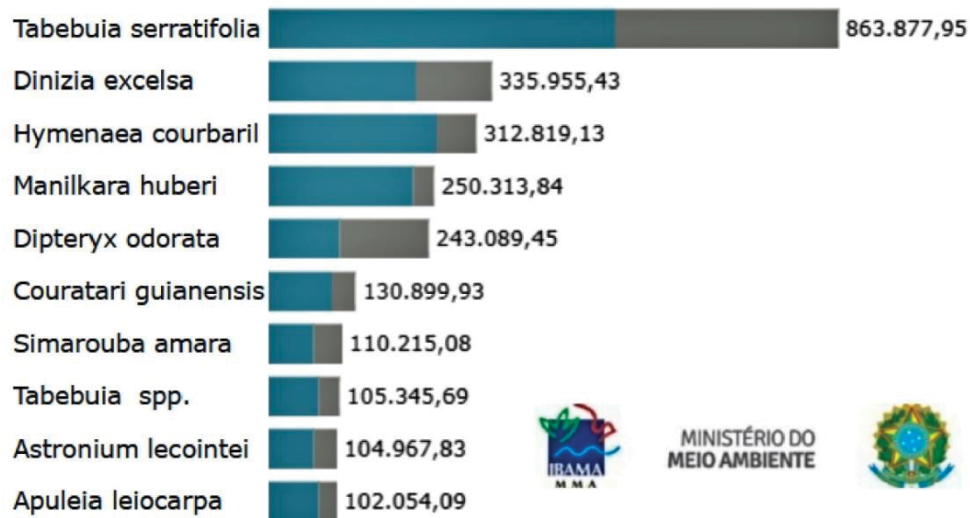
GRÁFICO 7 - VOLUME TOTAL AUTORIZADO DAS ESPÉCIES MAIS REPRESENTATIVAS NO ÂMBITO DOS PMFS ANALISADOS



FONTE: O autor (2023).

O Painel Analítico da Gestão Madeireira, IBAMA (2023), apresenta o ranking das espécies exportadas em termos de volume (m³) e valor (R\$). As espécies *Handroanthus serratifolius* (*Tabebuia serratifolia*), *Dinizia excelsa* e *Manilkara huberi* situam-se, respectivamente, em primeiro, segundo e quarto lugar nas exportações de produtos florestais nativos, conforme Gráfico 8.

GRÁFICO 8 - PAINEL ANALÍTICO DA GESTÃO MADEIREIRA CONTENDO O RANKING DE ESPÉCIES NATIVAS EXPORTADAS (M³)



FONTE: IBAMA (2023).

O resultado demonstra que há um direcionamento da exploração para poucas espécies de alto valor econômico e elevado interesse mercadológico. Para a sustentabilidade do manejo florestal, o mercado deve se adaptar aos produtos fornecidos pela floresta, conforme a capacidade de recomposição do estoque futuro e não a floresta atender a demanda imediatista do mercado. O uso de uma diversidade maior de espécies é de suma importância para se evitar a superexploração e a exploração ilegal de determinadas espécies.

A exploração de poucas espécies de maior valor comercial visa atender a demanda do mercado madeireiro, contudo a pressão exercida sobre um grupo restrito de espécies pode afetar negativamente na dinâmica e estrutura das florestas manejadas (DIONISIO, 2020).

A representatividade da volumetria da espécie *Manilkara huberi* encontrada neste estudo pode ser explicada por dois possíveis fatores: a maior parte dos PMFS analisados são localizados no Pará, estado de ocorrência da espécie a qual tende a agregação; e a identificação botânica irregular a qual agrupa de forma indiscriminada outras espécies do gênero *Manilkara* na mesma espécie.

Manilkara huberi apresenta baixas taxas de regeneração natural, concluindo-se que numa exploração seletiva, com os atuais parâmetros de corte, não será possível manter a sustentabilidade da população da espécie com densidade economicamente viável (GAYOT e SIST, 2004). Os madeireiros geralmente

agrupam sob o nome comercial maçaranduba várias espécies do gênero *Manilkara* (*M. huberi*, *M. paraensis*, *M. cavalcantei*, *M. bidentata ssp. surinamensis*), e as exploram da mesma maneira, sem considerar que cada uma tem a sua dinâmica de população. Caso não haja a distinção clara entre as espécies nos inventários comerciais, depois de 30 anos é provável que não haja a reconstituição futura dos estoques exploráveis (RODRIGUES et al., 2017; EMBRAPA, 2021).

Há de se fazer um destaque ao ipê, pois trata-se da espécie mais exportada pelo Brasil, com alto valor de mercado e extremamente visada pelas empresas madeireiras. Segundo Brancalion et al. (2018), o ipê foi de longe a espécie com o mais forte sinal de possível fraude nas autorizações de exploração, a aparente superestimação dos volumes de madeira em PMFS pode representar o “beijo da morte” para a espécie.

4.2 DADOS SOBRE OS PROCESSOS ADMINISTRATIVOS

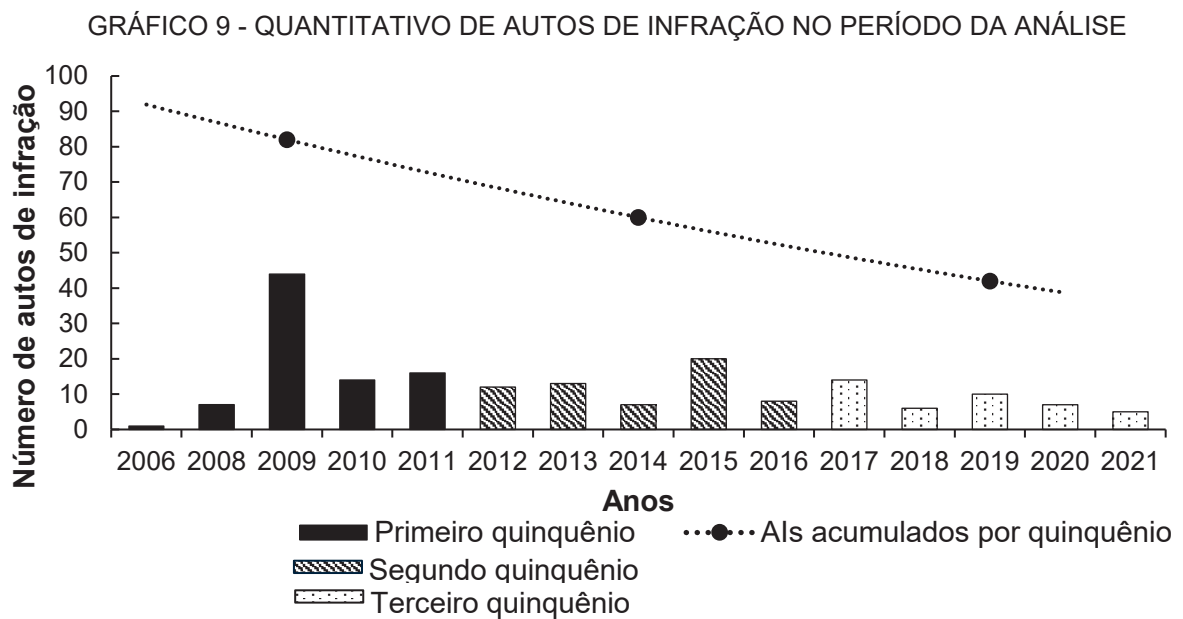
4.2.1 Autos de infração

As características dos processos administrativos sancionatórios instruídos pelo IBAMA na punição às irregularidades cometidas no planejamento e execução de planos de manejo florestal na Amazônia foram analisadas para verificar a eficácia e eficiência das multas aplicadas.

Os processos de autuação dos PMFS datam do período de junho de 2006 até dezembro de 2021, totalizando aproximadamente 16 anos, para o estudo em pauta dividiu-se esse período em três quinquênios. Salientando que no ano de 2007 não foram identificados processos de autuações em PMFS.

O primeiro quinquênio (2006 a 2011), foram lavrados 82 autos de infração (AIs) para planos de manejo distintos, representando 44,6% dos AIs lavrados. No segundo quinquênio (2012 e 2016) houve a aplicação de 60 AIs, o que correspondeu a 32,6% das autuações. Durante o terceiro quinquênio (2017 e 2021) ocorreu a lavratura de 42 AIs, equivalendo apenas 22,8% das multas aplicadas, fato que demonstra uma redução nas autuações ao longo do período (Gráfico 9). Em relação aos anos com o maior número de autos lavrados, em 2009 foram geradas 44 multas em desfavor de PMFS, em 2015 foram aplicados 20 AIs e no ano de

2011, ocupando a terceira posição, foram constatadas 16 autuações. Os três anos com maior número de AIs lavrados representam 43,5% dos processos analisados no período de 15 anos. A teoria econômica do crime formulada por BECKER (1968), indica que o principal fator motivacional para a prática de uma infração ambiental é a vantagem econômica angariada, seja com a produção de bens ou com a redução de despesas (SCHMITT, 2015).



FONTE: IBAMA (2023).

Tendo em vista que na análise foram selecionados PMFS diferentes, conforme a disponibilidade de acesso aos processos, o enquadramento da infração ambiental foi no artigo 51-A ou no 82, porém isso não significa que o mesmo plano não tenha sido autuado por ambas as infrações ou em nome de outros envolvidos na ação irregular. Assim sendo, dentre os PMFS analisados a infração por executar manejo em desacordo aos preceitos técnicos e legais contabilizou 119 processos e a infração por apresentar ou elaborar informação falsa ou enganosa totalizou 65 processos.

O valor das multas aplicadas pelo IBAMA foi computado, mas as sanções foram efetuadas em diferentes momentos exigindo a correção monetária para fins comparativos. A atualização monetária é definida como o reajuste periódico de certos preços na economia pelo valor de uma taxa de referência de um período, com o objetivo de compensar a perda do poder aquisitivo da moeda. O valor das multas

aplicadas com correção monetária totalizou R\$ 181.020.964,76. Todavia, somente 10 processos tiveram as multas pagas, perfazendo R\$ 2.219.003,20 e cerca de 37 processos tiveram os valores devidos inscritos em dívida ativa da união.

O estado com maior valor de multas para ilícitos constatados em PMFS foi o Pará, com aproximadamente 116,5 milhões de reais, em segundo encontra-se o Mato Grosso com cerca de 32,4 milhões de reais e em terceiro Rondônia com autuações totalizando 17,3 milhões de reais, conforme a Tabela 3.

TABELA 3 - VALOR DAS MULTAS COM CORREÇÃO MONETÁRIA.

Estado	Apresentar informação falsa (R\$)	Executar manejo em desacordo (R\$)	Valor total das multas	Multas inscritas em dívida ativa da união
Acre	240.006,90	-	240.006,90	-
Amazonas	-	3.894.774,80	3.894.774,80	531.482,80
Amapá	423.760,80	6.378.743,52	6.802.504,32	480.212,00
Maranhão	322.283,70	-	322.283,70	-
Mato Grosso	1.191.424,55	31.245.597,57	32.437.022,12	7.703.468,40
Pará	48.231.272,90	68.239.756,48	116.471.029,37	6.254.288,16
Rondônia	1.939.350,45	15.374.999,20	17.314.349,65	3.626.934,85
Roraima	754.701,80	2.784.292,10	3.538.993,90	659.648,00
Total	53.102.801,09	127.918.163,67	181.020.964,76	19.256.034,21

FONTE: O autor (2023).

Ao analisar as autuações nos três maiores estados produtores de madeira, constatou-se que Rondônia e Mato Grosso tiveram o maior número de Als no primeiro quinquênio, no caso do Pará, o segundo quinquênio apresentou uma elevação na quantidade de Als lavrados. Todos os estados tiveram uma queda no número de autuações no último quinquênio, o que pode ser explicado pela redução da capacidade de atuação do órgão ambiental e/ou a influência de fatores políticos.

O número de multas pagas representa meros 5,4% do total de autos de infração aplicados para os envolvidos nas infrações praticadas em PMFS, esse quantitativo está próximo ao identificado para o pagamento das multas ao IBAMA. Ao consideramos os valores pagos, estes representam somente 1,2% do total de multas aplicadas. Historicamente menos de 5% das multas aplicadas pelo órgão ambiental federal são efetivamente pagas.

Em conformidade com Schmitt (2015), o julgamento dos processos administrativos de infração ambiental do IBAMA é lento, o que compromete a celeridade da persecução administrativa. As multas aplicadas aos infratores são

severas o suficiente e em alguns casos ultrapassam a capacidade de pagamento do infrator. Normalmente, as multas pagas referem-se as autuações de menor valor, uma vez que as multas de valores mais elevados raramente são pagas. Os indicadores demonstram a baixa eficácia do processo sancionatório ambiental.

Em torno de 20,1% dos processos analisados, as multas devidas foram inscritas na dívida ativa da união, totalizando 10,6% do valor das autuações, esse fato denota que o processo foi julgado procedente, porém a multa não foi quitada, sendo encaminhada para cobrança judicial, o que por muitas vezes é ineficaz. Esses dados demonstram uma ineficiência dos processos administrativos na cobrança das multas ambientais e na punição efetiva dos infratores. O longo tempo para o julgamento final do processo e os mecanismos protelatórios utilizados, tanto administrativos como judiciais, fazem com que a punição não chegue e o ilícito seja vantajoso.

4.2.2 Termos de embargo

Embargo de obra ou atividade e suas respectivas áreas têm como objetivo prevenir a ocorrência de novas infrações, resguardar a recuperação ambiental e garantir o resultado prático do processo administrativo (BRASIL, 2008). No momento da análise, a situação do PMFS em relação às sanções administrativas de embargo de áreas ou atividades e a suspensão do sistema oficial de controle (SISDOF ou SISFLORA) foram verificadas, bem como eventuais desembargos administrativos ou judiciais.

Parte dos PMFS tiveram suas áreas embargadas, ou seja, estão com as suas atividades paralisadas, incluindo a emissão de créditos virtuais. Para outros PMFS, somente o acesso ao sistema de controle foi bloqueado ocasionando o impedimento da movimentação de créditos e a consequente paralisação da emissão de documentos de transporte florestal, ainda em determinados PMFS foram aplicadas ambas as sanções, nesse caso classificou-se somente como área embargada.

A área total embargada dos PMFS perfaz 102.629,80 ha, esse valor representa 62,4% da área de efetivo manejo (AEM). Isso deve-se ao fato que alguns

planos tiveram seus sistemas bloqueados ou não foram embargados. A Tabela 4 mostra os resultados obtidos.

TABELA 4 - ANÁLISE DOS EMBARGOS DE ÁREA E DAS SUSPENSÕES AOS SISTEMAS DE CONTROLE.

Estado	Área embargada (ha)	Embargos aplicados (n°)	Suspensões aplicadas (n°)	Desembargada administrativa ou judicialmente	Não embargada ou suspensão (n°)
Acre	-	-	2	-	-
Amazonas	2.310,36	4	-	2	2
Amapá	2.602,48	6	8	1	6
Maranhão	-	-	1	-	-
Mato Grosso	20.011,04	16	1	4	-
Pará	67.286,05	57	19	4	8
Rondônia	8.576,92	21	6	1	9
Roraima	1.842,95	2	3	-	1
Total	102.629,80	106	40	12	26

FONTE: O autor (2023).

A análise demonstrou que 57,6% dos PMFS permanecem embargados e 21,7% tiveram o acesso ao sistema de controle suspenso, perfazendo 79,3% dos planos com alguma forma de sanção administrativa além da multa aplicada. Porém, para 14,1% dos PMFS fiscalizados não foram adotadas suspensões ou embargos. O desembargo administrativo totalizou 3,8% e o judicial apenas 2,7% dos PMFS. O embargo de áreas ou atividades e a suspensão (bloqueio) de sistema de controle são medidas administrativas de efeito imediato que possuem melhores resultados práticos que a multa propriamente dita. O baixo percentual de desembargos administrativos e judiciais demonstram que a maior parte dos procedimentos fiscalizatórios estão dentro dos parâmetros legais.

A Tabela 5 retrata as áreas embargadas dos PMFS e a taxa de desmatamento da Amazônia no período de 2006 a 2021. Nessa análise o ano de 2007 foi incluído.

TABELA 5 - TAXA DE DESMATAMENTO E ÁREAS EMBARGADAS ANUAIS.

Ano	Taxa de desmatamento (km ²)	Áreas embargadas acumuladas (ha)
2006	14286	0,0
2007	11651	0,0
2008	12911	3281,1
2009	7464	15599,9
2010	7000	4104,5

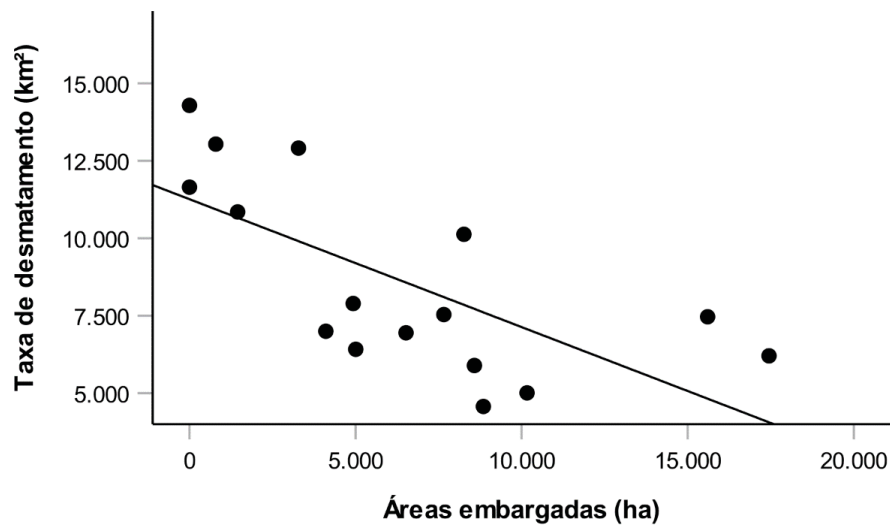
Ano	Taxa de desmatamento (km ²)	Áreas embargadas acumuladas (ha)
2011	6418	5005,6
2012	4571	8846,9
2013	5891	8576,4
2014	5012	10163,5
2015	6207	17449,9
2016	7893	4925,4
2017	6947	6518,6
2018	7536	7655,4
2019	10129	8263,8
2020	10851	1450,0
2021	13038	789,0
Total		

FONTE: O autor (2023).

Com a finalidade de constatar se existe correlação entre a taxa de desmatamento e as áreas embargadas, procedeu-se a verificação da normalidade dos dados. Como primeiro passo, por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. O resultado do teste demonstrou que os dados de áreas embargadas apresentam uma distribuição normal ($W_{5\%} = 0,930$; $p = 0,240$), assim como os dados da taxa de desmatamento ($W_{5\%} = 0,911$; $p = 0,121$).

Porém, como se trata de uma amostra pequena ($n = 16$), optou-se pela realização de dois tipos de testes: *Pearson* e *Spearman*. O resultado para a correlação de *Pearson* ($r = -0,686$; $p < 0,01$) demonstra que há uma correlação negativa entre taxa de desmatamento e áreas embargadas em PMFS. No caso da correlação de *Spearman*, há uma correlação negativa entre as variáveis analisadas ($\rho = -0,799$; $p < 0,01$). O Gráfico 10 demonstra a dispersão dos dados.

GRÁFICO 10 - GRÁFICO DE DISPERSÃO



FONTE: O autor (2023).

Os testes de *Pearson* e *Spearman* denotam que há uma correlação negativa entre as variáveis taxa de desmatamento e áreas embargadas em PMFS. É importante ressaltar que não são relações de causalidade, ou seja, não é possível afirmar que uma variável cause o comportamento da outra, mas apenas que há tendência no comportamento delas. Mas, é evidente que o embargo de áreas tende a surtir maior impacto dissuasório do que somente a aplicação de multas. Além do mais, um número maior de embargos lavrados é um indicativo da presença da fiscalização em campo e tal fato pode gerar uma diminuição temporária dos ilícitos ambientais.

4.2.3 Status do processo administrativo

Haja vista a importância de verificar o status dos processos administrativos, foram analisados os dados referentes às informações qualitativas e quantitativas sobre a fase que o processo se encontra (Tabela 6). Os resultados mostram que 70 processos estão na fase inicial (análise instrutória de 1ª instância) representando 38% da totalidade. Em relação aos processos com decisões (homologatórias ou não), 89 processos possuem decisão de 1ª instância e 25 processos contêm decisão de 2ª instância (recursal).

No contexto da confirmação da irregularidade, do total de processos, 105 tiveram a homologação dos autos de infração e/ou termos próprios, seja ela em 1ª ou 2ª instância, contemplando 57,1% dos processos analisados. Ademais, 9 autos de infração e termos próprios não foram homologados, representando apenas 4,9% dos processos. As decisões que confirmam os ilícitos (homologatórias), sejam elas de 1ª ou 2ª instância, explicitam que os procedimentos fiscalizatórios foram executados de acordo com a legislação e as irregularidades foram confirmadas.

Porém, 23 autos de infração foram extintos devido a prescrições, decisões judiciais ou óbito do autuado, a maior parte desses processos teve a infração confirmada, mas devido aos trâmites legais foram cancelados. Deste quantitativo, 17 processos (9,2%) apresentaram prescrição intercorrente ou punitiva. Em outras palavras, a intercorrente ocorre quando o processo fica paralisado por mais de três anos sem qualquer movimentação e a prescrição punitiva é configurada quando decorridos mais de cinco anos entre o ato irregular e a ação da administração objetivando apurar a prática de infrações contra o meio ambiente. Cerca de 2,7% dos processos prescreveram antes do 1º julgamento, ainda na fase instrutória, isso denota uma ineficiência da administração pública em tramitar e finalizar os processos administrativos.

TABELA 6 - STATUS DOS PROCESSOS ADMINISTRATIVOS.

Status do processo administrativo	Nº de processos administrativos
Conciliação Ambiental - AI conciliado	1
Análise Instrutória de 1ª instância	63
Análise Instrutória de 1ª instância - extinção AI (óbito autuado)	1
Análise Instrutória de 1ª instância - prescrição intercorrente	5
Decisão de 1ª instância - extinção AI (óbito do autuado) e homologação bloqueio empreendimento	1
Decisão de 1ª instância - homologação AI	35
Decisão de 1ª instância - homologação AI - prescrição intercorrente	1
Decisão de 1ª instância - homologação AI (liberação judicial do sistema)	1
Decisão de 1ª instância - homologação AI e TEI	37
Decisão de 1ª instância - homologação AI e TEI - prescrição intercorrente	1
Decisão de 1ª instância - homologação AI e TEI (cancelamento judicial)	1
Decisão de 1ª instância - homologação AI e TEI (suspensão judicial)	1
Decisão de 1ª instância - homologação TEI - prescrição intercorrente	5
Decisão de 1ª instância não homologatória - cancelamento AI	4
Decisão de 1ª Instância não homologatória - cancelamento AI - prescrição intercorrente	2
Decisão de 2ª instância - homologação AI	6
Decisão de 2ª instância - homologação AI e cancelamento TEI	1
Decisão de 2ª instância - homologação AI e posterior extinção AI (óbito do autuado)	1

Status do processo administrativo	Nº de processos administrativos
Decisão de 2ª instância - homologação AI e TEI	13
Decisão de 2ª instância - homologação TEI e cancelamento AI - prescrição punitiva	1
Decisão de 2ª instância não homologatória - cancelamento AI	1
Decisão de 2ª instância não homologatória - cancelamento AI - prescrição punitiva	1
Decisão de 2ª instância não homologatória - cancelamento AI - prescrição intercorrente	1
Total	184

FONTE: O autor (2023).

A análise da situação dos processos administrativos demonstra que o gargalo ocorre em fases posteriores a instrução processual inicial. Infere-se que o início do processo, a fiscalização propriamente dita, apesar de incipiente, está sendo efetuada de forma adequada, sendo esse fato comprovado pela taxa de homologação das infrações.

Segundo auditoria realizada pelo TCU (2022), o volume de processos administrativos gerados pelas autuações realizadas pelo IBAMA, particularmente a aplicação de multas pecuniárias, é bastante elevado e desafia a capacidade da entidade de conseguir instruir e julgar esses processos em prazos razoáveis. Em relação à conclusão dos processos administrativos, o tempo médio é de 6 anos, podendo chegar até o total de 11 anos e 9 meses.

4.2.4 Histórico dos infratores

Os antecedentes do infrator quanto ao cumprimento da legislação de interesse ambiental é um critério levado em consideração durante o processo administrativo sancionatório. O histórico de autuações ambientais dos infratores junto ao IBAMA foi avaliado em conjunto e os 184 autuados possuem um total de 1074 autos de infração, gerando uma média de 5,8 AIs por autuado. A análise levou em consideração a quantidade de autuações por pessoa física ou jurídica presente no SICAFI, não sendo contabilizadas as autuações canceladas.

O histórico de autuações demonstrou que parte significativa dos envolvidos são infratores reincidentes e que continuam a executar atividades ilícitas, principalmente ligadas a flora, mesmo após a sanção ambiental. Identificou-se que

58,7% dos autuados foram multados mais de 3 vezes e 18,5% possuem 10 ou mais autuações junto ao IBAMA. Alguns indivíduos, incluindo pessoas físicas e jurídicas, detêm mais de 20 autos de infração, duas empresas foram autuadas mais de 30 vezes. Os dados escancaram a permissividade do estado brasileiro com o ilícito ambiental, principalmente no que tange a madeira nativa amazônica.

Assim sendo, o histórico de autuações ambientais deve ser levado em consideração no âmbito do processo de autorização do PMFS. Os órgãos integrantes do SISNAMA, responsáveis pela aprovação dos planos de manejo, podem aplicar critérios de rigor ao realizar análise prévia, avaliação e vistorias técnicas (prévia, acompanhamento e pós-exploratória), com base nos seguintes parâmetros:

- histórico de infrações ambientais;
- quantidade de unidades de produção anual;
- localização do PMFS em municípios do arco do desmatamento e outras áreas de interesse;
- presença de espécies ameaçadas de extinção;
- concentração do volume de corte em poucas espécies.

Dada a importância do engenheiro florestal na elaboração e execução do manejo florestal, investigou-se a responsabilização dos supracitados técnicos pelas intercorrências praticadas em PMFS. Essa importância se reflete na obrigatoriedade da emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), registrada junto ao respectivo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Destarte, constatou-se que 60 planos de manejo tiveram, além do detentor, os engenheiros autuados e em 124 PMFS os responsáveis técnicos não foram multados pelas infrações ambientais. No montante de processos analisados, em 30 casos o responsável técnico figurava como autuado.

As atividades do PMFS não podem ser executadas sem um responsável técnico, conforme determinação da Instrução Normativa MMA nº 05/2006 (MMA, 2006). No caso concreto, apenas 32,6% dos PMFS analisados tiveram os responsáveis técnicos autuados, mas durante a análise dos processos foram observados casos factíveis de responsabilização administrativa dos engenheiros, porém tais procedimentos não foram efetuados.

4.3 INTERCORRÊNCIAS TÉCNICO-LEGAIS EM PMFS

Ao longo da análise processual, foram encontradas 27 intercorrências técnico-legais relacionadas às 13 atividades do manejo florestal envolvendo as fases pré-exploratória e exploratória. A Tabela 7 exibe as variáveis detectadas e o quantitativo total de cada intercorrência no universo dos 184 processos analisados.

TABELA 7 - INTERCORRÊNCIAS APONTADAS PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEDERAL

Fase	Atividade do manejo florestal	Intercorrência	Variável	Nº de intercorrências detectadas
Pré-exploratória	Documentos autorizativos	Irregularidade nos documentos	V ₁	41
	Delimitação da área de manejo	Falhas no macro e microplanejamento (UPA e/ou UT)	V ₂	38
		Identificação botânica irregular	V ₃	44
	Inventário florestal 100%	Erros nos dados dendrométricos e nas estimativas de volume	V ₄	34
		Árvores inexistentes ou sem volume comercial aptas para corte	V ₅	17
		Seleção e marcação de árvores para corte	Problemas na marcação e localização das árvores	V ₆
	Corte de cipós	Não realização do corte de cipós	V ₇	25
	Definição do estágio sucessional	Floresta com sinais de exploração anterior ao PMFS	V ₈	14
Exploratória	Apresentação de informações sobre as atividades	Movimentação fraudulenta de créditos	V ₉	134
		Declaração falsa apresentada no romaneio e/ou sistema	V ₁₀	29
	Corte	Danos em APP	V ₁₁	24
		Altura de toco	V ₁₂	16
		Ausência de teste de oco	V ₁₃	27
		Falhas no corte direcional	V ₁₄	36
		Sobre-exploração da floresta	V ₁₅	33
		Toras abandonadas no interior da AMF	V ₁₆	40
		Corte de árvores não autorizadas	V ₁₇	39
	Arraste	Estradas e ramais de arraste sem planejamento	V ₁₈	46
		Estradas e ramais de arraste em APP	V ₁₉	15
	Pátios de estocagem	Pátios de estocagem com dimensões excedentes ou alocados em áreas proibidas	V ₂₀	24
	Transporte	Irregularidades no transporte	V ₂₁	76
	Cadeia de custódia	Problemas na cadeia de custódia	V ₂₂	81
		Presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS	V ₂₃	27
	Intervenções florestais	Exploração florestal não autorizada	V ₂₄	58

Fase	Atividade do manejo florestal	Intercorrência	Variável	N° de intercorrências detectadas
		Armazenamento de toras do PMFS em pátios externos não autorizados	V ₂₅	12
		Desmatamento não autorizado	V ₂₆	19
		Incêndio florestal intencional	V ₂₇	9
Total	13	27		1003

FONTE: O autor (2023).

As estatísticas obtidas para as intercorrências técnico-legais são apresentadas na Tabela 8. Em média, cada PMFS apresentou 5,5 intercorrências, para um intervalo de confiança variando de 4,81 a 6,09. O coeficiente de variação foi 80,839%, para uma amplitude de 1 a 22 intercorrências.

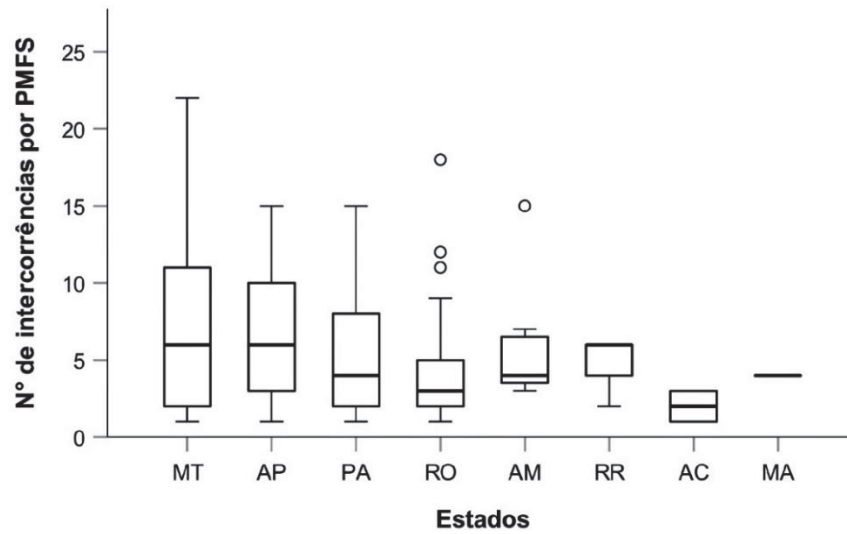
TABELA 8 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS INTERCORRÊNCIAS EM PMFS.

Estatística	Intercorrências
Média	5,451
Mediana	4,000
Variância	19,418
Desvio Padrão	4,407
Erro Padrão	0,325
Mínimo	1
Máximo	22
Amplitude	21
Coeficiente de variação (%)	80,839
Intervalo de confiança – 5% de probabilidade	{4,8101 ≤ μ ≤ 6,0920} = 95%

FONTE: O autor (2023).

O Gráfico 11 exibe o número de intercorrências detectadas nos PMFS por estado. Os estados do MT, AP e RR apresentam as maiores medianas, MT, AP e PA demonstram, sucessivamente, as maiores amplitudes interquartis e maiores limites superiores. Somente dois estados, RO e AM, revelam valores atípicos (*outliers*).

GRÁFICO 11 - BOXPLOT DAS INTERCORRÊNCIAS POR ESTADO

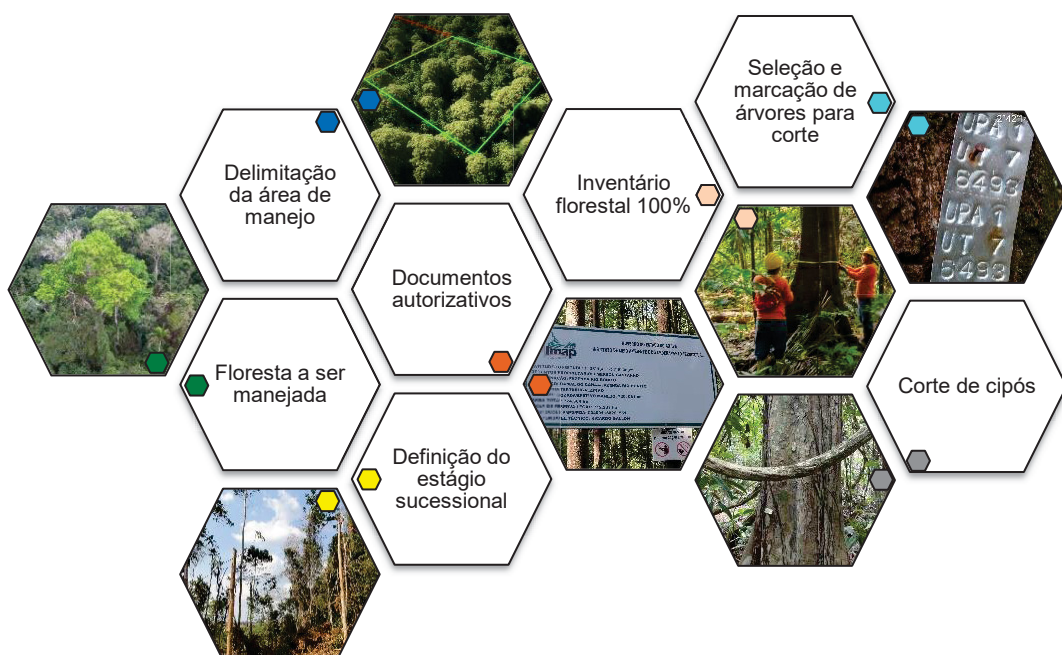


FONTE: O autor (2023).

4.3.1 Fase pré-exploratória

A fase pré-exploratória apresentou 6 atividades do manejo florestal (Figura 7) e 8 tipos de intercorrências relacionadas, totalizando 258 problemas identificados pelo IBAMA. A seguir serão descritas de forma pormenorizada cada intercorrência observada nessa fase.

FIGURA 7 - ATIVIDADES DO MANEJO FLORESTAL NA FASE PRÉ-EXPLORATÓRIA



FONTE: O autor (2023).

A irregularidade nos documentos de autorização foi observada em 41 planos de manejo e estão relacionadas principalmente à anotação de responsabilidade técnica (ART), localização dos PMFS e os documentos AUTEF ou AUTEX.

O inventário florestal 100% foi relacionado à três intercorrências (*identificação botânica irregular; erros nos dados dendrométricos e nas estimativas de volume; árvores inexistentes ou sem volume comercial aptas para corte*), totalizando 95 observações. A superestimação do CAP e da altura são práticas recorrentes em PMFS que objetivam gerar créditos virtuais excedentes. Na maior parte dos planos a estimativa da altura comercial da árvore é realizada de forma visual, possibilitando a manipulação dos dados. A Figura 8 apresenta um exemplo de identificação botânica irregular constatado em campo, onde a espécie da família Lecythidaceae (imagem da esquerda) foi substituída no inventário por *Dinizia excelsa* (Angelim vermelho), família Mimosaceae (imagem da direita).

FIGURA 8 - DEMONSTRATIVO DE IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA IRREGULAR



FONTE: O autor (2023) e LPF (2023).

As falhas no macro e microplanejamento (UPA e/ou UT), bem como os problemas na marcação e localização das árvores foram observadas sucessivamente em 38 e 45 PMFS. A delimitação adequada da área do manejo é a base do projeto técnico, e falhas significativas nesse procedimento refletirão na execução do PMFS e podem acarretar inconsistências graves, principalmente na exploração florestal. Essas intercorrências terão impacto direto na cadeia de

custódia que é uma das premissas básicas do manejo e garantem a rastreabilidade do produto florestal.

A não realização do corte de cipós foi constatada em 25 PMFS. O corte de cipós é um tratamento silvicultural realizado normalmente um ano antes da exploração florestal com o objetivo de diminuir o impacto do abate de árvores selecionadas nos indivíduos remanescentes que se encontram interligados pelos cipós. A ausência desse tratamento terá repercussão negativa no momento do abate das árvores. As lianas possuem um papel ecológico de fundamental importância para a comunidade florestal, contudo, de acordo com Vidal et al. (1997) e Engel et al. (1998), a derrubada de árvores que apresentam alta infestação por cipós gera clareiras com o dobro de tamanho das de árvores livres de lianas. A Figura 9 demonstra a não realização do referido tratamento silvicultura em árvores selecionadas para corte em PMFS fiscalizado.

FIGURA 9 - DEMONSTRATIVO DA NÃO REALIZAÇÃO DO CORTE DE CIPÓS



FONTE: O autor (2023).

A floresta com sinais de exploração anterior ao PMFS foi relatada em 14 planos de manejo fiscalizados. Um exemplo dessa intercorrência é demonstrado na Figura 10. A definição correta do estágio sucessional da floresta e a estimativa do estoque real proporcionam uma exploração adequada do PMFS. A desconsideração proposital desse fato pode servir de subsídio para geração de excedentes volumétricos (créditos virtuais).

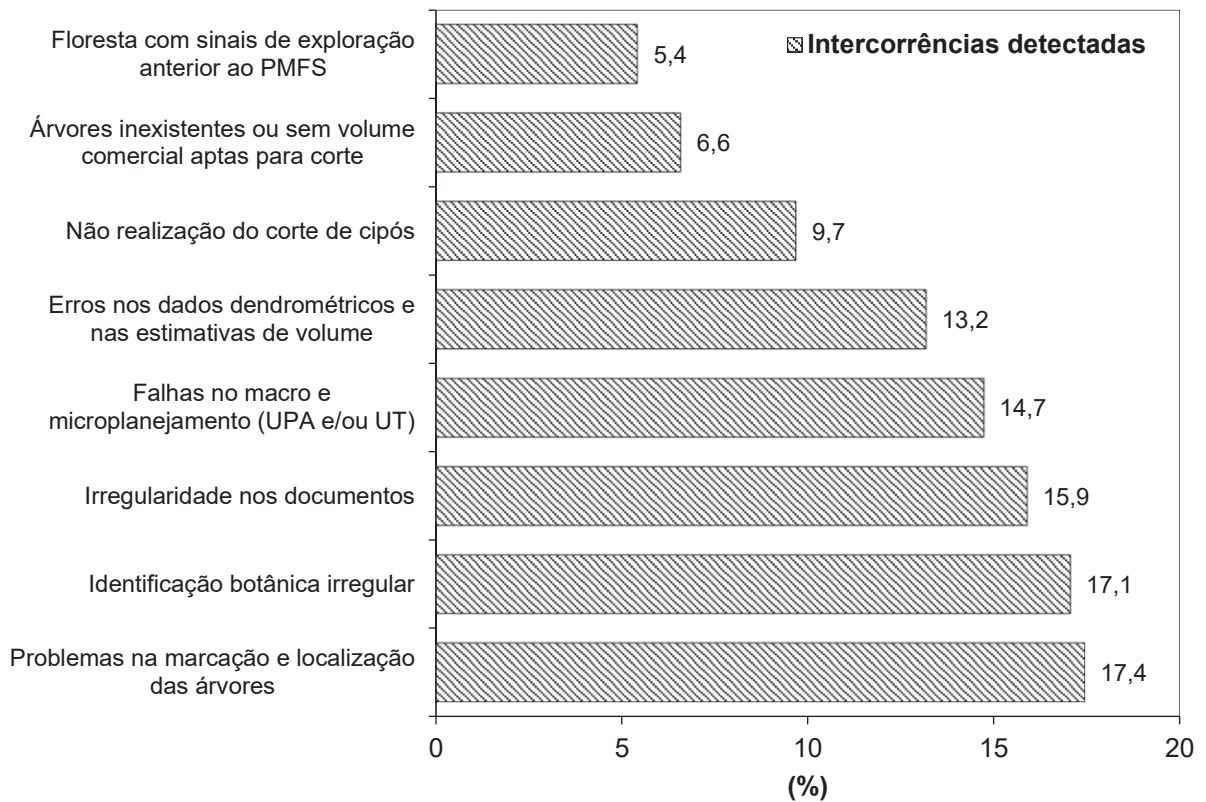
FIGURA 10 - DEMONSTRATIVO DE FLORESTA COM SINAIS DE EXPLORAÇÃO ANTERIOR AO PMFS



FONTE: O autor (2023).

O Gráfico 12 apresenta o percentual das 8 intercorrências detectadas na fase pré-exploratória.

GRÁFICO 12 - PERCENTUAL DE INTERCORRÊNCIAS DETECTADAS NA FASE PRÉ-EXPLORATÓRIA



FONTE: O autor (2023).

Em síntese, as três intercorrências que mais ocorreram na fase pré-exploratória são problemas na marcação e localização das árvores, identificação botânica irregular e irregularidade nos documentos, apresentando, respectivamente, 45, 44 e 41 observações, perfazendo 50,4% das inconformidades nessa fase.

Os problemas na marcação e localização das árvores constituem 17,4% das intercorrências na fase em tela e ocorreram em 24,5% dos PMFS, essa inconformidade impossibilita a rastreabilidade das árvores ou dos tocos explorados, inviabilizando a confirmação da cadeia de custódia.

A identificação botânica irregular é o problema mais representativo na atividade do inventário florestal 100%, equivalendo a 17,1% das intercorrências da fase pré-exploratória, sendo observada em 23,9% dos PMFS. Brancalion et al. (2018) relatam que atividades ilícitas foram identificadas e confirmadas para as espécies mais valiosas e estratégias complementares, como alterações indevidas do inventário florestal, são utilizadas para gerar um “excedente” de madeira autorizada com a finalidade de legalizar a madeira proveniente da extração ilegal.

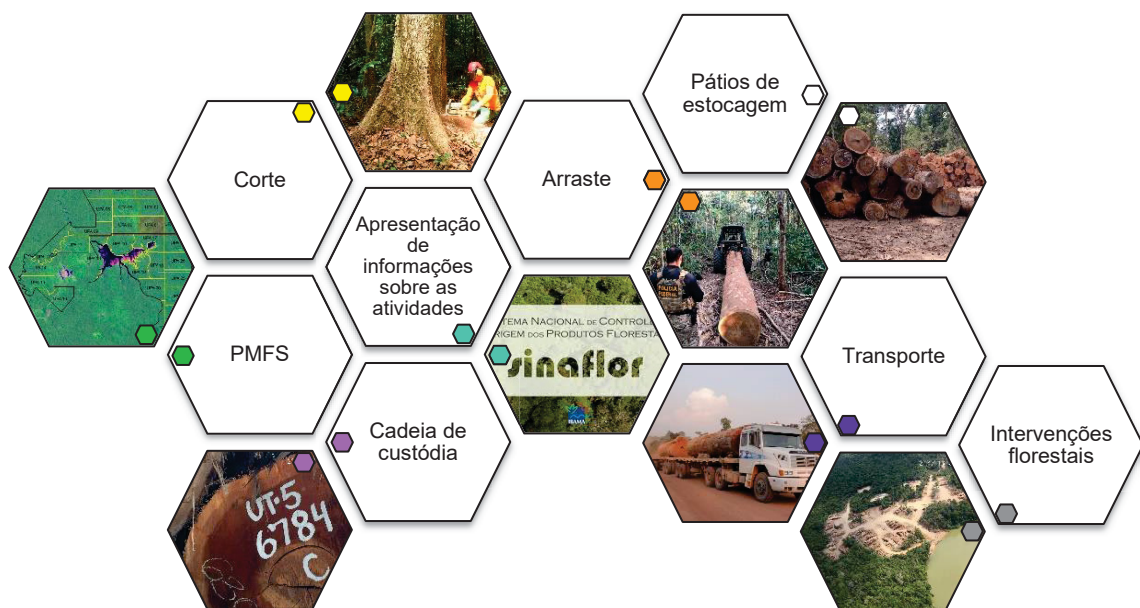
No caso da irregularidade nos documentos, destaca-se que a ART para elaboração e execução de PMFS é obrigatória, mas alguns planos foram executados sem RT. No caso da localização dos PMFS, observou-se casos em que o plano de manejo privado foi aprovado em área de posse irregular dentro de unidade de conservação, essa inconformidade deveria ter sido identificada no momento da Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável (APAT). Ademais, PMFS foram explorados com documentação inválida ou fora do período autorizado. Essa intercorrência representou 15,9% das irregularidades na fase pré-exploratória e esteve presente em 22,3% dos planos analisados.

A fase pré-exploratória está relacionada principalmente às atividades anteriores a expedição da autorização para exploração florestal e repercutirão nas atividades subsequentes do manejo. As informações apresentadas pelo administrado estão em estágio de análise, situações indevidas são sanadas com análises documentais pormenorizadas e vistorias técnicas prévias a emissão da AUTEX/AUTEF, eliminando-se erros propositais e não propositais.

4.3.2 Fase exploratória

A fase exploratória apresentou 7 atividades do manejo florestal (Figura 11) e 19 tipos de intercorrências relacionadas, perfazendo 745 problemas identificados pelo IBAMA. Dessa forma, serão descritas de forma detalhada cada intercorrência observada nessa fase.

FIGURA 11 - ATIVIDADES DO MANEJO FLORESTAL NA FASE EXPLORATÓRIA



FONTE: O autor (2023).

Na atividade de corte foram identificadas as seguintes intercorrências: danos em APP (área de preservação permanente), altura de toco, ausência de teste de oco, falhas no corte direcional, sobre-exploração da floresta, toras abandonadas no interior da AMF e corte de árvores não autorizadas.

A ausência de teste de oco, a falha no corte direcional e a altura de toco superior ao recomendado apresentam, respectivamente, 16, 27 e 36 observações. Frisa-se que essas atividades são procedimentos executados e ponderados no momento do abate das árvores pelo operador de motosserra. Árvores ocadas são detectadas por meio de um procedimento simples, o teste do oco. Caso seja identificada uma árvore com oco a mesma deve ser substituída por outra que não

apresente esse defeito. A presença de toras ocadas gera um rendimento volumétrico líquido inferior ao volume autorizado e este “crédito virtual” excedente pode ser transacionado de forma indevida. De acordo com Almeida (2018), a substituição de árvores que apresentam oco é de fundamental importância para garantir um maior rendimento volumétrico na colheita florestal. A Figura 12 retrata a ausência do teste de oco. O corte direcional bem executado diminui os danos da queda da árvore nos indivíduos remanescentes, além de facilitar o arraste das toras. Já a altura de toco, com base em recomendação técnica, não deve exceder 40 cm para evitar desperdício de material lenhoso.

FIGURA 12 - AUSÊNCIA DO TESTE DE OCO



FONTE: IBAMA (2023).

É uma exigência legal o respeito as APPs e a intervenção nesses locais somente poderá ocorrer em caso de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental. As árvores localizadas nessa área não podem ser cortadas e devem ser preservadas, porém, danos em APP foram constatados pelo IBAMA em 24 PMFS. Os danos em APP ocasionados tanto pelo corte como pela construção de estradas e ramais de arraste demonstra nitidamente a falta de critérios técnicos na execução do PMFS e o desrespeito a legislação.

A intercorrência toras abandonadas no interior da AMF foi observada em 40 PMFS, referem-se a árvores ou toras, em boas condições, que foram cortadas e deixadas na floresta ou em pátios de estocagem e não serão retiradas, contrariando os princípios do manejo florestal. O corte de árvores não autorizadas conteve 39 observações, as árvores não autorizadas para corte incluem remanescentes,

matrizes, porta sementes, espécies raras, abaixo do DMC e outras que não atendam os critérios técnicos e legais para o abate.

Os danos em APP e as toras abandonadas no interior da AMF são demonstrados na Figura 13.

FIGURA 13 - DEMONSTRATIVO DE DANOS EM APP E TORAS ABANDONADAS NO INTERIOR DO PMFS



FONTE: O autor (2023).

A sobre-exploração da floresta, contendo 33 observações, é definida como a utilização do recurso florestal renovável para além do seu limiar de sustentabilidade, com uma intensidade que não é possível a sua recuperação natural nos ciclos de corte atuais. Ao não adotar procedimentos adequados na exploração florestal, não condizentes com as recomendações técnicas e determinações legais, os efeitos à floresta são negativos e comprometem o manejo no longo prazo. A sobre-exploração da floresta assemelha-se à exploração convencional ou ilegal, não adota cuidados mínimos na condução das atividades florestais, ocasionando significativos impactos ao ambiente.

As intercorrências definidas como estradas e ramais de arraste sem planejamento e estradas e ramais de arraste em APP foram relacionadas com a atividade de arraste, totalizando 61 observações. O arraste de toras realizado por maquinário, normalmente de grande porte, provoca danos significativos na floresta, por si só se trata de uma atividade impactante, porém quando realizada sem critérios técnicos e cuidados necessários aumenta significativamente a deterioração do

ambiente florestal. O órgão ambiental constatou danos não somente nas APPs, mas anomalias atingindo o próprio curso hídrico (Figura 14).

FIGURA 14 - DEMONSTRATIVO DOS DANOS OCACIONADOS PELA FALTA DE PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS E EXECUÇÃO DO ARRASTE



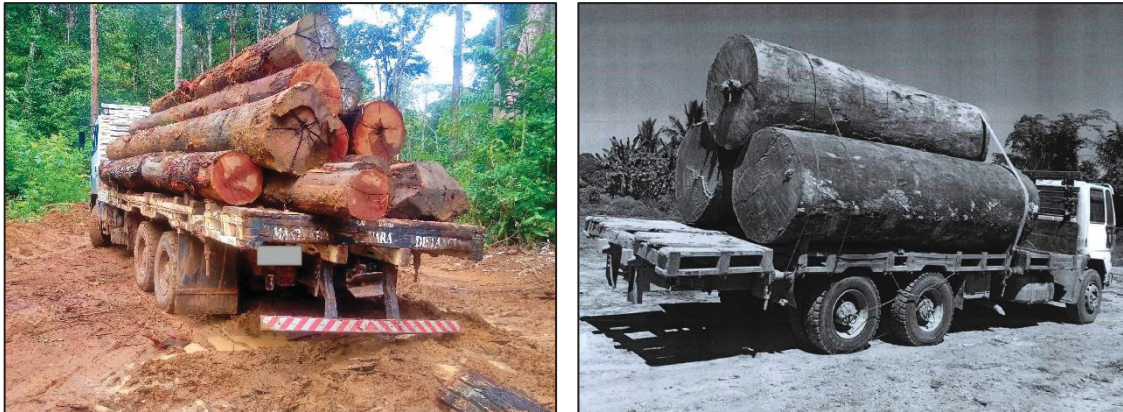
FONTE: O autor (2023).

A implantação dos pátios de estocagem foi averiguada e constatou-se que 24 PMFS apresentaram pátios de estocagem com dimensões excedentes ou alocados em áreas proibidas, tal como áreas de preservação permanente. A distribuição espacial dos pátios de estocagem é um fator importante e limita significativamente a operação de arraste, considerando que essa é uma das atividades mais onerosas e impactantes, não podendo ser negligenciada pois os resultados serão desfavoráveis (BRAZ E D' OLIVEIRA 2001).

As irregularidades no transporte florestal estão entre as intercorrências mais representativas, com 76 PMFS ostentando essa anomalia. O transporte de toras entre a floresta e as empresas madeireiras que realizarão o desdobro deve obrigatoriamente possuir documentos de regularidade para execução dessa atividade. Segundo a legislação brasileira, o transporte de produtos florestais de origem nativa, incluindo toras, deve ser acompanhado pela Guia Florestal (GF) no Mato Grosso e Pará e Documento de Origem Florestal (DOF) nos demais estados federativos. A Figura 15 retrata o transporte florestal de PMFS sendo utilizado para o acobertamento de madeira sem origem. A imagem da esquerda demonstra o transporte de madeira ilegal utilizando o mesmo DOF (PMFS) para execução de duas viagens distintas e a imagem da direita traz o transporte de toras sem

mecanismos de rastreabilidade impossibilitando a comprovação da origem legal no PMFS.

FIGURA 15 - DEMONSTRATIVO DO USO DO TRANSPORTE FLORESTAL DE PMFS PARA ACOBERTAMENTO DE MADEIRA ILEGAL



FONTE: O autor (2023) e IBAMA (2023).

A atividade classificada como cadeia de custódia concentra dois tipos de intercorrências que estão relacionadas entre si: problemas na cadeia de custódia e presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS. Ocupando a segunda posição em termos de relevância no contexto de todas as intercorrências encontram-se os problemas na cadeia de custódia, totalizando 81 observações. Em outros termos, 81 PMFS tiveram essa intercorrência registrada pelo órgão ambiental federal e para a presença de toras sem origem legal nas proximidades do PMFS foram descritas 27 observações. A Figura 16 retrata as referidas intercorrências.

A cadeia de custódia é o procedimento que 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, trata-se de uma exigência legal definida pela Resolução CONAMA nº 406/2009:

Art. 13. É obrigatória a adoção de procedimentos que possibilitem o controle da origem da produção por meio da rastreabilidade da madeira das árvores exploradas, desde a sua localização na floresta até o seu local de desdobramento (MMA, 2009).

FIGURA 16 - DEMONSTRATIVO DA AUSÊNCIA DE CADEIA DE CUSTÓDIA EM TORAS E A PRESENÇA DE TORAS SEM ORIGEM NAS PROXIMIDADES DO PMFS



FONTE: O autor (2023).

A apresentação de informações sobre as atividades no PMFS, sejam elas diretamente no sistema oficial de controle ou ao órgão licenciador, é de suma importância para o acompanhamento da execução do plano de manejo. Duas intercorrências foram identificadas nesse procedimento: movimentação fraudulenta de créditos e declaração falsa apresentada no romaneio e/ou sistema, contendo nessa ordem, 134 e 29 observações.

O sistema de controle florestal de PMFS funciona como uma conta bancária, onde o volume autorizado para exploração florestal é convertido em créditos virtuais de madeira em tora. A cada carga transportada é emitido um DOF ou uma GF, acompanhada da respectiva nota fiscal, com o volume exato presente no veículo transportador, quando o produto florestal chega ao destino, após conferência e recebimento, o crédito é transferido no sistema entre o PMFS e a madeireira destinatária, debitando esse crédito da “conta” do PMFS e creditando na “conta” da empresa.

O romaneio de toras é um documento importante onde estão presentes as informações sobre o produto florestal explorado, principalmente relacionadas ao volume, pois os dados ali presentes referem-se à cubagem rigorosa das árvores do PMFS, através das toras presentes nos pátios de estocagem. Frisando que o inventário florestal 100% apresenta informações dendrométricas estimadas, principalmente no tocante à altura das árvores que é realizada por estimativa visual. Na maioria dos casos ocorrerá um excedente de créditos, devido a diferença entre o volume estimado do inventário e o volume real obtido após o corte e medição das

toras (romaneio), esse crédito excedente deve ser informado pelo detentor e estornado pelo órgão licenciador, porém isso raramente ocorre e o crédito excedente é utilizado indevidamente.

As intervenções florestais com a finalidade de subsidiar as atividades no plano de manejo são normais quando devidamente autorizadas e fazem parte do processo exploratório, no entanto foram constatadas ações à revelia da legislação e das determinações do órgão ambiental licenciador: exploração florestal não autorizada, armazenamento de toras do PMFS em pátios externos não autorizados, desmatamento não autorizado e incêndio florestal intencional. As quatro intercorrências totalizaram 98 observações.

A mais expressiva foi a exploração florestal não autorizada com 58 PMFS apresentando essa inconformidade. A citada intercorrência pode ser definida como a extração de madeira em locais externos ao plano de manejo ou em unidades de produção não autorizadas, sendo a primeira a mais descrita pelo IBAMA.

O armazenamento de toras do PMFS *em pátios externos não autorizados*, geralmente, é efetuado com a supressão de vegetação sem o devido licenciamento, além do mais esse pátio não autorizado pode ser operado para misturar a madeira ilegal com a explorada no PMFS, com intuito de dificultar a identificação do ilícito, conforme informações do IBAMA.

O desmatamento não autorizado de florestas para uso alternativo do solo, principalmente a implantação de pecuária extensiva, dentro da área do PMFS foi observado em 19 processos. O incêndio florestal intencional, com 9 observações, está intrinsecamente relacionado com o desmatamento, pois essa prática é utilizada para limpeza dos resíduos florestais originários da supressão irregular. É notório que o desmatamento ilegal ainda seja praticado em florestas que deveriam ser utilizadas de forma sustentável.

O Gráfico 13 demonstra o percentual de cada intercorrência na fase exploratória. As intercorrências nessa fase abrangem a maior parte das anomalias detectadas pelo órgão ambiental.

GRÁFICO 13 - PERCENTUAL DE INTERCORRÊNCIAS DETECTADAS NA FASE EXPLORATÓRIA



FONTE: O autor (2023).

Na fase exploratória, as cinco intercorrências mais representativas foram movimentação fraudulenta de créditos com 134 observações, problemas na cadeia de custódia (81), irregularidades no transporte (76), exploração florestal não autorizada (58) e estradas e ramais de arraste sem planejamento (46), totalizando 53% das irregularidades constatadas nessa fase.

A movimentação fraudulenta de créditos nada mais é que o envio de créditos virtuais de madeira pelo sistema, sem lastro físico, para acobertamento de madeira sem origem, essa intercorrência foi detectada em 72,8% dos PMFS fiscalizados,

sendo a mais representativa (18%) entre todas as anomalias observadas na fase exploratória. São utilizados diversos subterfúgios para gerar créditos excedentes ou utilizá-los de forma fraudulenta, a movimentação de créditos é a principal forma para efetivar o acobertamento de madeira sem origem legal. Para circular dentro da cadeia produtiva a madeira ilegal precisa estar resguardada por documentos que garantam a suposta legalidade, é nessa hora que alguns PMFS participam da fraude com a emissão de créditos virtuais. Na Amazônia brasileira a madeira ainda não é o problema, a dificuldade está na obtenção da documentação para “esquentar” o produto florestal de origem ilegal. Um dado obtido chamou a atenção, 95,8% dos PMFS que possuem o *Handroanthus serratifolius* (ipê) como uma das três espécies com maior volume autorizado apresentam movimentação fraudulenta de créditos, demonstrando o direcionamento dos créditos virtuais para espécies de alto valor.

Os problemas na cadeia de custódia configuram 10,9% das intercorrências na fase exploratória e ocorreram em 44% dos PMFS analisados. A presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS esteve presente em 14,7% dos PMFS analisados e caracterizou 5,4% das intercorrências na fase exploratória. A cadeia de custódia não se concerne de marcações simplórias que podem ser negligenciadas a bel-prazer, trata-se de um mecanismo que tenta evitar, mesmo que de forma imperfeita, a exploração ilegal de madeira. A legislação é clara neste contexto, toras sem marcação ou com marcação que impossibilite o rastreamento até o toco da árvore de origem, estão indo de encontro as suas determinações.

As *irregularidades no transporte* estão presentes em 41,3% dos PMFS e equivalem a 10,2% das intercorrências na fase exploratória. Resumidamente, essa atividade quando realizada às margens da lei serve para envio de créditos fraudulentos ou transporte de madeira ilegal. Costa et al. (2023, submetido à publicação), 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 abissal 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 limites máximos legais.

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

A intercorrência definida como estradas e ramais de arraste sem planejamento é parte integrante do arraste de toras, atividade extremamente impactante ao ambiente florestal, caso seja realizada em desacordo com os preceitos técnicos. Na Amazônia é normal o uso de maquinário pesado como o *skidder* ou tratores florestais. A supracitada irregularidade foi observada em 25% dos PMFS e constituiu 6,2% das intercorrências na fase exploratória. O planejamento da extração é muito importante para que as operações de corte e arraste causem o menor impacto possível na floresta, caso isso seja desprezado, inevitavelmente ocorrerá o aumento de danos nas árvores remanescentes, da área de compactação exposta e compactado, bem como da distância média de arraste (JOHNS et al., 1996; EMMERT, 2014). Braz e d' Oliveira (2001) evidenciam que uma distância adequada para o arraste da árvore está entre 150 m e 200 m, podendo excepcionalmente ser de no máximo 400 m, com o objetivo de não comprometer a operação de arraste.

Basicamente, a fase exploratória contém 74,3% das intercorrências observadas nos PMFS analisados, e essa representatividade demonstra que após a obtenção da autorização de exploração florestal são efetuadas a maior parcela das desconformidades detectadas. Para evitar tal problemática a intensificação da fiscalização durante a execução dos PMFS é de suma importância. Outra metodologia a ser adotada, com a finalidade de evitar desvios na execução dos planos de manejo, é a liberação gradual dos créditos virtuais no sistema em conformidade com a capacidade logística de extração, carregamento e transporte florestal a qual deve ser prevista na formulação do PMFS.

Um motivo que também pode explicar a menor detecção das intercorrências na fase pré-exploratória refere-se ao fato que o IBAMA não é o órgão licenciador na maioria dos casos e por vezes não acessou todas as informações do PMFS, por isso

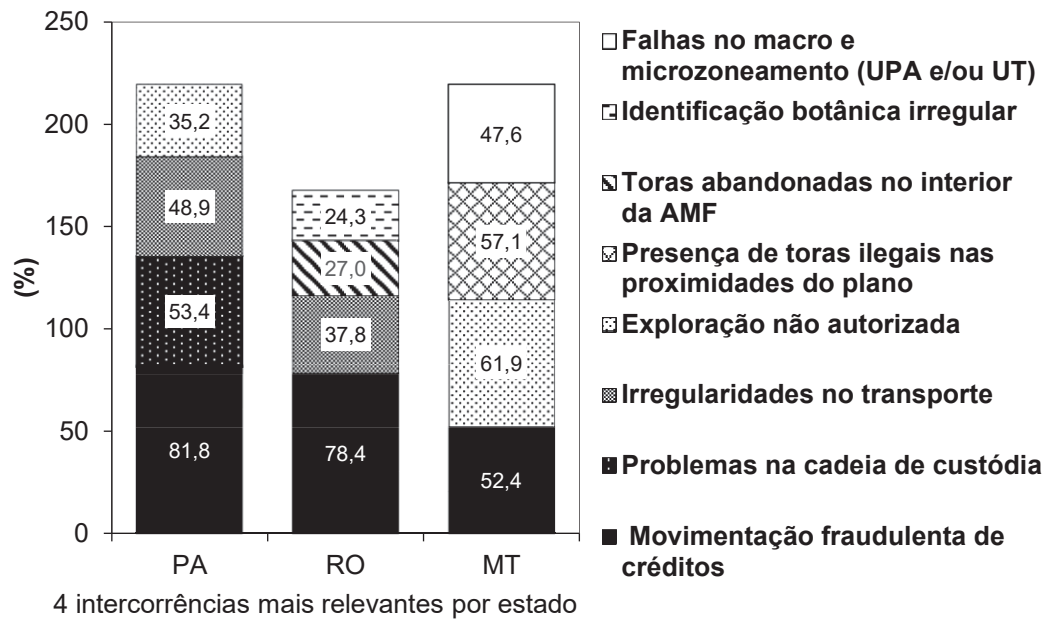
a publicidade dos dados e a transparência do processo licenciatório são fundamentais para a melhoria contínua do manejo florestal.

Sessions (2007) descreve que o planejamento e a execução inadequados podem gerar impactos negativos, como degradação ambiental, desperdícios, injúrias aos trabalhadores e comprometimento do regime de manejo. Em vista disso, os tratamentos para a manutenção da estrutura e da biodiversidade da floresta, bem como para o fortalecimento do estoque futuro, devem ser considerados para alcançar a produção sustentada.

A análise conjunta das fases pré-exploratória e exploratória demonstra que a irregularidade nos documentos, identificação botânica irregular, problemas na marcação e localização das árvores, movimentação fraudulenta de créditos, toras abandonadas no interior da AMF, estradas e ramais de arraste sem planejamento, irregularidades no transporte, problemas na cadeia de custódia e exploração florestal não autorizada são as nove intercorrências mais substanciais no contexto dos PMFS, representam 56,3% do número total de inconformidades. As três primeiras encontram-se na fase pré-exploratória e as demais na fase exploratória.

Na comparação entre estados em relação as quatro principais intercorrências observadas (Gráfico 14), a movimentação fraudulenta de créditos desponta como uma das intercorrências mais relevantes nos três maiores produtores de madeira nativa amazônica (PA, RO e MT), entre os 88 PMFS analisados do estado do Pará, 81,8% apresentaram essa intercorrência. A exploração florestal não autorizada é uma das intercorrências mais significativas nos estados do Pará e Mato Grosso, neste último é a mais expressiva, sendo observada em 61,9% dos PMFS do MT. As irregularidades no transporte aparecem nos estados do Pará e Rondônia, sendo uma intercorrência de importância significativa.

GRÁFICO 14 - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS INTERCORRÊNCIAS NO NÚMERO DE PMFS POR ESTADO



FONTE: O autor (2023).

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

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.

4.4.1 Análise de agrupamentos das intercorrências em PMFS

A Tabela 9 apresenta o resultado dos agrupamentos efetuados onde são descritos os coeficientes de similaridade ou proximidade entre as variáveis. Quanto mais próximo de 1, maior a similaridade. Em outras palavras, o resultado dos agrupamentos indica a ordem de agrupamento (estágios) das intercorrências técnico-legais (variáveis) nos respectivos grupos (*clusters*).

No estágio 1 ocorre a ligação entre as variáveis “desmatamento não autorizado” (26) e “incêndio florestal intencional” (27), formando o primeiro grupo.

Dessa maneira, são realizados, sucessivamente, os agrupamentos para todas as variáveis conforme sua similaridade até o estágio 26.

TABELA 9 - PLANEJAMENTO DE AGLOMERAÇÃO.

Estágio	Cluster combinado		Coeficientes	O cluster de estágio é exibido primeiro		Próximo estágio
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	26	27	0,924	0	0	8
2	11	19	0,908	0	0	11
3	12	25	0,891	0	0	9
4	14	20	0,891	0	0	6
5	5	8	0,886	0	0	8
6	14	18	0,870	4	0	10
7	13	16	0,864	0	0	14
8	5	26	0,861	5	1	12
9	12	23	0,859	3	0	11
10	14	15	0,853	6	0	14
11	11	12	0,849	2	9	12
12	5	11	0,838	8	11	15
13	7	10	0,837	0	0	15
14	13	14	0,833	7	10	17
15	5	7	0,813	12	13	17
16	2	6	0,799	0	0	19
17	5	13	0,795	15	14	19
18	3	4	0,793	0	0	21
19	2	5	0,762	16	17	20
20	2	17	0,756	19	0	21
21	2	3	0,745	20	18	22
22	1	2	0,724	0	21	23
23	1	24	0,647	22	0	25
24	9	21	0,630	0	0	26
25	1	22	0,618	23	0	26
26	1	9	0,473	25	24	0

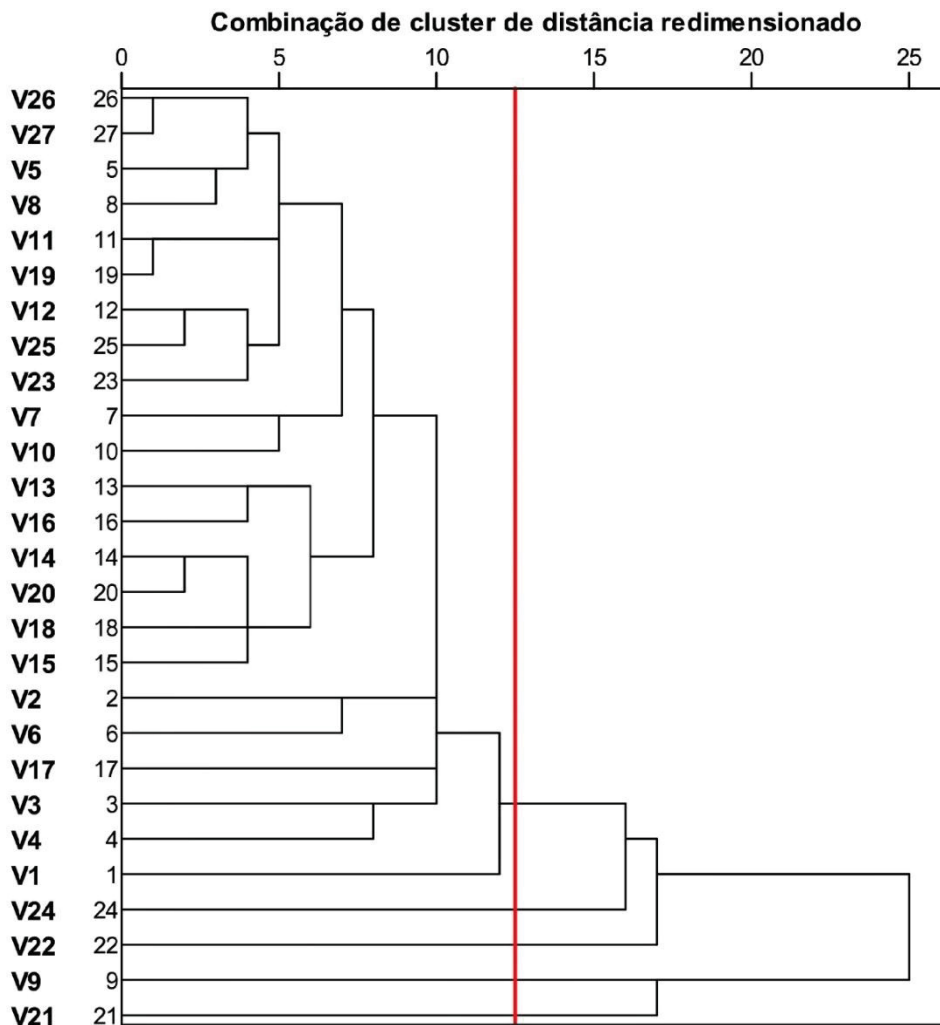
FONTE: O autor (2023).

O método hierárquico resulta em diversas soluções de agrupamento, e por este motivo é atribuição do pesquisador julgar o número adequado de grupos (*clusters*). Embora existam técnicas para auxiliar na seleção do melhor número de grupos, ainda assim trata-se de uma decisão de natureza subjetiva (FÁVERO et al., 2009).

O dendrograma é um resumo gráfico da solução dos agrupamentos efetuados pelo método hierárquico. As variáveis são listadas ao longo do eixo vertical esquerdo, enquanto o eixo horizontal apresenta a distância ou similaridade entre os grupos (*clusters*), indicando a posição em que eles se unem. Pelo dendrograma é possível visualizar as variáveis que formaram cada grupo.

A obtenção do número de grupos foi baseada no corte adotado, por meio de uma linha reta vertical aplicada no dendrograma, a qual equivale a 50% da distância redimensionada entre o ponto 0 e o ponto 25, ou seja, 12,5 (linha vertical vermelha mostrada no Gráfico 15). Neste ponto de corte, foram identificados 5 grupos principais, sendo um para cada ponto da linha vertical que intercepta o ramo do agrupamento (linhas horizontais).

GRÁFICO 15 - DENDROGRAMA USANDO LIGAÇÃO MÉDIA (ENTRE GRUPOS) - COEFICIENTE DE CORRESPONDÊNCIA SIMPLES



FONTE: O autor (2023).

A escolha do número de grupos (*clusters*) é uma das decisões mais difíceis na análise de agrupamentos, pois diferentes regras sugerem diferentes números. A interpretação dos resultados influencia diretamente na decisão do número de grupos (*clusters*) (QUINTAL, 2006). O número de grupos adequado deverá corresponder a um agrupamento que resulte cortar o dendrograma numa zona onde as separações entre classes correspondam a grandes distâncias, o que significa uma heterogeneidade entre classes. Um dos procedimentos básicos consiste no exame do dendrograma procurando grandes alterações na distância para as sucessivas formações de grupos (CABRITA, 2012).

A posição da linha de corte vertical (linha vermelha) encontra-se exatamente no local onde há uma ausência (“*gap*”) entre os coeficientes de similaridade (0,724 e 0,647), demonstrando que o agrupamento gerado foi representativo e diferenciou os grupos de variáveis existentes.

O grupo 1 é formado por 23 variáveis, iniciando com “desmatamento não autorizado” e finalizando com “irregularidades nos documentos”. Os demais grupos foram formados por uma única variável. O grupo 2 é formado pela “exploração florestal não autorizada”, o grupo 3 é descrito pela variável denominada “problemas na cadeia de custódia”, o grupo 4 é representado pela “movimentação fraudulenta de créditos” e o último grupo (5) é composto pela variável “irregularidades no transporte”.

O grupo 1 contém 85,2% das variáveis analisadas, tanto da fase pré-exploratória como na exploratória, perfazendo 654 intercorrências de um total de 1003 observadas. Das 12 atividades do manejo florestal, esse grupo de variáveis ocorre em 11 atividades, com exceção do transporte florestal. Em média, estão presentes em 15,5% dos PMFS analisados. O algoritmo aplicado congregou no grupo 1 variáveis que são definidas tanto por intercorrências de significativa importância (desmatamento não autorizado) quanto por intercorrências menos relevantes (altura de toco).

Os quatro grupos (2, 3, 4 e 5) formados, respectivamente, pelas variáveis únicas: exploração florestal não autorizada, problemas na cadeia de custódia, movimentação fraudulenta de créditos e irregularidades no transporte, 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 movimentação fraudulenta de créditos foi detectada em 72,8% dos PMFS analisados, a intercorrência problemas na cadeia de custódia contemplou 44% dos PMFS estudados, as irregularidades no transporte estiveram presentes em 41,3% dos PMFS e a exploração florestal não autorizada foi observada em 31,5% dos planos em pauta. Em média, as intercorrências dos grupos 2, 3, 4 e 5 estão presentes em 47,4% dos PMFS analisados. Os grupos com variáveis únicas são compostos por intercorrências significativas, juntas essas atividades realizam os procedimentos necessários para o *woodwashing*³.

Em síntese, o algoritmo utilizado para a análise de agrupamentos foi satisfatório e separou os grupos de variáveis de relevante interesse, os quais são caracterizados por graves insustentabilidades, no âmbito das principais intercorrências técnico-legais.

Na análise de agrupamentos é importante dominar o processo de coleta dos dados e possuir um conhecimento aprofundado da área que se está trabalhando. Com intuito de obter os melhores resultados analíticos, é plausível testar os agrupamentos com vários algoritmos.

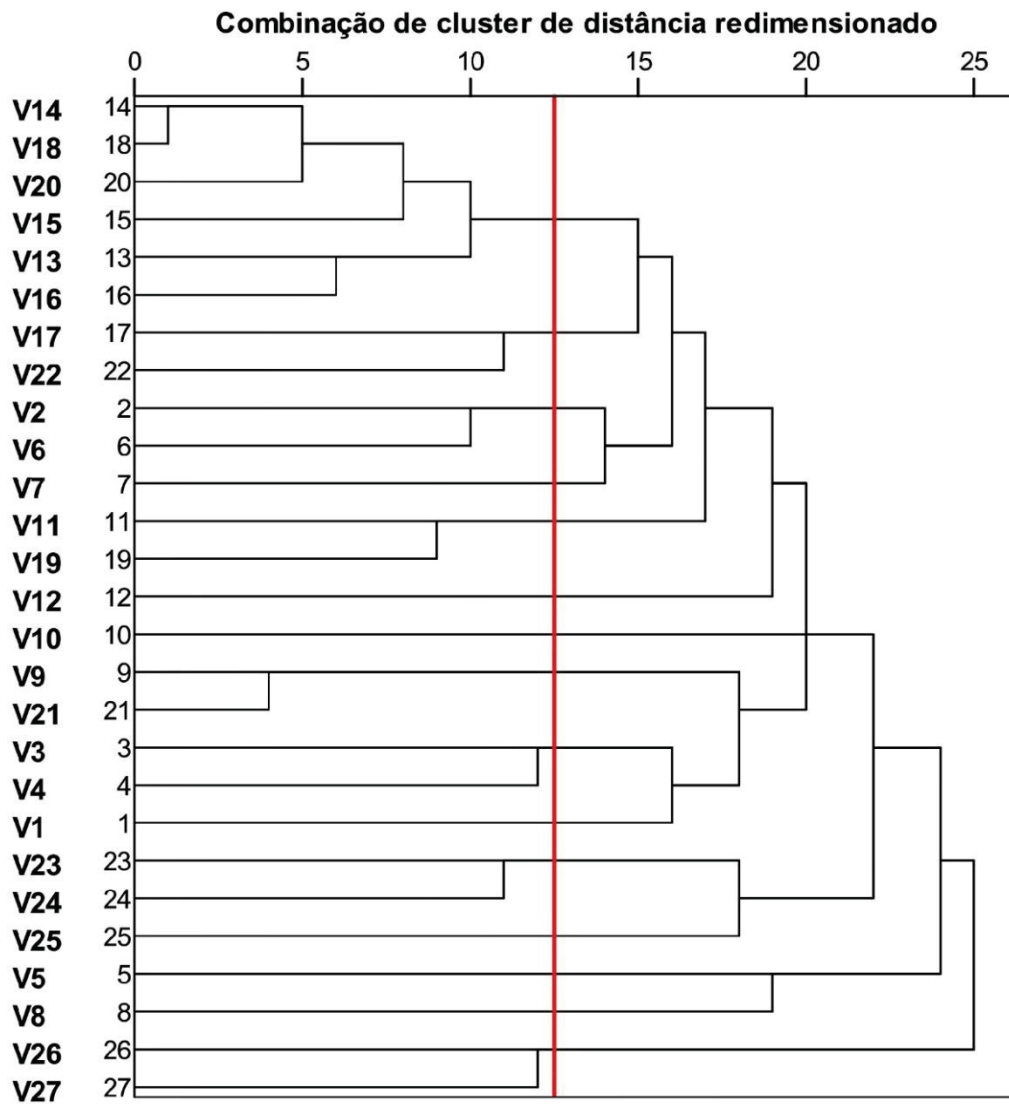
Dentre os vários coeficientes de similaridade existentes para análise de variáveis binárias, destacam-se: coeficientes de correspondência simples (*simple matching*), coeficientes de *Jaccard*, coeficiente de *Russel & Rao*, coeficiente de *Sorenson* e coeficiente de *Gower e Legendre* (CABRITA, 2012).

Portanto, foram geradas duas análises comparativas com o uso do coeficiente de *Jaccard* e do coeficiente de *Russel & Rao*, que são indicados para variáveis binárias. Ambos os coeficientes não apresentaram resultados satisfatórios, pois a quantidade de grupos formados não indicou uma solução plausível para as variáveis analisadas.

³ *Woodwashing* pode ser definido como as práticas ilícitas praticadas no manejo florestal, caracterizadas pelo uso indevido de documentos técnicos/oficiais e sistemas de controle. Isso ocorre por meio da emissão de créditos virtuais para acobertar a origem ilegal da madeira, explorada em áreas não autorizadas, protegidas ou vinculadas ao desmatamento ilegal.

O coeficiente de similaridade de *Jaccard* contemplado no dendrograma do Gráfico 16, mostra a formação de 15 grupos com base na linha vertical posicionada a 50% da distância total redimensionada.

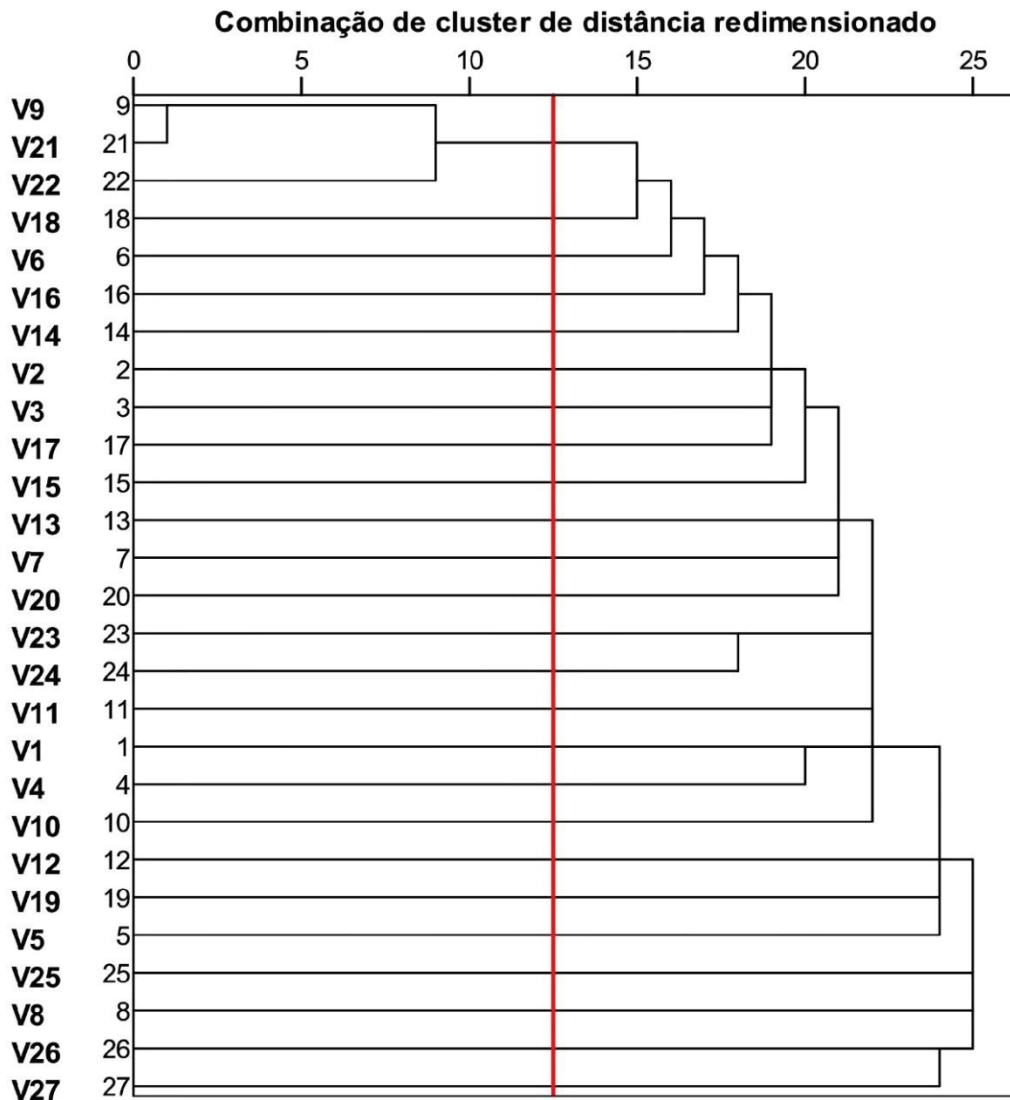
GRÁFICO 16 - DENDROGRAMA USANDO LIGAÇÃO MÉDIA (ENTRE GRUPOS) – COEFICIENTE DE JACCARD



FONTE: O autor (2023).

O Gráfico 17 demonstra o dendrograma gerado pela aplicação do coeficiente de *Russel & Rao*. Por meio da aplicação deste coeficiente ocorreu a formação de 25 grupos com base na linha vertical posicionada a 50% da distância total redimensionada.

GRÁFICO 17 - DENDROGRAMA USANDO LIGAÇÃO MÉDIA (ENTRE GRUPOS) – COEFICIENTE DE RUSSEL & RAO



FONTE: O autor (2023).

A aplicação dos três coeficientes de similaridade demonstrou que apenas o coeficiente de correspondência simples (*simple matching*) foi eficiente na separação das variáveis em grupos de importância na configuração de ilícitos ambientais graves e com maior recorrência.

4.4.2 Análise de fatores das intercorrências em PMFS

A análise de fatores das intercorrências técnico-legais em PMFS utilizou como método de extração os componentes principais. Após o cálculo da matriz de correlação, um dos passos iniciais na análise de fatores é a aplicação do Teste de

esfericidade de *Bartlett* e do Teste de adequacidade da amostra de *Kaise-Meyer-Olkin* (KMO). Ambos os testes demonstraram a viabilidade na aplicação da análise de fatores. O teste de *Bartlett* confirmou a existência de correlação entre as variáveis, demonstrando que a matriz de correlação não é uma matriz identidade ($p < 0,001$). O teste KMO indicou que a análise de fatores para as variáveis estudadas é apropriada, pois o valor obtido foi 0,790, ou seja, superior a 0,5. Os resultados dos referidos testes estatísticos são demonstrados na Tabela 10.

TABELA 10 - TESTE DE KMO E BARTLETT.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		0,790
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	2147,124
	GL.	351
	Sig.	<.001

FONTE: O autor (2023).

Em sua grande maioria, estudos relacionados a análise de fatores indicam um valor mínimo de 0,5 para a comunalidade ser considerada satisfatória. Assim, para uma variável ser significativa em uma análise de fatores, ela precisa ter uma grande proporção de variância comum (MATOS e RODRIGUES, 2019). A comunalidade das 27 variáveis analisadas foi superior a 0,5, e por consequência todas as intercorrências técnico-legais atenderam o critério estabelecido na literatura e foram utilizadas na análise de fatores. A Tabela 11 mostra os valores obtidos.

TABELA 11 - COMUNALIDADES.

Variáveis	Inicial	Extração
Irregularidade nos documentos	1,000	0,723
Falhas no macro e microplanejamento (UPA e/ou UT)	1,000	0,793
Identificação botânica irregular	1,000	0,755
Erros nos dados dendrométricos e nas estimativas de volume	1,000	0,793
Árvores inexistente ou sem volume comercial aptas para corte	1,000	0,711
Problemas na marcação e localização das árvores	1,000	0,664
Não realização do corte de cipós	1,000	0,594
Floresta com sinais de exploração anterior ao PMFS	1,000	0,772
Movimentação fraudulenta de créditos	1,000	0,695
Declaração falsa apresentada no romaneio e/ou sistema	1,000	0,656
Danos em APP	1,000	0,808

Altura de toco	1,000	0,802
Ausência de teste de oco	1,000	0,739
Falhas no corte direcional	1,000	0,782
Sobre exploração da floresta	1,000	0,696
Toras abandonadas interior da AMF	1,000	0,720
Corte de árvores não autorizadas	1,000	0,820
Estradas e ramais de arraste sem planejamento	1,000	0,758
Estradas e ramais de arraste em APP	1,000	0,697
Pátios de estocagem com dimensões excedente ou alocados em áreas proibidas	1,000	0,716
Irregularidades no transporte	1,000	0,753
Problemas na cadeia de custódia	1,000	0,744
Presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS	1,000	0,820
Exploração florestal não autorizada	1,000	0,751
Armazenamento de toras em pátios externos não autorizados	1,000	0,743
Desmatamento não autorizado	1,000	0,800
Incêndio florestal intencional	1,000	0,748

Método de Extração: análise de Componente Principal.

FONTE: O autor (2023).

Os fatores podem ser determinados pela porção acumulada da variância explicada (NASCIMENTO, 2017). De acordo com Malhotra (2006), é recomendável que os fatores extraídos expliquem cumulativamente no mínimo 60% da variância.

Dentre os diversos métodos para a escolha do número de fatores, optou-se pelo método que explica uma proporção especificada da variância total. A porcentagem cumulativa de variância utilizada foi de 74,3% (variância total explicada). Este valor é o mesmo tanto para os fatores não rotacionados quanto para os fatores rotacionados pelo método *Varimax*, conforme Tabela 12. A variância total explicada (74,3%) é composta por 10 fatores que facilitam a análise e compreensão dos padrões ou relações latentes para as 27 variáveis estudadas.

TABELA 12 - VARIÂNCIA TOTAL EXPLICADA.

Componente	Somadas de extração de						Somadas de rotação de		
	Autovalores iniciais			carregamentos ao quadrado			carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	7,357	27,248	27,248	7,357	27,248	27,248	4,051	15,004	15,004
2	2,270	8,408	35,656	2,270	8,408	35,656	2,578	9,548	24,552
3	1,922	7,119	42,776	1,922	7,119	42,776	2,181	8,076	32,628
4	1,796	6,652	49,428	1,796	6,652	49,428	1,882	6,970	39,598
5	1,497	5,545	54,973	1,497	5,545	54,973	1,881	6,966	46,564
6	1,314	4,867	59,840	1,314	4,867	59,840	1,787	6,619	53,183
7	1,203	4,457	64,297	1,203	4,457	64,297	1,701	6,299	59,482
8	0,951	3,521	67,818	0,951	3,521	67,818	1,610	5,962	65,444
9	0,904	3,348	71,166	0,904	3,348	71,166	1,296	4,799	70,243
10	0,837	3,101	74,268	0,837	3,101	74,268	1,087	4,025	74,268
11	0,802	2,970	77,238						
12	0,692	2,565	79,803						
13	0,643	2,381	82,184						
14	0,543	2,011	84,195						
15	0,483	1,788	85,983						
16	0,471	1,746	87,729						
17	0,440	1,628	89,357						
18	0,419	1,553	90,910						
19	0,393	1,457	92,366						
20	0,366	1,357	93,724						
21	0,359	1,330	95,053						
22	0,295	1,092	96,145						
23	0,266	0,985	97,130						
24	0,231	0,856	97,986						
25	0,210	0,777	98,763						
26	0,208	0,769	99,532						
27	0,126	0,468	100,000						

Método de Extração: análise de Componente Principal.

FONTE: O autor (2023).

Após a rotação ortogonal, a matriz de componentes demonstra os valores das cargas fatoriais (*loadings*) extremos, onde cada variável se associa apenas a um fator (FÁVERO et al., 2009). Como regra geral, para identificação de cargas fatoriais significantes estatisticamente com base em tamanho de amostras, Hair et al. (2009) definem que amostras maiores ou iguais a 200 devem possuir uma carga fatorial de 0,40, para amostras maiores ou iguais a 150 devem apresentar carga fatorial de

0,45 e para amostras de tamanho 120 as cargas fatoriais devem ser de no mínimo de 0,50. Conforme a Tabela 13, todas as cargas fatoriais selecionadas são superiores a 0,50, indicando significância estatística nos resultados e na formação dos fatores para o tamanho da amostra utilizada (184).

TABELA 13 - MATRIZ DE COMPONENTES OU CARGAS FATORIAIS ROTATIVA.

	Fatores									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Toras abandonadas no interior da AMF	0,802									
Ausência de teste de oco	0,752									
Falhas no corte direcional	0,695									
Sobre-exploração da floresta	0,671									
Não realização do corte de cipós	0,635									
Estradas e ramais de arraste em APP		0,742								
Pátios de estocagem com dimensões excedentes ou alocados em áreas proibidas		0,709								
Danos em APP		0,658								
Estradas e ramais de arraste sem planejamento		0,578								
Exploração florestal não autorizada			0,845							
Presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS			0,830							
Armazenamento de toras do PMFS em pátios externos não autorizados			0,641							
Erros nos dados dendrométricos e nas estimativas de volume				0,819						
Irregularidade nos documentos				0,653						
Irregularidades no transporte					0,764					
Movimentação fraudulenta de créditos					0,748					
Declaração falsa apresentada no romaneio e/ou sistema					0,541					
Falhas no macro e microplanejamento (UPA e/ou UT)						0,811				
Problemas na marcação e localização das árvores						0,584				
Desmatamento não autorizado							0,886			
Incêndio florestal intencional							0,833			
Corte de árvores não autorizadas								0,760		
Problemas na cadeia de custódia								0,644		
Identificação botânica irregular								0,531		

Floresta com sinais de exploração anterior ao PMFS	0,839
Árvores inexistente ou sem volume comercial aptas para corte	0,517
Altura de toco	0,686

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

FONTE: O autor (2023).

Na esfera da interpretação dos resultados, é essencial que os fatores gerados façam sentido tanto do ponto de vista teórico quanto no sentido prático-operacional.

O fator 1 pode ser definido como “procedimentos de corte” e está relacionando as variáveis toras abandonadas no interior da AMF, ausência do teste de oco, falhas no corte direcional, sobre-exploração da floresta e não realização do corte de cipós. Esse fator explica 15% da variância, e agrupa intercorrências praticadas no início da fase exploratória, com exceção do corte de cipós que deve ser realizado com um ano de antecedência. A união dessas inconformidades possui impacto ambiental significativo na floresta e decorrem da não aplicação das técnicas de corte recomendadas. Em média, ocorreram em 17,5% dos PMFS autuados.

O fator 2 agrupou as variáveis estradas e ramais de arraste em APP, pátios de estocagem com dimensões excedentes ou alocados em áreas proibidas, danos em APP e estradas e ramais de arraste sem planejamento, esse fator pode ser definido como “procedimentos de arraste e estocagem”. O fator 2 explica 9,6% da variância, inclui atos exploratórios que danificaram não somente a floresta, mas também as APPs e o próprio curso hídrico, e ocorreram em 14,8% dos PMFS, em média. O arraste e a estocagem das toras quando executados sem levar em consideração as determinações técnico-legais equivalem-se a exploração convencional.

O fator 3 pode ser nomeado como “intervenções florestais irregulares” e contém três variáveis: exploração florestal não autorizada, presença de toras sem origem nas proximidades do PMFS e armazenamento de toras do PMFS em pátios externos não autorizados (toras em pátios externos sem autorização). As intercorrências do fator 3, normalmente estão relacionadas com explorações florestais ilegais em áreas externas ao plano de manejo ou em áreas dentro do

próprio PMFS que não possuem autorização para intervenção. Esse fator explica 8,08% da variância total e suas intercorrências ocorreram, em média, em 17,6% dos PMFS.

O fator 4 descrito como “documentos autorizativos e inventário florestal” é composto pelas variáveis denominadas erros nos dados dendrométricos e nas estimativas de volume e irregularidades nos documentos. Esse fator é composto por intercorrências efetuadas na fase pré-exploratória e são caracterizadas por informações inverídicas. Teoricamente, esses documentos e informações passam pela análise do órgão ambiental anuente e as irregularidades, por vezes gritantes, não poderiam ser convalidadas e o PMFS aprovado. A questão fundiária é um problema generalizado na Amazônia, a comprovação da propriedade ou posse rural deve ser realizada mediante documentos oficiais atestados pelo órgão fundiário competente.

Ademais, a superestimativa no inventário florestal gerará créditos virtuais excedentes que poderão ser utilizados indevidamente. Os sistemas de controle devem possuir travas automáticas para informações incongruentes e inverídicas que contrariem as evidências científicas. Essas irregularidades são graves e poderiam ser facilmente detectadas e evitadas por meio de um processo de autorização confiável e transparente. É fundamental a realização de vistoria prévia em todos os PMFS para confirmação das informações técnicas apresentadas ao órgão ambiental. A obrigatoriedade de vistoria, tanto prévia como de acompanhamento, precisa ser instituída em norma legal de âmbito federal. O fator 4 explica 6,97% da variância e suas intercorrências estão presentes, em média, em 20,4% dos planos.

O fator 5 designado como “procedimentos para o acobertamento de madeira ilegal” é descrito pelas variáveis irregularidades no transporte, movimentação fraudulenta créditos e declaração falsa apresentada no romaneio e/ou sistema. As intercorrências correlacionadas no fator 5 são realizadas na fase exploratória, definem 6,97% da variância total e ocorreram, em média, em 43,3% dos PMFS. Essas intercorrências representam graves ilícitudes praticadas em PMFS e caracterizam fortemente o *woodwashing* (acobertamento de madeira ilegal). Segundo Perazzoni et al. (2020), os PMFS na Amazônia brasileira são alvos de transação comercial e/ou de transporte simulado, nos sistemas oficiais de controle, apenas para legalizar produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas.

Para o impedir as intercorrências agrupadas no fator 5, é imprescindível que as informações constantes no sistema oficial de controle sejam um “espelho” das atividades executadas na floresta, incluindo o transporte florestal. A capacidade de carga dos veículos e o tempo de efetivo transporte são fatores a serem considerados nos documentos de transporte. Em relação à movimentação fraudulenta, os créditos virtuais relacionados ao volume autorizado para exploração devem ser liberados para uso de forma gradativa ao longo do tempo, conforme a capacidade logística de exploração e transporte previstas no PMFS e o cronograma de atividades apresentado ao órgão ambiental anuente.

O fator 6 é composto pelas variáveis falhas no macro e microplanejamento (UPA e/ou UT) e problemas na marcação e localização das árvores. Este fator pode ser denominado como “procedimentos de delimitação da área de manejo”. Tal fator caracteriza 6,62% da variância, contém duas intercorrências efetuadas na confecção do PMFS (fase pré-exploratória), observadas, em média, em 22,6% dos planos. As intercorrências podem ser identificadas e eliminadas durante uma vistoria de campo, a qual deve ser executada pelo órgão ambiental anuente antes da emissão da autorização florestal. O macro e microplanejamento (UPA e/ou UT) e a marcação e localização das árvores são atividades básicas do manejo e falhas nesses procedimentos podem acarretar problemas na cadeia de custódia.

O fator 7 é constituído pelas variáveis desmatamento não autorizado e incêndio florestal intencional, sendo denominado de “procedimentos de conversão do uso do solo”. As intercorrências correlacionadas no fator 7 explicam 6,3% da variância e, em média, ocorrem em 7,6% dos PMFS. São definidas como atos contínuos, devido ao fato que o incêndio florestal é praticado após a supressão da vegetação para limpeza dos resíduos florestais remanescentes. Contrariando o objetivo da sustentabilidade que é utilizar os recursos naturais e ao mesmo tempo manter a floresta em pé, o desmatamento no interior de um plano de manejo florestal é o ápice do contrassenso e da ilicitude.

Segundo Smith, Baker e Spracklen (2023), poderão ocorrer grandes reduções na precipitação da chuva para quantidades relativamente pequenas de perda da cobertura florestal. Para um mesmo intervalo de tempo, o desmatamento pode conduzir a mudanças de precipitação locais e regionais que podem igualar ou exceder as previstas devido às mudanças climáticas. Para Leite-Filho et al. (2021),

declínios nas chuvas ligados ao desmatamento no sul da Amazônia brasileira podem causar perdas agropecuárias avaliadas em mais de US\$ 1 bilhão por ano.

O fator 8 agrega o “comprometimento dos princípios da rastreabilidade” e é formado pelas variáveis corte de árvores não autorizadas, problemas na cadeia de custódia e identificação botânica irregular. O fator denominado comprometimento dos princípios da rastreabilidade inviabiliza a capacidade de rastreio da origem do produto florestal, salientando que a cadeia de custódia é um dos princípios fundamentais do manejo. Esse fator explicou 5,96% da variância e suas intercorrências, em média, ocorreram em 29,7% dos PMFS. As falhas na cadeia de custódia e a identificação botânica irregular possibilitam o corte de árvores não autorizadas.

A rastreabilidade de madeira na Amazônia é crucial para combater a exploração ilegal e garantir a sustentabilidade da atividade florestal. Várias tecnologias e sistemas podem ser implementadas para monitorar a cadeia de custódia da madeira que incluem métodos físicos, químicos e biológicos. A seguir serão descritas algumas das tecnologias e sistemas utilizados para rastreamento de madeira: sistemas de informação geográfica, sistema de rastreamento eletrônico, códigos de barras, sistemas de blockchain, aplicativos móveis, sistemas de gerenciamento de cadeia de custódia (CCM), tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para toras, análise de isótopos estáveis, espectroscopia de infravermelho próximo e identificação genômica.

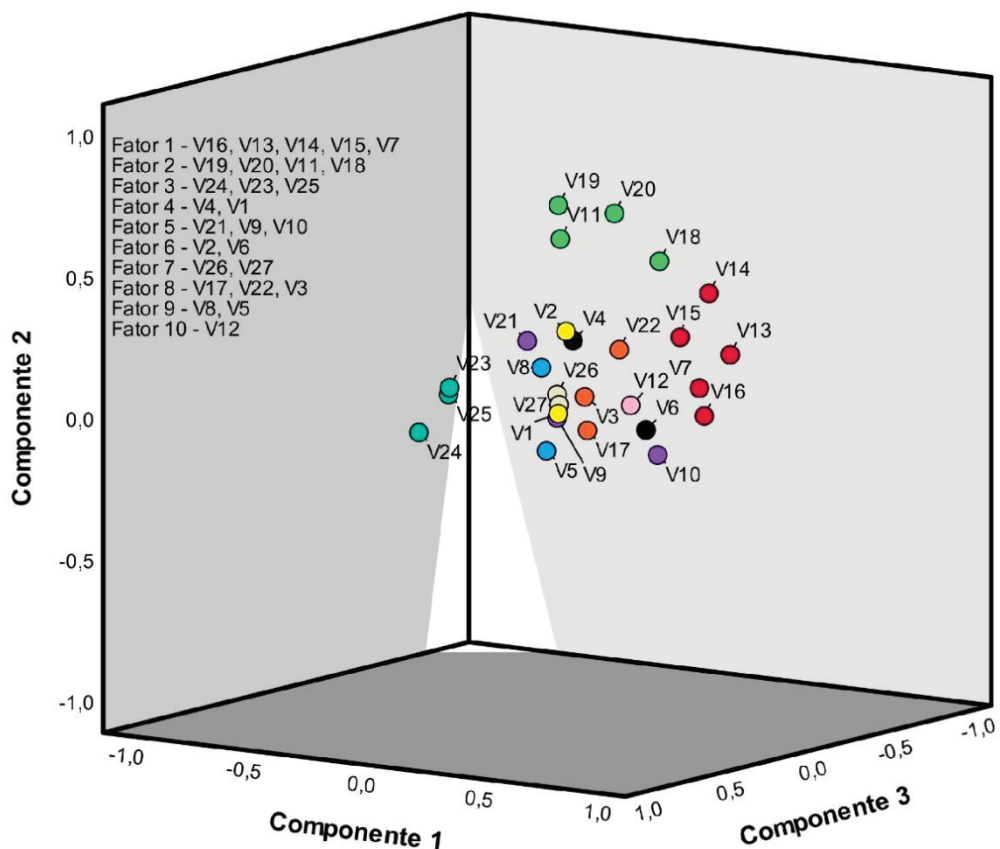
É relevante destacar que a rastreabilidade da madeira fica comprometida após o desdobro das toras nas serrarias, uma vez que a madeira é processada em lotes e ocorre uma possível mistura de diversas origens.

O fator 9 é intitulado “superestimativas do estoque florestal” e atrela as seguintes variáveis: floresta com sinais de exploração anterior ao PMFS e árvores inexistentes ou sem volume comercial aptas para corte. As intercorrências desse fator foram detectadas, em média, em 8,4% dos PMFS e absorve 4,8% da variância total. Esse fator ocorre na fase pré-exploratória, especificamente no inventário florestal e na definição do estágio sucessional, e aspira gerar volumes fictícios excedentes os quais poderão ser utilizados para legalizar madeira sem origem. Vistorias técnicas prévias à autorização florestal facilmente podem inibir essa prática.

O fator 10 possui somente uma variável, no caso a altura de toco, esse fator foi denominado como “técnica de abate”, sendo composto somente por uma intercorrência de carácter técnico sem implicações em infrações ou crimes ambientais, explicando 4,03% da variância e foi verificado em 8,7% dos PMFS. Recomendações técnicas emitidas pelo órgão ambiental podem sanar esse problema e evitar desperdício de produto florestal pela diminuição da altura de toco.

O resultado da análise de fatores preencheu os objetivos, superando as expectativas, pois as informações geradas foram significantes tanto no campo teórico quanto no prático-operacional. Os fatores agruparam as variáveis de forma adequada e demonstraram a relação entre as diversas intercorrências apontadas pelo IBAMA, reduzindo a significativa quantidade de informações a um tamanho mais facilmente gerenciável composto por 10 fatores que explicam 74,3% da variância total. A representação gráfica da AFE, por meio de um sistema de coordenadas, demonstra a disposição das variáveis com base nas cargas fatoriais. Quando há mais de três fatores, isso excede o espaço tridimensional (Gráfico 18).

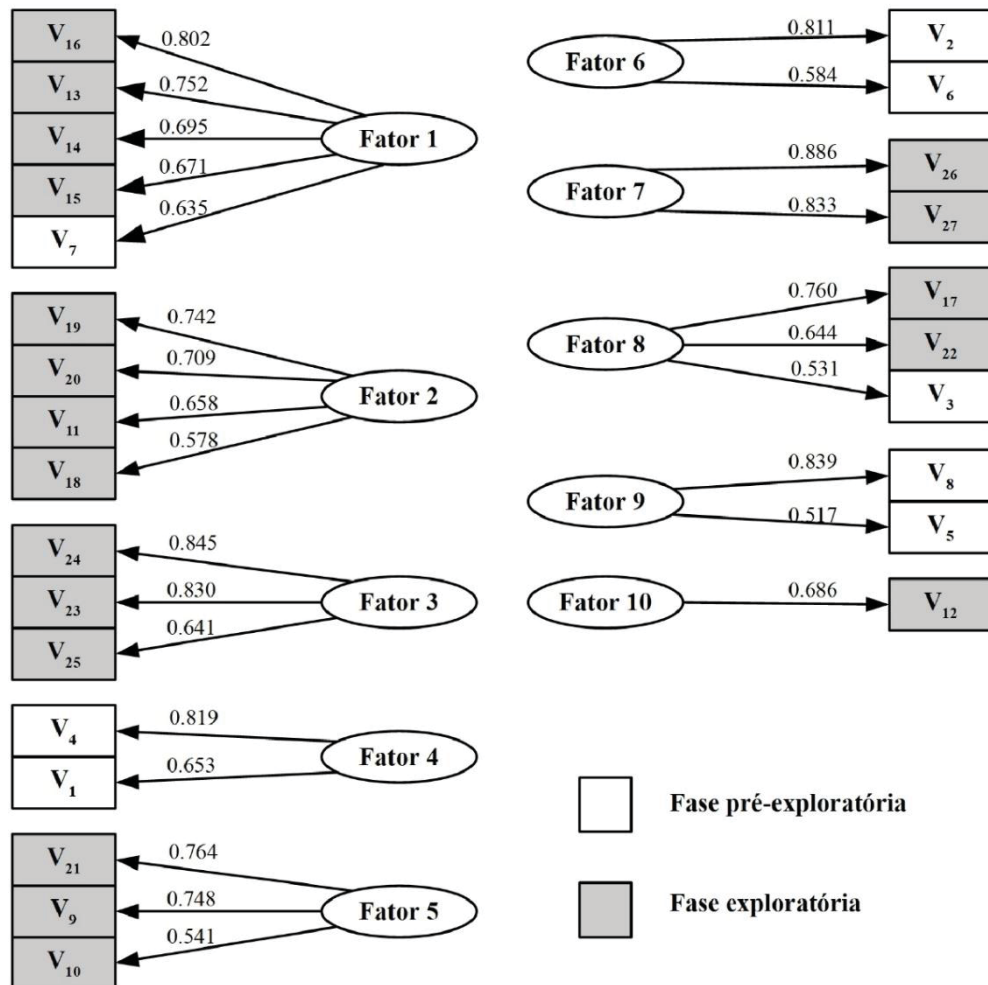
GRÁFICO 18 - GRÁFICO DE COMPONENTE EM ESPAÇO ROTACIONADO



FONTE: O autor (2023).

Dos fatores gerados pela AFE, 50% possuem somente variáveis da fase exploratória e 30% dos fatores constituem-se de variáveis da fase pré-exploratória e 20% detêm variáveis de ambas as fases, representadas pelos fatores 1 e 8 (Figura 17).

FIGURA 17 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE FATORES EXPLORATÓRIA CONTENDO AS CARGAS FATORIAIS ROTATIVAS



FONTE: O autor (2023).

Em relação a gravidade dos impactos ambientais, os fatores 3, 4, 5 e 8 possuem maior relevância, pois não afetam somente o PMFS autorizado, e sim, transcendem os seus limites e atuam como vetores de danos ambientais em outras áreas, amplificando os efeitos negativos. Ações práticas e mecanismos regulatórios eficazes devem ser implementados com o propósito de combater as intercorrências agrupadas nos fatores 3 (intervenções florestais irregulares), 4 (documentos autorizativos e inventário florestal), 5 (procedimentos para o acobertamento de

madeira ilegal) e 8 (comprometimento dos princípios da rastreabilidade). Além disso, os fatores mencionados englobam grupos de variáveis únicas, definidos por intercorrências significativas, identificados durante a análise de agrupamentos.

A Tabela 14 apresenta o enquadramento dos fatores gerados em relação ao Decreto Federal nº 6.514/2008, a descrição da infração ambiental e o valor da multa em cada caso.

TABELA 14 - ENQUADRAMENTO INFRACIONAL DOS FATORES OBTIDOS.

Fatores	Denominação	Enquadramento Decreto Federal nº 6.514/2008	Descrição da infração ambiental	Valor da multa
Fator 1	Procedimentos de corte	Art. 51-A	Executar manejo em desacordo	R\$ 1.000,00 / ha
Fator 2	Procedimentos de arraste e estocagem	Art. 51-A	Executar manejo em desacordo	R\$ 1.000,00 / ha
Fator 3	Intervenções florestais irregulares	Art. 51-A	Executar manejo em desacordo	R\$ 1.000,00 / ha
Fator 4	Documentos autorizativos e inventário florestal	Art. 82	Elaborar ou apresentar informação falsa ou enganosa	R\$ 1.500,00 a R\$ 1.000.000,00 + R\$ 300,00 / m ³ de crédito movimentado
Fator 5	Procedimentos para o acobertamento de madeira ilegal	Art. 82	Elaborar ou apresentar informação falsa ou enganosa	R\$ 1.500,00 a R\$ 1.000.000,00 + R\$ 300,00 / m ³ de crédito movimentado
Fator 6	Procedimentos de delimitação da área de manejo	Art. 82	Elaborar ou apresentar informação falsa ou enganosa	R\$ 1.500,00 a R\$ 1.000.000,00 + R\$ 300,00 / m ³ de crédito movimentado
Fator 7	Procedimentos de conversão do uso do solo	Art. 50	Destruir ou danificar florestas	R\$ 5.000,00 / ha
Fator 8	Comprometimento dos princípios da rastreabilidade	Art. 82	Elaborar ou apresentar informação falsa ou enganosa	R\$ 1.500,00 a R\$ 1.000.000,00 + R\$ 300,00 / m ³ de crédito movimentado
Fator 9	Superestimativas do estoque florestal	Art. 82	Elaborar ou apresentar informação falsa ou enganosa	R\$ 1.500,00 a R\$ 1.000.000,00 + R\$ 300,00 / m ³ de crédito movimentado

Fatores	Denominação	Enquadramento Decreto Federal n° 6.514/2008	Descrição da infração ambiental	Valor da multa
Fator 10	Técnica de abate	-	-	-

FONTE: O autor (2023).

Cada fator contém uma ou mais intercorrências, portanto cada ato irregular poderá ocasionar uma infração ambiental tipificada em determinado artigo do Decreto Federal n° 6.514/2008. Os fatores 1, 2 e 3 são enquadrados no artigo 51-A (executar), os fatores 4, 5, 6, 8 e 9 são tipificados no artigo 82 (informação falsa), o fator 7 é penalizado pelo artigo 50 (destruir) e o fator 10 não caracterizou uma infração ou crime ambiental, sendo sanado por meio de uma recomendação técnica. De forma generalista, para melhor entendimento das ilicitudes entre os fatores gerados, classificou-se cada fator em relação a seu possível enquadramento legal: 10% são enquadradas no artigo 50, 30% no artigo 51-A e 50% no artigo 82.

Apesar das exigências da legislação ambiental em vigor, como a aprovação de “planos de manejo” e as autorizações para o transporte, essa atividade ainda se desenvolve predominantemente à margem dos sistemas oficiais de controle, operando em sua maioria com base em sistemas arcaicos de exploração e baixos níveis de produtividade e constitui atualmente um dos principais vetores de impactos ambientais sobre os ecossistemas amazônicos. Raros são os empreendimentos na região que operam de acordo com as normas legais em vigor (CGEE, 2009).

Sem um processo autorizativo eficiente e um controle fiscalizatório efetivo, as intercorrências praticadas em PMFS, principalmente aquelas com propósito de acobertar madeira ilegal, são de difícil constatação. Na maioria das vezes essas ilicitudes são exitosas e os produtos florestais que sofreram o *woodwashing*, sobretudo quando envolvem madeiras de alto valor, chegam até a fase final da cadeia produtiva.

4.5 DADOS SOBRE O CADASTRO AMBIENTAL RURAL

O cadastro ambiental rural (CAR) foi instituído pela Lei Federal 12.651/2012, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA), a sua função é a de “integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais,

compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento” (BRASIL, 2012).

A lei que criou o CAR esclarece que o referido cadastramento não é considerado título para fins de reconhecimento do direito de propriedade ou posse (BRASIL, 2012). O CAR é declaratório, trata-se de uma ferramenta importante para regularização ambiental de imóveis e não possui caráter fundiário.

O CAR dos imóveis vinculados aos PMFS foi analisado com o objetivo de compreender as características e a situação atual do supracitado cadastro. Dentre o total, foi possível analisar o registro no CAR de 182 PMFS por meio dos dados do detentor ou das coordenadas geográficas dos planos. A Tabela 15 apresenta os dados sobre o CAR.

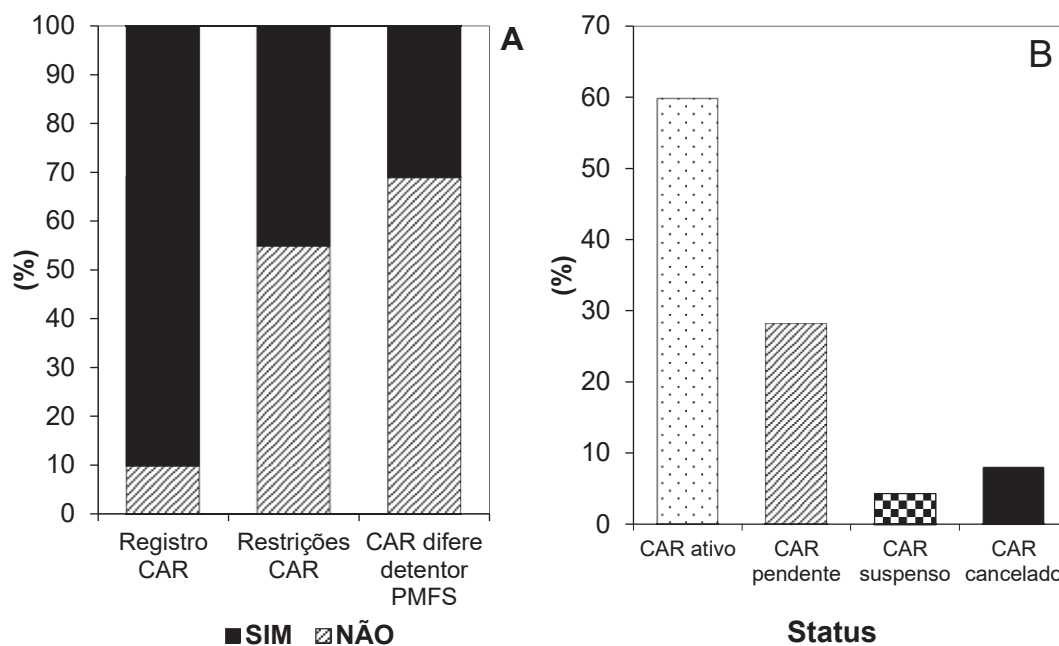
TABELA 15 - DADOS SOBRE O CAR DOS IMÓVEIS RELACIONADOS AOS PMFS.

	Registro no CAR	Restrições no CAR	CAR difere do detentor do PMFS	CAR ativo	CAR pendente	CAR suspenso	CAR cancelado
Não	18	90	113	-	-	-	-
Sim	164	74	51	98	46	7	13
Total	182	164	164				

FONTE: O autor (2023).

Em consonância com a legislação, o registro no CAR é obrigatório. Desta forma constatou-se que 90,1% dos imóveis possuem CAR, 45,1% dos cadastros detém algum tipo de restrição (sobreposição de imóveis ou áreas embargadas) e 31,1% dos CARs analisados diferem do detentor do PMFS, conforme Gráfico 19 A. O CAR ativo e regular deve ser uma obrigatoriedade para imóveis que executem planos de manejo florestal, restrições ou problemas nesses cadastros precisam ser levados em consideração no momento da aprovação e durante a execução do PMFS. Em relação ao *status* do CAR, 59,8% dos cadastros estão ativos, 32,3% demonstram algum tipo de mácula (pendentes e suspensos) e 7,9% foram cancelados por decisão administrativa ou judicial, tais informações constam no Gráfico 19 B.

GRÁFICO 19 - A - REGISTRO E PERFIL DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL RELACIONADO AOS IMÓVEIS DOS PMFS. B - STATUS DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL



FONTE: O autor (2023).

Tendo em vista que o PMFS é uma atividade de longo prazo, é importante investigar se houve mudanças na posse ou propriedade do imóvel rural entre a aprovação do plano e a consulta ao CAR, a fim de identificar possíveis diferenças em relação ao titular do PMFS. Em outras palavras, busca-se avaliar se o atual detentor do CAR é o mesmo que constava como proprietário ou possuidor do imóvel no momento da aprovação do plano de manejo. Assim sendo, dentre os 164 CARs que contêm informações sobre a titularidade, incluindo os cancelados, constatou-se que cerca de 51 apresentam divergências em relação ao posseiro ou proprietário do imóvel na época em que o PMFS foi aprovado.

Em muitos locais da Amazônia o CAR é a única fonte de informações sobre o imóvel rural, entretanto as informações declaradas por vezes não são confiáveis e não condizem com a verdade. A questão fundiária na Amazônia é complexa e apresenta muitos problemas, uma forma de evitar a responsabilização de eventuais atos irregulares praticados na área é o uso de nomes de terceiros sem vínculo real com o imóvel rural, denominados de “laranjas”, embuste utilizado com frequência.

Acerca do ano de registro, os cadastros ambientais rurais foram executados principalmente nos anos de 2014, 2015 e 2016, representando 72,3% dos registros efetuados. O período entre 2020 e 2022 apresentou apenas 9,8% dos cadastros.

A condição atual do CAR (fase do processo) ante o órgão responsável pela recepção e análise das informações foi observada e consta na Tabela 16, em torno de 78,7% encontram-se na condição de aguardando análise, em análise ou analisado (aguardando atendimento a notificação). Ainda, 9,1% foram analisados e aguardam a regularização ambiental conforme a Lei nº 12.651/2012 e apenas 4,3% dos CARs estão em conformidade ambiental em relação à legislação. Por outro lado, 7,9% dos cadastros foram cancelados por decisões administrativas ou judiciais, pois esses CARs foram registrados de forma irregular em sobreposição a unidades de conservação de uso sustentável ou de proteção integral, terras indígenas ou a projetos de assentamento rural (reforma agrária). A completa regularidade ambiental do imóvel deveria ser uma das premissas para o manejo florestal.

TABELA 16 - ANO DE REGISTRO E CONDIÇÃO ATUAL DO CAR JUNTO AO ÓRGÃO RESPONSÁVEL.

Ano de registro no CAR	Nº de CARs registrados
2014	12
2015	49
2016	72
2017	8
2018	3
2019	4
2020	4
2021	4
2022	8
Condição atual do CAR	Nº de CARs
Aguardando análise	78
Em análise	4
Analisado, aguardando atendimento a notificação	47
Analisado, aguardando regularização ambiental (Lei nº 12.651/2012)	15
Analisado, em conformidade com a Lei nº 12.651/2012	7
Cancelado por decisão administrativa	8
Cancelado por decisão judicial	5

FONTE: O autor (2023).

Em relação aos PMFS, com base no nome da pessoa (física ou jurídica) registrada atualmente no CAR, verificou-se a quantidade de imóveis rurais cadastrados em nome de cada indivíduo. Para os 164 nomes, identificou-se o total de 456 imóveis registrados, sendo 17 projetos de assentamento rural (inúmeros posseiros ou proprietários) e 2 áreas de PMFS que foram desmatadas e loteadas contendo diversos cadastros ambientais rurais. As pessoas físicas ou jurídicas que possuem somente um imóvel registrado no CAR perfazem 44,5%, o restante possui 2 ou mais imóveis cadastrados. O resultado da análise demonstra que 17,1% detém

5 ou mais imóveis declarados no cadastro ambiental rural, já os projetos de assentamento rural e loteamentos perfazem 11,6% dos CARs analisados.

Os dados demonstram que, em média, foram registrados 3,14 imóveis rurais por pessoa. As pessoas físicas ou jurídicas que possuem 5 ou mais imóveis registrados no CAR possuem em média 5,96 autuações ambientais junto ao IBAMA. Como exemplo, um dos indivíduos (pessoa física) possui 55 imóveis registrados em seu nome e 11 autuações por infrações ambientais aplicadas pelo órgão federal.

O registro no CAR é um dos passos para regularização ambiental do imóvel rural, possui fundamental importância no processo de recuperação e no uso sustentável das florestas nos diversos biomas brasileiros. Essas informações destinam-se a subsidiar políticas, programas, projetos e atividades de controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento ilegal (BRASIL, 2012).

Todavia, a implementação do CAR não inibiu o avanço do desmatamento, análises realizadas em um município do Amazonas, mostrou um aumento expressivo na supressão da floresta principalmente nas grandes propriedades. Apesar das demarcações de áreas protegidas, o número de sobreposições entre os imóveis rurais particulares, terras da união e áreas com restrições de uso são expressivos (NOGUEIRA e MARTINS, 2022). Diversos estudos têm apontado que o CAR passou por um distanciamento da sua função, se tornando uma ferramenta de grilagem, auxílio no desmatamento e exploração ilegal de madeira na Amazônia (SOUSA, 2022).

À face do exposto, o Brasil tem inúmeros mecanismos para execução, regularização e adequação das atividades utilizadoras de recursos naturais ou potencialmente poluidoras, contudo, é perceptível que os instrumentos para cumprimento dessas obrigações não funcionam, desta forma se manter à margem da lei com objetivo de maximizar o lucro no curto prazo é um hábito comum.

O CAR não tem finalidade fundiária, mas na Amazônia é comumente utilizado para comprovação de posse, principalmente em terras públicas ou devolutas. Para fins autorizativos na esfera dos PMFS, a comprovação de propriedade ou posse rural deve ser atestada por meio de documento próprio para essa função expedido pelo órgão fundiário competente a nível estadual e/ou federal.

Para credibilidade e transparência do CAR, informações sobre a existência de PMFS no imóvel devem obrigatoriamente ser inseridas no cadastro, imóveis sobrepostos a áreas protegidas ou com restrição de uso não devem ser autorizados para o manejo florestal. Além do que, os diferentes sistemas oficiais de controle precisam se comunicar e operar de forma interligada, objetivando a detecção de eventuais anomalias nas informações apresentadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade técnica na fiscalização de planos de manejo é perceptível, fato comprovado pelo baixo número de processos cancelados por falhas técnicas ou legais. Todavia, a burocracia processual, a inépcia da administração pública e os meandros legais favorecem a falta de punição dos infratores. A sensação de impunidade é um dos fatores críticos e conseqüentemente prejudica a eliminação da concorrência desleal.

Os envolvidos nas intercorrências em PMFS devem ser punidos na medida de sua culpabilidade. Contudo, há de se fazer um destaque especial para os responsáveis técnicos que planejam e/ou executam Planos de Manejo Florestal e de forma intencional não levam em conta os fundamentos técnicos, científicos e legais, utilizando-se de conhecimento e formação acadêmica para a prática de ilícitos.

A análise demonstrou a relevância das principais intercorrências ao longo do período analisado, destacando-se os problemas na cadeia de custódia, o transporte florestal irregular, a exploração florestal não autorizada e a movimentação fraudulenta de créditos, esta última presente em 72,8% dos PMFS. Os fatores formados explicam de forma satisfatória a relação entre as intercorrências, tanto no campo teórico como no prático-operacional, sendo agrupadas de forma a unir aquelas que possuem maior afinidade. A relação das diferentes intercorrências pode servir de base para ações de controle, para estudos futuros que visem a melhoria do manejo florestal e podem contribuir para a revisão das normativas de PMFS.

Ademais, os dados demonstram que a fase exploratória possui o maior número de inconformidades e ações efetivas devem ser implementadas nessa fase, contudo um processo autorizativo eficaz inibirá inconsistências na fase pré-exploratória. Ao considerar a escassez de recursos dos órgãos ambientais brasileiros, sejam eles financeiros, humanos ou logísticos, a melhor compreensão do grau de importância, do nível da gravidade e das relações entre variáveis (intercorrências) pode contribuir com as ações institucionais.

Outro dado relevante diz respeito ao Cadastro Ambiental Rural, que não está cumprindo integralmente sua função, ao invés de promover a regularidade ambiental do imóvel rural está servindo para propósitos fundiários. O cadastro apresenta diversas imprecisões e pode ser utilizado para subsidiar ações ilegais,

especialmente em áreas propensas a problemas fundiários, como a Amazônia. A plena conformidade ambiental do imóvel deveria ser uma das premissas essenciais para a prática do manejo florestal.

Haja vista que anomalias em PMFS, corrompem todo o restante da cadeia produtiva e envolvem grandes volumes de madeira, atuar na fase inicial, ou seja, na floresta propriamente dita, terá resultados mais eficazes. Dessa forma, a fiscalização de PMFS deve estar entre as prioridades do órgão ambiental federal com objetivo de coibir a concorrência desleal e garantir a sustentabilidade da atividade no longo prazo.

Atualmente, devido aos altos valores econômicos envolvidos no mercado de madeiras nativas, os interesses nebulosos e às fragilidades sistêmicas dos meios de proteção, o simples fato do produto florestal amazônico ser oriundo de um PMFS não é garantia da origem legal.

É irrefutável a importância do manejo florestal e do uso consciente da floresta para a Amazônia, todavia o primeiro passo para a sustentabilidade da atividade florestal está intrinsecamente relacionado com o respeito à legislação e aos parâmetros técnicos. Com base nos resultados obtidos, infere-se que PMFS, quando utilizados indevidamente, podem atuar como vetores para o acobertamento de madeira sem origem legal.

Em síntese, a pesquisa realizada sobre as intercorrências técnico-legais em PMFS ampliou a compreensão sobre o assunto e abriu oportunidades para implementação de melhorias na gestão do manejo florestal na Amazônia. Em relação a literatura, não há uma vasta gama de trabalhos que especifiquem os principais gargalos em PMFS, portanto a transparência e publicidade dos dados sobre o manejo florestal na Amazônia é de suma importância para que novos estudos sejam produzidos. A metodologia aplicada foi adequada para atender aos objetivos propostos e a hipótese gerada foi confirmada com a caracterização pormenorizada das principais intercorrências técnico-legais.

6 RECOMENDAÇÕES

Ao considerar a relevância da movimentação fraudulenta de créditos no rol das intercorrências apontadas pelo IBAMA, sugere-se que:

- os créditos virtuais relacionados ao volume autorizado para exploração devem ser liberados para uso de forma gradativa ao longo do tempo, conforme a capacidade logística de exploração e transporte descritas no plano de manejo florestal sustentável, especificamente no POA.
- Autorizações de exploração para PMFS com UPA única sejam evitadas.

As vulnerabilidades identificadas expõem que os documentos de transporte podem subsidiar a transação de créditos fraudulentos, os quais serão utilizados para o *woodwashing*, corrompendo a confiabilidade na cadeia de custódia do produto florestal.

Por fim, com objetivo de garantir maior transparência no transporte florestal, citam-se três procedimentos que poderiam evitar as vulnerabilidades detectadas:

- a validade dos documentos florestais emitidos seja correspondente à distância (entre a origem e o destino) e o tempo necessário para a realização do percurso conforme o meio de transporte utilizado.
- os volumes constantes nos documentos de transporte fiquem limitados as características e modelos dos veículos cadastrados nos sistemas de controle.
- os veículos sejam rastreados por meio do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS).

Tendo em vista que os dados apontam que há uma maior concentração de intercorrências na fase exploratória, vistorias “*sem prévio aviso*” por parte do órgão ambiental licenciador devem ser executadas.

Em relação a fiscalização ambiental em PMFS, despender maior tempo no planejamento e no levantamento de informações prévias sobre possíveis alvos é de fundamental importância, pois os resultados práticos e legais dessas ações são positivos e geram robustez processual. A *movimentação fraudulenta de créditos* é um dos gargalos mais significativos, portanto a análise dos sistemas de controle é parte fundamental na fiscalização de PMFS.

O cadastro ambiental rural é uma ferramenta importante e não pode ser negligenciada. A regularidade futura do CAR, após a validação efetuada pelo órgão ambiental competente, deve ser uma das premissas básicas no contexto de planos de manejo florestal sustentáveis. As informações sobre os PMFS devem constar no CAR, serem públicas e disponíveis para todos.

O histórico de autuações ambientais deve ser levado em consideração no processo de autorização do PMFS. Os órgãos integrantes do SISNAMA, responsáveis pela aprovação dos planos de manejo, podem aplicar critérios de rigor na análise e avaliação do plano de manejo florestal com base em parâmetros a serem estabelecidos.

Como sugestão, é essencial a realização de estudos para analisar a viabilidade prática e operacional da implantação de novas tecnologias e sistemas com foco na rastreabilidade da madeira em tora e serrada até a fase final da cadeia produtiva.

A grande diversidade de espécies arbóreas presentes na floresta amazônica impossibilita a adoção de parâmetros generalizados para a exploração florestal. Diante dessa diversidade, recomenda-se a diminuição da intensidade de corte e a exploração de espécies comerciais com base em grupos ecológicos, assegurando a observância da viabilidade técnico-legal.

As falhas na identificação botânica das espécies é um gargalo que precisa ser sanado e a correta distinção das árvores em nível específico durante o inventário florestal 100% deve ser implementada.

Logo, para evitar que o crime compense e que a concorrência desleal inviabilize a execução de PMFS na Amazônia brasileira, a punição dos infratores tanto na esfera criminal quanto administrativa deve ser exemplar e efetiva. Os processos administrativos de apuração de infrações ambientais junto ao IBAMA devem ser céleres e realmente punir a infração ambiental cometida no âmbito dos PMFS.

A sustentabilidade dos PMFS é de suma importância para o futuro da floresta amazônica e deve ser buscada de forma permanente por todos, logo desvios não devem ser tolerados e a sociedade deve cobrar de forma enérgica que a cadeia produtiva, iniciada nos planos de manejo na Amazônia, execute suas atividades dentro dos parâmetros técnico-legais.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T. W. **An introduction to multivariate statistical analysis**. 3^a ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- ARAÚJO, H.J.B. de. **Rendimento do processo de transformação de toras com motosserra**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1999. 4p. (Comunicado Técnico).
- AZEVEDO-RAMOS, C., SILVA, J. N. M., MERRY, F. The evolution of Brazilian forest concessions. **Elementa: Science of the Anthropocene**. v. 3, n. 48. p. 1-8, 2015.
- BALIEIRO, M.; ESPADA, A. L. V.; NOGUEIRA, O.; PALMIERI, R.; LENTINI, M. **As concessões de florestas públicas na Amazônia Brasileira: um manual para pequenos e médios produtores florestais**. IMAFLORA e IFT. Piracicaba: IMAFLORA, 2010.
- BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v.108, p. 9-26, 1998.
- BECKER, G. S. Crime and punishment: an economic approach. **The Journal of Political Economy**, v. 76, n. 2, p. 169-217, 1968.
- BENJAMIN, A. H. Temos uma das mais completas leis ambientais do mundo. Mas a aplicação não é plena. **Jornal da ABRAMPA**, Belo Horizonte, p. 5, 2004.
- BISSCHOP, L. Out of the woods: the illegal trade in tropical timber and a European trade hub. **Global Crime**, v. 13, n. 3, p. 191–212, 2012.
- BONNELL, T. R.; REYNA-HURTADO, R.; CHAPMAN, C. A. Post-logging recovery time is longer than expected in an East African tropical forest. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 261, p. 855-864, 2011.
- BÖRNER, J., MARINHO, E., WUNDER, S. Mixing carrots and sticks to conserve forests in the Brazilian amazon: A spatial probabilistic modeling approach. **PLoS One**. v.10, n. 2, p. 1–20, 2015.
- 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. Fake legal logging in the Brazilian Amazon. **Science Advances**, v. 4, n. 8, p. eaat1192, 2018.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 10 de mar. 2023.
- BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 140, 23 jul. 2008, Seção 1, p. 1. Disponível em:

<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm>
Acesso em: 13 de mar. 2023.

BRASIL. Decreto nº 5.975, de 30 de novembro de 2006. Regulamenta a exploração de florestas e de formações sucessoras. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 230, 1 dez. 2006. Seção 1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm>. Acesso em: 27 de mar. 2023.

BRASIL. Decreto nº 6.063, de 20 de março de 2007. Regulamenta a lei de gestão de florestas públicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 55, 21 mar. 2007. Seção 1, p. 1. Disponível em: < <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=21/03/2007>>. Acesso em: 27 de mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 16 de setembro de 1965. Institui o código florestal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 240, 16 set. 1965. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771impresao.htm>. Acesso em: 28 de mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 37, 23 fev. 1989, Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 31, 13 fev. 1998. Seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm> Acesso em: 13 de mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 10.522, de 19 de julho de 2002. Dispõe sobre o Cadastro Informativo dos créditos não quitados de órgãos e entidades federais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 139, 22 jul. 2002. Seção 1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10522.htm>. Acesso em: 05 de abr. 2023.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 43, 02 mar. 2006. Seção 1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm>. Acesso em: 29 de jun. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 102, 25 mai. 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 29 de jun. 2022.

BRAZ, E. M.; DE MATTOS, P. P.; CANETTI, A. **Manejo de espécies madeireiras da Floresta Amazônica: critérios e procedimentos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. Folheto. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1136593>>. Acesso em: 01 de mar. 2023.

BRAZ, E. M.; d' OLIVEIRA, M. V N. **Planejamento da extração madeireira dentro de critérios econômicos e ambientais**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001, Circular Técnica n° 39.

BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. P. DE; et al. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 137-145, 2012.

CABRITA, D. M. D. **Métodos multivariados para variáveis qualitativas: aplicação ao estudo de variáveis associadas com a avaliação na disciplina de Matemática de uma escola do Ensino Básico no Concelho de Vila Nova de Gaia**. 156 f. Dissertação (Mestrado em Estatística Computacional). Universidade Aberta, Lisboa, 2012.

CALDAS, M. V. DE A.; VEIGA-NETO, A. R.; GUIMARÃES, L. G. DE A.; CASTRO, A. B. C. DE; PEREIRA, G. R. B. Greenwashing in environmental marketing strategy in the brazilian furniture market. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 3, p. e225336, 2021.

CALHAU, L. B. Efetividade da tutela penal do meio ambiente: a busca do “ponto de equilíbrio” em direito penal ambiental. **Revista Jurídica: UNIJUS**, Uberaba, v.8, n. 8, p. 153-160, 2005.

CAPANEMA, V. P.; ESCADA, M. I. S.; ANDRADE, P. R.; LANDINI, L. G. Assessing logging legislation parameters and forest growth dissimilarities in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 513, p. 120170, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120170>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

CAPELLI, S. *In dubio pro natura*. **Revista do Ministério Público do RS**, Porto Alegre, n. 89, p. 111-136, 2021.

CASTAÑEDA, F. Criteria and indicators for sustainable forest management: international processes, current status and the way ahead. **Unasyuva**, Rome, vol. 51, n. 203, p. 34-40, 2000.

CARNEIRO FILHO, A.; MANZI, A.; SANTOS, J.; ROCHA, R. M.; HIGUCHI, N. A floresta e o clima. *In: A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental*. HIGUCHI, M. I. G.; HIGUCHI, N. (editores). Manaus: INPA; Brasília: CNPq, 2004, p.73-92.

CARVALHO, M. S., CÂMARA G. Análise de eventos pontuais. *In* DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO; A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: EMBRAPA, 2004. p. 55-75.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Um projeto para a Amazônia no século 21: desafios e contribuições**. Brasília, DF: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2009.

CHAPMAN, C.A.; CHAPMAN, L.J. Unfavorable successional pathways and the conservation value of logged tropical forest. **Biodiversity and conservation**. Netherlands, v. 13, n. 11, p. 2089–2105, 2004.

CHATFIELD, C.; COLLINS, A. J. **Introduction to multivariate analysis**. London: Chapman and Hall, 1980.

COVEY, K.; SOPER, F.; PANGALA, S.; et al. Carbon and Beyond: The Biogeochemistry of Climate in a Rapidly Changing Amazon. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 4, n. 618401, p. 1-20, 2021.

DA SILVA, J. C.; DE ALMEIDA, A. N.; POMPERMAYE, R. D. S. Análise estratégica do manejo florestal na Amazônia brasileira. **Floresta**, v. 44, n. 3, p. 341, 2014.

DE AVILA, A. L.; SCHWARTZ, G.; RUSCHEL, A. R.; et al. Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 385, p. 225–235, 2017.

DE ARAÚJO, P. C. R.; MELO, L. O.; SILVA, U. S. C; CARDOSO, C. C.; SOUSA, L. K. V. S. Impacto da exploração florestal na estrutura e dinâmica de uma área submetida a manejo florestal na floresta nacional do Tapajós, Pará. In: SEMINÁRIO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, 1., 2011, Santarém. **Anais...** Santarém: ICMBIO. Floresta Nacional do Tapajós, 2011. p. 97-103.

DEARMOND, D.; EMMERT, F.; PINTO, A. C. M.; LIMA, A. J. N.; HIGUCHI, N. A Systematic Review of Logging Impacts in the Amazon Biome. **Forests**, v. 14, n. 1, p. 81. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/f14010081>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

DEARMOND, D.; FERRAZ, J. B. S.; MARRA, D. M.; AMARAL, M. R. M.; LIMA, A. J. N., HIGUCHI, N. Logging intensity affects growth and lifespan trajectories for pioneer species in Central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 522, p. 120450, 2022.

DELMAS, M. A.; BURBANO, V. C. The drivers of greenwashing. **California Management Review**, v. 54, n. 1, p. 64-87, 2011.

DIONISIO, L. F. S. Efeitos a médio prazo da exploração seletiva no crescimento, mortalidade e recrutamento de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. em uma floresta mazônica. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 125, 2020. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr125/2318-1222-scifor-48-125-e3154.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Espécies arbóreas da Amazônia**. Belém, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/especies-arbo-reas-da-amazonia/manilkara-huberi-ducke-chevalier>> Acesso em: 22 de ago. 2023.

EMMERT, F. **Combinação de dados de campo e métodos computacionais para o planejamento da exploração florestal na Amazônia**. 190 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2014.

ENGEL, V. L.; FONSECA, R. C. B.; DE OLIVEIRA, R. E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

EUROPEAN UNION AGENCY FOR LAW ENFORCEMENT COOPERATION (EUROPOL). **Environmental Crime**. Netherlands, 2022. Disponível em: <<https://www.europol.europa.eu/crime-areas-and-statistics/crime-areas/environmental-crime>>. Acesso em: 06 de mar. 2023.

EVANS, J. **The Forests Handbook**. Oxford, United Kingdom: Blackwell Science Ltd, 2001.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L. da; CHAN, B. L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERREIRA, M. V. da SILVA. **Avaliação econômica do manejo florestal em floresta de terra firme na Amazônia brasileira com aplicação de silvicultura pós-colheita**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012.

FIELD, A. **Descobrimos a Estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of the World's Forests 2018: Forests pathways to sustainable development**. Rome: FAO, 2018. Relatório.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of the World's Forests 2022: Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies**. Rome: FAO, 2022. Relatório.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC). **Avaliação Nacional de Risco para o Brasil**. v.1. Brasil: FSC, 2019. Relatório.

FURTADO, S. C. **Dinâmica de uma floresta sob regime de manejo sustentável em escala empresarial na Amazônia Ocidental**. 88 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

GARRETT, R. D.; CAMMELLI, F.; FERREIRA, J.; LEVY, S. A.; VALENTM, J.; VIEIRA, I. Forests and Sustainable Development in the Brazilian Amazon: History, Trends, and Future Prospects. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 46, n. 1, p. 625–652, 2021.

GAYOT, M.; SIST, P. Vulnerabilité des espèces de maçaranduba face à l'exploitation en Amazonie brésilienne: nouvelles normes d'exploitation à définir. **Bois et Forêts des Tropiques**, v. 2, n. 280, p. 75-90, 2004.

GIBSON, L.; LEE, T. M.; KOH, L. P.; et al. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, London, v. 478, n. 7369, p. 378–381, 1 oct. 2011.

GONTIJO, A. B.; RODRIGUES, J. S.; SANTANA, C. S. F.; MENEZES, N. A.; BARBOSA, L. L.; CORADIN, V. R.; LISI, C. S. Chave de identificação 'Madeiras Comerciais do Brasil' (Versão Android). In: FÓRUM DE ANATOMISTAS DE MADEIRA DA AMAZÔNIA, 1º, 2017, Belém. **Anais...** Belém: Universidade do Estado do Pará, 2017. v. 1. p. 1-1.

GREENPEACE. **Árvores Imaginárias, Destruição Real: como a fraude no licenciamento e a exploração ilegal de Ipê estão causando danos irreversíveis à Floresta Amazônica**. Brasil: Greenpeace, 2018. p. 25. Relatório.

GREENPEACE. **The Amazon's silent crisis: logging regulation & 5 ways to launder**. São Paulo: Greenpeace, 2014, p. 4. Relatório.

HAIR, Jr. J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAWTHORNE, W. D.; SHEIL, D.; AGYEMAN, V. K.; ABU JUAM, M.; MARSHALL, C. A. M. Logging scars in Ghanaian high forest: towards improved models for sustainable production. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 271, p. 27-36, 2012.

HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazonica**, v. 24, n. 3-4, p. 275- 288, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Instrução normativa nº 21, de 24 de dezembro de 2014. Institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, ed. 249, 24 dez. 2014. Seção 1, p. 102. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/sinaflor/2018/2018-06-13-ibama-IN-IBAMA-21-24-12-2014-SINAFLO-DOF-compilada.pdf>>. Acesso em: 13 de mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Instrução Normativa nº 10, de 08 de maio de 2015. Definir procedimentos de organização física de produtos florestais madeireiros para fins de controle do rastreamento de produtos oriundos de PMFS. **Diário Oficial de União**, Brasília, n. 88, 12 de mai. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA ABROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Diagnóstico de delitos ambientais 2021**. Brasília, DF: Diretoria de Proteção Ambiental/IBAMA, 2021. p. 220. Relatório.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Manual de vistoria de campo para planos de manejo florestal madeireiro na Amazônia**. Brasília, DF: IBAMA/EMBRAPA, 2006. 2ª ed. p. 107. Manual de vistoria.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Painel analítico da gestão da madeira - exportações**. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/flora-e-madeira/paineis-analiticos-da-gestao-madeireira-1>>. Acesso em: 22 de ago. 2023.

INSTITUTO DO HOMEM E DO MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). **Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex): Mapeamento da exploração madeireira na Amazônia - agosto 2019 a julho 2020**. Belém: Imazon, Idesam, Imaflora e ICV, 2021. p. 1. Relatório.

INSTITUTO FLORESTA TROPICAL (IFT). **Manejo Florestal e Exploração de Impacto Reduzido em Florestas Naturais de Produção da Amazônia**. Belém: IFT, 2012. p. 32. Informativo Técnico do IFT 1.

INTERNATIONAL CONSORTIUM OF INVESTIGATIVE JOURNALISTS (ICIJ). **Environmental auditors approve green labels for products linked to deforestation and authoritarian regimes**. Washington: Deforestation Inc., 2023. Disponível em: <<https://www.icij.org/investigations/deforestation-inc/auditors-green-labels-sustainability-environmental-harm/>>. Acesso em: 31 mar. 2023.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (ITTO); INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (IUCN). **Guidelines for the conservation and sustainable use of biodiversity in tropical timber production forests**: ITTO Policy Development Series n° 17. Yokohama: International Tropical Timber Organization, 2009.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (JBRJ). **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

JOHANSEN, B. E. **Eco-hustle!: global warming, greenwashing, and sustainability**. Santa Barbara, CA: Praeger, 2015.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.

JOHNS, J. S.; BARRETO, P.; UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 89, p. 59-77, 1996.

KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. J. **Finding groups in data: an introduction to cluster analysis**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

KEMP, R. H. The conservation of genetic resources in managed tropical Forest. **Unsylva**, Rome, vol. 43, n. 169, p. 34-40, 1992.

KLEINSCHMIT, D.; FERRAZ ZIEGERT, R.; WALTHER, L. Framing Illegal Logging and Its Governance Responses in Brazil: A Structured Review of Diagnosis and Prognosis. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 4, p. 624072, 2021.

KOEHLER, H. S.; BEHLING, A. Análise multivariada aplicada à pesquisa florestal: análise de agrupamentos. 2022. Apresentação.

LATTIN, J. M.; CARROLL, J. D.; GREEN, P. E. **Análise de Dados Multivariados**. Tradução: Harue Avritscher. São Paulo: Cengage Learning, 2011. Original em inglês.

LEITE-FILHO, A. T.; SOARES-FILHO, B. S.; DAVIS, J. L.; ABRAHÃO, G. M.; BÖRNER, J. Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 2591, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41467021-22840-7>>. Acesso em: 31 mar. 2023.

LENTINI, M.; ANDRADE, M.; NUNES, F.; SANTOS, H. **Amazonas, o gigante florestal brasileiro: desafios e oportunidades para o uso e a conservação das florestas naturais de produção**. Piracicaba: IMAFLORA, 2021. p. 20. Boletim Timberflow, n. 5.

LIMA, R. M.; FERREIRA, J. C. D. S.; TEIXEIRA, M. A. D. Crimes verdes e colarinho branco: a máfia da madeira na Amazônia ocidental, uma violação aos direitos humanos. **Revista Quaestio Iuris**, v. 11, n. 04, p. 3148-3172, 2018. Disponível em: <[doi: 10.12957/rqi.2018.37444](https://doi.org/10.12957/rqi.2018.37444)>. Acesso em: 30 mar. 2023.

MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. **Base estatística para estudos ecológicos: a ligação entre as questões e as análises**. Londrina: Editora Planta, 2003.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P.; ALFONSO, V. A. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1983.

MALHI, Y. et al. Tropical Forests in the Anthropocene. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 39, n. 1, p. 125–159, 17 Oct. 2014.

MALHI, Y. The productivity, metabolism and carbon cycle of tropical forest vegetation: Carbon cycle of tropical forests. **Journal of Ecology**, London, v. 100, n. 1, p. 65–75, Jan. 2012.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Tradução: Laura Bocco. Porto Alegre: Bookman, 2006. Original em inglês.

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 3, p. 1033–1050, 2016.

MARENGO, J. A.; SOUZA, C. M.; THONICKE, K.; et al. Changes in Climate and Land Use Over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trends. **Frontiers in Earth Science**, v. 6, n. 228, p. 1-21, 2018.

MARRIOTT, F.H.C. **The interpretation of multiple observations**. New York: Academic Press, 1974.

MATOS, D. A. S.; RODRIGUES, E. C. **Análise Fatorial**. Brasília: ENAP, 2019.

MEYER, P.; AMMER, C. Forest management. In: Wohlgemuth, T., Jentsch, A., Seidl, R. (Ed.). **Disturbance Ecology**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 315-347. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-98756-5_14>. Acesso em: 16 mar. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 002, de 18 de março de 2009. Define as formações vegetais primárias e secundárias no Estado do Paraná. **Diário Oficial de União**, Brasília, 21 de mar. 1994.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados em Planos de Manejo Florestal Sustentável. **Diário Oficial de União**, Brasília, n. 26, 06 de fev. 2009. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=578>. Acesso em: 28 mar. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 4, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável. **Diário Oficial de União**, Brasília, 13 de dez. 2006. Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0004-111206.PDF>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de PMFS na Amazônia Legal. **Diário Oficial de União**, Brasília, 13 de dez. 2006. Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0004-111206.PDF>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

MOREIRA, I. V. D. **Vocabulário básico de meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – Feema; Petrobras, Serviço de Comunicação Social, 1992.

NASCIMENTO, I. S. **Análise fatorial exploratória aplicada à escala de depressão em idosos**. 99 f. Monografia (Bacharelado em Estatística) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

NELLEMANN, C.; HENRIKSEN, R.; KREILHUBER, A.; et al. (ORGS.). **The rise of environmental crime: a growing threat to natural resources, peace, development and security**. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme, 2016.

NOGUEIRA, E. M.; MARTINS, A. L. U. Cadastro ambiental rural como ferramenta de gestão ambiental: o município de Lábrea/AM como estudo de caso. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 60, p. 655-667, 2022. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/74383>>. Acesso em: 8 mai. 2023.

NOVAK, R. S. **Estudo das alterações em uma análise fatorial exploratória quando dados normais multivariados são dicotomizados**. 272 f. Tese (Doutorado) – Setores de Tecnologia e de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós**. 195 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura - Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PAFFARINI, J.; COLOGNESE, M. M. F.; HAMEL, E. H. A insuficiência da responsabilidade socioambiental empresarial na perspectiva do desenvolvimento sustentável. **Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 55-75, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.25246/direitoedesenvolvimento.v8i2.541>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

PERAZZONI, F.; BACELAR-NICOLAU, P.; PAINHO, M. Geointelligence against Illegal Deforestation and Timber Laundering in the Brazilian Amazon. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 6, p. 398, 2020.

PEREIRA, D. C. P. **Produção e rendimento da exploração em florestas públicas e privadas na Amazônia Oriental**. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2020.

PETROKOFISKY, G.; SIST, P.; BLANC, L.; DOUCET, J. L.; FINEGAN, B.; GOURLET-FLEURY, S.; HEALEY, J. R.; LIVOREIL, B.; NASI, R.; PEÑA CLAROS, M.; PUTZ, F. E.; ZHOU, W. Comparative effectiveness of silvicultural interventions for increasing timber production and sustaining conservation values in natural tropical production forests. A systematic review protocol. **Environmental Evidence**, v. 4, n. 1, p. 8, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13750-015-0034-7>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

PIMM, S. L.; RAVEN, P. Biodiversity: Extinction by Numbers. **Nature**, London, v. 403, n. 6772, p. 843–845, Feb. 2000.

PUTZ, F. E.; ZUIDEMA, P. A.; SYNNOTT, T.; PEÑA-CLAROS, M.; PINARD, M. A.; SHEIL, D.; VANCLAY, J. K.; SIST, P.; GOURLET-FLEURY, S.; GRISCOM, B.; PALMER, J.; ZAGT, R. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, n. 4, p. 296-303, 2012. DOI.org/10.1111/j.1755263X.2012.00242x.

QUINTAL, G. M. C. C. **Análise de clusters aplicada ao Sucesso/Insucesso em Matemática**. 166 f. Dissertação (Mestrado em Matemática). Universidade da Madeira, Funchal, 2006.

RODRIGUES, N. M. M.; ROMÃO, A. L.; RODRIGUES, A. C.; SILVA E SILVA, W. L.; ILKIU-BORGES, F. Espécies conhecidas como “maçaranduba” no Brasil. In: FÓRUM DE ANATOMISTAS DE MADEIRA DA AMAZÔNIA, 1., 2017, Belém. **Anais...** Campinas: Galoá, 2017.

ROZENDAAL, D. M. A.; SOLIZ-GAMBOA, C. C.; ZUIDEMA, P. A. Timber yield projections for tropical tree species: the influence of fast juvenile growth on timber volume recovery. **Forest Ecology and Management**. Netherlands, v. 259, p. 2292-2300, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.02.030>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SABOGAL, C.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; ZWEEDE, J.; PUERTA, R. **Diretrizes técnicas de manejo para a produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira**. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

SANTOS DE LIMA, L., MERRY, F., SOARES-FILHO, B., OLIVEIRA, R. H., DOS SANTOS D. C., BAUCH, M. A. Illegal logging as a disincentive to the establishment of a sustainable forest sector in the Amazon. **PLoS ONE**. v.13, n.12, 2018.

SANTOS, dos J.; HIGUCHI, N.; RIBEIRO, R. J.; SILVA, R. P. da.; ROCHA, R. M. Sustentabilidade na produção de madeira dura tropical. **Revista Silvicultura**, São Paulo, v. 83, p. 32-37, 2000.

SANTOS, R. D. O.; GORGULHO, B. M.; CASTRO, M. A. D.; et al. Principal Component Analysis and Factor Analysis: differences and similarities in Nutritional Epidemiology application. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190041, 2019. DOI.10.1590/1980-549720190041.

SCHMITT, J. **Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia**. 188 f. Tese (Doutorado em em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SCHMUCK, D.; MATTHES, J.; NADERER, B. Misleading consumers with green advertising? An affectreason-involvement account of greenwashing effects in environmental advertising. **Journal of Advertising**, v. 47, n. 2, p. 127-145, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/00913367.2018.1452652>>. Acesso em: 31 mar. 2023.

SCHULZE, M.; VIDAL, E.; GROGAN, J.; ZWEEDE, J.; ZARIN, D.. As melhores práticas e normas de manejo atuais não sustentarão a produção de madeira nas florestas da Amazônia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 214, p. 66-69, 2005.

SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL DO BRASIL (SRFB). **Sistema de Cálculo de Acréscimos Legais**. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://sicalc.receita.economia.gov.br/sicalc/selic/consulta>>. Acesso em: 04 abr. 2023.

SEN, M. Forests: At the Heart of a Green Recovery from the COVID-19 Pandemic. **United Nations**, 2020. Disponível em: <<https://www.un-ilibrary.org/content/papers/27081990/23>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

SESSIONS, J. **Forest Road Operations in the Tropics**. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

SIST, P.; FERREIRA, F.N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 243, p. 199–209, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.02.014>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

SIST, P.; PEÑA-CLAROS, M.; CALLES, J.; DERROIRE, G.; KANASHIRO, M.; ORTEGA, K.; PIPONIOT, C.; ROOPSIND, A.; VERÍSSIMO, A.; VIDAL, E.; WORTEL, V., PUTZ, F. **Forest management for timber production and forest landscape restoration in the Amazon: The way towards sustainability**. The Amazon We Want, 2023. Relatório técnico.

SIST, P.; PIPONIOT, C.; KANASHIRO, M.; PENA-CLAROS, M.; PUTZ, F. E.; SCHULZE, M.; VERISSIMO, A.; VIDAL, E. Sustainability of Brazilian forest concessions. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 496, p. 1-8, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119440>>. Acesso em: 10 set. 2021.

SMITH, C.; BAKER, J. C. A.; SPRACKLEN, D. V. Tropical deforestation causes large reductions in observed precipitation. **Nature**, 2023. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41586-022-05690-1>>. Acesso em: 2/3/2023.

SOUSA, F. O. B. D. Autonomização do cadastro ambiental rural (CAR): a nova face do roubo de terras. **RURIS** (Online), Campinas, v. 13, n. 2, p. 222–243, 2022.

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. S. **Using multivariate analysis**. New York: HarperCollins College Publishers, 1996.

TACCONI, L.; CERUTTI, P. O.; LEIPOLD, S.; RODRIGUES, R. J.; SAVARESI, A.; TO, P.; WENG, X. Defining illegal forest activities and illegal logging. In: **Illegal Logging and Related Timber Trade – Dimensions, Drivers, Impacts and Responses. A Global Scientific Rapid Assessment Report**. Vienna: IUFRO, 2016. p. 23–35.

THE INTERNATIONAL CRIMINAL POLICE ORGANIZATION (INTERPOL). **Global Forestry Enforcement: Strengthening Law Enforcement Cooperation Against Forestry Crime**. 2019. Disponível em: <<https://www.interpol.int/Crimes/Environmental-crime/Forestry-crime>>. Acesso em: 02 de jul. 2022.

THE INTERNATIONAL CRIMINAL POLICE ORGANIZATION (INTERPOL). **Illegal logging in Latin America and Caribbean inflicting irreversible damage**. 2022. Disponível em: <<https://www.interpol.int/News-and-Events/News/2022/Illegal-logging-in-Latin-America-and-Caribbean-inflicting-irreversible-damage-INTERPOL>>. Acesso em: 11 de dez. 2023.

TONI, F. **Gestão florestal na Amazônia brasileira: avanços e obstáculos em um sistema federalista**. La Paz: CIFOR, IDRC, 2006.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Auditoria operacional realizada com o objetivo de avaliar o processo sancionador ambiental no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. TC-038.685/2021-3. Brasília: TCU, 2022. p. 49. Auditoria.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITÓRIOS (TJDFT). Desconhecimento da lei. **Direito Fácil**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/campanhas-e-produtos/direito-facil/edicao-semanal/desconhecimento-da-lei#>> Acesso em: 27 mar. 2023.

TUDISCO, M. G. Bem jurídico difuso e crimes ambientais. **Revista jurídica ESMP-SP**, São Paulo, v.10, p. 41-76, 2016.

UEDA, R. M.; SOUZA, A. M.; MENEZES, R. M. C. P. How macroeconomic variables affect admission and dismissal in the Brazilian electro-electronic sector: A VAR-based model and cluster analysis. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 557, p. 124872, 2020. DOI.org/10.1016/j.physa.2020.124872.

UHL, C.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; BARROS, A. C.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; SOUZA, C. **Uma abordagem integrada de pesquisa sobre o manejo dos recursos naturais na Amazônia: A Expansão Madeireira na Amazônia**. 2. ed. Belém, Pará: Imazon, p. 143. 2002.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Environmental rule of law: first global report**. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2019.

URBINA, S. **Fundamentos da testagem Psicológica**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.

VALDIONES, A. P.; CARDOSO, B.; DAMASCENO, C.; et al. **A Evolução do setor madeireiro na Amazônia entre 1980 e 2020 e as oportunidades para o seu desenvolvimento inclusivo e sustentável na próxima década**. Belém, PA: Imazon: Imaflora: ICV: IDESAM, 2022.

VAN GARDINGEN, P.R.; MCLEISH, M.J.; PHILLIPS, P.D.; FADILAH, D.; TYRIE, G.; YASMAN, I. Financial and ecological analysis of management options for logged-over Dipterocarp forests in Indonesian Borneo. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 183, p. 1-29, 2006. Disponível em: [http:// dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00097-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00097-5). Acesso em: 22 mar. 2023.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 19, n. 38, p. 13-44, jan./jun. 2014.

VIDIGAL, B. C. **Avaliação de agrupamentos em mistura de variáveis**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. 215 f. Monografia (Especialização em Estatística) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VIDAL, E.; JOHNS, J.; GERWING, J.J.; BARRETO, P.; UHL, C. Vine management for reduced impact logging in eastern Amazonia. **Forest ecology and management**, n. 98, p. 105-114, 1997.

WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest ecosystems: Analysis at multiples scales**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2007.