

**UNIVERSIDADE ABERTA**



**INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, SUSTENTABILIDADE E AMAZÔNIA:  
Geointeligência aplicada à avaliação de Manejos Florestais Sustentáveis  
no Sul do Amazonas**

**Franco Perazzoni**

**Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento**

**2021**



**UNIVERSIDADE ABERTA**



**INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, SUSTENTABILIDADE E AMAZÔNIA:  
Geointeligência aplicada à avaliação de Manejos Florestais Sustentáveis  
no Sul do Amazonas**

**Franco Perazzoni**

**Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento**

**Tese orientada pela Professora Doutora Paula Bacelar Nicolau - UAb**

**Coorientador: Professor Doutor Marco Painho - NOVA IMS**

**2021**



## INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, SUSTENTABILIDADE E AMAZÔNIA:

### Geointeligência aplicada à avaliação de Manejos Florestais Sustentáveis no Sul do Amazonas

#### RESUMO

Em razão das próprias características da região Amazônica, realizar vistorias *in loco* com regularidade e frequência em todas as áreas licenciadas de manejo florestal (denominadas Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS), revela-se tarefa praticamente impossível, notadamente pelos custos, tempo e recursos exigidos. Nesses termos, a presente investigação objetivou: (i) analisar se e como a utilização das modernas tecnologias de geointeligência e análise dos dados constantes do sistema de controle da comercialização de produtos florestais (SisDOF) e de outras fontes oficiais, podem nos permitir conhecer a real situação da exploração florestal em áreas autorizadas pelo poder público; e (ii) verificar se PMFS localizados na Mesorregião Sul do Amazonas estão a ser executados em consonância com as respectivas normas ambientais. Para cada tipo de dado (espacial ou não-espacial), buscou-se utilizar métodos adequados de análise, o que resultou no estabelecimento de 22 critérios de avaliação, aplicados, inicialmente, a um PMFS “padrão” e posteriormente replicados para um total de 83 PMFS situados na Mesorregião Sul do Amazonas. Os resultados obtidos são valiosos e animadores. A análise conjunta dos dados e informações espaciais (imagens satelitais, dados vetoriais dos polígonos autorizados, rios, áreas protegidas etc.) e não-espaciais (SisDOF e outras fontes oficiais) permitiram uma melhor compreensão e avaliação do contexto de cada PMFS, sobretudo quanto à indícios de existência de transação comercial e/ou transporte simulados no SisDOF apenas para legalizar produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas. Verificou-se, ainda, que o modelo matemático proposto pela Lei de Benford já há muito utilizado para a detecção de fraudes econômicas e financeiras, pode se revelar útil, também, à detecção de possíveis fraudes em inventários florestais.

**Palavras-Chave:** Amazônia; Desmatamento; *Big Data*; Geointeligência; Lei de Benford.



**GEOGRAPHICAL INFORMATION, SUSTAINABILITY AND AMAZONIA:**  
**Geointelligence applied to the evaluation of Sustainable Forest Management  
Areas in the South of Amazonas**

***ABSTRACT***

Due to the characteristics of the Amazon region, conducting regular and frequent on-site surveys in all licensed forest management areas (known as Sustainable Forest Management Plans - PMFS) proves to be an almost impossible task, notably for its costs, time and the resources required. Therefore, the present investigation aimed to: (i) analyze whether and how the use of modern geointelligence technologies and analysis of data contained in the Forest Products Trading Control System (SisDOF) and other official sources can enable us to know the real situation of logging areas authorized by the government; and (ii) verify if the PMFS located in the Southern Amazonas Mesoregion are being executed in accordance with the respective environmental standards. For each type of data (spatial or non-spatial), appropriate analysis methods were used, which resulted in the establishment of 22 evaluation criteria, initially applied to a “standard” PMFS and subsequently replicated for a total of 83 PMFS located in the Southern Amazonas Mesoregion. The results obtained are valuable and encouraging. The combined analysis of spatial information and data (satellite imagery, vector data of authorized polygons as also rivers, protected areas etc.) and non-spatial (SisDOF and other official database sources) allowed a better understanding and assessment of the context of each PMFS, especially as evidence of simulated commercial and/or transportation transactions in SisDOF to legalize forest products extracted illegally from other areas. During the investigation, it has also been found that the mathematical model known as Benford’s Law, which has long been used for the detection of economic and financial frauds, may be useful for detecting possible frauds related to forest inventories.

**Keywords:** Amazon; Deforestation; Big Data; Geointelligence; Benford’s Law.



## AGRADECIMENTOS

Desde o início deste doutoramento, contamos com o apoio inestimável de diversas pessoas e instituições, sem os quais jamais teríamos chegado até aqui. Cada um, a seu modo, é também coautor desta tese.

Aos meus orientadores, Professora Doutora Paula Bacelar Nicolau (UAb) e Professor Doutor Marco Painho (UNL), não só pela paciência e compreensão, mas, sobretudo, por nos motivarem e guiarem até aqui.

Ao Professor Doutor Niro Higuchi (INPA), ao Eng.º Bruno Rodrigues e à Mil Madeiras Ltda., pela ajuda e disponibilização de dados do “PMFS-padrão”.

Ao Herbert, o mais dedicado perito criminal ambiental que conheço, pela ajuda.

Ao amigo Agostinho, pela revisão e sugestões, e aos colegas de trabalho, De Paula, Jaqueline, Camila, Mrozinsky, Garrido, Luiz Claudio, Danilo e Hilton, não apenas pela disponibilização de dados, painéis, fórmulas e documentos, mas, sobretudo, pela amizade, apoio e sugestões.

Aos analistas ambientais Egberto, Livia, Carolina, Luciano, Jair e Cabral em nome de quem estendemos nosso reconhecimento a todos aqueles que vestem verdadeiramente a camisa do IBAMA e do ICMBio em defesa do meio ambiente.

Ao Sandro e a toda equipe do CENSIPAM em Manaus, pelas imagens *Landsat*.

À Embaixada Italiana em Brasília (especialmente ao Coronel Francesco Fallica) e à Telespazio Brasil, pelas imagens *Cosmos Skymed*.

À equipe da *Carnegie Institution for Science (Claslite)* e ao pessoal do INPE (*TerraAmazon*), pela disponibilização de licenças gratuitas de seus *softwares*.

Aos DPFs Mauro Sposito, Sérgio Fontes, Marcelo Rezende e Alexandre Saraiva, pelos anos de dedicação no combate ao crime organizado na Amazônia.

Aos DPFs Claudio Gomes, Hugo e Vianey, pelo profissionalismo e confiança.

A todos os policiais, fiscais, cientistas e profissionais que, para muito além do estrito cumprimento do dever, e, inobstante os desafios e sacrifícios profissionais e pessoais, protegem a Amazônia e seus habitantes.

À família Gracie Barra: a arte une e aprimora o espírito, o esporte nos faz fortes.

À minha mãe, à minha irmã e à pequena Maria Clara, pelo carinho e suporte.

À minha esposa, pelo amor e ajuda inestimável. Palavras não bastam. Um beijo.

A Deus, por tudo.



## ÍNDICE GERAL

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
AGRADECIMENTOS .....	ix
ÍNDICE GERAL .....	vi
ÍNDICE DE TABELAS .....	xiii
INDICE DE FIGURAS .....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS .....	xix
INTRODUÇÃO .....	1
Justificação e objeto de estudo .....	1
Objetivos de Investigação .....	4
Metodologia de investigação .....	5
Estrutura do trabalho .....	8
CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	11
1.1 Exploração florestal na Amazônia: histórico e panorama atual .....	11
1.2 Manejo Florestal Sustentável como alternativa ao desmatamento ilegal .....	19
1.2.1 Manejo Florestal Sustentável vs. Atividades predatórias .....	19
1.2.2 Quando uma madeira amazônica é legal? .....	21
1.2.3 SisDOF – Sistema do Documento de Origem Florestal .....	28
1.2.4 O desmatamento ilegal como ramo do crime organizado .....	33
1.3 Informação geográfica e sustentabilidade: .....	40
1.3.1 Dados Geográficos e SIG .....	40
1.3.2 SIG, teledeteção e avaliação de PMFS .....	45
1.3.3 O que é Geointeligência (GEOINT)? .....	46
CAPÍTULO 2 - OPÇÕES METODOLÓGICAS .....	57
2.1 O Ciclo de Inteligência de Kahaner e sua aplicação em GEOINT .....	57
2.2 Planejamento (1ª fase) .....	63
2.2.1 Aspectos gerais da fase de planejamento .....	63
2.2.2 Caracterização e delimitação da área de Estudo: a Mesorregião Sul do Amazonas .....	63
2.2.3 Definição do PMFS “padrão” .....	68
2.2.4 Definição e solicitação dos recursos e dados necessários .....	73
2.3 Coleta (2ª Fase) .....	75
2.3.1 Aspectos gerais da fase de coleta .....	75
2.3.2 Obtenção, validação e organização dos dados .....	75
2.4 Processamento (3ª fase) .....	77
2.4.1 Aspectos gerais da fase de processamento .....	77
2.4.2 Definição de critérios, ferramentas e métodos .....	77
2.4.3 Criação do dataset definitivo .....	87
2.5 Análise (4ª fase) .....	100
2.5.1 Aspectos gerais da fase de análise .....	100
2.5.2 Análise integrada dos dados e produção GEOINT .....	101
2.5.3 Preparação para a disseminação da informação produzida .....	131

CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	139
3.1 Aspectos gerais dos resultados das análises GEOINT .....	139
3.2 Resultados das Análises de Dados Espaciais .....	140
3.2.1 Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas.....	140
3.2.2 Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas)..	141
3.2.3 Desmatamento no PMFS e/ou Áreas de Preservação Permanente .....	143
3.2.4 Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF .....	147
3.2.5 Exploração florestal posterior ao último DOF emitido .....	149
3.2.6 Exploração realizada fora dos limites poligonais.....	150
3.2.7 Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA .....	153
3.3 Resultados das Análise de Dados Não-Espaciais.....	153
3.3.1 Produto recebido fora do prazo de validade do DOF .....	153
3.3.2 DOFs cancelados.....	154
3.3.3 DOF emitido em época de chuvas .....	154
3.3.4 Volume declarado suspeito .....	155
3.3.5 Identidade de números (IP) entre emissor e comprador .....	155
3.3.6 Preço praticado abaixo de R\$ 66,00 m <sup>3</sup> .....	156
3.3.7 Volume declarado incompatível com a capacidade do veículo .....	157
3.3.8 Distância maior que 200 km.....	157
3.3.9 Velocidade de transporte maior que 40 km/h? .....	158
3.3.10 Autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF .....	158
3.3.11 Autuações por irregularidades na execução do PMFS .....	159
3.3.12 Indícios de irregularidades relacionadas ao inventário florestal .....	159
3.3.13 Volume comercializado total idêntico ao volume autorizado .....	159
3.3.14 Autuações por infrações trabalhistas .....	159
3.3.15 Intensidade de exploração acima de 25 m <sup>3</sup> /ha.....	160
3.4 Panorama geral e resumo dos resultados obtidos .....	160
CONCLUSÃO .....	163
BIBLIOGRAFIA .....	169
ANEXO I - FICHAS-RESUMO .....	181
ANEXO II - PLANILHA ELETRÔNICA.....	491
ANEXO III - TABELA SEFAZ-AM.....	495

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Trabalho escravo e desmatamento (MPT, 2019).....	16
Tabela 1.2: Fases de elaboração do PMF.....	25
Tabela 1.3: Dimensões espacial, temporal e temática.....	40
Tabela 1.4: Tipos de arquivos digitais utilizados em SIG.....	44
Tabela 1.5: Definição dos diferentes componentes da GEOINT (NGA,2006).....	47
Tabela 2.1: Modelo de Kahaner.....	58
Tabela 2.2: Fases e respectivas tarefas aplicadas à GEOINT.....	59
Tabela 2.3: Principais ilícitos contra a flora no Amazonas (IBAMA, 2018).....	66
Tabela 2.4: Definição geral de recursos e dados necessários à investigação.....	74
Tabela 2.5: Tipo de Dado vs. Método Aplicado.....	77
Tabela 2.6: Critérios de análise de PMFS.....	86
Tabela 2.7: Cronologia das atividades no PMFS (Mil Madeiras, 2019).....	103
Tabela 2.8: Espécies comercializadas no PMFS-padrão.....	123
Tabela 2.9: Dados RADAM de inventários florestais próximos.....	124
Tabela 2.10: Espécies comercializadas - m <sup>3</sup> /ha - R\$/ha.....	129
Tabela 2.11: <i>Checklist</i> PMFS-padrão x critérios de análise.....	130
Tabela 3.1: Principais IPs utilizados para transações no SisDOF.....	156
Tabela 3.2: Principais espécies comercializadas – m <sup>3</sup> /ha – R\$/m <sup>3</sup> .....	156
Tabela 3.3: Velocidade de transporte.....	158
Tabela 3.4: Frequência dos indícios de irregularidades constatados.....	160
Tabela 3.5: Frequência dos indícios de irregularidades constatados.....	161



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema gráfico da metodologia a ser empregada na tese.....	7
Figura 1.1: Amazônia Legal: dimensões e população (INPA, 2012).....	11
Figura 1.2: Desmatamento anual da Amazônia brasileira (INPE, 2020).....	13
Figura 1.3: Pátio de madeira no Amazonas (Polícia Federal, 2019).....	14
Figura 1.4: Índios isolados localizados na Amazônia (Museu do Índio, 2019).....	17
Figura 1.5: Índios isolados no Brasil (FUNAI, 2006).....	17
Figura 1.6: Renda bruta manejo florestal vs. madeira predatória e pecuária.....	20
Figura 1.7: Quadro-resumo dos fracassos da Agricultura na Amazônia.....	20
Figura 1.8: Áreas de Preservação Permanente.....	22
Figura 1.9: Reserva Legal: localização e percentual.....	23
Figura 1.10: Exemplo de propriedade rural situada na Amazônia.....	23
Figura 1.11: Exemplo de propriedade rural com PMF.....	27
Figura 1.12: Exemplos de ATPF e DOF.....	29
Figura 1.13: Dados constantes do DOF.....	30
Figura 1.14: Representação esquemática do comércio legal de madeira.....	31
Figura 1.15: Resumo esquemático do crime organizado que atua no desmatamento ilegal na Amazônia (Perazzoni, 2018:26).....	38
Figura 1.16: Mapa de casos de cólera produzido por John Snow (1854).....	42
Figura 1.17: Resumo esquemático de um SIG.....	43
Figura 1.18: Componentes da GEOINT (NGA, 2006).....	48
Figura 1.19: Imagens orbitais com sinais de exploração seletiva de produtos florestais.....	50
Figura 1.20: Arquivo vetorial da poligonal e informações do PMFS.....	51
Figura 1.21: Análise conjunta dos dados vetoriais, imagem e dados do PMFS....	52
Figura 2.1: Ciclo de Inteligência (Kahaner, 1997) e sua adaptação para a GEOINT (Meillón, 2008).....	59
Figura 2.2: Etapas I e II adaptadas ao modelo de Meillón (2008).....	62
Figura 2.3: GEOINT (adaptado de Meillón, 2008).....	63
Figura 2.4: Localização da Mesorregião Sul do Estado do Amazonas.....	64
Figura 2.5: Volumes de madeira comercializada entre 2014-18: Amazonas x MSA.....	65
Figura 2.6: Localização dos PMFS na Mesorregião Sul do Amazonas.....	66
Figura 2.7: Madeira comercializada (m <sup>3</sup> /ano) no Amazonas (2014-17).....	67
Figura 2.8: Tipo de origem dos produtos florestais - Amazonas (2014-17).....	67
Figura 2.9: Mesorregião Sul do Amazonas e PMFS (2014-17).....	68
Figura 2.10: Sede da Mil Madeiras/Precious Woods. Itacoatiara/AM.....	69
Figura 2.11: Madeira certificada da Mil Madeiras ( <i>Greenpeace</i> , 2019).....	69
Figura 2.12: PMFS da empresa Mil Madeiras (Mil Madeiras, 2018).....	70
Figura 2.13: Propriedades rurais que compõe o PMFS da Mil Madeiras (Mil Madeiras, 2018).....	70
Figura 2.14: Disposição das UPA que integram o manejo florestal da Mil Madeiras (Mil Madeiras, 2018).....	71
Figura 2.15: Volume de madeira comercializada vs. mês/ano.....	81
Figura 2.16: Procedimento composição RGB (ESRI, 2019).....	88
Figura 2.17: Exemplos de composições RGB (INPE, 2019).....	89
Figura 2.18: Procedimento MTCU através do software CLASlite (CIS, 2013).....	90

Figura 2.19: Resultados obtidos com o MTCU.....	90
Figura 2.20: Cálculo de NDVI (Integraldrones, 2019). .....	91
Figura 2.21: Cálculo de MLME (Plaza <i>et al.</i> , 2009).....	92
Figura 2.22: Principais itens do <i>dashboard</i> elaborado para a análise de dados não-espaciais.....	93
Figura 2.23: Mapa de parcela da área de estudo, com destaque para alguns PMFS sobrepostos a áreas públicas protegidas. ....	94
Figura 2.24: Área de PMFS com corte raso em toda a sua extensão (2015). .....	95
Figura 2.25: Ausência de sinais de exploração em PMFS (2015-18). .....	95
Figura 2.26: Exemplos de dados do <i>dashboard</i> que apontam para possíveis irregularidades nas transações do SisDOF de um PMFS.....	96
Figura 2.27: Distribuição logarítmica do primeiro dígito, segundo Lei de Benford (1938).....	98
Figura 2.28: Comparativo valores SisDOF e RADAM vs. Lei de Benford. ....	98
Figura 2.29: Volume comercializado de <i>Tabebuia serratifolia</i> (ipê) x Lei de Benford (2012-18).....	100
Figura 2.30: Volume (m <sup>3</sup> ) / hectare de <i>Tabebuia serratifolia</i> (ipê) x Lei de Benford (2012-18) .....	100
Figura 2.31: PMFS-padrão vs. áreas protegidas.....	102
Figura 2.32: Identificação de infraestrutura por meio de imagem NDVI.....	103
Figura 2.33: Imagem <i>Landsat-8</i> (banda 4), de agosto de 2016, com a visão geral das UPAS exploradas entre os anos de 2013 e 2016, onde se verificam os diferentes estágios de regeneração da floresta e a compatibilidade da exploração florestal com PMFS.....	104
Figura 2.34: Imagem disponível no <i>Google Earth</i> obtida em 03/2001, referente à UPA do PMF em exploração naquele ano .....	104
Figura 2.35: Imagem disponível no <i>Google Earth</i> obtida em 07/2002, referente à mesma UPA do PMF da figura anterior .....	105
Figura 2.36: Imagem disponível no <i>Google Earth</i> obtida em 08/2013, referente à mesma UPA das figuras anteriores .....	105
Figura 2.37: Imagens <i>LandSat-8</i> (banda 4), com a visão geral da mesma UPA de figs. 2.34 a 2.36 (explorada em 2000/2001), durante os anos de 1999, 2000 e 2005 .....	106
Figura 2.38: Imagens <i>LandSat-8</i> (banda 4), com a visão geral da mesma UPA (explorada em 2000/2001), durante os anos de 2008, 2009 e 2011.....	106
Figura 2.39: Imagens de parte do PMFS-padrão (1993 e 2004).....	107
Figura 2.40: Desmatamentos ocorridos em área de preservação permanente do PMFS-padrão entre os anos de 1993 e 2004. ....	108
Figura 2.41: Exploração fora da poligonal do PMFS (agosto/2009).....	109
Figura 2.42: Exploração fora da poligonal do PMFS (agosto/2016).....	110
Figura 2.43: Relatório de áreas embargadas para o PMFS-padrão.....	111
Figura 2.44: Localização do embargo em nome do PMFS-padrão. ....	111
Figura 2.45: Produto recebido fora do prazo de validade (Amazonas x MSA)....	112
Figura 2.46: Percentual de DOFs fora da validade no PMFS-padrão. ....	112
Figura 2.47: DOFs cancelados (Amazonas x MSA).....	113
Figura 2.48: Percentual de DOFs cancelados no PMFS-padrão. ....	113
Figura 2.49: DOFs emitidos em época de chuvas (Amazonas x MSA).....	114

Figura 2.50: Percentual de DOFs emitidos no período de chuvas para o PMFS-padrão.....	114
Figura 2.51: Emissão de DOFs/mês para PMFS-padrão.....	114
Figura 2.52: Volume declarado suspeito (Amazonas x MSA).....	115
Figura 2.53: Percentual de DOFs com volume suspeito no PMFS-padrão.....	115
Figura 2.54: IP emissor igual a recebedor (Amazonas x MSA).....	116
Figura 2.55: DOFs com identidade entre IP emissor e comprador no PMFS-padrão.....	116
Figura 2.56: Preço abaixo do mínimo (Amazonas x MSA).....	117
Figura 2.57: Percentual de DOFs com valores abaixo de R\$ 66,00/m <sup>3</sup> no PMFS-padrão.....	118
Figura 2.58: Volume incompatível com o veículo (Amazonas x MSA).....	119
Figura 2.59: Percentual de DOFs com volume declarado incompatível com o veículo declarado no PMFS-padrão.....	119
Figura 2.60: Distância maior que 200 km (Amazonas x MSA).....	120
Figura 2.61: Percentual de DOFs com distância superior a 200 km no PMFS-padrão.....	120
Figura 2.62: Velocidade maior que 40 km/h (Amazonas x MSA).....	121
Figura 2.63: Percentual de DOFs com velocidade superior a 40 km/h no PMFS-padrão.....	121
Figura 2.64: Principais espécies comercializadas (Amazonas x MSA).....	122
Figura 2.65: Espécies mais comercializadas PMFS-padrão.....	123
Figura 2.66: Pontos de inventario florestal mais próximos (RADAM, 2018).....	124
Figura 2.67: Volume por espécie x Lei de Benford, em todo o AM (2014-18).....	124
Figura 2.68: Volume (m <sup>3</sup> ) espécie/ha x Lei de Benford (2014-18).....	125
Figura 2.69: Volume mensal por espécie x Lei de Benford (2014-18).....	125
Figura 2.70: Volume mensal (m <sup>3</sup> ) espécie/ha x Lei de Benford (2014-18).....	125
Figura 2.71: Volume de <i>Dinizia excelsa</i> x Lei de Benford (2014-18).....	126
Figura 2.72: Volume diário/ha de <i>Dinizia excelsa</i> x Lei de Benford (2014-18)....	126
Figura 2.73: Volume diário de <i>Hymenolobium modestum</i> x Lei de Benford (2014-18).....	126
Figura 2.74: Volume diário/ha de <i>Hymenolobium modestum</i> x Lei de Benford..	127
Figura 2.75: Soma dos valores de DAP (inventário 100%) x Lei de Benford.....	127
Figura 2.76: Consulta a autor de infração (STME,2019).....	128
Figura 2.77: Visão geral dos itens que compõem a ficha-resumo do PMFS-padrão.....	133
Figura 2.78: Itens que compõe a planilha eletrônica de controle (Anexo II).....	134
Figura 3.1: Sobreposição de PMFS com áreas protegidas.....	140
Figura 3.2: Sobreposição de PMFS com áreas protegidas.....	140
Figura 3.3: Existência de estradas e pátios, porém a intensidade do corte não é compatível com PMFS.....	141
Figura 3.4: Ausência de sinais de exploração, apesar da movimentação de 2.118,32 m <sup>3</sup> nos anos de 2013, 2014 e 2015.....	141
Figura 3.5: Desmatamento total da área anterior ao PMFS.....	142
Figura 3.6: Ausência de infraestrutura.....	142
Figura 3.7: Intensidade de corte incompatível com PMFS.....	143
Figura 3.8: Desmatamento atingiu áreas de APP.....	143
Figura 3.9: Desmatamento no interior do PMFS atingiu área de APP.....	144

Figura 3.10: Corte raso no interior e fora da poligonal do PMFS .....	144
Figura 3.11: Desmatamento em APP.....	144
Figura 3.12: Corte raso no interior do PMFS .....	145
Figura 3.13: Corte raso no interior do PMFS .....	145
Figura 3.14: Corte raso no interior e proximidades do PMFS .....	146
Figura 3.15: Corte raso no interior e proximidades do PMFS .....	146
Figura 3.16: Exploração no interior e entorno, antes do licenciamento.....	147
Figura 3.17: Presença de pátios, estradas e sinais de corte seletivo nas três propriedades já em agosto/2013, apesar da comercialização via SisDOF ter se iniciado em junho/2014 .....	147
Figura 3.18: Corte raso antes do licenciamento.....	148
Figura 3.19: Corte seletivo e raso no interior de FLONA .....	148
Figura 3.20: Corte raso de ~100 ha após emissão do último DOF .....	149
Figura 3.21: Exploração na área entre 2016, 2017 e 2018, após a última emissão de DOF em 2015.....	149
Figura 3.22: Exploração realizada fora dos limites da poligonal .....	150
Figura 3.23: Exploração realizada fora dos limites da poligonal .....	150
Figura 3.24: Exploração realizada fora dos limites da poligonal .....	151
Figura 3.25: Exploração realizada fora dos limites da poligonal. ....	151
Figura 3.26: Exploração realizada fora dos limites da poligonal. ....	152
Figura 3.27: Exploração realizada fora dos limites da poligonal .....	152
Figura 3.28: Exploração realizada fora dos limites da poligonal .....	153
Figura 3.29: Volume mensal comercializado pelos FIDs 4999 e 4936.....	155

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

**AM** - Estado do Amazonas

**APP** - Área de Preservação Permanente

**CPB** - Código Penal Brasileiro

**CIS** - *Carnegie Institution for Science*

**CLASlite** - *The Carnegie Landsat Analysis System*

**CONAMA** - Conselho Nacional de Meio Ambiente

**DELEMAPH** - Delegacia de Repressão a Crimes contra Meio Ambiente e Patrimônio Histórico

**DETER** - Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real

**DMAPH** - Divisão de Repressão a Crimes contra o Meio Ambiente e Patrimônio Histórico

**DOF** - Documento de Origem Florestal

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**FID** - *Feature Identification*

**FLONA** - Floresta Nacional

**FUNAI** - Fundação Nacional do Índio

**GEOINT** - Geointeligência

**GPS** - *Global Positioning System*

**IBAMA** - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**ICMBio** - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade

**IDH** - Índice de Desenvolvimento Humano

**IMAZON** - Instituto do Homem e da Amazônia

**INCRA** - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

**INPA** - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

**INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**IMINT** - Inteligência de Imagens (*Image Intelligence*)

**IPAAM** - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

**MFC** - Manejo Florestal Comunitário

**MJ** - Ministério da Justiça

**MLME** - Modelo Linear de Mistura Espectral

**MMA** - Ministério do Meio Ambiente

**MPT** - Ministério Público do Trabalho

**MSA** - Mesorregião Sul do Estado do Amazonas

**MTCU** - *Automated Monte Carlo Spectral Unmixing*

**STME** – Secretaria de Trabalho do Ministério da Economia

**NDVI** - *Normalized Difference Vegetation Index*

**PEF** - Plano de Exploração Florestal

**PF** - Polícia Federal

**PMFS** - Plano de Manejo Florestal Sustentável

**PRODES** - Programa de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia

**RADAM** - Projeto Radar da Amazônia

**RGB** - *Red, Green and Blue*

**RL** - Reserva Legal

**SIG** - Sistemas de informações Geográficas

**SisCOM** - Sistema Compartilhado de Informações Ambientais

**SisDOF** - Sistema de Controle do Documento de Origem Florestal

**TI** - Terra Indígena

**UC** - Unidade de Conservação

## INTRODUÇÃO

### ***Justificação e objeto de estudo***

“O setor madeireiro é um exemplo bem sugestivo para discutir e refletir sobre o conceito de desenvolvimento sustentável. Tanto a matéria-prima madeira, como todos os outros produtos que dependem do abrigo da floresta, têm tido uma forte interação com os seres humanos, desde o surgimento do gênero *Homo* neste planeta. Em todos os países, sem exceção, esta coexistência teve um início muito parecido; a floresta era usada para caça e coleta de outros produtos extrativistas, de lenha para energia e de material para moradias e outras construções. Com o aumento da população, o gênero *Homo* foi forçado a aprender a domesticar determinadas plantas e animais e, em função disso, a floresta transformou-se em obstáculo, sendo, invariavelmente, derrubada e queimada. Em consequência do mau uso das florestas, algumas civilizações praticamente desapareceram da face da Terra. Nos países tropicais, há quase dois séculos, o desafio da sustentabilidade da produção madeireira vem sendo tentada, somando mais fracassos do que sucessos” (Higuchi *et al.*, 2008).

A partir de 1980, a região amazônica assumiu a liderança na produção florestal no Brasil, passando a responder por cerca de 80% de toda a madeira consumida internamente e exportada pelo país, o equivalente a cerca de 25 milhões de metros cúbicos por ano (Angelo *et al.*, 2004).

O crescimento do mercado florestal amazônico decorre de múltiplos fatores, que vão desde a abertura de estradas, a partir da segunda metade do século passado, passando, obviamente, pelo esgotamento dos estoques florestais nas regiões Sul e Sudeste do país, mas, também e sobretudo, pelo fato de tal produto ali ser abundante e acessível a baixíssimos custos.

O estoque de madeira comercial da Amazônia é estimado em cerca de 4 bilhões de m<sup>3</sup> e a demanda mundial anual é de 60 milhões de m<sup>3</sup>. Com o esgotamento das reservas florestais na Ásia, a presença de empresários estrangeiros já começa a aumentar na Amazônia brasileira (Santos *et al.*, 2012). A maior parte desses recursos é consumida internamente e o Brasil ainda responde por uma ínfima parcela do comércio internacional de produtos florestais (cerca de 4% de toda a demanda mundial). A tendência, entretanto, é que, com o esgotamento das reservas florestais na Ásia, a Amazônia passe a sofrer uma maior demanda por parte do mercado externo (Revista da Madeira, 2001).

O grande desafio na Amazônia consiste, portanto, em substituir as ações ilegais e predatórias de nossos recursos naturais por ações sustentáveis igualmente lucrativas.

Nesse contexto, o manejo sustentável da floresta destaca-se como o principal caminho, urgente e necessário não apenas à manutenção da floresta em si, mas, sobretudo, à garantia da sadia qualidade de vida e sustentabilidade das populações amazônicas e de todos aqueles que sofrem direta ou indiretamente os efeitos do desmatamento ilegal naquela região.

É interessante registrar que, muito embora previsto, no ordenamento jurídico brasileiro, desde 1965 (art. 15 da Lei 4.771/65), o manejo florestal sustentável só veio a ser efetivamente regulamentado por meio do Decreto n.º 5.975 de 30 de novembro de 2006. Desde então, muito se avançou, mas, infelizmente, as estimativas oficiais apontam que, apesar dos inúmeros esforços realizados, tanto no que se refere à regulamentação do manejo florestal sustentável, quanto ao estabelecimento de mecanismos de controle e punição da exploração madeireira ilegal, ainda hoje, a exploração madeireira predatória chega até 80% de toda madeira extraída da Floresta Amazônica (Lentini *et al.*, 2005; Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia [Imazon], 2013).

Isso porque, conforme veremos oportunamente no capítulo 1, se, por um lado, a regulamentação do manejo florestal e, principalmente, a criação do Sistema de Controle do Documento de Origem Florestal - SisDOF, um sistema eletrônico de controle da comercialização de produtos florestais, que funciona à semelhança de uma conta bancária eletrônica, revelaram-se em grande avanço, por outro, é importante reconhecer que tal sistema também não é imune a fraudes. Com efeito, nos últimos anos, tem-se constatado que diversos proprietários e empresários do setor de manejo florestal e madeireiros não só extraem produtos florestais no interior de suas propriedades em quantidades superiores ou qualidade diversa do que fora estabelecido no licenciamento, mas também se utilizam dos créditos florestais junto ao SisDOF para legalizar produtos florestais extraídos em outras áreas, principalmente públicas.

Em outras palavras: um produto florestal, extraído ilegalmente, é “lavado<sup>1</sup>” (ou “legalizado”), por meio dos documentos desse Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), podendo, em seguida, ser livremente transportado e comercializado.

Por óbvio, nesse contexto, os habitantes tradicionais e indígenas são os mais prejudicados, pois vendem a madeira de suas áreas por preços irrisórios em volumes cada vez maiores para poder sustentar suas famílias.

Combater eficazmente o desmate ilegal na Amazônia depende, portanto, de um sutil, porém, complexo equilíbrio: proteger a floresta, mas gerar renda e qualidade de vida para todos os envolvidos, destacadamente os indígenas e os habitantes tradicionais.

Desse modo, fica clara a importância de se verificar a regularidade dos Planos de Manejo Florestal, principal fonte de créditos que, quando regularmente explorados, garantem o retorno financeiro àqueles que mantêm suas reservas florestais, porém, se utilizados para dar aparência legal a produtos florestais extraídos ilegalmente, não só representa uma fraude ao sistema de controle ambiental, mas também gera uma cadeia de ilícitos de proporções muito maiores que a propriedade em que se insere o PMF, prejudicando um número incalculável de pessoas todos os dias.

Infelizmente, em razão das próprias características da região amazônica, suas dimensões e dificuldades de acesso, a realização de vistorias e estudos *in loco*, em um número considerável de PMFS, revela-se tarefa praticamente impossível, notadamente pelos custos, tempo e recursos exigidos (Dittmar & Perazzoni, 2011). Por outro lado, tal verificação, conforme buscaremos demonstrar ao longo deste trabalho, é possível de ser realizada a partir de análises nas informações disponíveis no SisDOF e de técnicas de

---

<sup>1</sup> Veremos, oportunamente, que, diversamente do que ocorre na “lavagem de capitais” praticada pelo tráfico de drogas, nos crimes ambientais, o que se verifica é a “lavagem” do próprio bem ilícito, por meio da obtenção de documentos que lhe permitam a livre circulação e comércio. Tal fato ocorre porque os bens ambientais, com raras exceções, não são proibidos de serem comercializados (ao contrário das drogas proscritas, como a cocaína). Madeiras, pedras e metais preciosos, assim como animais silvestres, necessitam, na maioria das vezes, apenas de um atestado de origem lícita emitido pela autoridade competente. No caso da madeira brasileira, esse documento chama-se Documento de Origem Florestal (DOF).

geointeligência<sup>2</sup>, permitindo-nos concluir se um determinado PMFS está a ser utilizado para esse tipo de fraude, seja porque localizado em áreas sem o potencial madeireiro declarado, não passíveis de exploração (interior de áreas públicas ou protegidas), ou porque, ainda que possua o produto florestal, o mesmo não está a ser efetivamente explorado, sendo emitidos apenas os créditos para permitir a legalização, transporte e consumo de produtos ilegais de outras áreas.

### **Objetivos de Investigação**

Os objetivos desta investigação podem assim ser definidos:

- I) Analisar como a utilização das modernas tecnologias de geointeligência e análise dos dados constantes do sistema de controle da comercialização de produtos florestais (SisDOF) e de outras fontes oficiais podem permitir conhecer a real situação da exploração florestal em áreas autorizadas pelo poder público;
- II) Verificar se os PMFS da Mesorregião Sul do Amazonas (MSA) estão a ser executados em consonância com as respectivas normas ambientais, sendo, portanto, verdadeiramente sustentáveis, ou, então, estariam a servir à legalização da madeira ilegalmente extraída de outras áreas;
- III) Compreender e identificar as eventuais falhas procedimentais e legais no processo de licenciamento e fiscalização de PMFS, conhecendo melhor suas fraquezas, propondo, ao final, formas de combatê-las.

---

<sup>2</sup> A *National Geospatial-Intelligence Agency* dos Estados Unidos (NGA) define geointeligência (GEOINT) nos seguintes termos: “[...] exploração e análise de imagens e informação geoespacial para descrever, avaliar e visualizar as feições físicas e as atividades georreferenciadas no mundo” (NGA, 2006).

## ***Metodologia de investigação***

Conforme já mencionado, este estudo se volta à avaliação de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) na Mesorregião Sul do Estado do Amazonas (MSA).<sup>3</sup>

Tal verificação foi realizada a partir de técnicas de geointeligência<sup>4</sup> (GEOINT), fundamentadas na análise de dados geográficos (imagens de sensores orbitais, assim como dados vetoriais relacionados aos poligonais das áreas públicas e privadas, relevo, hidrografia etc.) e não-geográficos (principalmente documentos e bancos de dados de órgãos oficiais).

A análise das imagens e demais dados espaciais buscou, através dos diferentes métodos disponíveis, avaliar a atual situação da exploração florestal realizada nesses empreendimentos, identificando, dentre outros pontos: I) eventual sobreposição com áreas protegidas; II) onde e quando houve exploração florestal; III) qual o tipo e intensidade dessa exploração (corte raso, seletivo, abertura de estradas, pátios etc.); IV) suas dimensões; V) regularidade da exploração em relação ao polígono autorizado e às áreas de preservação permanente.

Por seu turno, a análise dos dados não-espaciais (documentos e bases de dados obtidas de órgãos públicos) permitiu a melhor compreensão de todo o contexto em que se insere a informação geográfica obtida na fase anterior, notadamente: I) se a referida exploração deu-se em área autorizada e, em caso positivo, se foi realizada em consonância com a respectiva autorização, suas condicionantes e limites; II) se o transporte e comercialização desses produtos florestais seguiu o respectivo trâmite legal (não apresenta inconsistências ou indícios de fraude), tendo sido a madeira efetivamente entregue ao destinatário informado; III) ou, se por outro lado, tais dados, quando analisados em conjunto com a informação espacial, indicam a existência de transação comercial e/ou transporte simulados nos respectivos

---

<sup>3</sup> As razões da escolha da referida área de estudo e suas principais características são objeto de oportuna exposição no Capítulo 2.

<sup>4</sup> As estratégias de recolha, tratamento e análise de todos esses dados foram fortemente influenciadas pelo modelo de GEOINT proposto por Meillón (2008), o qual será também abordado e detalhado devidamente no Capítulo 2.

sistemas apenas para legalizar produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas; IV) se a atividade, como realizada, pode ser considerada verdadeiramente sustentável e legal, assim como, em caso negativo, apresentar, ao final, possíveis soluções para os problemas detectados.

Vê-se, portanto, que a abordagem metodológica utilizada foi mista, pois, se, por um lado, muitos desses dados podem ser analisados sob uma perspectiva estritamente quantitativa<sup>5</sup>, por outro, a identificação de muitas das possíveis irregularidades ou indícios de ilícitos ambientais em PMFS<sup>6</sup>, assim, como a proposição de soluções a esses problemas, depende, necessariamente, de análises qualitativas.

Por óbvio, todos os métodos empregados e suas peculiaridades serão devidamente descritos no Capítulo 2, mas, apenas para fins de introdução, podemos, em apertada síntese, dizer que a metodologia empregada consistiu, basicamente, nos seguintes passos:

I) Definição, a partir de análise exploratória dos dados e imagens satelitais disponíveis, bem como dos laudos e relatórios provenientes da Polícia Federal (PF) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)<sup>7</sup>, de critérios que pudessem ser utilizados para a avaliação inicial de um PMFS “padrão”, ou seja, um empreendimento de manejo regularmente executado e sem indícios de qualquer tipo de fraude. Para tanto, utilizaremos imagens e dados de áreas de PMFS da empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda, primeira empresa do setor florestal, na Amazônia, a conquistar a certificação *Forest Stewardship Council (FSC)*, que atesta a origem da madeira e o emprego de boas práticas sociais e ambientais na floresta e seu entorno.

---

<sup>5</sup> Por exemplo: quantidade e dimensão das áreas desmatadas; prejuízos econômicos causados ao ambiente; valores dos produtos florestais no mercado doméstico e no mercado ilegal.

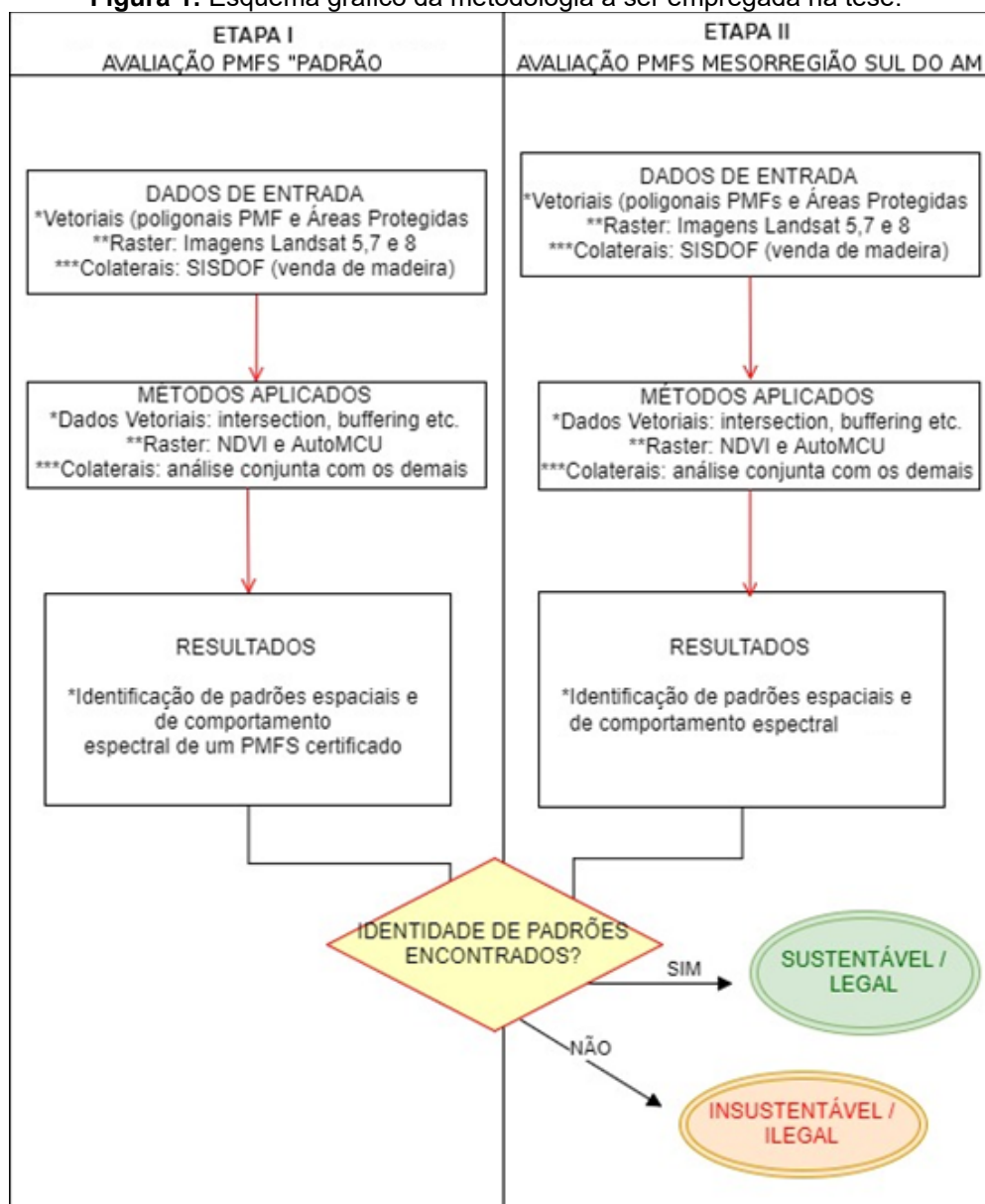
<sup>6</sup> A própria avaliação se uma constatação configura irregularidade ou indício, especialmente nos casos de suspeita de fraudes para a legalização de produtos florestais extraídos de outras áreas, é uma análise estritamente qualitativa.

<sup>7</sup> São, aproximadamente, 120 documentos que compõe investigações criminais e administrativas em curso ou finalizadas, entre os anos de 2010 e 2018, totalizando mais de 1.500 páginas, disponibilizadas ao aluno sob a condição de simples consulta e tabulação dos dados referentes ao tipo de irregularidade encontrada e sua frequência, conforme veremos oportunamente no Capítulo 2.

II) Aplicação desses mesmos critérios em relação aos demais PMFS a serem avaliados, permitindo-se, assim, a elaboração de um ranqueamento dos empreendimentos, conforme seu grau de adequação/inadequação às normas de manejo florestal e/ou indícios de fraudes constatados.

Em apertada síntese, portanto, o presente estudo se deu em duas etapas sucessivas e complementares, conforme figura 1 a seguir:

**Figura 1:** Esquema gráfico da metodologia a ser empregada na tese.



## ***Estrutura do trabalho***

O presente estudo encontra-se dividido em 03 capítulos.

No primeiro capítulo, faz-se o enquadramento teórico, apresentando-se os principais aspectos conceituais e gerais sobre a temática deste trabalho, notadamente: I) o histórico e panorama atual do desmatamento ilegal na região amazônica; II) o manejo florestal sustentável (PMFS) e seu papel como uma importante alternativa ao desmatamento ilegal; III) o que são e como funcionam os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e a Geointeligência (GEOINT) e de que forma podem ser utilizados na avaliação de PMFS.

No segundo capítulo, abordam-se as opções metodológicas, notadamente: I) a descrição e justificativa da escolha da área de estudo e do PMFS-padrão; II) a descrição da metodologia GEOINT empregada, fortemente influenciada pelo Ciclo de Inteligência de Kahaner (1997), posteriormente adaptado por Meillón (2008).

No terceiro, apresentam-se os resultados do estudo desenvolvido e sua discussão.

CAPÍTULO 1  
ENQUADRAMENTO TEÓRICO



## CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 1.1 Exploração florestal na Amazônia: histórico e panorama atual

A Amazônia brasileira é uma região de imensas dimensões (4,19 milhões de km<sup>2</sup>), o que equivalente a cerca de 50% de todo o território brasileiro e à soma das áreas totais de diversos países europeus, conforme ilustrado na figura 1.1.

Figura 1.1: Amazônia Legal: dimensões e população.



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2012.

A Amazônia também figura como assunto frequente nos meios de comunicação, sobretudo quanto às questões ambientais, o que se deve não apenas à diversidade e abundância de seus recursos naturais<sup>8</sup>, mas, infelizmente, também à gravidade dos impactos ambientais decorrentes de um grande mal que a assola: o desmatamento, especialmente o praticado de forma ilegal no interior de áreas protegidas, como Terras Indígenas e Unidades de Conservação.

Isso porque, se, por um lado, até meados dos anos 70, o volume de produtos florestais extraídos na Amazônia brasileira era bastante modesto, nas duas décadas seguintes, a região passou a ocupar a liderança na

<sup>8</sup> Estima-se o valor dos serviços ambientais da Amazônia entre US\$ 800 bilhões e US\$ 3 trilhões. O menor valor (US\$ 800 bilhões) foi atribuído pela investigadora brasileira Rosemeiry Portela em sua tese de doutoramento, em 2004 (Portela, 2004). Posteriormente, em 2010, ela refez seus cálculos, acrescentando dados referentes aos créditos de carbono e demais serviços ambientais a eles relacionados. Esse cálculo, mais completo, situa o valor da Amazônia entre US\$ 1,5 trilhões e US\$ 3 trilhões (Killeen & Portela, 2010).

produção de madeira do país, produzindo cerca de 80% de toda a madeira nele consumida (Angelo *et al.*, 2004).

Podemos dizer que a madeira amazônica passou por 3 diferentes fases: I) até a década de 1980, era considerada um subproduto de projetos agropecuários, ou seja, era explorada e aproveitada apenas como decorrente da abertura de novas áreas de pastagem ou lavoura, para a construção de cercas e benfeitorias e/ou vendida por preços baixos; II) entre os anos 1980 e meados dos anos 1990, era uma forma de subsídio indireto aos projetos agropecuários, substituindo financiamentos oficiais do governo, ou seja, o corte e a venda da madeira era uma forma de capitalização do proprietário rural que reinvestia o dinheiro adquirido; III) hoje, é um produto principal, muitas vezes sendo o único explorado em determinadas áreas e atingindo, no caso de espécies comerciais nobres, valores significativos (Higuchi *et al.*, 2008).

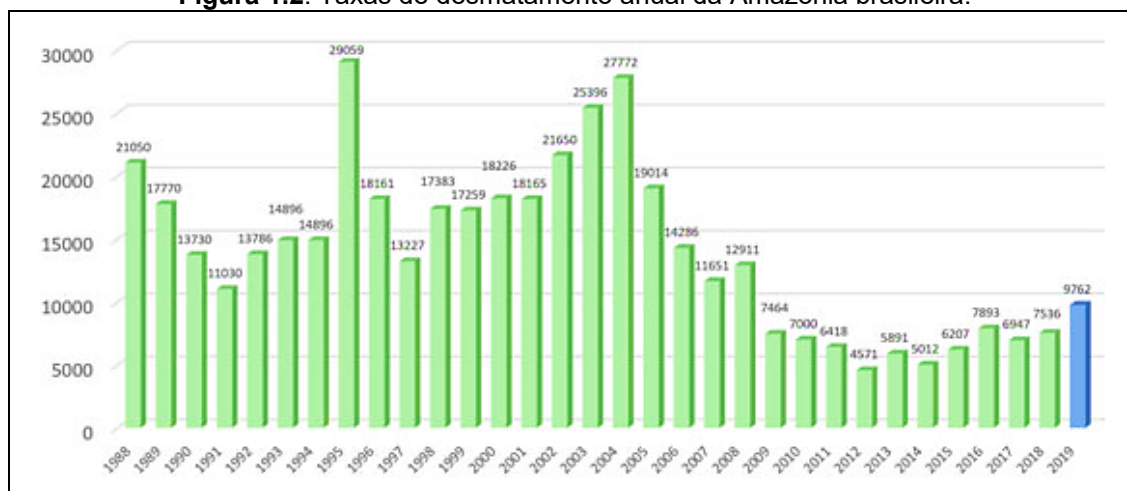
O crescimento desse mercado decorreu de diversos fatores, dentre os quais podemos citar não apenas os esforços e empenho do governo na ocupação da região (como a abertura de estradas e cessão de títulos de terras) ou a crescente escassez de recursos madeireiros no restante do país, mas, também e destacadamente, o fato de que a madeira amazônica é abundante e acessível a baixo custo, notadamente quando proveniente do desmatamento ilegal no interior de áreas protegidas (Revista da Madeira, 2001).

O desmatamento da Floresta Amazônica vem sendo monitorado, desde 1988, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), tendo sido constatado pelo referido instituto picos de 29 mil km<sup>2</sup> em 1995, 27 mil km<sup>2</sup> em 2004 e 12 mil km<sup>2</sup> em 2008 (INPE, 2020).

Após a adoção de uma série de medidas coordenadas entre os Ministérios do Meio Ambiente (MMA), Justiça (MJ) e Defesa (MD), os índices de desmatamento observados nos últimos anos vêm sendo os menores registrados pelo INPE desde a criação dos respectivos sistemas de monitoramento.

Da figura 1.2, vê-se que, apesar dos esforços empreendidos pelo governo brasileiro nos últimos anos e da considerável redução nos índices de desmatamento, ainda são desmatados, anualmente, entre 6 e 8 mil km<sup>2</sup>, a maior parte dessas áreas, ilegalmente<sup>9</sup> (INPE, 2020).

**Figura 1.2:** Taxas de desmatamento anual da Amazônia brasileira.



Fonte: INPE, 2020

É importante, entretanto, termos em mente que, apesar dos inegáveis e valiosos avanços obtidos nos últimos anos, a Amazônia brasileira já perdeu cerca de 25% de sua cobertura original, um cenário desolador se tivermos em conta que no início da década de 1980 a cobertura original ainda era da ordem de 95% (Butler, 2020).

Da mesma forma, os índices já divulgados de 2018-19, mesmo após a considerável redução observada nos últimos anos, representam nada menos que aproximadamente 9.500 km<sup>2</sup> de áreas desmatadas na Amazônia, o que pode revelar a maior taxa desde 2008 e um aumento de 29,54% em relação ao ano anterior.<sup>10</sup>

Hoje, a maior parte desses produtos florestais é processado em estabelecimentos madeireiros próximos às áreas de desmatamento (fig. 1.3)

<sup>9</sup> A área total com autorizações emitidas pelos órgãos ambientais correspondeu a apenas 14,2% e 8,7% do total desmatado na Amazônia nos anos de 1999 e 2000, respectivamente. Soma-se a isso, que, mesmo nos casos em que os desmatamentos ocorrem no interior de áreas autorizadas, muitas vezes, os proprietários deixam de levar em conta as respectivas normas que protegem as matas ciliares ao longo dos rios e encostas, além de cometer outras irregularidades (MMA, 2004).

<sup>10</sup> Os dados divulgados pelo INPE em dez/2019 são ainda preliminares e serão confirmados durante o primeiro semestre de 2020. Note-se, porém, que, nos últimos anos, as estimativas desse tipo resultaram valores entorno de 10% menores que os apurados posteriormente, o que reforça, ainda mais, a gravidade da atual situação.

e, posteriormente, consumida pelo mercado nacional, sobretudo pela construção civil, mas a tendência, entretanto, é que nas próximas duas décadas, com o esgotamento das reservas florestais da Ásia, a Amazônia brasileira passe a sofrer maior demanda por parte do mercado externo, com gravíssimas consequências para todos os envolvidos, não apenas os habitantes da região.

**Figura 1.3:** Pátio de madeira no Amazonas



**Fonte:** Polícia Federal, 2019.

Nesse sentido, não faltam estudos a apontar para as graves consequências ambientais, sociais e econômicas do desmatamento ilegal na Amazônia, com destaque para: I) perda de produtividade dos solos e mudanças no regime hidrológico (Fearnside, 2005); II) perda de biodiversidade (Adeodato *et al.*, 2011); III) aquecimento global (Fearnside, 2009); IV) aculturação de comunidades indígenas e tradicionais<sup>11</sup> (Perazzoni, 2013); V) evasão fiscal<sup>12</sup> (Adeodato *et al.*, 2011); VI) violência no Campo<sup>13</sup> (Waiselfisz, 2006) e; VII) inobservância de normas trabalhistas e trabalho análogo ao escravo<sup>14</sup> (Théry *et al.*, 2009; Mendes & Pereira, 2018; Secretaria de Trabalho do Ministério da Economia [STME], 2019).

---

<sup>11</sup> O contato dessas comunidades com os desmatadores ilegais, além de episódios graves de violência, conduz à perda da identidade cultural, suas tradições e língua (Perazzoni, 2013).

<sup>12</sup> A sonegação de tributos estaduais e federais atingiu, apenas em 2009, a cifra de aproximadamente US\$ 200 milhões (Adeodato *et al.*, 2011).

<sup>13</sup> Em 2005, dos 100 municípios com maiores índices de desmatamento, 61 figuravam entre os que apresentavam maiores índices de homicídio no Brasil (Waiselfisz, 2006)

<sup>14</sup> Em 1995, o Brasil foi uma das primeiras nações do mundo a reconhecer oficialmente a escravidão contemporânea em seu território. De 1995 a 2018, mais de 50 mil trabalhadores

É importante enfatizar, neste ponto, que, diversos estudos demonstraram inexistir qualquer relação causal direta entre o aumento do desmatamento e a melhoria da qualidade de vida na Amazônia. Ao contrário, o que resta evidente é a relação entre desmatamento, concentração de renda e danos ambientais muitas vezes irreversíveis. Isso ocorre pois, tanto nas áreas desmatadas, como no interior das serrarias, já que os empregos gerados são poucos, os trabalhadores são recrutados em áreas de extrema pobreza, os salários são reduzidos e as condições de trabalho são sofríveis, colocando em risco a saúde e a vida dessas pessoas, ao passo que a maior parte dos ganhos econômicos é retida pelos empresários e proprietários rurais, muitos deles que, aliás, sequer habitam na região, enquanto os trabalhadores continuam tão pobres como antes (Loureiro, 2009). É nesse contexto de extrema pobreza, abandono institucional e intensa desigualdade que se desenvolvem as relações de trabalho na Amazônia brasileira, em flagrante contraste à sua riqueza natural e biodiversidade (Mendes & Pereira, 2018).

Obviamente, os habitantes tradicionais são os mais prejudicados, pois, induzidos a aceitar e agradecer pelos benefícios do progresso e geração de emprego trazidos pelo desmatamento, habitam, contraditoriamente, uma região que, apesar de ser a menos populosa do país, responde por cerca de 16% do total de miseráveis no Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2011).

Nesse sentido:

- Higuchi (2006), ao correlacionar o crescimento do PIB per capita de cada estado da Amazônia Legal com a sua área desmatada conclui que  $r = 0,37$  e  $p = 0,154$ . Ou seja, o nível de significância ( $p=0,154$ ) encontrado foi muito fraco para que se possa dizer que exista, verdadeiramente, uma correlação entre ambos.
- Estudo realizado em 2009, já demonstrava que quanto maior a ação ilegal e predatória em relação aos produtos florestais de uma

---

foram libertados de situações análogas a escravos (STME, 2019). O Atlas da escravidão no Brasil aponta para uma estreita relação entre a presença de trabalho escravo e o desmatamento, sobretudo a partir de 2005 no estado do Amazonas (Théry *et al.*, 2009).

área, menor o IDH da população que vive próxima (Rodrigues *et al.*, 2009), o que se justifica, em grande parte, da constatação de que o desmatamento ilegal se vale de mão de obra de população extremamente pobre, na maioria das vezes, analfabeta, que se sujeita a condições de subemprego para subsistir (Pereira, 2017). Não por acaso, o número de trabalhadores resgatados pelas autoridades brasileiras, em situação análoga a de escravo, é bastante elevado, muitos deles em atividades diretamente relacionadas ao desmatamento (tabela 1.1).

**Tabela 1.1:** Trabalho escravo e desmatamento.

<b>TRABALHO ESCRAVO: QUANTIDADE DE RESGATES ENTRE 2003 E 2018 POR ATIVIDADE EXERCIDA</b>			
Atividade	Qtd	%	RK
Criacao de Bovinos para Corte	5.990	32,50	1
Cultivo de Arroz	3.761	20,40	2
Fabricacao de Alcool	2.106	11,43	3
Cultivo de Cana-De-Acucar	1.503	8,15	4
Fabricacao de Acucar em Bruto	955	5,18	5
Extracao de Madeira em Florestas Nativas	436	2,37	6
Servico de Inseminacao Artificial em Animais	383	2,08	7
Cultivo de Soja	257	1,39	8
Comercio Varejista de Suvenires, Bijuterias e Artesanatos	202	1,10	9
Atividades de Apoio a Producao Florestal	178	0,97	10

Fontes: Bancos de dados do Seguro-Desemprego do Trabalhador Resgatado, do Sistema de Acompanhamento do Trabalho Escravo (SISACTE) e do Sistema COETE (Controle de Erradicação do Trabalho Escravo), referentes ao período iniciado em 2003 (Primeiro Plano Nacional de Erradicação do Trabalho Escravo). Os dados brutos foram fornecidos pelo Ministério do Trabalho do Brasil e em seguida organizados, normalizados e tratados pela Secretaria de Pesquisa e Análise de Informações do MPT.

**Fonte:** Ministério Público do Trabalho (MPT), 2019.

São dados e constatações alarmantes, e o cenário agrava-se, ainda mais, quando se constata que, na região, vivem, hoje, cerca de 27 milhões de pessoas (IBGE, 2017), dentre as quais pelo menos 306 mil indígenas (IBGE, 2010), havendo, ainda, alguns grupos que vivem completamente isolados, sem contato com a civilização.

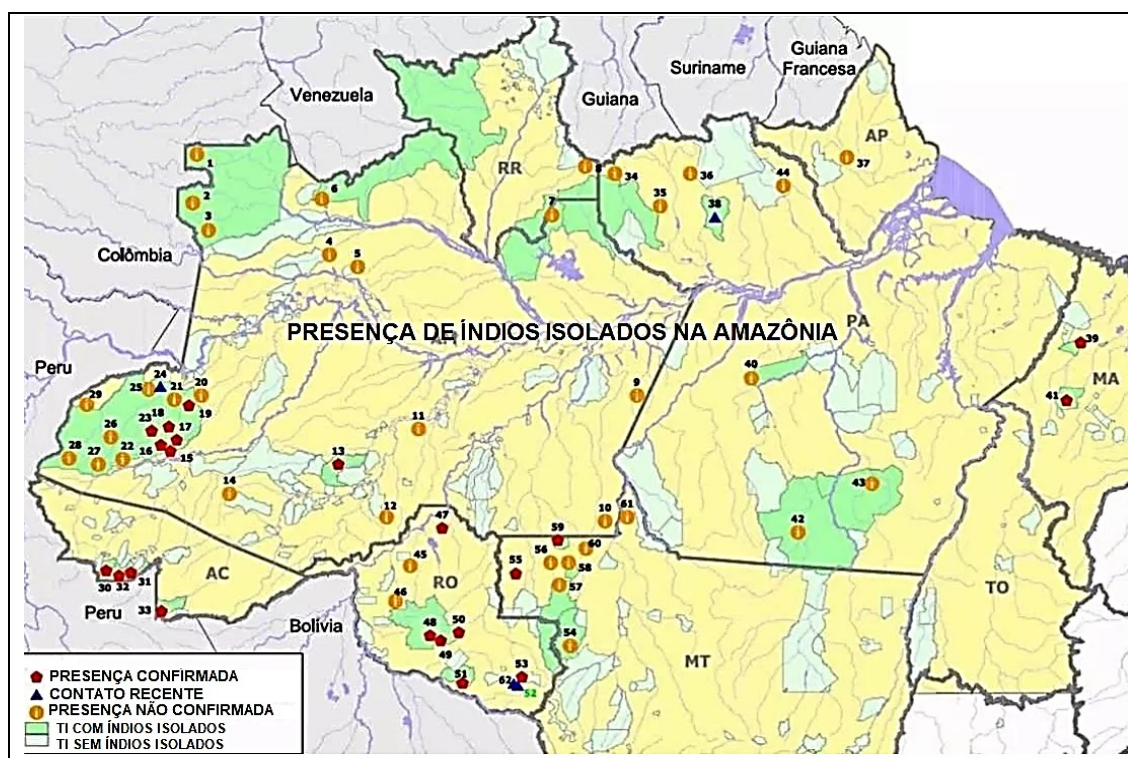
Embora a maioria das tribos de índios da Amazônia possua contato com a cultura externa, muitas ainda mantêm os principais aspectos de vida dos seus antepassados (fig. 1.4), vivendo da caça, pesca e extrativismo vegetal. São povos que apesar de terem suas terras demarcadas e protegidas por lei (fig. 1.5), ainda sofrem com a presença do desmatamento ilegal, principalmente aquele causado em decorrência do garimpo, e com o avanço da agropecuária de grande porte.

Figura 1.4: Índios isolados localizados na Amazônia.



Fonte: Museu do Índio, 2019.

Figura 1.5: Localização de índios isolados no Brasil.



Fonte: Fundação Nacional do Índio (FUNAI), 2006.

Nessa esteira de raciocínio, pode-se dizer que os próximos anos serão decisivos na história da Amazônia: se explorada adequadamente e de forma sustentável, a floresta poderá representar uma fonte de riqueza virtualmente inesgotável, em benefício de todos os envolvidos; caso contrário, os

problemas sociais, econômicos e ambientais decorrentes do desmatamento ilegal poderão conduzir-nos a um colapso de gravíssimas proporções.

Afinal, um modelo adequado de gestão de recursos naturais renováveis parte da premissa que, apesar de estarem submetidos à pressão humana pela exploração econômica, tais recursos possuem uma taxa de reposição de estoque determinada por ritmo e fatores condicionados pelo próprio ecossistema (Silva, 2003), o que permite concluir que a exploração florestal, sem qualquer critério e atenção a essas peculiaridades, poderá levar ao esgotamento desse tipo de recurso na região, em flagrante prejuízo de todos os envolvidos, principalmente dos mais pobres.

Combater eficazmente o desmate ilegal na Amazônia depende, portanto, de um sutil, porém, complexo equilíbrio: proteger a floresta, mas gerar renda e qualidade de vida para todos os envolvidos, com destaque para os indígenas e habitantes tradicionais, hoje completamente excluídos desse processo.

Nesse contexto, o PMFS destaca-se como importante instrumento, não apenas à manutenção da floresta, mas, também, à garantia da sadia qualidade de vida e sustentabilidade de todos os envolvidos. Isso porque, eventuais outras fontes sustentáveis de renda como a coleta da borracha da seringueira, a produção de óleos e essências de frutos, a coleta da castanha e a piscicultura, ainda que possam ser desenvolvidas por pequenos grupos e comunidades organizados em cooperativas ou empresas, jamais teriam o condão de absorver toda a força de trabalho hoje empreendida na atividade madeireira amazônica, que soma milhões de pessoas.

Da mesma forma, conforme veremos mais adiante, em razão das próprias características do solo e do clima amazônicos, a agricultura e a pecuária também não se apresentam alternativas econômica e ambientalmente sustentáveis para a região (Schneider, *et al.*, 2000).

Por todo o exposto, resta clara a importância de se fiscalizar e garantir a regularidade dos PMFS hoje autorizados e em funcionamento, principal fonte de créditos que, quando regularmente explorados, garantem o retorno financeiro àqueles que mantêm suas reservas florestais, porém, se utilizados

para dar aparência de legal a produtos florestais extraídos ilegalmente, representam não apenas uma fraude ao sistema de controle ambiental, mas também geram uma cadeia de ilícitos de proporções muito maiores que a propriedade em que se insere o PMFS, prejudicando um número incalculável de pessoas, todos os dias.

No próximo tópico, trataremos sobre o PMFS e seu importante papel como alternativa viável ao desmatamento ilegal na Amazônia.

## **1.2 Manejo Florestal Sustentável como alternativa ao desmatamento ilegal**

### **1.2.1 Manejo Florestal Sustentável vs. Atividades predatórias**

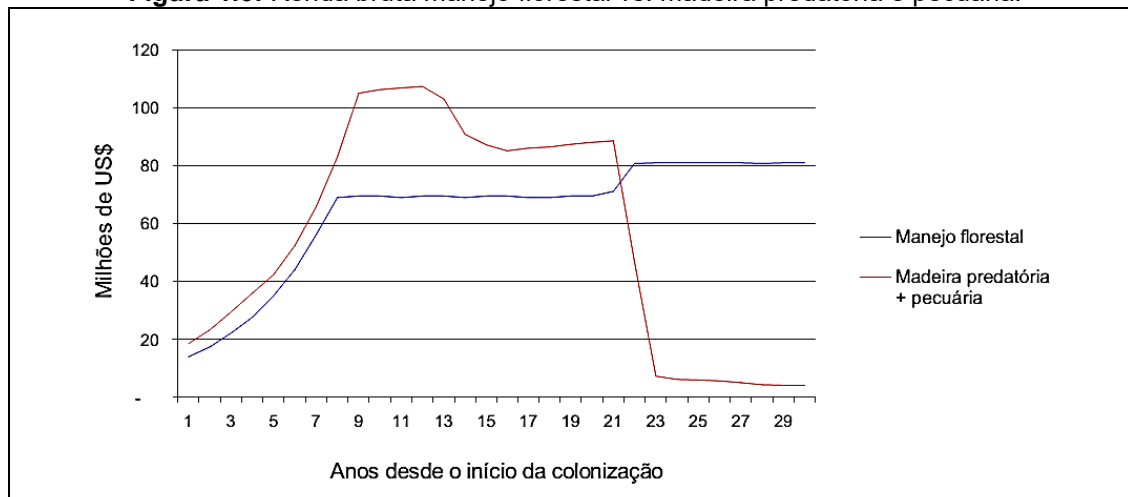
No PMFS não há a retirada de toda a cobertura vegetal. São cortadas apenas algumas das árvores de valor comercial (até o total de 30 m<sup>3</sup>/ha), em ciclos que variam de 10 a 30 anos, preservando-se a maior parte da vegetação e suas funções ecológicas, conforme veremos mais diante.

Assim, se, por um lado, vários estudos, aqui já citados, demonstram as graves consequências da exploração predatória de produtos florestais na Amazônia, bem como que, na floresta úmida, a agricultura e a pecuária não se revelam em fontes econômicas verdadeiramente viáveis, principalmente a médio e longo prazo, em razão das próprias características do solo e do clima amazônicos, por outro, a exploração florestal por meio de manejo sustentável pode e deve ser uma opção com vistas a se oferecer mais empregos, comunidades mais estáveis e melhor retorno do investimento em infraestruturas (Schneider *et al.*, 2000).

Reforçam esse entendimento as seguintes constatações: I) muito embora o manejo florestal apresente uma rentabilidade inicial inferior a outras atividades tidas como predatórias, após alguns anos, quando essas atividades entram em flagrante declínio e colapso, o PMFS mantém-se com uma rentabilidade estável e continua, desde que haja uma boa infraestrutura para o transporte dos produtos florestais (fig. 1.6); e II) em sentido diametralmente oposto, a história da Amazônia brasileira é repleta de casos de fracassos na agricultura (fig. 1.7); III) vários estudos demonstram que a exploração seletiva,

sob o regime de manejo florestal, pode ter efeitos positivos em uma série de processos dos ecossistemas e na composição das espécies (Putz *et al.*, 2001), bem como para a redução da pobreza das comunidades tradicionais que ambientam essas regiões (Putz, 2005).

**Figura 1.6:** Renda bruta manejo florestal vs. madeira predatória e pecuária.



Fonte: Schneider *et al.*, 2000.

**Figura 1.7:** Quadro-resumo dos fracassos da Agricultura na Amazônia  
FRACASSOS DA AGRICULTURA NA AMAZÔNIA

**Região Bragantina (Pará).** As tentativas de transformar a Amazônia em uma grande área de produção agrícola remontam ao início do século XX. Nesse período, o governo federal apoiou a ocupação agrícola na Região Bragantina, nordeste do Pará. Em mais de cem anos de “experimento agrícola” quase todos os cultivos fracassaram. O excesso de chuvas (> 2.200 mm/ano) e a curta duração da estação seca têm inviabilizado economicamente o cultivo de hortaliças e de grãos em geral. Culturas perenes como pimenta-do-reino também fracassaram, por causa de doenças (fusariose). Atualmente, a paisagem da região é dominada por áreas degradadas e abandonadas, pecuária extensiva, agricultura de corte e queima e cultivos isolados (maracujá, mamão, acerola, pimenta, dendê).

**Perimetral Norte (Amapá).** A ocupação recente de uma extensa área no noroeste do Amapá para a reforma agrária resultou em fracasso. As chuvas excessivas e os solos pobres tornaram o cultivo de grãos anti-econômico. Apesar da infra-estrutura (estrada, energia elétrica e casas de alvenaria), a grande maioria dos lotes encontra-se abandonada.

**Transamazônica (Pará).** O excesso de chuvas torna o custo de abertura e manutenção de estradas proibitivo. Há mais de três décadas de ocupação os agricultores enfrentam enormes desafios naturais (chuva e umidade) e de infra-estrutura (estradas) para desenvolver a agricultura. As tentativas de cultivo de grãos fracassa-

ram. Apenas os cultivos perenes (em especial, frutíferas) revelam potencial econômico.

**Pecuária.** No Acre, aproximadamente 550 mil hectares de pastagens estão em acelerado processo de degradação. A grande maioria do pasto é formada por *Brachiaria brizantha*, um capim que não tolera solos mal drenados. Esse tipo de solo ocorre em extensas áreas da Amazônia (aproximadamente 20% do território), incluindo o Acre e o sul do Amazonas.

**Soja.** No final dos anos 90, o governo do Amazonas incentivou o plantio de soja em Humaitá, sul do Estado. Apesar dos incentivos fiscais, a iniciativa fracassou. Os solos encharcados e o excesso de chuvas tornaram o cultivo anti-econômico. Problemas similares ocorreram em Santarém (Pará) com um plantio experimental do grupo Quincó. Não foi possível colher em um terço de um total de 600 hectares plantados, por causa do excesso de chuvas.

**Perenes de ciclo longo.** As experiências com o cultivo homogêneo de seringueira e castanha-do-brasil fracassaram. No caso da seringueira, o fungo *Microcyclus ulei*, potencializado pela elevada umidade, é o fator limitante ainda intransponível. A produtividade da castanha-do-brasil em condições de campo (região de Itacoatiara, Amazonas) foi significativamente menor do que nos experimentos da Embrapa. Esse fracasso desestimulou o plantio da castanha em outras partes da Amazônia (Dean, 1989).

Fonte: Schneider *et al.*, 2000.

Note-se, por oportuno, que, este trabalho voltar-se-á, com exclusividade, aos denominados **Planos de Manejo Florestal Sustentável**

(PMFS) já aprovados e em execução na Amazônia brasileira, e que não iremos, aqui, abordar os chamados Manejos Florestais Comunitários (MFC) e outras iniciativas do gênero, que possuem toda uma legislação específica. Isso porque, apesar de beneficiar diversas comunidades amazônicas, esses projetos ainda representam muito pouco do total de áreas manejadas na região e causam muito pouco impacto nos índices de desmatamento, diversamente do que se verifica no PMFS, que, com frequência, vem sendo utilizado para legalizar os produtos florestais extraídos de outras áreas, sobretudo em áreas públicas e protegidas. Sobre os MFC remetemo-nos a obra “Manejo florestal comunitário: processos e aprendizagens na Amazônia brasileira e na América Latina”, constante de nossas referências (Amaral *et al.*, 2005).

### 1.2.2 *Quando uma madeira amazônica é legal?*

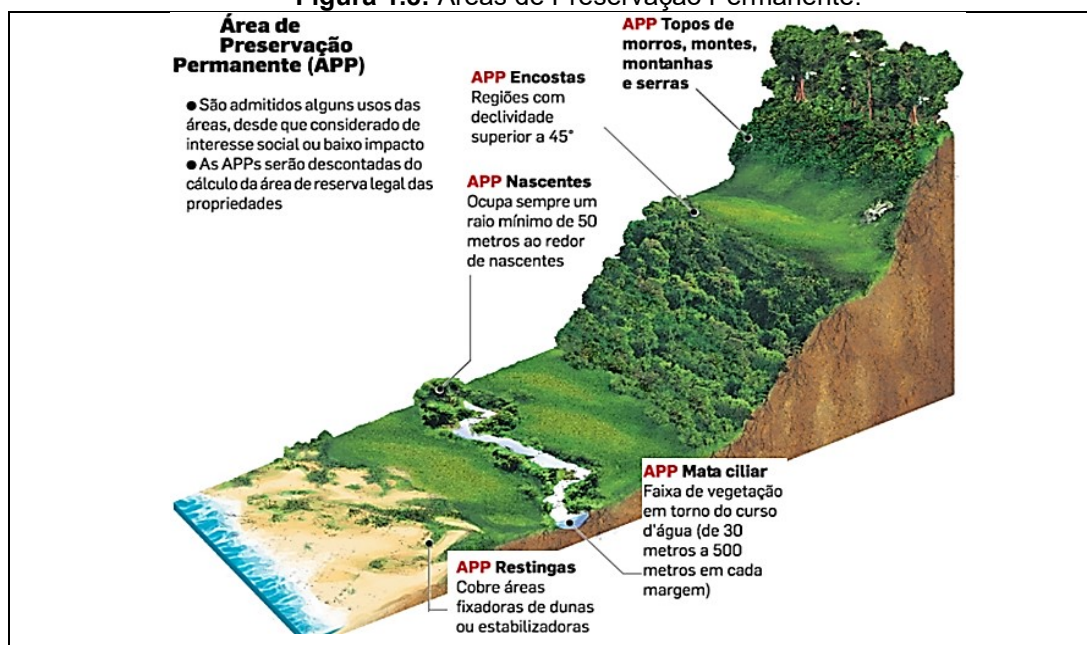
Em apertada síntese, podemos dizer que a exploração florestal, no Brasil, pressupõe a existência de autorização da autoridade administrativa ambiental competente, podendo ser realizado sob a forma de regime de manejo florestal sustentável (PMFS) ou de supressão de florestas e formações sucessoras para uso alternativo do solo (PEF), conforme disposições da Lei Federal n.º 12.651/2012 (Código Florestal) que manteve, em linhas gerais, as características e os regimes de exploração florestal já anteriormente previstos no ordenamento jurídico brasileiro por meio da Lei n.º 4.771/1965.

Para compreender a diferença entre ambos os regimes, é importante termos em mente que, no Brasil, os proprietários rurais estão sujeitos a dois tipos de limitações administrativas à exploração florestal em suas propriedades, a saber:

- Salvo raríssimas exceções (nomeadamente quando o interesse público ou social se fizer presente), é proibida qualquer exploração florestal nas chamadas áreas de preservação permanente (APPs). O art. 3º, inciso II, do Código Florestal, define APP como sendo “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das

populações humanas”. O art. 4º da mesma lei apresenta um rol taxativo dessas áreas, como, por exemplo, a vegetação situada às margens dos rios, topos de morros ou em encostas com declividade maior que 45º (fig. 1.8).

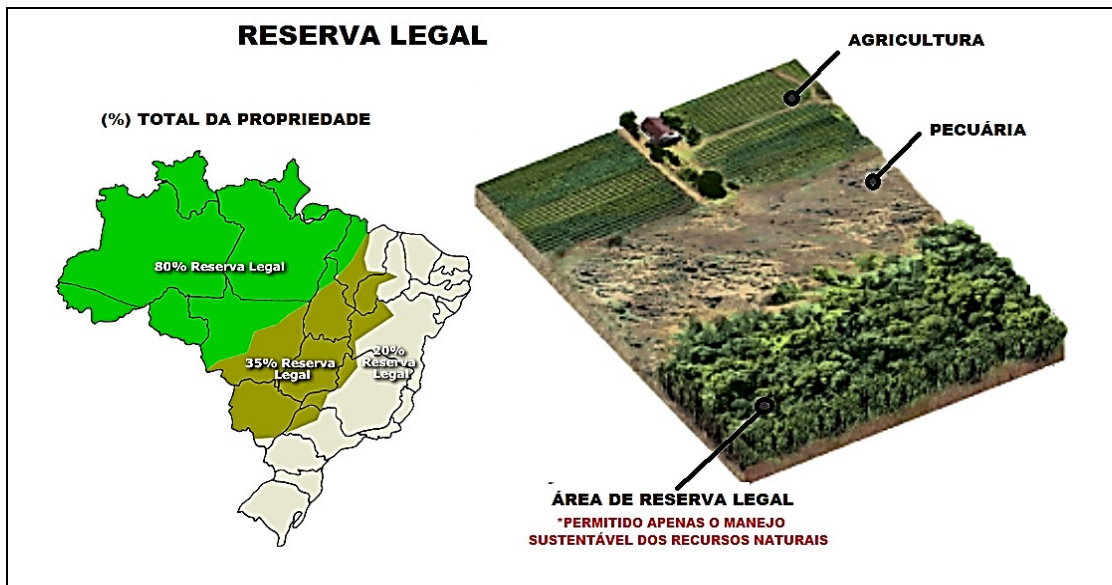
Figura 1.8: Áreas de Preservação Permanente.



Fonte: Estadão, 2011.

- Além das APPs, todas as propriedades devem possuir e respeitar, também, a denominada Reserva Legal (RL). O art. 3º, inciso III, do Código Florestal, define RL como sendo a “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural (...) com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”. Noutras palavras, a RL nada mais é que um percentual da propriedade onde não é permitida a conversão da floresta em áreas de pastagem ou agricultura, mas apenas a realização de atividades de manejo sustentável dos recursos naturais. Na Amazônia, o percentual da RL varia entre 65% e 80% da propriedade, conforme o tipo de vegetação predominante (fig. 1.9) e outras características da região, como, por exemplo, o número de áreas protegidas públicas situadas no respectivo município.

Figura 1.9: Reserva Legal: localização e percentual.

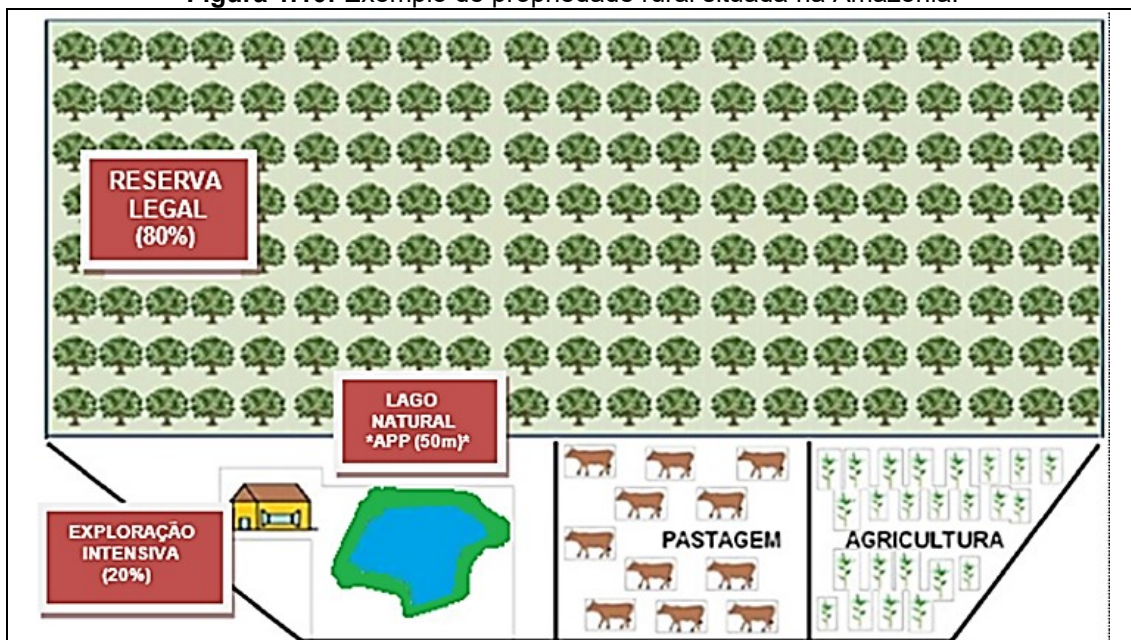


Fonte: Polícia Federal, 2012.

Vê-se, portanto, que o proprietário rural pode explorar, de forma intensiva, para fins de edificação (construções, benfeitorias etc.) e realização de atividades agropastoris, apenas as áreas que não sejam consideradas APP ou RL.

Para melhor ilustrar essa assertiva, na figura 1.10 apresentamos uma propriedade rural hipotética, situada na Amazônia brasileira.

Figura 1.10: Exemplo de propriedade rural situada na Amazônia.



Fonte: Polícia Federal, 2012.

Da Figura 1.10, podemos verificar que:

- Existe um lago natural no interior da propriedade, com corpo d'água inferior a 20 hectares, portanto, a vegetação no entorno desse lago, até 50 m, deve ser preservada (APP), nos termos do art. 4º do Código Florestal.
- No restante da área de exploração intensiva (20%), a supressão de florestas para uso alternativo do solo submete-se a um processo específico de autorização junto ao órgão ambiental, denominado Plano de Exploração Florestal (PEF). O proprietário, portanto, realizou o PEF e obteve uma autorização do órgão ambiental para a realização de supressão da floresta nessa área. Vendeu parte da madeira desse desmatamento para indústrias da região e o restante utilizou na construção de cercas e currais na própria propriedade. Na área desmatada, construiu edificações, benfeitorias e realiza atividades agropastoris, devidamente autorizadas pelos órgãos ambientais e sanitários competentes.
- A RL, por seu turno, encontra-se devidamente preservada, no percentual de 80%, mas poderá ser explorada, sob o regime de manejo florestal sustentável (PMFS), senão vejamos.

Dispõe o Código Florestal: “Art. 17. A Reserva Legal deve ser conservada com cobertura de vegetação nativa pelo proprietário do imóvel rural, possuidor ou ocupante a qualquer título (...). § 1º. Admite-se a exploração econômica da Reserva Legal mediante manejo sustentável, previamente aprovado pelo órgão competente (...)”.

Assim, além da autorização de supressão de florestas para uso alternativo do solo (PEF), já tratada anteriormente, a madeira amazônica pode ser proveniente de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS).

Nesse sentido, a Lei nº 12.651, de 2012, em seu art. 3º, inciso VII, definiu o manejo florestal sustentável como sendo: “a administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a

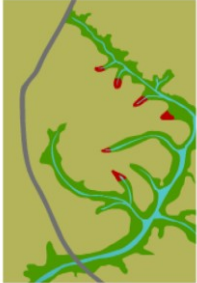
utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços”.

Em apertada síntese, podemos dizer, que o PMFS é o processo pelo qual o proprietário rural obtém autorização ambiental para explorar, de forma sustentável e planejada, os recursos florestais localizados em sua propriedade, respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema. Com efeito, um dos principais elementos a serem considerados no licenciamento de um PMFS é, justamente, a capacidade de regeneração natural das espécies manejadas, devendo o proprietário rural se comprometer e executar a exploração florestal de tal forma que propicie o ciclo de regeneração da área, ou seja, até que novos espécimes substituam aqueles que foram abatidos (Trennepohl & Trennepohl, 2018).

De ressaltar-se que, muito embora previsto, no ordenamento jurídico brasileiro, desde 1965 (art. 15 da Lei 4.771/65), o manejo florestal sustentável só foi efetivamente regulamentado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) em 2006. Assim, anteriormente a essa regulamentação, os PMFS eram elaborados por engenheiros florestais e agrônomos, mas sem regras claras quanto a requisitos evidentemente básicos desse processo, como a forma e o conteúdo do respectivo inventário florestal, documento que identifica, localiza e quantifica todas as espécies comerciais existentes na área.

O processo de elaboração e autorização de um PMFS exige o cumprimento de fases e requisitos específicos, resumidas na tabela 1.2:

**Tabela 1.2:** Fases de elaboração do PMF.

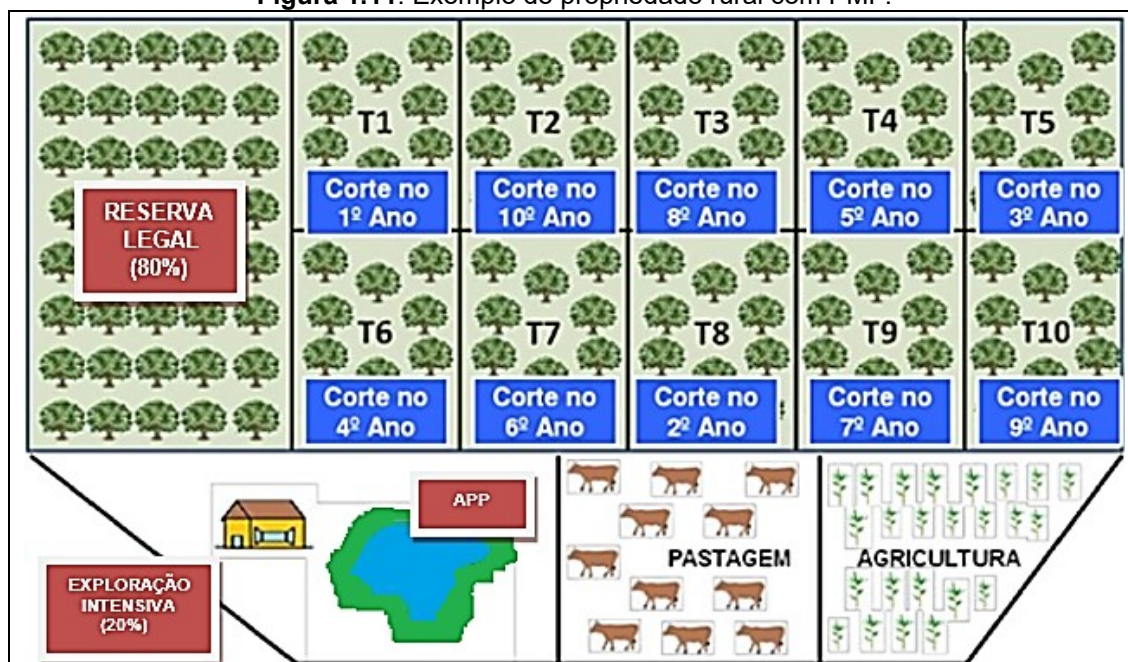
<b><u>FASES DE ELABORAÇÃO</u></b>	<b><u>ATIVIDADES REALIZADAS</u></b>
<p><b>ZONEAMENTO:</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>● Área de Exploração</li> <li>● Área de Preservação / Área Inacessível</li> <li>■ Estrada Principal</li> <li>■ Rio</li> </ul>	<p>Faz-se o zoneamento ou divisão da propriedade florestal em áreas exploráveis, áreas de preservação permanente (APPs) e áreas inacessíveis. Também são identificados os rios, lagos e estradas que existem na propriedade.</p>

<p><b>INVENTÁRIO FLORESTAL</b></p> 	<p>É feita a caracterização da vegetação e das condições gerais da floresta por meio do inventário florestal. Os espécimes comerciais são todos inventariados, assim como as árvores que não poderão ser abatidas (porta-sementes, espécies protegidas etc.).</p>
<p><b>PLANEJAMENTO DE ESTRADAS</b></p> 	<p>São planejadas as estradas primárias, assim como as estradas secundárias que conectam a área de exploração às estradas primárias.</p>
<p><b>DIVISÃO EM TALHÕES</b></p> 	<p>Divide-se a área alocada para exploração em blocos ou talhões de exploração anual. Cada talhão corresponde a um ciclo de corte anual que deverá ser observado. Os ciclos de corte mais comuns são de 10, 20 ou 30 anos.</p>
<p><b>OBTENÇÃO DA AUTORIZAÇÃO</b></p> 	<p>Com a Autorização de Exploração Florestal (AUTEX) emitida pelo órgão ambiental é criada uma conta do PMFS no SisDOF. Essa conta funciona à analogia de uma conta bancária: os créditos florestais equivalem às volumetrias e espécies apuradas no inventário florestal e serão movimentados a cada venda, mediante o registro da respectiva transação no sistema e emissão de uma guia de transporte.</p>
<p><b>ABATE DAS ÁRVORES</b></p> 	<p>Devidamente autorizado o PMFS, as árvores poderão, agora, ser abatidas e comercializadas, respeitando-se, sempre, os talhões anuais estabelecidos e os dados constantes do inventário florestal elaborado. É proibido o abate de espécimes protegidos, porta-sementes e aquelas que possuem diâmetro inferior ao estabelecido nas normas ambientais.</p>

Fonte: Perazzoni, 2014: 77-78.

Após a elaboração e aprovação de um PMFS e respectiva emissão da Autorização para Exploração Florestal (AUTEX), a área da propriedade rural do exemplo anteriormente apresentado (fig. 1.10) ficaria distribuída conforme a figura 1.11:

Figura 1.11: Exemplo de propriedade rural com PMF.



Fonte: Polícia Federal, 2012.

Vê-se, por todo o exposto, que um PMFS para ser aprovado necessita obedecer normas que vão desde a descrição pormenorizada da área e elaboração do inventário florestal (descrevendo-se, minuciosamente, não apenas as árvores de corte, mas também as de corte proibido e remanescentes, que permitirão a continuidade e regeneração da floresta), da forma como se dará a exploração, por meio do planejamento de vias de acesso e pátios de estocagem, até o respectivo cronograma.

Nesse aspecto, o que diferencia, efetivamente, o PEF e o PMFS é a localização e modalidade de extração florestal a ser realizada, uma vez que o PEF só pode ser realizado na área de uso intensivo da propriedade (20%) e volta-se, justamente, à conversão dessas áreas de floresta em terrenos que poderão ser utilizados para a realização de atividades agropastoris, enquanto, no PMFS, a extração florestal é realizada de forma seletiva, em apenas um número previamente estabelecido de espécimes comerciais e de forma a garantir a manutenção de todas as funções ecológicas e serviços ambientais prestados pela floresta. Ademais, o PMFS é a única forma permitida de exploração da Reserva Legal (RL).

Os benefícios desse modelo são evidentes e abarcam, além da manutenção da cobertura florestal, também vários de seus serviços ambientais prestados, como armazenamento de água e regulação climática.

Em ambos os casos (PEF e PMFS), uma vez aprovada a exploração, é aprovada uma AUTEX e criada a conta de “créditos florestais” junto ao Sistema de Gestão de Documentos de Origem Florestal (SisDOF) do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Tais créditos, por seu turno, serão movimentados a cada transação para a conta no SisDOF do respectivo comprador (empresa madeireira), mediante o registro da respectiva transação no sistema e emissão de uma guia de transporte, denominada Documento de Origem Florestal (DOF), que deverá acompanhar o produto até o destinatário e ser apresentada às autoridades no caso de fiscalizações.

A autenticidade do DOF pode ser aferida por meio do próprio sítio eletrônico do IBAMA e, juntamente com os demais recursos e dados disponíveis no SisDOF, asseguram que o comprador possa comprovar, a qualquer momento, a origem lícita do produto florestal adquirido, mesmo depois de processado, visto que o sistema permite indicar o processamento e conseqüente ajuste do volume e tipo de produto em estoque.

Falaremos mais detidamente sobre o DOF e respectivo sistema a seguir.

### *1.2.3 SisDOF – Sistema do Documento de Origem Florestal*

De 1992 a 2006, a Autorização Para Transporte de Produtos Florestais (ATPF), um documento confeccionado em papel-moeda e emitido pelo IBAMA, era obrigatório para empreendimentos que realizavam a extração, armazenamento e posterior comercialização e transporte da madeira e demais produtos florestais. Naquela época, o controle era praticamente todo manual, o que ensejava toda sorte de fraudes. Com efeito, quadrilhas especializadas vendiam e transportavam produtos florestais escudados por ATPF ideologicamente falsas (suporte autêntico contendo informações falsas), materialmente falsas (suporte inautêntico, simulado

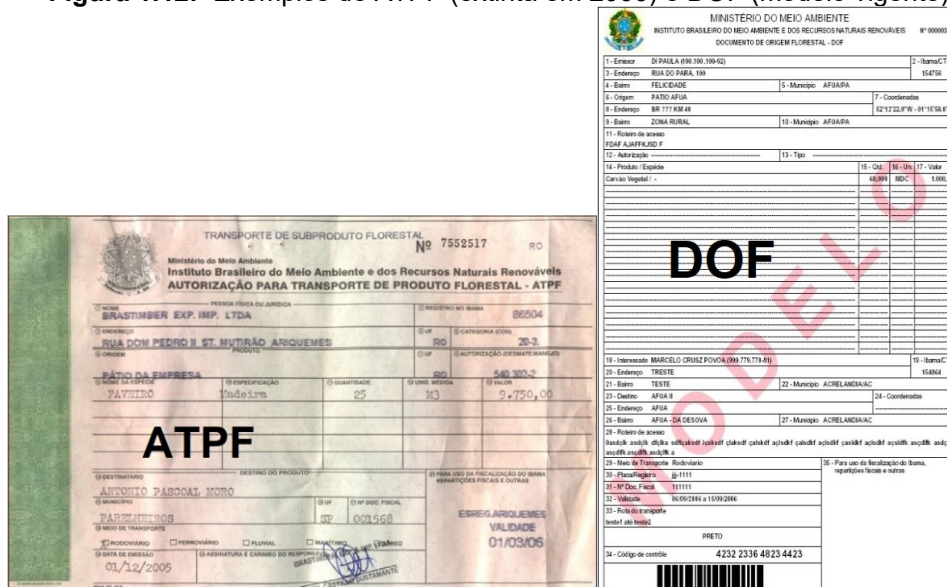
pelos criminosos ou suporte autêntico adulterado) ou furtadas das unidades do IBAMA.

Tendo em vista as falhas no sistema anterior, a ATPF foi substituída pelo SisDOF, um sistema de controle de comercialização (venda/aquisição), transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais (Dittmar, 2013; Perazzoni, 2009, 2014, 2018; Pereira, 2017).

A emissão do documento que autoriza o transporte e comercialização de produtos florestais, denominado Documento de Origem Florestal (DOF) dá-se pelo seu preenchimento no sítio eletrônico do IBAMA ou, em alguns casos, no sítio do respectivo órgão estadual de meio ambiente, mediante prévio cadastro e uso de senha específica pelo produtor rural ou empresário.<sup>15</sup>

O Sistema, portanto, só emite o DOF (fig.1.12) para pessoa física ou jurídica devidamente inscrita e regular perante o Cadastro Técnico Federal (CTF), que é um registro específico perante o IBAMA cuja finalidade é o monitoramento e controle das atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos naturais (Trennepohl & Trennepohl, 2018).

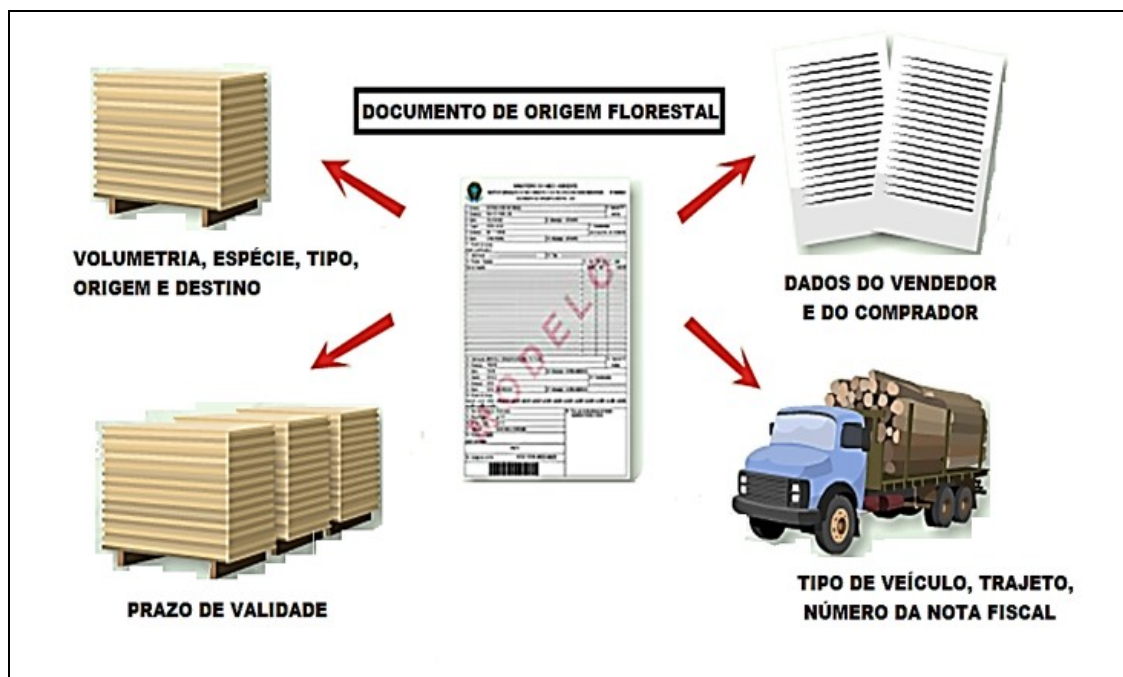
**Figura 1.12:** Exemplos de ATPF (extinta em 2006) e DOF (modelo vigente).



<sup>15</sup> Nesses casos, apesar de alguns estados brasileiros possuírem um sistema próprio para a emissão dos documentos que acompanharão a carga, o SisDOF continua a receber essas informações de forma contínua e automatizada, funcionando como valioso sistema integrador de informações sobre a produção, transporte e comercialização de produtos florestais em todo o Brasil.

O DOF contém dados como volume transportado, rota, endereços e veículo utilizado para o transporte, além do número do documento fiscal e dados da pessoa que lançou o documento, mediante senha pessoal e intransferível (fig. 1.13).

**Figura 1.13:** Dados constantes do DOF ou Guia Florestal.



Fonte: Polícia Federal, 2012.

Em outras palavras, o DOF representa a licença obrigatória para o controle do transporte de produto e subproduto florestal de origem nativa, inclusive o carvão vegetal nativo, em substituição à ATPF (Trennepohl & Trennepohl, 2018). O DOF acompanhará, obrigatoriamente, o produto ou subproduto florestal nativo, da origem ao destino nele consignado, por meio de transporte individual: rodoviário, aéreo, ferroviário, fluvial ou marítimo.

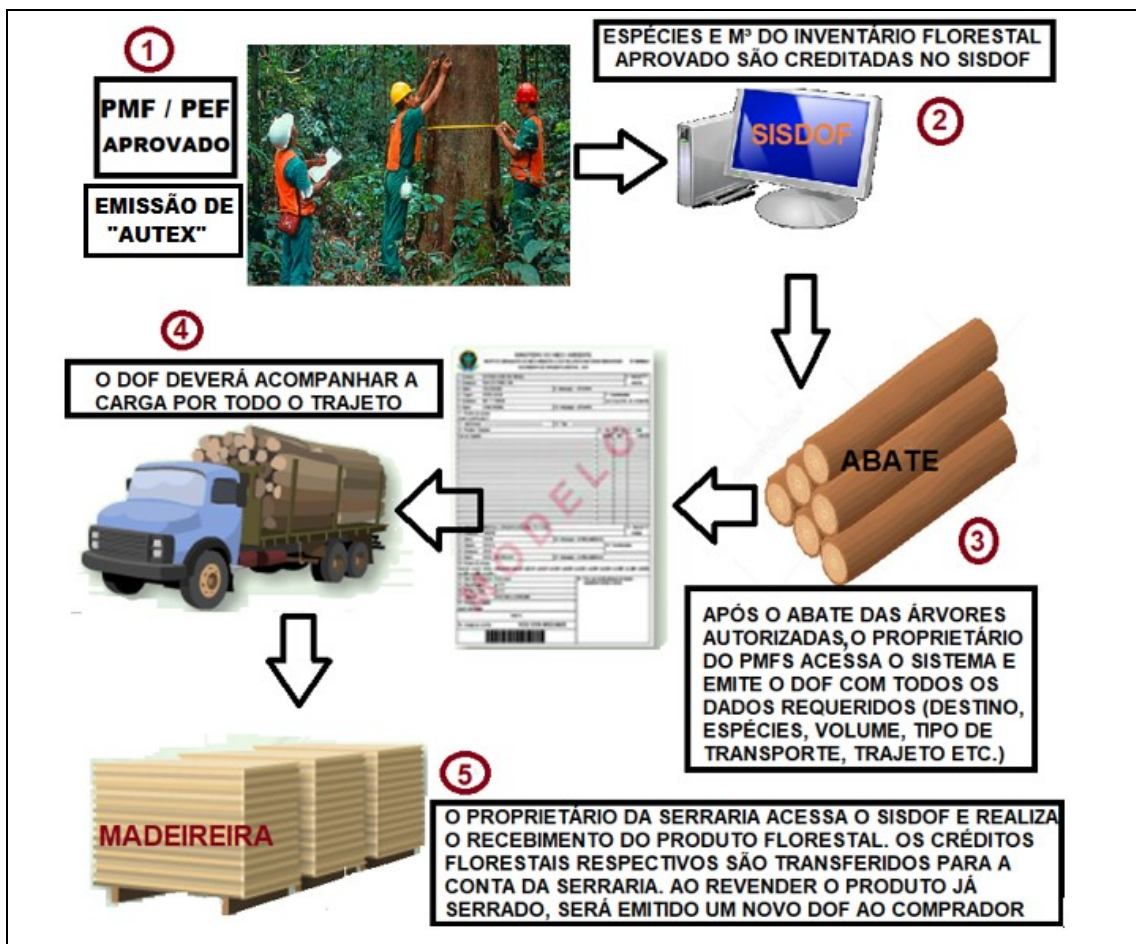
O SisDOF realiza controle eletrônico dos saldos (créditos e débitos dos produtos florestais nas contas dos diferentes envolvidos nas transações comerciais), de forma análoga ao sistema que uma instituição bancária utiliza para o controle das contas de seus correntistas: a emissão do DOF (Documento de Origem Florestal) está condicionada a existência de crédito de madeira em relação ao emitente, o qual, em caso positivo, estará autorizado a vender a madeira que tem em estoque. Esses créditos, após a venda, transporte e efetiva aquisição por parte do destinatário dos produtos florestais, passarão para a conta no SisDOF do comprador e assim

sucessivamente, possibilitando um maior controle de toda a cadeia de custódia dos produtos florestais, desde a sua extração até o comércio ou exportação (Perazzoni, 2009, 2014, 2018; Polícia Federal, 2012).

O transporte da carga e a exportação de produtos florestais, em todos os casos, exige a apresentação de um DOF, cuja autenticidade pode ser verificada por meio do sítio eletrônico do próprio IBAMA.

Importante frisar, ainda, que a efetiva transferência de créditos se processa apenas no momento da chegada e confirmação do recebimento da carga no empreendimento comprador. Durante o transporte, o volume referente à madeira vendida fica indisponível na conta da empresa vendedora, de forma a não permitir a venda dobrada. A Figura 1.14, representa o processo legal de aquisição de produtos florestais desde a propriedade rural até a indústria madeireira onde serão beneficiados.

Figura 1.14: Representação esquemática do comércio legal de madeira.



De todo o exposto, vê-se que é o saldo de créditos florestais na conta do empreendimento comprador junto ao órgão ambiental que comprova a origem lícita da madeira estocada. Durante as fiscalizações nesses empreendimentos, os órgãos ambientais e a polícia realizam a medição de todos os produtos florestais estocados e confrontam os dados obtidos com os registros no sistema.

Obviamente, é importante termos em mente que a mais rigorosa e efetiva regulamentação do Manejo Florestal Sustentável, assim como o surgimento do sistema DOF (ambos em 2006) conferiram, desde a sua implantação, maior segurança contra fraudes, o que não significa dizer que esse sistema seja imune aos ardis de empresários inescrupulosos e quadrilhas especializadas em crimes ambientais.

Com efeito, nos últimos anos, temos nos deparado com vários expedientes fraudulentos, não apenas para extração de produtos florestais no interior de propriedades rurais em quantidades superiores ou qualidade diversa do que fora estabelecido no licenciamento, mas, também, em muitos casos, para extrair ilegalmente produtos florestais em áreas protegidas como terras indígenas e unidades de conservação.

Em muitos desses casos, o crime é fomentado, fortemente, pelo despreparo institucional, a ausência de capital e a falta de experiência empresarial, que tornam os proprietários rurais, com ênfase para os mais pobres, presas fáceis para os madeireiros ilegais e comerciantes de produtos florestais (Colfer & Byron, 2001).

Nesses casos, os respectivos PMFS, apesar de devidamente aprovados pelos órgãos competentes, são, na maioria das vezes, executados em desacordo com as normas e licenças obtidas e, em casos mais graves, até mesmo utilizados apenas para legalizar, de forma fraudulenta, madeiras extraídas de outras áreas.

Em outras palavras, a nossa pequena, porém frutuosa experiência na região, sinaliza que, se, em teoria, o Manejo Florestal Sustentável revela-se importante, senão imprescindível, instrumento para a proteção da

Floresta Amazônica, na prática, existem, ainda, muitos obstáculos a serem superados e enfrentados.

No próximo tópico, iremos apresentar, em linhas gerais, aquele que consideramos como sendo, talvez, um destes principais obstáculos: a atuação do crime organizado no desmatamento ilegal na Amazônia e de que forma as respectivas organizações se valem dos PMFS.

#### 1.2.4 O desmatamento ilegal como ramo do crime organizado

*“Policiais federais cumprem, hoje (25/04/2019), 138 mandados judiciais com o objetivo de desarticular um suposto esquema de extração ilegal de madeira na Floresta Amazônica e investigar a suspeita de participação de servidores de órgãos ambientais estadual, madeireiros e comerciantes no esquema. A nova fase da chamada Operação Arquimedes foi deflagrada nas primeiras horas do dia, em oito estados (Acre, Amazonas, Minas Gerais, Mato Grosso, Paraná, Rondônia Roraima e São Paulo) e no Distrito Federal, com o apoio do Ministério Público Federal (MPF). A Justiça autorizou o cumprimento de 23 mandados de prisão preventiva, seis de prisão temporária e 109 de busca e apreensão de documentos em endereços ligados aos investigados. Além disso, foi autorizado o bloqueio de R\$ 50 milhões depositados em contas bancárias de empresas suspeitas de integrar o esquema e outras 18 medidas cautelares. Segundo a PF, entre os investigados há servidores de órgão ambiental estadual, engenheiros florestais, detentores de planos de manejo e proprietários de empresas madeireiras. Se confirmadas as suspeitas, eles responderão pelos crimes de falsidade ideológica; falsidade documental nos processos de concessão e fiscalização de Plano de Manejo Florestal Sustentável; extração e comércio ilegal de madeira; lavagem de bens, direitos e valores; corrupção ativa e passiva e constituição de organização criminosa. Mais de 400 contêineres contendo cerca de 8.000 m<sup>3</sup> de toras de madeira já foram apreendidos em dezembro de 2017, no porto de Manaus, nesta mesma operação Arquimedes. O material pertencia a mais de 60 empresas e, de acordo com a PF, estava com a documentação irregular. Parte da madeira apreendida seria exportada para países da Europa, Ásia e América do Norte.”* (Agência Brasil, 2019).

Quando falamos em crime organizado no Brasil, a primeira imagem que nos salta aos olhos é, geralmente, a do tráfico de drogas praticado nos grandes centros do Sul e Sudeste do país, especialmente o Rio de Janeiro e São Paulo. A notícia acima, entretanto, faz-nos perceber que a criminalidade organizada, há muito, não se encontra mais restrita aos crimes tradicionais, como o tráfico de drogas, tendo entrado, definitivamente, no ramo dos crimes ambientais. Com frequência, aliás, os noticiários e a imprensa especializada

têm nos informado de operações realizadas pelos órgãos repressivos estatais e que apontam para a existência de grupos organizados, não raro, infiltrados no seio estatal, que se dedicam às mais diversas atividades delituosas nessa área.

São, portanto, numerosas as organizações criminosas que hoje se dedicam aos crimes ambientais, sobretudo à extração e comércio ilegal de produtos florestais na Amazônia brasileira.

Isso se justifica pelos altos valores econômicos envolvidos<sup>16</sup> e se demonstra, claramente, na forma como as medidas adotadas para burlar o controle estatal são realizadas, dentre elas destacadamente: I) envolvimento de diversas pessoas, agrupadas em diferentes funções e níveis hierárquicos; II) a disciplina observada nas comunicações e na realização das operações criminosas, de forma a manter o sigilo dessas atividades e da identidade de seus integrantes; e III) utilização de técnicas persuasivas e de burla aos mecanismos estatais de controle e fiscalização que vão da corrupção de servidores públicos até a ameaça e coação daqueles que se oponham aos seus interesses, contando, assim, frequentemente, com a condescendência de agentes públicos, bem como de profissionais e técnicos especializados (Arruda, 2014; Dittmar, 2013; Perazzoni, 2009, 2014, 2018; Pereira, 2017).

Note-se, entretanto, que, diferentemente e de forma ainda mais complexa do que ocorre na criminalidade organizada clássica, como o tráfico de drogas, onde o produto é sempre ilícito (a droga é ilícita pela sua própria natureza, salvo raríssimas hipóteses em que é permitida a sua utilização para fins científicos e medicinais), no crime ambiental existe, ainda, a possibilidade de que os bens ambientais (madeiras, minerais, animais etc.) obtidos de forma ilícita possam ser legalizados em determinado momento, passando a figurar, para todos os efeitos, como se tivessem sido obtidos de forma lícita, em estrita conformidade com a legislação ambiental (Arruda, 2014; Perazzoni, 2014, 2018).

---

<sup>16</sup> O setor madeireiro mundial movimenta, anualmente, cerca de US\$ 100 bilhões, dos quais cerca de US\$ 2,5 bilhões referem-se apenas às receitas legais desse setor na Amazônia (Adeodato *et al.*, 2011).

Noutras palavras, diversamente do que ocorre com o lucro proveniente da venda de drogas ilícitas, situação em que os criminosos necessitam utilizar de diversos subterfúgios para realizar a legalização (ou “lavagem”) dos valores provenientes dessa atividade, no crime ambiental organizado, é o próprio bem ambiental que passa por esse tipo de processo de legalização através de expedientes os mais diversos que vão desde fraudes e falsificação de documentos até a corrupção dos servidores públicos responsáveis pela sua emissão.

Isso ocorre em praticamente todos os ramos a que se dedica o crime organizado ambiental (notadamente nos crimes relacionados à extração florestal e mineral ilegal) e, a partir da legalização desses bens, através de procedimentos muitas vezes bastante complexos e que culminam com a obtenção de autorizações ou licenças regularmente expedidas pelos órgãos públicos competentes, a própria apuração da origem delituosa do produto (como por, exemplo, uma madeira proveniente de extração ilegal no interior de áreas protegidas), resta bastante prejudicada.

No que se refere especificamente à exploração florestal ilegal, podemos destacar os principais ilícitos relacionados conforme a seguir:

- Fraudes na concessão de autorização de desmatamento (PEF), de manejo florestal (PMFS), ou na emissão do Documento de Origem Florestal (DOF).
- Disponibilidade de créditos florestais fraudulentos, que permitem o desmatamento e retirada ilegal de madeira, de áreas não documentadas, de terras públicas ou de áreas protegidas.
- Transporte, processamento e comercialização desses produtos florestais pelas serrarias e madeireiras, as quais recebem o produto “legalizado” com documentação fraudulenta, abastecendo e incentivando, portanto, todo o esquema.

Tais condutas caracterizam diversos delitos previstos na legislação brasileira, que vão desde o simples desmatamento ilegal, cuja pena varia de 1 a 3 anos de prisão (art. 38 da Lei 9.605/98), até crimes bem mais graves, como corrupção (arts. 317 e 319 do CPB), falsificação e uso de documentos

falsos públicos ou privados (arts. 397 a 304 do CPB), associação criminosa (Art. 288 do CPB) e lavagem de capitais (art. 1º da Lei 12.683/12), cujas penas, somadas, no caso concreto, podem ser superiores a 30 anos de prisão.

Estamos, portanto, diante de práticas ilícitas bem engendradas e bastante graves.

Como ocorre em qualquer ramo do moderno crime organizado, os personagens envolvidos são muitos, podendo ser divididos, basicamente, em cinco grupos distintos:

- **Engenheiros florestais, agrônomos e demais responsáveis técnicos:** utilizam seus conhecimentos para a elaboração e aprovação de projetos ideologicamente falsos, necessários à obtenção das licenças ambientais.
- **Servidores Públicos corruptos ou coagidos:** responsáveis pelo impulso dos processos administrativos de aprovação desses projetos, expedição de autorizações, ou, ainda, por deixar de responsabilizar os respectivos fraudadores.
- **Operadores de motosserra e transportadores:** são a base da pirâmide dessas atividades delituosas: geralmente recrutados nas comunidades próximas, são os que recebem os menores valores e, por serem a face mais visível dessas organizações, se sujeitam aos maiores riscos de serem identificados e presos em flagrante.
- **Proprietários rurais e/ou arrendatários:** seriam, supostamente, responsáveis pela extração legal de madeira ou minerais no interior de suas áreas. Entretanto, utilizam-se dos mais diversos expedientes fraudulentos que viabilizam a legalização de produtos florestais e minerais extraídos ilegalmente, não apenas em suas próprias áreas, mas também no interior de áreas protegidas, tais como Terras Indígenas e Parques Nacionais.
- **Empresários do ramo madeireiro:** integram a parte economicamente mais forte de todo o esquema noticiado, aferindo os maiores lucros. As madeiras são extraídas ilegalmente no interior das

áreas e transportadas até os pátios dessas empresas, onde são processadas e revendidas, já devidamente legalizadas.

Pelo exposto, resta-nos evidente que, se por um lado, o manejo florestal revela-se importante aliado na construção de uma Amazônia mais sustentável e menos pobre, por outro, pode e está, infelizmente, a ser utilizado para a legalização de produtos florestais extraídos em desacordo com os mandamentos legais vigentes. Pode-se falar, nesses casos, da clara existência de uma atividade de lavagem de produtos (ou ativos) florestais (Arruda, 2014).

Dentre essas principais irregularidades e fraudes que se voltam à lavagem de produtos florestais extraídos ilegalmente na Amazônia brasileira, podemos, neste momento, exemplificar:<sup>17</sup>

- **Irregularidades na localização da propriedade:** A propriedade tem PMFS aprovado pelo órgão ambiental em área distinta (maior ou deslocada espacialmente) daquela constante dos respectivos registros e matrícula do imóvel rural junto aos órgãos oficiais. Esse tipo de expediente é frequentemente utilizado quando a área real, constante na matrícula do imóvel, já foi explorada ilegalmente no passado, ou não apresenta espécimes de valor econômico.
- **Inventário Florestal fraudulento:** É a mais corriqueira. São inseridas volumetrias e espécies que não correspondem aos dados reais de campo. Dadas as dimensões e características da Amazônia, na esmagadora maioria das vezes, esses dados são homologados pelo órgão ambiental sem a realização de vistoria *in loco*, ou, ainda, mediante a corrupção ou coação de servidores públicos que emitem laudos técnicos como se tivessem confirmado tais informações nos respectivos trabalhos de campo.

---

<sup>17</sup> Oportunamente, no capítulo 2, veremos um rol bastante completo de irregularidades, obtido através da análise pormenorizada de mais de uma centena de documentos produzidos pela Polícia Federal e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), entre os anos de 2012 e 2018.



É de notar-se, por todo o exposto, que as atividades desenvolvidas pelos dois primeiros grupos criminosos (**responsáveis técnicos** e **servidores públicos**), conforme descritas acima, são, justamente, o motor que fomenta e oferece facilidades aos demais grupos criminosos que corriqueiramente tomam parte nas atividades ilícitas que envolvem extração e comércio de produtos florestais extraídos ilegalmente (proprietários de terras, arrendatários e empresários).

Com efeito, não restam dúvidas que as atividades praticadas prioritariamente por esses dois grupos resultam vitais à manutenção das práticas delituosas ambientais relacionadas à extração e comércio ilegal de produtos florestais. Isso porque são os servidores públicos e profissionais liberais que possibilitam, através dos diversos expedientes já especificados, a legalização dos produtos florestais extraídos criminosamente, permitindo sua posterior comercialização.

Não por acaso, relatório do Banco Mundial (Pereira *et al.*, 2011) sugere que os países passem a tratar com maior rigor a extração e comércio ilegal de produtos florestais, erigindo essa modalidade criminosa à condição de crime do colarinho branco (*white collar crime*). Referida pesquisa demonstra, aliás, que, quando muito, as sanções penais relacionadas ao desmatamento ilegal são aplicadas apenas aos elos mais fracos da cadeia criminosa, deixando de fora os personagens potencialmente mais perigosos e que auferem os maiores lucros. Em outras palavras: sem uma investigação criminal respaldada em técnicas adequadas de inteligência, quem segura a motosserra ainda corre algum risco de ser punido, ao passo que agentes públicos corruptos, empresários corruptores e responsáveis técnicos passam ao largo de sofrer qualquer sanção.

É preciso, portanto, que as autoridades estejam atentas a todas essas questões e invistam no melhor aparelhamento de suas estruturas para que, possam, eficazmente, fazer frente a esses grupos criminosos organizados.

É nesse ponto, aliás, que acreditamos que as modernas geotecnologias hoje disponíveis se revelam de suma importância, ao permitirem elucidar toda a dinâmica criminosa e possibilitar, assim, a efetiva

responsabilização e, principalmente, a descapitalização, senão de todos, ao menos dos principais envolvidos.

### 1.3 **Informação geográfica e sustentabilidade:**

#### 1.3.1 **Dados Geográficos e SIG**

Em termos didáticos, os fenômenos que ocorrem sobre a superfície da terra podem ser percebidos ou analisados sob três dimensões (tabela 1.3):

**Tabela 1.3:** Dimensões espacial, temporal e temática.

<b>DIMENSÃO</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO</b>
ESPACIAL	As variações dão-se de lugar para lugar (declividade, altitude, profundidade etc.).
TEMPORAL	As variações ocorrem ao longo do tempo (densidade demográfica, ocupação do solo).
TEMÁTICA	As variações são detectadas a partir de mudanças de características (geologia, cobertura florestal).

**Fonte:** Silva, 2003

É interessante termos em mente que todas as variações detectadas, nas três dimensões, se realizam em algum lugar do espaço<sup>18</sup> (coordenadas X, Y e Z) e são, justamente, os registros e descrições das variações ocorridas no mundo real, nessas três dimensões, que chamamos, genericamente, de **dados espaciais** (Sinton, 1978 *apud* Silva, 2003). Nesse contexto, é importante termos em mente que uma grande parcela, senão a maioria, da informação existente, hoje, refere-se direta ou indiretamente a algum lugar específico no espaço e, não raro, pode se referir, conforme o enfoque, a diferentes locais. Um documento que se refere a um imóvel, seja um estabelecimento comercial ou uma residência, faz menção, ainda que de forma indireta, a um lugar determinado da superfície terrestre (o endereço de sua localização), porém, se também faz menção a pessoas que nele residam ou trabalhem, poderá também trazer uma série de outras informações geográficas tais como onde moram, onde estudaram etc.

O conjunto dessas informações espaciais pode ser analisado de diversas formas para solucionar problemas cujo grau de complexidade podem variar bastante, como por exemplo qual o trajeto mais curto entre a residência

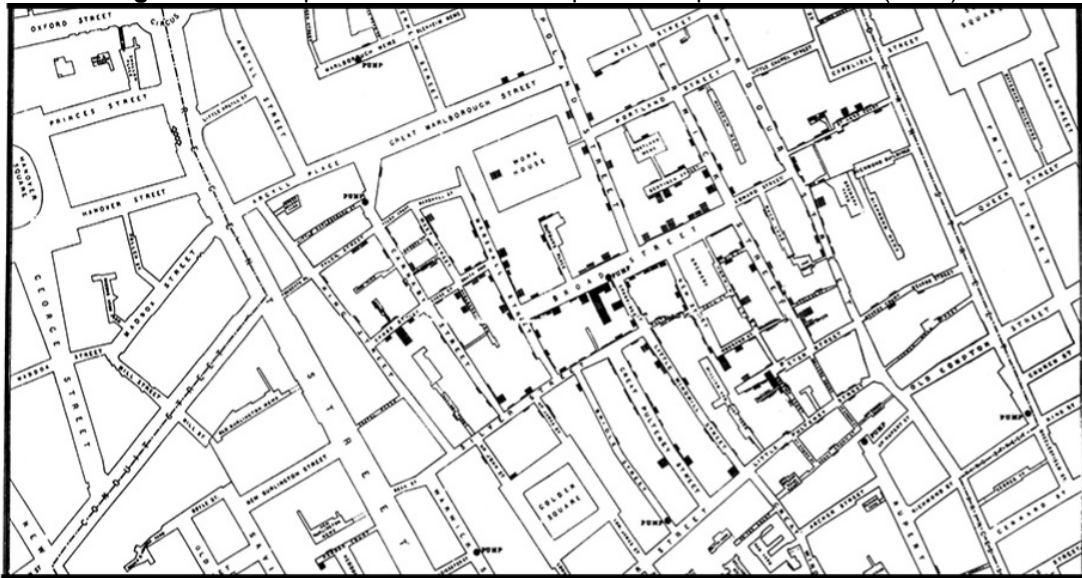
<sup>18</sup> Daí cremos que uma nomenclatura mais adequada para essas diferentes dimensões seria: I) **espacial simples** ou **espacial “pura”**; II) **espacial-temporal**; e III) **espacial-temática**.

do empregado e a empresa (fácil) ou, então, qual o trajeto mais rápido em um determinado momento do dia, utilizando-se de um meio específico de transporte (que, por ter de considerar uma série de outras questões, como trânsito, eventuais bloqueios nas estradas etc., pode se revelar um pouco ou bastante mais difícil de elucidar).

A análise do elemento espacial, para além disso, pode proporcionar soluções para fenômenos ainda pouco compreendidos, mas que apresentam maior grau de probabilidade de estarem conectados entre si, embora não se saiba ainda exatamente a sua causa. Nesse sentido, Waldo Tobler (1970: 236), conhecido geógrafo norte-americano, cunhou a afirmação que ficou conhecida posteriormente como a primeira lei da Geografia: "Todas as coisas então relacionadas entre si, mas, coisas mais próximas estão mais relacionadas uma da outra que coisas mais distantes". Com efeito, se pensamos em qualquer fenômeno distribuído espacialmente, a tendência é que fenômenos próximos sejam mais semelhantes que aqueles mais distantes, tal vale para o tipo de vegetação ou relevo, o clima ou, até mesmo, para dizer que a probabilidade de ocorrência de um caso de doença próximo a um caso existente é maior que sua ocorrência a uma grande distância. Posteriormente (1999: 87), o mesmo autor afirmou que: "O fenômeno externo a uma área de interesse afeta o que acontece dentro" (segunda lei da Geografia).

Um exemplo histórico bastante conhecido de análise espacial com excelentes resultados ocorreu em Londres, no ano de 1854, quando o médico inglês John Snow, a partir da análise de distribuição espacial dos poços de água que abasteciam a cidade, verificou que um dos poços, localizado em *Broad Street*, coincidia com o centro de uma grave epidemia de cólera, tendo recomendado às autoridades o seu fechamento (fig. 1.16). O mais importante deste episódio histórico é que, à época, a medicina ainda se valia da teoria dos miasmas para explicar a causa das doenças, segundo a qual, a água do poço não poderia ser a causa da epidemia de cólera. O fator geográfico nesse caso, apesar de contrariar a medicina da época, serviu à contenção da epidemia e salvou numerosas vidas.

**Figura 1.16:** Mapa de casos de cólera produzido por John Snow (1854).



**Fonte:** Wikimedia Commons, 2019.

Por óbvio, desde o caso passado em Londres até os dias presentes, muita coisa mudou, principalmente com o aumento nos dados disponíveis (que segundo estimativas, dobram de volume a cada dois anos) e o surgimento da computação gráfica, porém poderíamos dizer que John Snow, ao recorrer a um mapa dos poços e realizar as respectivas análises, criou um dos primeiros Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Pode dizer-se que a tecnologia SIG está para análises geográficas, como o microscópio e o telescópio estão, respectivamente, para a Biologia e a Astronomia, permitindo ao cientista analisar dados espaciais e extrair deles as informações necessárias à compreensão de um fenômeno e/ou solução de um problema (Silva, 2003).

Não por acaso, dentre as definições mais largamente utilizadas sobre SIG, destacamos as seguintes:

- “Um sistema que contém dados espacialmente referenciados que podem ser analisados e convertidos em informações para o uso em conjunto específico de finalidades. A característica principal de um SIG é analisar dados para gerar novas informações” (Parent, 1988).
- “É um banco de dados contendo uma discreta representação da realidade geográfica na forma estática de objetos geométricos em duas dimensões, com seus atributos ou dados não espaciais associados, com uma funcionalidade grandemente limitada pelas

operações geométricas primitivas para criar novos objetos ou para computar as relações entre objetos, ou para simples interrogações e descrições sumárias” (Goodchild, 1991).

- “Um conjunto coerente de hardware, software, dados e pessoal, destinados a adquirir, armazenar, actualizar, manipular, analisar e apresentar informação georreferenciada” (Gaspar, 2008).

Todas essas definições apresentam alguns pontos comuns, senão vejamos: I) os SIG utilizam-se de um meio digital, portanto, o uso da informática (*hardware* e *software*) é imprescindível; II) esses dados precisam estar georreferenciados; III) os SIG devem conter funções de análises desses dados (Silva, 2003).

Podemos, portanto, dizer que os SIG, modernamente, apresentam-se como uma interface integrada de *software*, *hardware* e dados geográficos, através da qual os utilizadores, por meio de métodos específicos, realizam a manipulação e análise de grandes bases de dados espaciais de forma a produzir informações relevantes sobre um determinado fenómeno.

Figura 1.17: Resumo esquemático de um SIG.



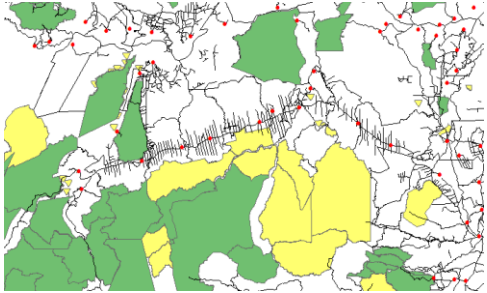


Fonte: GIS Resources, 2012.

Com relação ao *software* e *hardware* (elemento informático) e aos próprios utilizadores (elemento humano), cremos não haver maiores dúvidas quanto à sua definição, uma vez que não diferem, em linhas conceituais, daqueles elementos já presentes nos demais sistemas de informação.

Por outro lado, entretanto, cremos fazer-se necessário analisar com um pouco mais de profundidade o que seriam os chamados dados espaciais (ou geográficos).

Atualmente, em um SIG, os dados espaciais podem ser armazenados e acessados sob vários tipos de arquivos, sendo os principais os constantes da tabela 1.4:

**Tabela 1.4:** Tipos de arquivos digitais utilizados em SIG.

TIPO DE ARQUIVO	CARACTERÍSTICAS
<p><b>VETORIAL</b></p> 	<p>A localização e a feição geométrica do elemento são armazenadas e representadas por vértices definidos por um par de coordenadas, conforme a seguir: <b>Pontos:</b> representados por um vértice, ou seja, por apenas um par de coordenadas; <b>Linhas ou arcos:</b> representados por, no mínimo, dois vértices conectados, formando elementos que possuem extensão linear; e <b>Polígonos:</b> representados por, no mínimo, três vértices conectados. Os principais formatos de arquivos vetoriais são: <b>.shp</b>, <b>.dwg</b> e <b>.dxf</b>.</p>
<p><b>RASTER</b></p> 	<p>O terreno é representado por uma matriz de pontos individuais, com tamanho regular e conhecido, denominados <i>pixels</i>. A coloração do <i>pixel</i> depende de um valor associado e um conjunto de <i>pixels</i> dispostos de forma regular formam a imagem. Estes valores se referem a uma informação discreta para a área equivalente ao <i>pixel</i> e pode se relacionar, por exemplo, à reflectância de alvos medidas por sensores, retroespalhamento de ondas RADAR, temperaturas etc. Os principais formatos de arquivos <i>raster</i> são: <b>.tiff</b>, <b>.bmp</b> e <b>.jpg</b>.</p>
<p><b>TABELAS DE ATRIBUTOS</b></p> 	<p>Dados organizados em tabelas que possuem informações associadas às propriedades dos arquivos vetoriais ou <i>raster</i>. Os principais formatos de arquivos tabulares são <b>.dbf</b> e <b>.csv</b>.</p>

Fonte: adaptado de Alves *et al.*, 2010, p. 263-264.

Os SIG possibilitam a visualização e a manipulação desses dados espaciais, o que de outra forma não seria possível. Para tanto, podem ser utilizados de pelo menos três maneiras bastante distintas, a saber: I) como ferramenta para a produção de mapas; II) como suporte para análise espacial

de fenômenos; e III) como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial (Câmara, 1995). E mais: ao permitir a armazenagem e análise conjunta dos atributos dos dados espaciais com sua geometria, localização, área, distância, arranjo espacial e, principalmente a topologia, a conformação do espaço geográfico, suas características e peculiaridades, os SIG também passam a ser uma fonte de explicação para os padrões apresentados pelos diversos fenômenos que nele se manifestam.

Nesse sentido, os SIG, hoje, revelam-se de fundamental importância para a avaliação de PMFS, conforme veremos a seguir.

### 1.3.2 SIG, teledeteção e avaliação de PMFS

Apesar de vir crescendo fortemente nos últimos anos, a literatura científica sobre Sistemas de Informação Geográfica (SIG), GEOINT e sua aplicação na avaliação de Planos de Manejo Florestal na Amazônia é, ainda, relativamente escassa. Parte disso se deve, a nosso ver, à constatação de que a exploração de madeira por meio de manejo florestal é seletiva, ou seja, removem-se de duas a cinco árvores por hectare ( $<30 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) e ao fato de que, em geral, as imagens satelitais disponíveis ao público são de média ou baixa resolução.

Não por acaso, muitos especialistas não acreditavam que fosse possível a avaliação de PMFS em larga escala, sem lançar-se mão de imagens de alta resolução. Entretanto, estudos e trabalhos na área de detecção remota como os conduzidos por Stone & Lefebvre (1998), Souza Jr. & Barreto (2000), Asner *et al.* (2002, 2005); Graça *et al.* (2005), Monteiro & Souza Jr. (2006, 2009), Cardoso *et al.* (2011), Dittmar (2013), Pinage & Matricardi (2015) dentre outros, já demonstram, há vários anos, que é, sim, possível detectar e avaliar a qualidade da exploração madeireira com imagens de satélite de média resolução e, até mesmo, estimar os impactos da exploração na biomassa florestal. Soma-se a tudo isso que, estudo recente, elaborado por pesquisadores do INPA, IBAMA e Empresa Brasileira de Produção Agropecuária (EMBRAPA), demonstrou que as imagens *Landsat*

são úteis à detecção de atividade madeireira recente, ou seja, no mesmo ano da exploração (Pantoja *et al.*, 2017), com a identificação de pátios de estocagem com dimensões maiores que 290 m<sup>2</sup>.

Note-se, aliás, que diversos órgãos do governo brasileiro, como o IBAMA e a Polícia Federal têm se utilizado dessas técnicas, com relativo sucesso, para a detecção de irregularidades em Planos de Manejo Florestal Sustentável (Associação de Polícias das Américas [Ameripol], 2015; Cardoso *et al.*, 2011; dentre outros). Isso é possível, pois, se por um lado, de fato, existem sérias limitações à detecção do abate e arraste de árvores em imagens de baixa e média resolução espacial, por outro, a infraestrutura dos PMFS (constituída por pátios de estocagem e estradas primárias e secundárias) pode ser detectada e avaliada por meio desse tipo de imagem, possibilitando não apenas o mapeamento da exploração seletiva de madeiras, como também, em determinados casos, estimar seus respectivos impactos.

### 1.3.3 O que é Geointeligência (GEOINT)?

A GEOINT é definida pela *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA), nos seguintes termos: “[...] exploração e análise de imagens e informação geoespacial para descrever, avaliar e visualizar as feições físicas e as atividades georreferenciadas no mundo. Geointeligência consiste em: Imagens, Inteligência de Imagens e Informação Geoespacial” (NGA, 2006).

Essa definição é frequentemente criticada por tratar a GEOINT como uma simples fonte de produção de inteligência, como, por exemplo, a Inteligência de Fontes Abertas<sup>19</sup> (OSINT) ou a Inteligência de Fontes Humanas<sup>20</sup> (HUMINT), deixando, portanto de tratá-la como uma metodologia que pode e deve, aliás, ser utilizada para qualificar e melhor analisar dados provenientes de todas as demais fontes autônomas.

Não seria errado dizer, aliás, que essa definição, escrita em 2006 foi criada para informar como a NGA operaria com as outras dezenas de agências

---

<sup>19</sup> Enquadram-se nessa categoria dados obtidos por meio de redes sociais, jornais e documentos públicos.


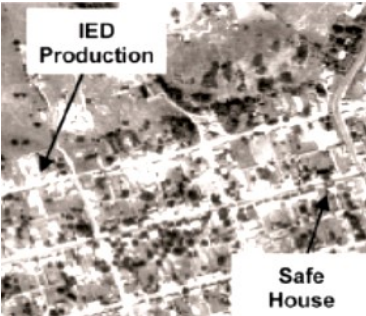
<sup>20</sup> Dados obtidos por meio de informantes, testemunhas, delatores ou agentes infiltrados.

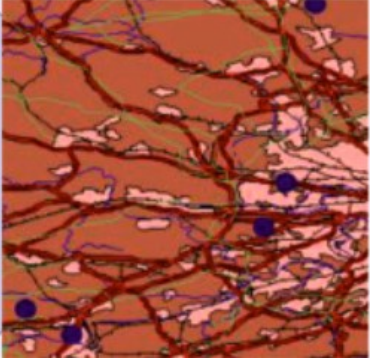
de inteligência dos EUA, mas não pretendia ser a definição funcional da disciplina (Bacastow, 2019).

Segundo o mesmo autor, uma definição mais ampla e funcional da disciplina seria a seguinte: “A inteligência geoespacial é um conhecimento acionável, um processo e uma profissão. É a capacidade de descrever, compreender e interpretar de modo a antecipar o impacto humano de um evento ou ação dentro de um ambiente de tempo do local. É também a capacidade de identificar, coletar, armazenar e manipular dados para criar conhecimento geoespacial através do pensamento crítico, raciocínio geoespacial e técnicas analíticas. Finalmente, é a capacidade de apresentar o conhecimento de maneira apropriada ao ambiente de tomada de decisão” (Bacastow & Bellafiore, 2009).

De qualquer forma, a definição provida pela NGA revela-se bastante interessante aos fins deste trabalho, pois nos permite identificar as 03 componentes da GEOINT, a saber: I) **imagem**; II) **inteligência de imagens** e; III) **informação geoespacial**, definidas na tabela 1.5:

**Tabela 1.5:** Definição dos diferentes componentes da GEOINT.

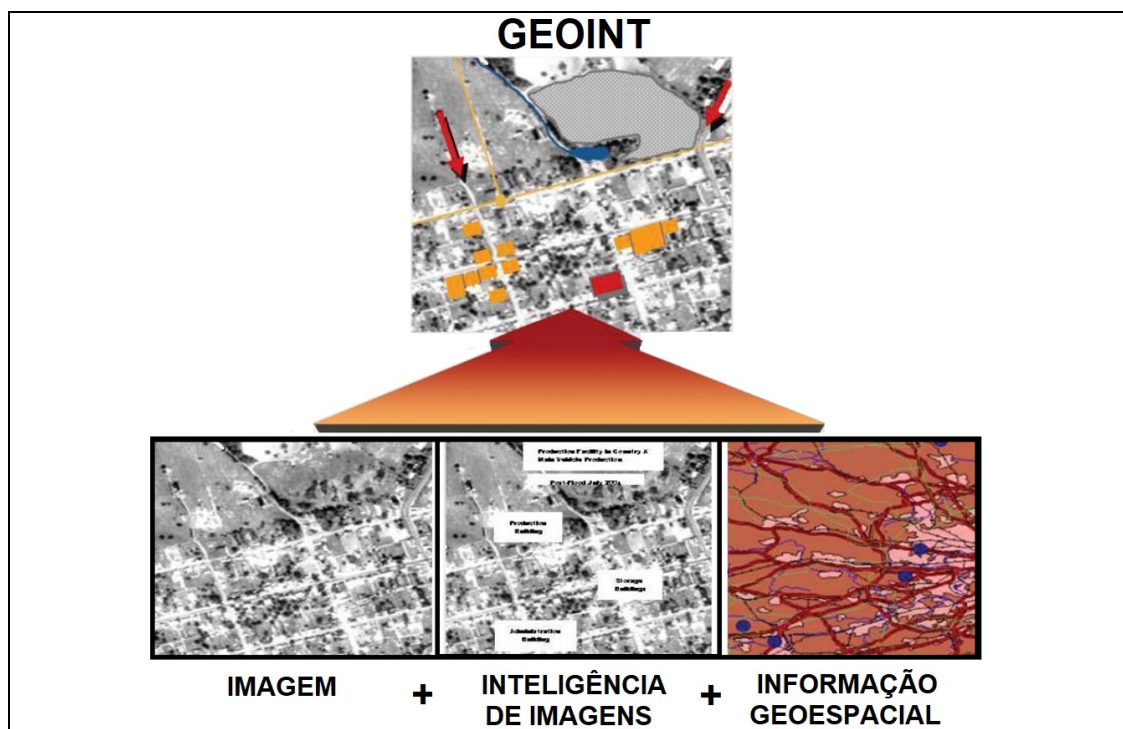
<b>COMPONENTE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<p style="text-align: center;"><b>IMAGEM</b></p> 	<p>Registro visual de qualquer recurso ou ambiente (natural ou produzido pelo homem) seus objetos e atividades relacionadas que contenha os respectivos dados de posicionamento geográfico, produzidos por satélites, plataformas aéreas, veículos aéreos não-tripulados (VANTs), ou outros meios semelhantes.</p>
<p style="text-align: center;"><b>INTELIGÊNCIA DE IMAGENS</b></p> 	<p>Técnica de extrair informações úteis a partir da interpretação ou análise de <b>imagens</b> (inserem-se aqui, por exemplo, a utilização de técnicas digitais de processamento de imagens, índices de vegetação, classificações etc.) e <b>dados colaterais</b> (assim considerados todos aqueles que possam contribuir para a compreensão e interpretação das imagens, inclusive dados e informações de inteligência provenientes de outras fontes).</p>

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL	
	<p>Informação relativa à superfície da Terra que identifica a localização, a geometria e atributos de ambientes, construções, objetos, recursos ou fenômenos que a ocupam (pode ser proveniente de mapas, dados estatísticos, tabelas, dados e arquivos digitais, operações de geoprocessamento, entre outros).</p>

Fonte: NGA, 2006.

Por óbvio, essa divisão é meramente conceitual, pois, na prática, as três componentes se fundem, conforme demonstra a figura 1.18:

Figura 1.18: Componentes da GEOINT (NGA, 2006).



Fonte: NGA, 2006.

É interessante registrar que a GEOINT surge, originalmente, no meio militar, tendo como principais objetivos: I) apoio às forças militares, com especial destaque no planejamento de ações e proteção de seus recursos e instalações; II) produção de dados necessários à tomada de decisões em áreas afetadas à segurança nacional; e III) maior segurança na navegação marítima, aérea e terrestre (NGA, 2006).

A precedência militar não é, aliás, mero acaso. A estreita relação entre a estratégia militar e a análise espacial são, há muito, conhecidas e estudadas

sobre os mais diferentes enfoques. Prova disso é que, dos treze capítulos de “A arte da guerra” de *Sun Tzu*, escrito há cerca de 2.400 anos, quatro (“As nove variáveis”, “Em marcha”, “Terreno” e “As nove variáveis do solo”) tratam exclusivamente de questões que se relacionam diretamente à geografia e, em todos os demais capítulos, surgem, com frequência, referências a questões espaciais (Hanzhang, 2011).

Fácil perceber, assim, o porquê de a GEOINT, nas últimas décadas, ter se consolidado como valiosa ferramenta a serviço das forças militares, permitindo-lhes a aquisição, manuseio e produção de dados objetivos, precisos e mensuráveis sobre o campo de batalha e inimigos, especialmente em regiões remotas ou inacessíveis (Meillón, 2008).

Por óbvio, originalmente, a GEOINT era realizada através de levantamentos fotográficos aéreos e muitas das vezes a interpretação desses dados era totalmente manual, o mesmo ocorrendo com os dados colaterais, muitas das vezes constituídos por documentos físicos.

Hoje, entretanto, com a popularização dos SIG e a maior acessibilidade aos mais diferentes tipos de sensores orbitais e aerotransportados, os benefícios dessa disciplina não se encontram mais restritos às instituições militares.

Afinal, hoje dispomos de uma gama variada de recursos por meio dos SIG, os quais permitem trabalhar e extrair informações de enormes quantidades de dados das mais diferentes fontes, notadamente imagens de satélite e de sensores aerotransportados. Da mesma forma, os mais modernos recursos de análise de dados disponíveis por meio de ferramentas e metodologias empregadas em *Big Data* permitem, hoje, uma nova e variada gama de opções em relação aos dados colaterais e sua subsequente análise conjunta com os dados espaciais por meio da GEOINT.

Esta, cremos, aliás, ser justamente a principal função da GEOINT: a partir da informação geográfica, permitir uma melhor compreensão e contextualização de dados e informações provenientes de outros meios de informação e inteligência.

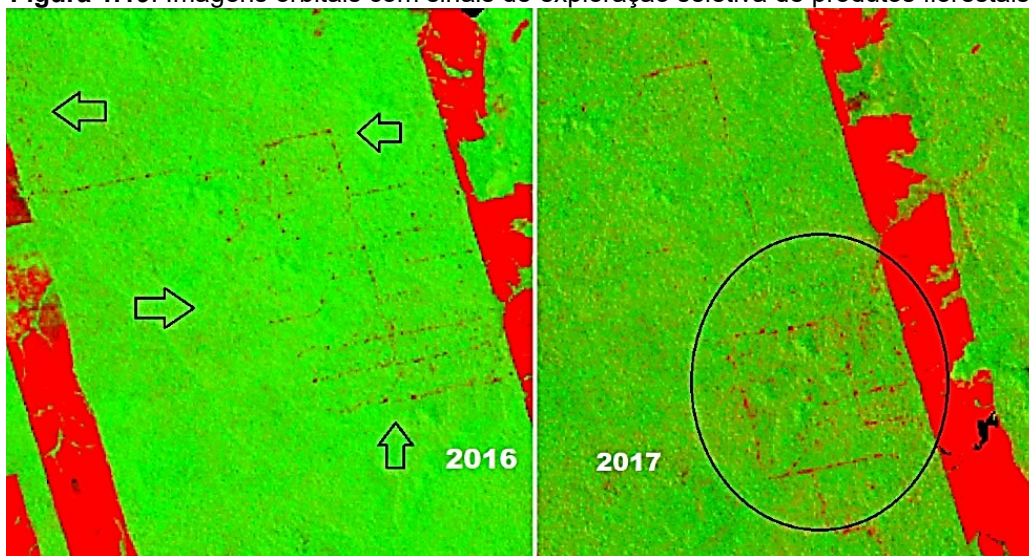
Deixando de lado os aspectos estritamente técnicos, o importante, neste momento e tendo em vista os objetivos deste nosso trabalho, é

saber como a GEOINT pode nos ajudar na avaliação de manejos florestais na Amazônia.

Para tanto, iremos recorrer a um caso concreto bastante simples, mas que cremos ilustra muito bem as bases da GEOINT e suas potencialidades.

No exemplo abaixo, as imagens orbitais confirmam a realização de exploração seletiva de produtos florestais, entre os anos de 2016 e 2017, numa determinada área (fig. 1.19).

**Figura 1.19:** Imagens orbitais com sinais de exploração seletiva de produtos florestais.



As áreas a vermelho indicadas pelas setas na imagem de 2016, indicam estradas e pátios de exploração florestal já existentes naquele ano, ao passo que a área indicada pelo círculo na imagem de 2017 indica uma nova exploração. Verifica-se claramente a existência de pátios e estradas, caracterizadores de atividade de exploração seletiva de produtos florestais. É possível também verificar faixas extensas a vermelho, indicativas de desmates a corte raso nas laterais da área explorada, provavelmente áreas de pasto que também sofreram incremento no mesmo período.

Note-se, entretanto, que as imagens, nesse caso, por si só não comprovam que a exploração florestal constatada seja ilícita, tampouco nos permitem identificar seus responsáveis.

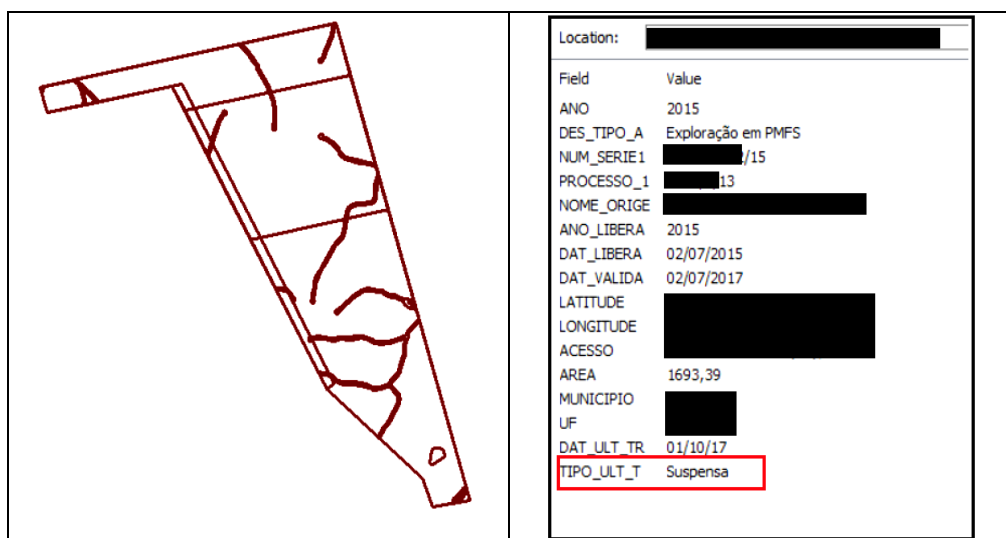
Para tanto, a informação obtida nas imagens deverá ser analisada em conjunto com dados espaciais e não-espaciais provenientes de outras fontes, notadamente as respectivas poligonais de áreas autorizadas naquela região à

realização de atividades florestais, assim como, dados obtidos através do SisDOF, dentre outros (áreas embargadas, autuações administrativas e criminais etc.).

Assim, para o exemplo apresentado, de posse das coordenadas geográficas da exploração florestal, fizemos uma pesquisa nas bases de dados disponíveis.

Para aquela região foi possível identificar a existência de um PMFS e obter o arquivo digital de sua poligonal, assim como constatar da respectiva tabela de atributos que o referido empreendimento teria sido inicialmente autorizado pelo órgão ambiental em 02/07/2015, mas posteriormente teve seu acesso ao SisDOF suspenso em 01/10/2017 (fig. 1.20).

**Figura 1.20:** Arquivo vetorial da poligonal e informações do PMFS.

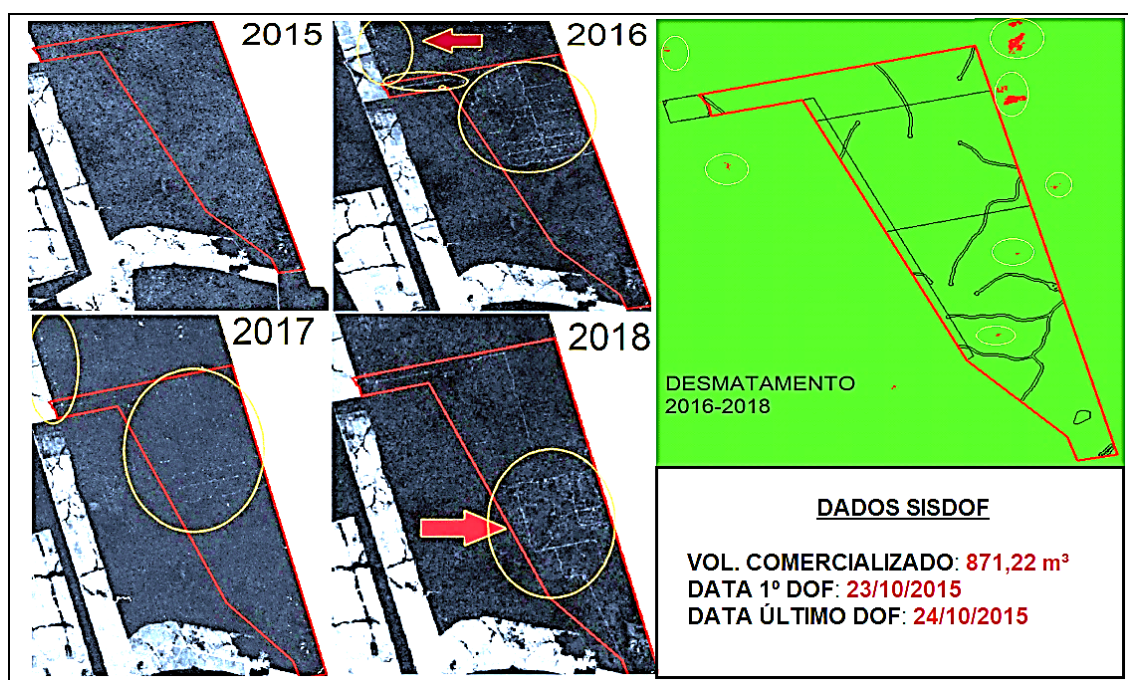


Dando sequência, a análise conjunta de todos esses dados (imagens orbitais, poligonal e, principalmente, informações constantes do SisDOF) permitiu verificar que a exploração florestal ocorrida naquela área, entre os anos de 2016 e 2018 possui fortes indícios de ilegalidade, eis que: i) foi realizada fora dos limites da poligonal autorizada, bem como foram detectados sinais de corte raso no interior da área, incompatíveis com PMFS; ii) consulta ao SisDOF resultou que o PMFS movimentou apenas 871,22 m<sup>3</sup> de produtos florestais em um período inferior a 24h, volume claramente incompatível com os sinais de exploração detectados através das imagens, não existindo,

portanto, dos dados disponíveis, entre os anos de 2016 e 2018, nenhum documento a autorizar a exploração da área.

A fig. 1.21, a seguir, apresenta, resumidamente, a respectiva análise realizada, a partir dos dados vetoriais, imagem e dados do PMFS disponíveis.

**Figura 1.21:** Análise conjunta dos dados vetoriais, imagem e dados do PMFS.



Obviamente, a completa elucidação do caso acima ainda demandaria novas análises, por meio da obtenção da documentação completa do PMFS e a realização de vistorias *in loco*, de forma a se confirmar a autoria das irregularidades constatadas e estimar o dano ambiental causado.

Creemos, entretanto, que ele nos fornece, por ora, uma panorâmica sobre as múltiplas possibilidades e a importância de que se reveste a GEOINT para a avaliação de manejos florestais.

Afinal, sem a análise conjunta dos dados espaciais e não-espaciais que utilizamos nesse exemplo, a efetiva confirmação de uma parte das irregularidades estaria bastante prejudicada, sobretudo no que se refere à exploração realizada em data posterior à última transação no SisDOF, entre 2016 e 2018, pois, uma vez superada a situação flagrancial, o titular sempre

poderia argumentar que a exploração havia se dado anos antes, no período de vigência da autorização.

Em outras palavras: o processamento e análise conjunta de todos esses dados permitiu-nos confirmar a ocorrência de possíveis irregularidades na área (Imagem + Inteligência de Imagens + Informação Geoespacial = GEOINT).

Por óbvio, o exemplo trazido acima, é apenas ilustrativo, uma vez que, na esmagadora maioria das vezes, a produção e disseminação de dados e informações relevantes, envolve a obtenção e análise de uma grande variedade de dados, nos mais diversos formatos e provenientes das mais diferentes fontes.

Aplicar a GEOINT, nesses casos, portanto, demanda-nos uma metodologia adequada para que possamos não apenas integrar suas diferentes componentes, mas, também, gerenciar devidamente os diferentes recursos envolvidos e obter resultados e informações úteis, conforme tentaremos demonstrar no capítulo seguinte.



CAPÍTULO 2  
OPÇÕES METODOLÓGICAS



## CAPÍTULO 2 - OPÇÕES METODOLÓGICAS

### 2.1 O Ciclo de Inteligência de Kahaner e sua aplicação em GEOINT

No capítulo 1, buscou-se abordar e introduzir aqueles que considerávamos como sendo alguns dos principais aspectos conceituais e gerais sobre a temática deste trabalho.

Creemos, aliás, ser-nos-ia impossível tratar devidamente do tema principal desta tese, sem apresentar, ainda que em linhas gerais, o contexto atual do desmatamento ilegal na região e o manejo florestal como uma possível alternativa, bem como o que são e como funcionam as principais ferramentas utilizadas: os SIG e a GEOINT.

Afinal, é a compreensão, ainda que perfunctória, de todos esses pontos que nos permite compreender de que forma a GEOINT pode e deve ser utilizada na avaliação de PMFS.

No que se refere à metodologia empregada, como já adiantado, a mesma se constitui, basicamente, por duas etapas (*vide* fig. 0.1), a saber: I) definição, a partir de análise exploratória dos dados e imagens satelitais disponíveis, bem como de cerca de 120 documentos (laudos e relatórios provenientes da Polícia Federal e do IBAMA), de critérios que pudessem ser utilizados para a avaliação inicial de um PMFS “padrão”; e II) aplicação desses mesmos critérios em relação aos demais PMFS na área de estudo.

Ocorre, entretanto, que, obviamente, em razão das dimensões e demais características da Amazônia brasileira, para a realização de uma investigação do gênero, faz-se necessário desdobrar tais etapas em uma série sucessiva de tarefas que envolvem desde a seleção do PMFS-padrão e da área de estudo, passando pela obtenção, validação e análise sistemática de uma grande quantidade de dados espaciais e não espaciais, bem como o registro dos resultados obtidos e sua avaliação.

Assim, conforme veremos neste capítulo, optou-se por uma metodologia GEOINT baseada no valioso modelo de gerenciamento de atividades proposto por Meillón (2008), a partir do **Ciclo de Inteligência Competitiva** de Larry Kahaner (1997). Tal metodologia demonstra-se

realmente útil a quem se propõe à utilização da GEOINT, principalmente naqueles casos a exigir a análise de uma grande quantidade de dados, de diferentes fontes, senão vejamos.

Em apertada síntese, o modelo original de Kahaner estabelece 04 fases distintas em que a atividade de inteligência se desdobra (Tabela 2.1).

**Tabela 2.1:** Modelo de Kahaner.

<b>FASE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>PLANEJAMENTO</b>	Nessa fase é identificado o problema, bem como estabelecidos e solicitados os diferentes recursos (pessoal, <i>software</i> , <i>hardware</i> etc.) e dados de inteligência necessários à sua solução.
<b>COLETA</b>	Os dados e informações solicitados na fase anterior são efetivamente obtidos e organizados.
<b>ANÁLISE</b>	O material coletado na fase anterior é devidamente analisado, produzindo-se uma informação ou relatório de inteligência.
<b>DISSEMINAÇÃO</b>	A documentação de inteligência produzida na fase anterior é devidamente encaminhada ao seu destinatário com vistas ao conhecimento de teor e adoção das medidas julgadas oportunas.

**Fonte:** Kahaner, 1997.

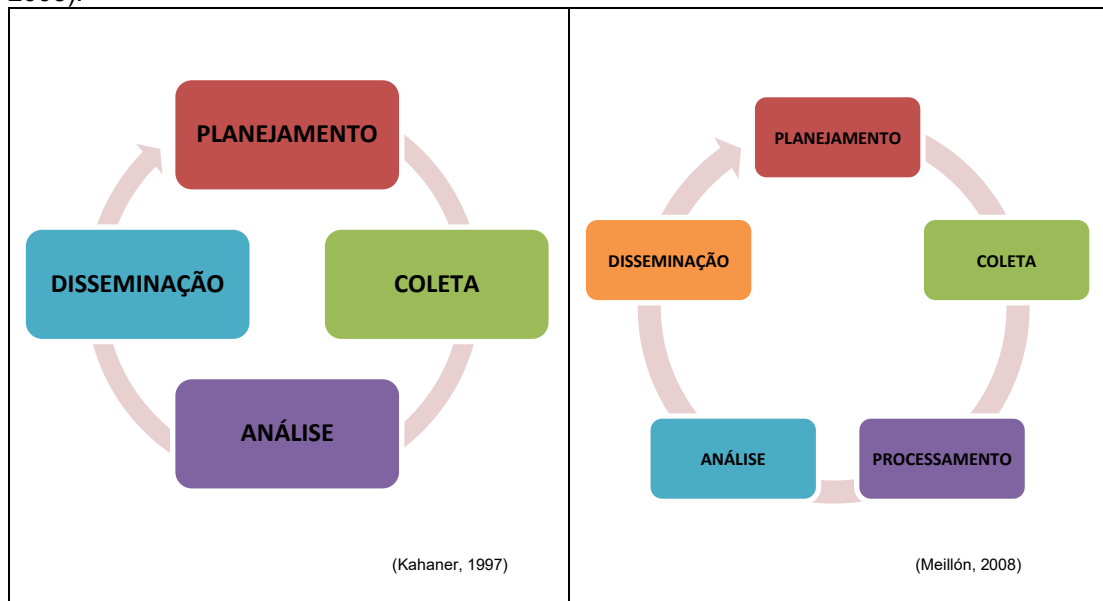
Esse modelo é cíclico, ou seja, a cada nova fase é feita uma avaliação dos passos anteriores, o que permite verificar se os passos já dados e a respectiva informação produzida atendem à demanda inicial e soluciona, adequadamente, o problema proposto. É possível e não raro, aliás, que após cumpridos todos os passos aqui descritos, com a efetiva disseminação da inteligência produzida, o demandante ou destinatário desses dados, constate a existência de um novo problema ou de uma situação anteriormente não prevista ou desconhecida, a ensejar um novo esforço de inteligência, iniciando-se, assim, novamente todo o ciclo proposto para integração e preenchimento dessas lacunas só agora identificadas. Como se vê, é um modelo bastante simples, amplamente utilizado para a produção de inteligência nos mais diversos setores da atividade pública e privada (empresas, governos, forças armadas, polícia etc.).

Tendo em vista, entretanto, as peculiaridades das atividades de GEOINT, Meillón (2008) propôs uma pequena, porém importante adaptação nesse modelo, dividindo-o em cinco passos por meio do acréscimo de uma fase

por ele denominada de “**Processamento**” e que se destina à preparação prévia dos dados e sua sincronização (georreferenciamento, transformações de *datum*, projeções espaciais etc.) antes que possamos iniciar a sua análise propriamente dita.

O comparativo entre o modelo original de Kahaner e sua adaptação por Meillón, pode ser verificado na figura 2.1.

**Figura 2.1:** Ciclo de Inteligência (Kahaner, 1997) e sua adaptação para a GEOINT (Meillón, 2008).



Fonte: Kahaner, 1997; Meillón, 2008.

Cada uma das fases dessa metodologia, suas características e respectivas tarefas, são explicitadas, em linhas gerais, na tabela 2.2.

**Tabela 2.2:** Fases e respectivas tarefas aplicadas à GEOINT.

FASE / DESCRIÇÃO	TAREFAS A REALIZAR
<p><b>PLANEJAMENTO:</b> Nessa fase é identificado o problema e de que forma a GEOINT pode ser útil à sua solução. Também são identificados e solicitados os recursos necessários (pessoal, equipamentos, programas, bases de dados, estatísticas, dados, documentos públicos e privados etc.).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Definição do problema:</b> entendido em seu sentido mais amplo, de forma a abarcar não apenas o resultado concreto que se pretende atingir (no caso deste estudo, por exemplo, a avaliação de PMFS), mas também as respectivas condicionantes (tempo e recursos disponíveis etc.), que ajudarão, por seu turno, na definição da área de estudo, ferramentas e métodos a serem empregados.</li> <li>• <b>Definição de solução e dados necessários:</b> estabelecer quais produtos SIG e outras ferramentas e fontes de informação serão utilizados (imagens, mapas, tabelas, documentos etc.), bem como identificar quais já possui e quais deverão ser adquiridos.</li> </ul> <p><b>OBS.:</b> É importante ter em mente, nessa fase, que a detecção remota pode se valer de uma vasta gama de tecnologias que vão desde os sensores ópticos até o radar, assim como a</p>

	<p>informação pode ser gravada e analisada sob diferentes formas. Tudo isso, obviamente, envolve uma análise custo-benefício, que deverá ser criteriosamente avaliada no caso concreto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Solicitação dos dados:</b> as informações necessárias ao projeto são solicitadas às áreas ou entidades responsáveis por sua criação ou administração.</li> </ul>
<p><b>COLETA:</b> Nessa fase, os dados (vetoriais, <i>raster</i>, tabelas etc.) são obtidos, verificados e organizados de forma a facilitar sua identificação, localização, processamento e análise. A importância dessa fase reside na constatação de que quanto maior a base de dados, mais complexa se tornará a tarefa de extrair informações valiosas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Obtenção de dados e validação inicial:</b> após coligidos os dados solicitados, os analistas realizam uma avaliação inicial para aferir se estão em ordem e atendem às demandas. Os dados inúteis são descartados.</li> </ul> <p><b>OBS.:</b> Se os dados coletados não forem suficientes ou estiverem corrompidos, retorna-se à fase anterior (PLANEJAMENTO), com vistas a uma nova solicitação de dados. Esta, aliás, é uma característica de todo o Ciclo de Inteligência: a cada nova fase é realizada uma validação dos passos anteriores (<i>evaluation &amp; feedback</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Organização dos dados e criação do <i>dataset</i> preliminar:</b> É importante que todos os dados úteis sejam organizados de forma a facilitar sua localização e uso. Os dados inúteis serão descartados. Todos os dados úteis devem estar dispostos na mesma base, utilizar o mesmo sistema de nomes e ser arquivados por área geográfica, tipo, arquivo etc. Os dados úteis organizados dão origem ao chamado <b><i>dataset</i> preliminar</b>.</li> </ul>
<p><b>PROCESSAMENTO:</b> É feita a conversão do <i>dataset</i> preliminar para <i>dataset</i> definitivo, ou seja, um formato que possibilitará sua posterior análise. Essa fase se justifica, pois, os dados, geralmente, não chegam num formato “<i>ready-to-use</i>”, além de possuírem diferentes sistemas de coordenadas, projeção etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Processamento e sincronização dos dados:</b> georreferenciamento, criação de mosaicos, <i>datum</i>, projeções etc.</li> <li>• <b>Criação do <i>dataset</i> definitivo</b></li> <li>• <b>Avaliação preliminar dos dados:</b> nessa fase já existe algum grau de interpretação e inteligência de imagens. Isso porque o <i>dataset</i> preliminar ainda contém imagens que, devido a diversos fatores (área de abrangência, resolução espacial, data e hora, cobertura de nuvens etc.), deverão ser descartadas na criação do <i>dataset</i> definitivo.</li> <li>• <b>Inteligência crua (<i>Raw Intelligence</i>):</b> geralmente, ao final dessa etapa, o analista de inteligência já consegue extrair algumas informações bastante valiosas. Para uma efetiva compreensão do todo, entretanto, os dados ainda precisam ser analisados, de forma mais minuciosa, em conjunto com outras fontes de informação, para fins de suprir suas lacunas.</li> </ul>
<p><b>ANÁLISE:</b> Envolve a conversão da inteligência crua (<i>raw intelligence</i>), criada no passo anterior, para a geointeligência propriamente dita. O papel dessa fase é integrar todos os dados úteis coligidos para que possamos produzir uma informação útil ao destinatário.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise integrada dos dados</b>, inclusive através do uso das diferentes funções e ferramentas disponíveis em SIG para a integração e análise de dados espaciais e não-espaciais, para a obtenção de novas informações.</li> <li>• <b>Produção da GEOINT:</b> após exaustivas análises e avaliações, a informação útil já se encontra disponível.</li> <li>• <b>Preparação para disseminação:</b> elaboração de um relatório contendo a informação útil.</li> </ul> <p><b>OBS.:</b> É importante, nessa fase, não olvidar que o destinatário da informação, geralmente, não é especialista em Sistemas de Informações Geográficas ou Geointeligência, razão pela qual o modelo de relatório e os dados nele constantes devem atender a critérios de objetividade e clareza.</p>
<p><b>DISSEMINAÇÃO:</b> É a distribuição da informação de inteligência aos seus destinatários (tomadores de decisão, autoridades, analistas de inteligência</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Disseminação da informação:</b> pode se dar por diversos meios (internet, rádio, telefonia, impressos etc.).</li> </ul> <p><b>OBS.:</b> É importante que, além do documento em si, o destinatário, quando necessário, receba também os arquivos digitais que eventualmente lhe serão úteis no cumprimento da respectiva missão. Um exemplo é o caso de missões em locais de difícil acesso, onde podem ser enviados arquivos para a</p>

de outras áreas que não a GEOINT etc.).	utilização em aparelhos GPS, com vistas a orientar o deslocamento e a navegação da equipe designada. O envio de mapas impressos e arquivos para visualização no <i>Google Earth</i> (.kml ou .kmz) também se revelam bastante úteis, pois permitem, mesmo a pessoas leigas, acessar facilmente os dados e visualizá-los em qualquer computador.
---	---

**Fonte:** adaptado de Meillón, 2008.

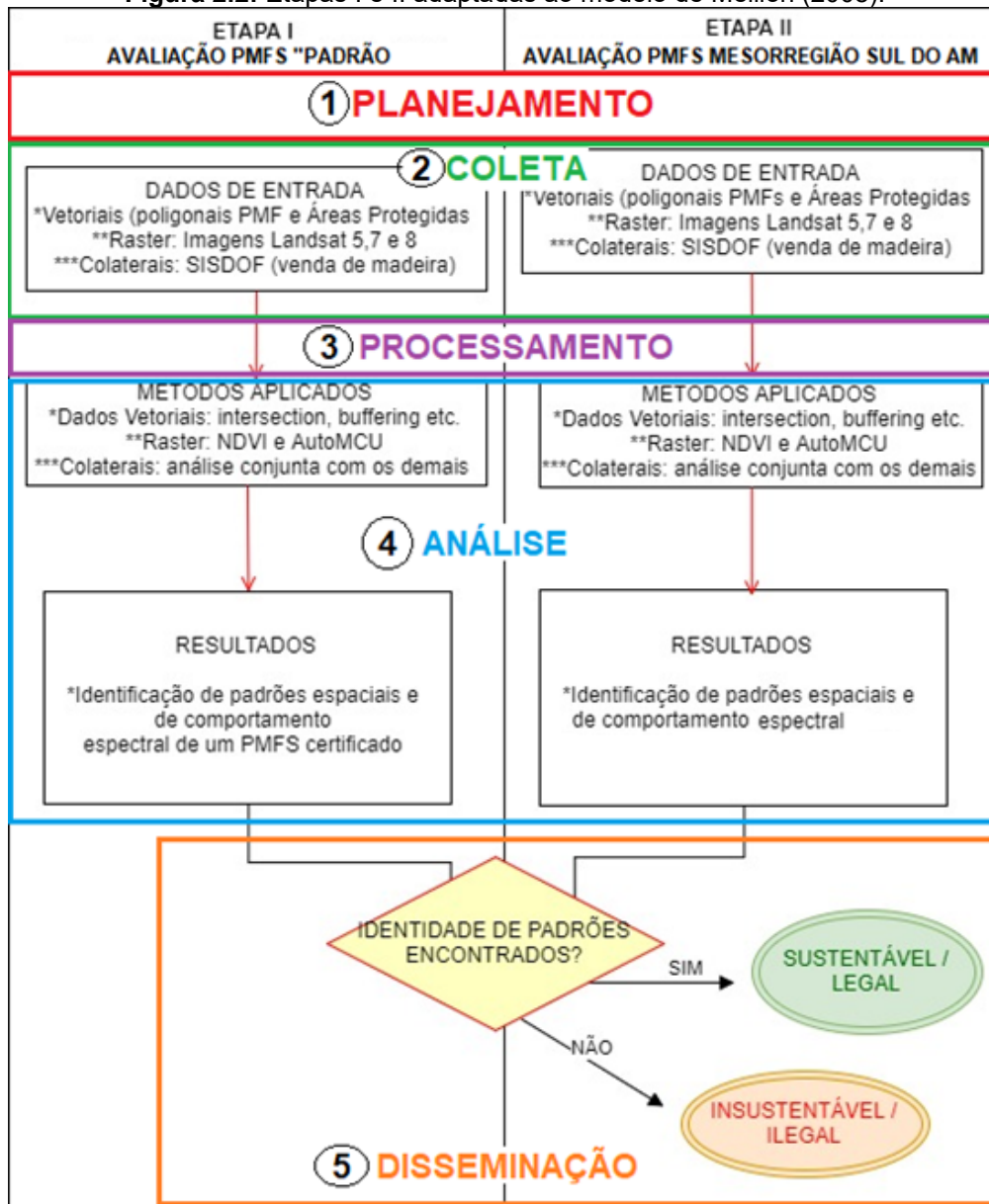
A figura 2.2, por seu turno, ilustra como a aplicação do modelo de Meillón resultou numa melhor especificação e divisão metodológica das duas etapas descritas anteriormente na introdução (fig. 0.1), onde podemos ver que, para ambas, teremos:

- I) Uma fase de planejamento (em vermelho), composta, nesse caso, pelas atividades que se referem à definição do PMFS-padrão e da área de estudo, assim como dos dados e recursos necessários à investigação;
- II) Uma fase de coleta (em verde), composta pela efetiva obtenção e validação inicial dos dados tidos como necessários, tanto à avaliação do PMFS-padrão como dos PMFS localizados na área de estudo;
- III) Uma fase de processamento (em roxo), composta pela definição das ferramentas e métodos a serem aplicados a cada um dos conjuntos de dados (espaciais e não-espaciais), bem como a criação do *dataset* definitivo;
- IV) Uma fase de análise (em azul), composta pela análise integrada dos dados obtidos e preparados nas fases anteriores e sua documentação para posterior avaliação e confrontação dos resultados<sup>21</sup>;
- V) Uma fase de disseminação (em laranja), composta pela apresentação dos dados obtidos e respectivas conclusões.

---

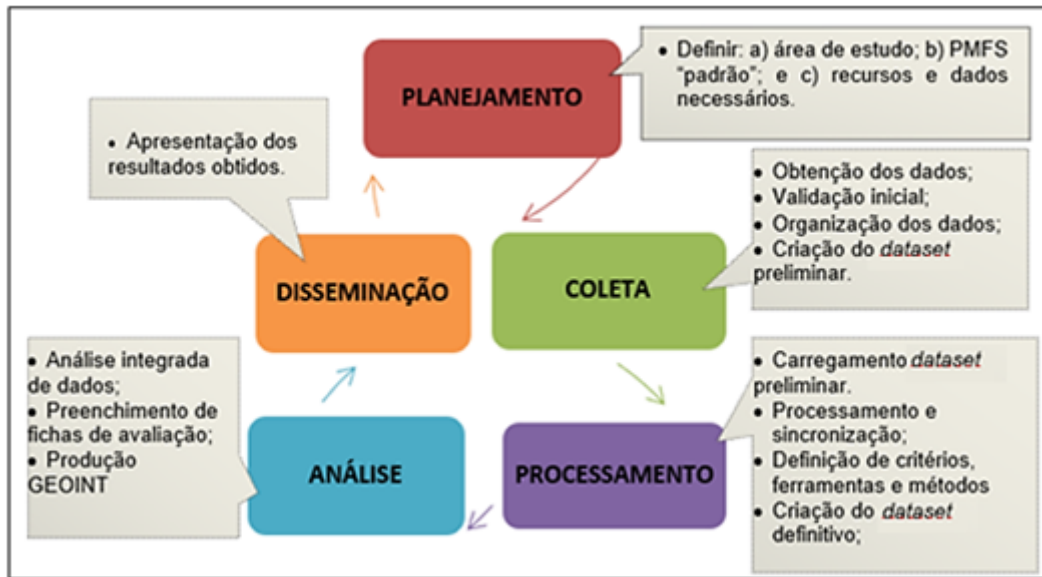
<sup>21</sup> No caso específico desta investigação, considerando o grande número de PMFS sob avaliação (e, por conseguinte, o grande volume de dados a serem analisados nessa fase), optou-se por documentar as informações de cada um desses empreendimentos através das “fichas-resumo” que compõe o anexo I desta tese, conforme veremos mais adiante.

Figura 2.2: Etapas I e II adaptadas ao modelo de Meillón (2008).



Por óbvio, a figura 2.2 visa apenas a aclarar como as 5 fases propostas pela metodologia de Meillón (2008) foram utilizadas, tanto na avaliação do PMFS-padrão, como dos demais PMFS, ao passo que a figura 2.3, cremos, é mais elucidativa na medida que traz não apenas as respectivas fases, mas, também, cada uma das atividades nelas realizadas.

Figura 2.3: GEOINT.



Fonte: adaptado de Meillón, 2008.

Feitos esses esclarecimentos que reputávamos pertinentes, a seguir passaremos a tratar e descrever, especificamente, cada uma das 5 fases metodológicas realizadas e suas respectivas tarefas.

## 2.2 Planejamento (1ª fase)

### 2.2.1 Aspectos gerais da fase de planejamento

Como mencionado, nessa fase é feita a identificação do problema e de que forma a GEOINT pode ser útil à sua solução. Também são identificados e solicitados os recursos necessários (pessoal, equipamentos, programas, bases de dados, estatísticas, dados, documentos públicos e privados etc.).

No caso específico desta investigação, voltado à avaliação de manejos florestais, e conforme veremos nos itens a seguir, esta fase voltou-se, especificamente, a definir: I) a área de estudo; II) o PMFS-padrão e; III) os recursos e dados necessários.

### 2.2.2 Caracterização e delimitação da área de Estudo: a Mesorregião Sul do Amazonas

Conforme já mencionado, a presente tese volta-se ao estudo e avaliação de irregularidades em Planos de Manejo Florestal Sustentável localizados na Mesorregião Sul do Estado do Amazonas (fig. 2.4).

**Figura 2.4:** Localização da Mesorregião Sul do Estado do Amazonas.



**Fonte:** adaptado de Abreu, 2006.

A MSA possui uma área de 474.021 km<sup>2</sup> e população, estimada pelo IBGE (2014), de 313.343 habitantes. A região é composta por dez municípios: Apuí, Boca do Acre, Borba, Canutama, Humaitá, Lábrea, Manicoré, Novo Aripuanã, Pauini e Tapauá.

Segundo os dados oficiais, cerca de 97% das florestas do Amazonas ainda estavam preservadas até 2012, porém, a partir daquele mesmo ano, enquanto as taxas de desmatamento baixaram nos Estados do Pará e Mato Grosso, o Amazonas apresentou aumento de 4% (523 km<sup>2</sup>), tendo chegado, mais recentemente, a 1421 km<sup>2</sup> desmatados no período 2018-19, o que representa cerca de 14% de tudo o que foi desmatado na região amazônica no referido período (INPE, 2020). Tal incremento no desmatamento se deve a múltiplos fatores, dentre eles as recentes obras de infraestrutura na região, principalmente estradas. Soma-se a isso que, com o fortalecimento das ações de fiscalização e repressão ao desmatamento ilegal nos Estados de Mato Grosso, Rondônia e Pará, historicamente os maiores desmatadores, o Amazonas revela-se, hoje, a última fronteira madeireira da Amazônia brasileira: a madeira ilegal extraída de áreas públicas ali é de excelente qualidade e pode ser obtida por valores ainda mais baixos que nas demais regiões (Imazon, 2010; Pontes *et al.*, 2015).

E mais: uma análise, ainda que superficial, dos dados do SisDOF demonstra que a maior parte do volume de produtos florestais explorado e comercializado (63%), entre 2014 e 2018, no Amazonas, é proveniente, justamente da MSA (IBAMA, 2018a). Tal constatação revela-se ainda mais significativa ao verificarmos que, do volume total explorado fora da MSA, no mesmo período (2014-18), cerca de 80% (500.000 m³) é proveniente do PMFS-padrão utilizado neste estudo. Da mesma forma, verifica-se que a maior parte das autuações por ilícitos ambientais ocorridas no Amazonas (88%), entre 1996 e 2017, deram-se também na MSA (IBAMA, 2018b). Tudo conforme figura 2.5 a seguir.

**Figura 2.5:** Volumes de madeira comercializada entre 2014-18: Amazonas x MSA.



Fonte: IBAMA, 2018a, 2018b.

Com efeito, dados do recente Diagnóstico de Delitos Ambientais (IBAMA, 2019), apontam que, muito embora as fraudes nos sistemas de controle florestal sejam praticadas em todo o estado do Amazonas, as atividades ilícitas de desmatamento, descumprimento de embargo e impedimento de regeneração natural, assim como a comercialização de produtos florestais de áreas embargadas, hoje, concentram-se, justamente, nos municípios que compõe a MSA, com destaque para Apuí, Manicoré, Lábrea, Boca do Acre, Novo Aripuanã e Humaitá, conforme tabela 2.3.

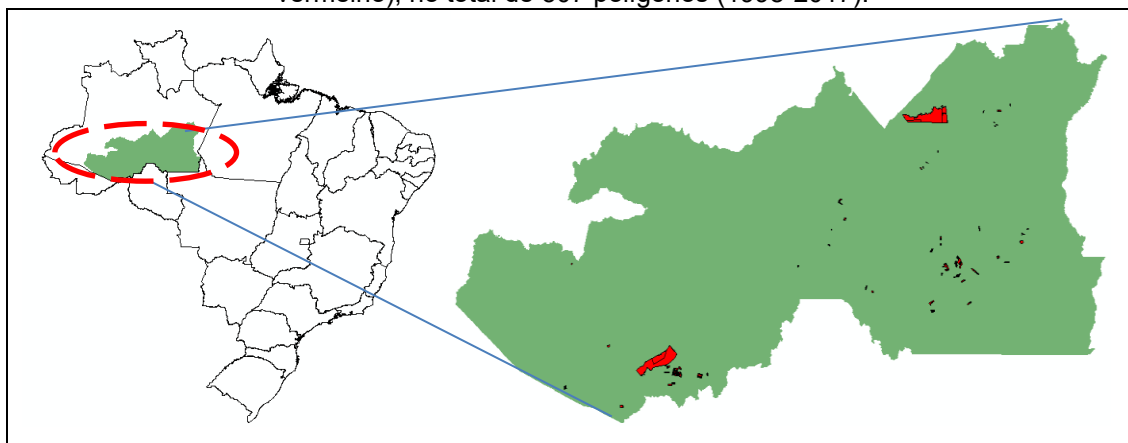
**Tabela 2.3:** Localização dos principais ilícitos contra a flora no Amazonas.

<u>TEMA/SUBTEMA</u>	<u>LOCALIZAÇÃO</u>	<u>OBJETO</u>
<b>DESMATAMENTO.</b>		
Conversão de vegetação nativa em áreas de pastagem por meio de motosserras, uso de fogo e máquinas pesadas.	Apuí, Manicoré, Lábrea, Boca do Acre, Novo Aripuanã e Humaitá.	Floresta Amazônica.
<b>DESCUMPRIMENTO DE EMBARGO E IMPEDIMENTO DA REGENERAÇÃO NATURAL.</b>		
Descumprimento de embargo por uso agropecuário, limpeza, roçada ou uso de fogo. Impedimento da regeneração natural em APP, RL, UC e TI.	Apuí, Manicoré, Lábrea, Boca do Acre, Novo Aripuanã e Humaitá, principalmente.	Áreas embargadas.
<b>COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS ORIUNDOS DE ÁREAS EMBARGADAS.</b>		
Venda, intermediação e aquisição de produtos agrícolas e pecuários oriundos de áreas embargadas, bem como financiamento e custeio de terceiros das lavouras ou criações sobre essas áreas.	Boca do Acre, Apuí, Manicoré, Humaitá, Novo Aripuanã e Lábrea.	Imóveis rurais com áreas embargadas, bem como intermediadores e destinatários dos produtos ilegais.
<b>FRAUDES NOS SISTEMAS DE CONTROLE FLORESTAIS.</b>		
Apropriação, movimentação e utilização de créditos indevidos com o objetivo de 'esquentamento' de madeira sem origem legal. Fraudes cadastrais - cadastramento de empresas fantasmas para movimentação de créditos indevidos. Fraudes em PMFS. Comercialização de produtos madeireiros ilegais com documentação ideologicamente falsa, destinados aos grandes centros consumidores do país e também para exportação, que no estado ocorre pelo Porto Chibatão/ Superterminal e Porto de Manaus.	Todo o estado.	Madeira de espécies amazônicas.

Fonte: IBAMA, 2019.

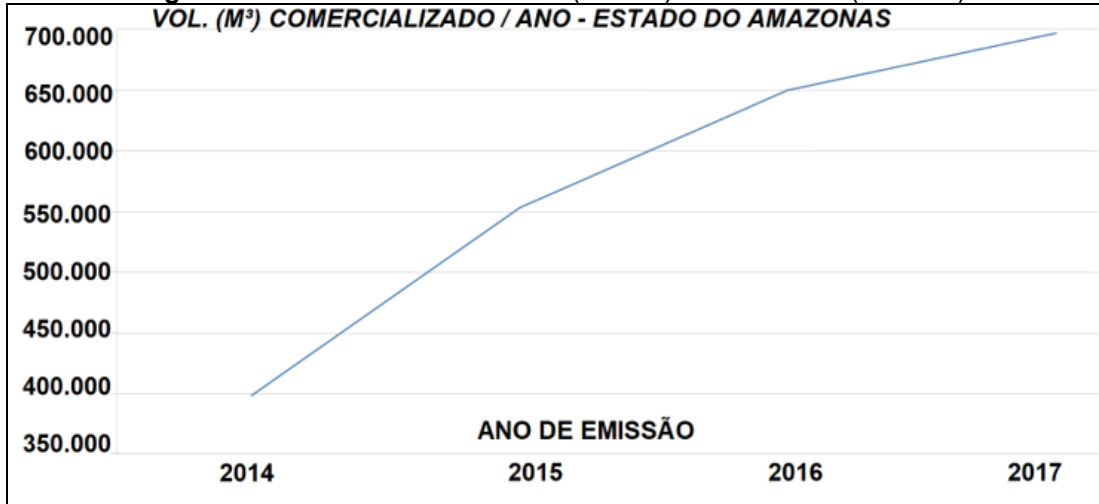
Em relação à realização das atividades de manejo florestal, conforme dados obtidos do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM, 2017), pelo menos 507 polígonos de PMFS foram objeto de processos de licenciamento naquela região, nos últimos 20 anos, conforme figura 2.6.

**Figura 2.6:** Mesorregião Sul do Amazonas (área verde) e poligonais de PMFS (em vermelho), no total de 507 polígonos (1998-2017).

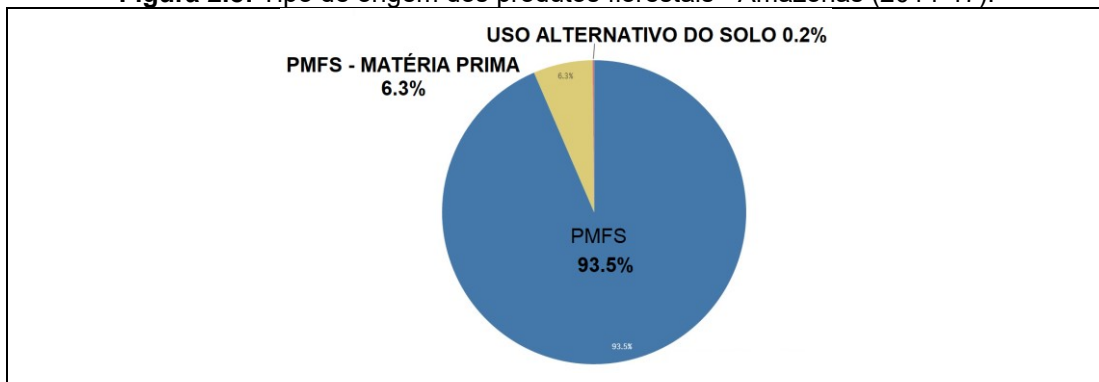


Interessante registrar, entretanto, que, o maior crescimento na produção florestal naquela região ocorreu entre os anos de 2014 e 2017, período em que a produção praticamente dobrou, chegando a cerca de 700.000 m<sup>3</sup> / ano, dos quais 99,8% seriam provenientes de PMFS e apenas 0,2% de atividades de uso alternativo do solo (IBAMA, 2018a), conforme ilustram as figuras 2.7 e 2.8.

**Figura 2.7:** Madeira comercializada (m³/ano) no Amazonas (2014-17).



**Figura 2.8:** Tipo de origem dos produtos florestais - Amazonas (2014-17).



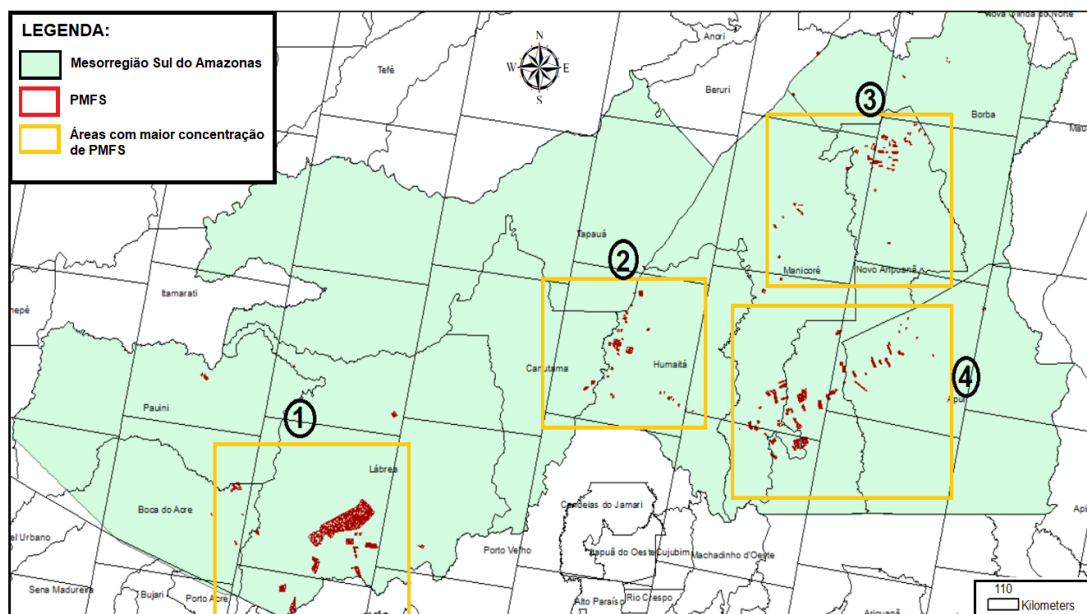
De todo o exposto, portanto, verifica-se que a MSA se revela, hoje, uma área não apenas em flagrante expansão da atividade de manejo florestal, como representa, atualmente, a região com maior incidência de empreendimentos e autuações administrativas correlatas a esse tipo de atividade naquele estado-membro.

Tal constatação, aliada à comprovação de que a atividade florestal praticamente dobrou naquela região a partir de 2014, é que nos motivou a elegê-la como área de estudo, com foco específico em áreas de PMFS que comercializaram produtos florestais no período 2014-17.

Note-se que o critério de delimitação temporal (2014-17) permitiu-nos reduzir dos 507 polígonos originalmente identificados (fig. 2.6) para uma amostra de 242 polígonos licenciados no referido período, os quais se

encontravam concentrados, principalmente, no interior dos 04 retângulos amarelos visíveis na fig. 2.9.

**Figura 2.9:** MSA (azul) e PMFS (em vermelho), no total de 242 polígonos (2014-17).



Tal delimitação foi fundamental nas fases seguintes desta investigação pois permitiu-nos coletar e processar uma quantidade infinitamente menor de dados espaciais, notadamente imagens orbitais, do que se trabalhássemos com toda a área da MSA, com enorme ganho de tempo e produtividade.

Veremos mais adiante que o número final de polígonos avaliados nesta investigação reduziu ainda mais, para o total de 83 polígonos, distribuídos entre as 04 áreas descritas na fig. 2.9.

### 2.2.3 Definição do PMFS “padrão”

A Mil Madeiras (fig. 2.10) é uma indústria madeireira pertencente ao grupo suíço *Precious Woods*, localizada em Itacoatiara (260 km de Manaus, capital do Amazonas).

**Figura 2.10:** Sede da Mil Madeiras/Precious Woods. Itacoatiara/AM.



**Fonte:** FSC, 2019.

A empresa iniciou suas atividades em 1993 e é certificada pelo *Forest Stewardship Council* (FSC) desde 1997 (fig. 2.11), o que lhe rendeu o importante mérito de ter sido a primeira do gênero a obter a referida certificação no Brasil.

A FSC é uma organização internacional, sem fins lucrativos, fundada em 1993, que promove a certificação terceirizada e independente para florestas manejadas, além de distribuir o selo de certificação para os produtos provenientes dessa floresta e destinados ao mercado consumidor. Passados pouco mais de 25 anos, o Brasil possui, hoje, mais de 7 milhões de hectares certificados na modalidade de manejo florestal, com 131 operações de manejo, entre áreas de florestas nativas e plantadas. Para além disso, na modalidade de cadeia de custódia, o Brasil conta com aproximadamente 1011 certificados (FSC, 2019).

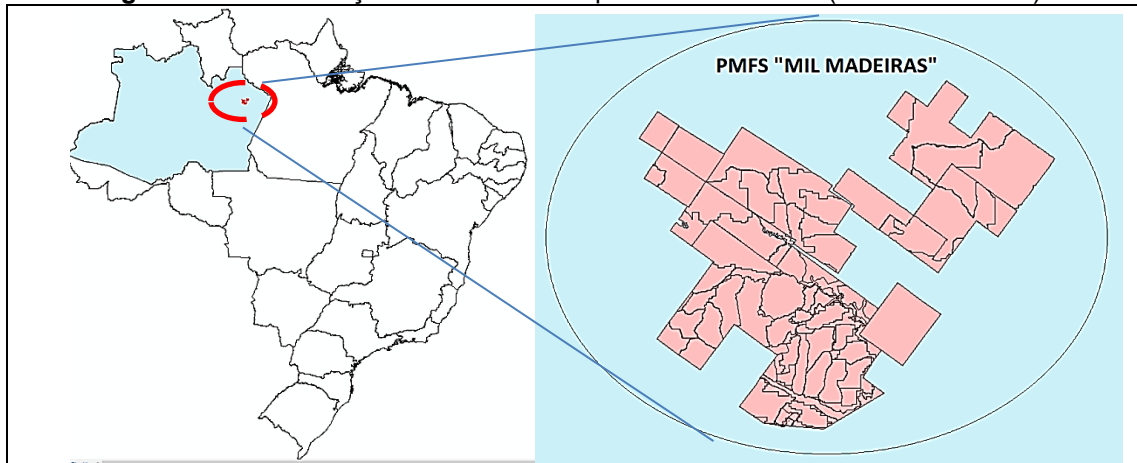
**Figura 2.11:** Madeira certificada da Mil Madeiras.



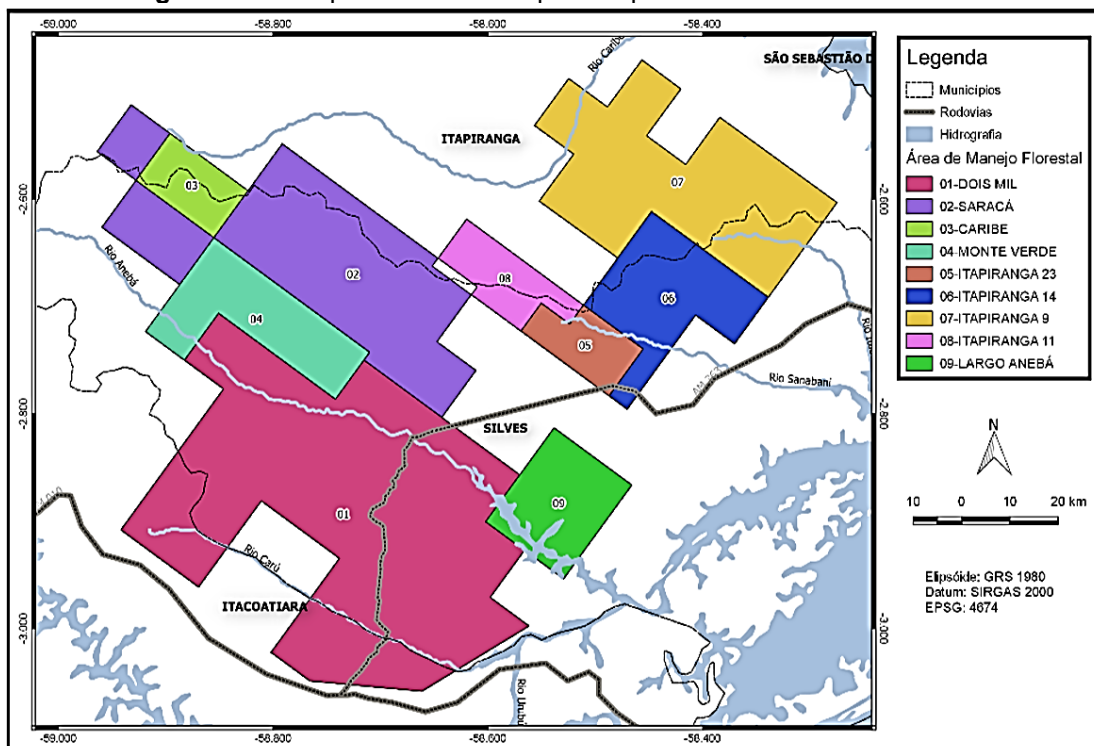
**Fonte:** Greenpeace, 2019.

O PMFS da empresa encontra-se distribuído em 9 propriedades rurais distintas, porém limítrofes e cuja área total é de aproximadamente 270.000 ha dos quais 139.000 ha destinam-se a atividades de manejo florestal (fig. 2.12), subdividindo-se, no total, em 47 talhões de corte e colheita de produtos florestais, identificados pelos respectivos anos do ciclo de corte (figs. 2.13 e 2.14).

**Figura 2.12:** Localização do PMFS da empresa Mil Madeiras (círculo vermelho).

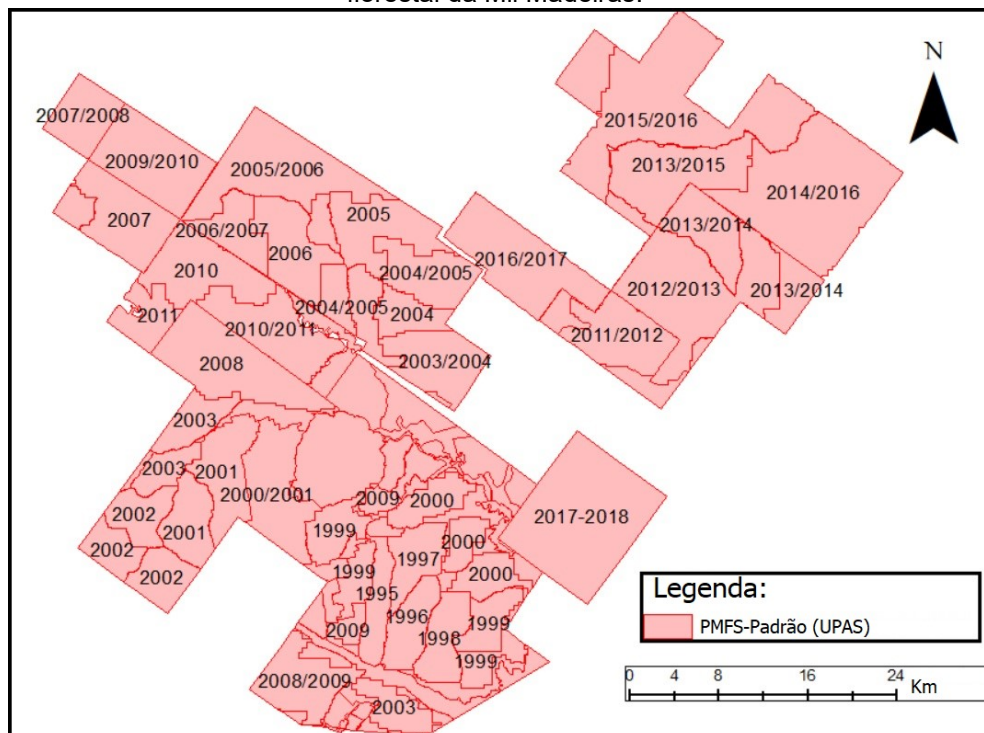


**Figura 2.13:** Propriedades rurais que compõe o PMFS da Mil Madeiras.



Fonte: Mil Madeiras, 2018.

**Figura 2.14:** Disposição das UPA (unidades de produção anual) que integram o manejo florestal da Mil Madeiras.



Fonte: Mil Madeiras, 2018.

Três anos após obter a certificação FSC, a empresa, através de uma parceria com o *Greenpeace*, publicou um termo no qual se comprometia a adotar práticas de manejo florestal ainda mais rígidas em seu polo madeireiro na cidade de Itacoatiara/AM. Conforme o divulgado, o termo foi resultado de mais de um ano de discussões e visitas de especialistas do *Greenpeace* a áreas de exploração da empresa e englobava os seguintes itens: a) manutenção de reservas florestais adjacentes a áreas de exploração de maneira a garantir a comparação frequente entre as áreas exploradas e não exploradas no que se refere a estrutura do ecossistema e, assim, com base nos respectivos relatórios, poder realizar ajustes na forma e intensidade da exploração madeireira na área; b) claro estabelecimento de limites máximos de volume de madeira a ser explorado e criação de uma rede viária para garantir a manutenção da grande maioria de árvores em pé e conservação do dossel florestal; c) proibição do uso de qualquer tipo de pesticida, produto químico ou espécie exótica nas áreas de exploração, o que evita alterações no ecossistema florestal original (*Greenpeace*, 2000).

Em seu resumo público do PMFS, a Mil Madeiras estabelece que: “tem sua missão baseada num dos principais desafios da atualidade: a harmonia entre a conservação ambiental via manejo florestal na Amazônia e a melhoria da qualidade de vida das pessoas” (*Precious Woods*, 2019).

Por óbvio, na esteira da lição de Laine (2005), o fato de uma empresa estatuir uma declaração do gênero e, eventualmente, produzir relatórios de sustentabilidade, ou até mesmo possuir uma certificação FSC, não significa, em absoluto, que ela seja sustentável.

Entretanto, um interessante estudo sobre as atividades dessa organização (Clay & Amaral, 2002) demonstrou importantes e valiosos avanços da Mil/*Precious Woods* nesse campo, senão vejamos:

- A fazenda que foi adquirida pela empresa para a exploração florestal contava com cerca de 80.000 hectares, dentre os quais 28% foram destinados à preservação e outros 6% ao banco de germoplasma. O Plano de Manejo Florestal prevê que 50.000 hectares (64%) serão exclusivamente explorados sob o regime de corte seletivo, a uma proporção de 2,5% ao ano, pelos próximos 20 anos.
- Foram inventariadas 100% das árvores comerciais na área e o Plano de Manejo Florestal, aprovado pelos órgãos ambientais, foi devidamente projetado para prevenir a superexploração.
- Além de inventariar as espécies comerciais, a empresa realiza o inventário permanente de 0,5% da área (1/200), um ano antes e um ano depois da exploração. A ideia é compreender o impacto da exploração madeireira na regeneração florestal e na diversidade das espécies.
- Ao se instalar na região, a empresa se deparou com cerca de 50 famílias que ali já habitavam, sem possuírem, entretanto, os respectivos títulos de propriedade. Eram indivíduos que já viviam ali, muitos ex-funcionários dos antigos proprietários, assim como

invasores. A empresa optou por ceder-lhes os direitos de propriedade ao invés de ingressar com ações na Justiça para expulsá-los. A maior parte dessas pessoas também foi admitida como trabalhador na empresa.

- Como muitos desses trabalhadores não possuíam as habilidades profissionais desejadas, a companhia gastou cerca de US\$ 20,000.00 (vinte mil dólares) em capacitação, somando cerca de 100 horas por trabalhador anualmente (cerca de duas semanas e meia de treinamento).

- A empresa procura adotar uma política de incentivo aos trabalhadores, sem, contudo, ser paternalista. Exemplo disso, é que a empresa doou às famílias todos os materiais para a construção de uma escola, mas a construção ficou a cargo dos próprios trabalhadores. Da mesma forma, segundo relatam os autores, a empresa já faz estudos quanto a viabilidade econômica de transformar parte de seus trabalhadores em sócios na empresa.

- Passados alguns anos e já resolvidos os assuntos relacionados diretamente com sua força de trabalho, a empresa estuda examinar, agora, questões que envolvem os vizinhos e outras comunidades próximas.

- Uma vez que a certificação é cara (entre US\$ 40,000.00 e US\$ 150,000.00/ano), a empresa estuda, juntamente com as comunidades tradicionais próximas e outras companhias, a criação de associações, com vistas a se tornarem certificadas conjuntamente.

Todas essas constatações justificaram a seleção do PMFS da empresa como sendo uma área padrão para a realização do presente estudo.

#### *2.2.4 Definição e solicitação dos recursos e dados necessários*

Estabelecidos, nos itens anteriores, a área de estudo (Mesorregião Sul do Amazonas) e o PMFS-padrão, fazia-se necessário definir e solicitar aos

entes responsáveis os recursos e dados necessários à realização da investigação.

Nessa fase, portanto, foram definidos, em linhas gerais, os recursos e dados, bem como respectivas fontes, características e aplicações, que seriam utilizados na investigação conforme se verifica tabela 2.4.

**Tabela 2.4:** Definição geral de recursos e dados necessários à investigação.

PROGRAMA	CARACTERÍSTICAS / APLICAÇÕES
<b>ARCMAP</b> (versão 10.7.1)	Ferramenta SIG que permite uma gama variada de análises espaciais e produção de mapas. Principal ferramenta SIG utilizada durante os trabalhos investigativos.
<b>TERRA AMAZON</b> (versão 7.1.0)	Ferramenta desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, capaz de realizar operações de classificação de uso e cobertura do solo, em especial para a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME).
<b>GOOGLE EARTH</b> (versão PRO 7.3.2.5776)	Modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite e aéreas, obtidas de fontes diversas. Apesar de não permitir análises e operações mais complexas, revela-se útil como ferramenta de apoio quando há disponibilidade de imagens com resolução temporal e espacial adequadas para uma determinada área.
<b>CLASLITE</b> (versão 3.1)	Ferramenta que permite a identificação automatizada de desmatamento e degradação florestal em imagens satelitais, desenvolvida por Gregory Asner e sua equipe no departamento de Ecologia Global da <i>Carnegie Institution for Science</i> . Permite a análise multitemporal de imagens de uma mesma área, o que se revela extremamente útil para a visualização, compreensão e demonstração da dinâmica do desmatamento ou degradação.
<b>QLIKSENSE DESKTOP</b> (versão Junho 2019)	Ferramenta para análise e visualização de dados. Permite criar rapidamente visualizações ( <i>dashboards</i> ), explorar dados profundamente e revelar conexões. Útil para análise e exibição de resultados a partir de dados do SisDOF e RADAM.
<b>MICROSOFT EXCEL</b> (versão 2003 <i>build</i> 12624.20382)	Ferramenta de planilha eletrônica utilizada para registrar, editar e analisar dados numéricos, bem como para avaliação da conformidade dos dados extraídos do SisDOF e RADAM com o modelo matemático de Benford.
BASES DE DADOS	CARACTERÍSTICAS / APLICAÇÕES
<b>PMFS-padrão</b>	Polígonos das áreas de manejo florestal, bem como dados colaterais relacionados à exploração do PMFS (inventários, intensidade de corte etc.).
<b>IPAAM</b>	Polígonos dos PMFS aprovados na Mesorregião Sul do Amazonas.
<b>FUNAI</b>	Arquivos vetoriais das Terras Indígenas no Brasil. Necessários à verificação de sobreposição do PMFS com áreas públicas ou protegidas. Disponível em: <a href="http://www.funai.gov.br">www.funai.gov.br</a>
<b>ICMBio</b>	Arquivos vetoriais das Unidades de Conservação Federais no Brasil. Necessários à verificação de sobreposição do PMFS com áreas públicas ou protegidas. Disponível em: <a href="http://www.icmbio.gov.br">www.icmbio.gov.br</a>
<b>IBGE</b>	Arquivos vetoriais diversos (limites dos estados, municípios, hidrografia, rodovias, estradas etc.), bem como aqueles de inventários florestais oficiais, produzidos no âmbito do Projeto RADAM.
<b>INCRA</b>	Arquivos vetoriais de áreas destinadas à reforma agrária em todo o Brasil. Necessários à verificação de sobreposição do PMFS com áreas públicas ou protegidas. Disponível em: <a href="http://www.incra.gov.br">www.incra.gov.br</a>

<b>DETER</b>	Sistema do INPE que divulga mensalmente polígonos de áreas desmatadas maiores que 25 hectares. Dados de acesso público que podem ser utilizados para se verificar a eventual existência de corte raso no interior do PMFS. Disponível em: <a href="http://www.obt.inpe.br/deter/">http://www.obt.inpe.br/deter/</a>
<b>PRODES</b>	Sistema do INPE que mede as taxas anuais de desmatamento em áreas superiores a 6,25 hectares. Por ser mais detalhado que o DETER e depender das condições climáticas da estação seca para aquisição de imagens livres de nuvens, o PRODES é feito apenas uma vez por ano. Também podem ser utilizados para se verificar a eventual existência de corte raso no interior do PMFS. Disponível em: <a href="http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/">http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/</a>
<b>IBAMA - SisDOF</b>	O SisDOF reúne dados de todas as transações comerciais envolvendo produtos florestais no Brasil. A análise dos dados referentes ao comércio de produtos florestais originados de PMFS no Amazonas, entre os anos de 2013 e 2018, são de extrema importância para a verificação de regularidade na exploração florestal no interior desses empreendimentos.
<b>IBAMA - SisCOM</b>	No SisCOM é permitido consultar e obter uma gama variada de dados tabulares e especiais produzidos pelo órgão, com destaque para aqueles relacionados a autos de infração e à localização de áreas embargadas. Disponível em: <a href="http://siscom.ibama.gov.br">http://siscom.ibama.gov.br</a>
<b>PF e IBAMA</b>	Laudos periciais e relatórios de fiscalização relacionados a irregularidades e crimes ambientais praticados no interior de PMFS. Utilizados para definição de critérios gerais de avaliação dos PMFS.
<b>STME</b>	Dados relacionados a autos de infração pela violação de direitos e normas trabalhistas, inclusive autuações por trabalho análogo a escravo.
<b>IMAGENS ORBITAIS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS / APLICAÇÕES</b>
<b>LANDSAT</b>	Imagens coloridas de 30 m de resolução espacial das áreas do PMFS-padrão (1995 a 2018) e demais PMFS (2013-18).
<b>COSMOS SKYMED</b>	Imagens SAR banda X. Resolução espacial variável.

## 2.3 Coleta (2ª Fase)

### 2.3.1 Aspectos gerais da fase de coleta

Como mencionado na tabela 2.2, nessa fase os dados (vetoriais, raster, tabelas etc.) são obtidos, verificados e organizados de forma a facilitar sua identificação, localização, processamento e análise.

### 2.3.2 Obtenção, validação e organização dos dados

Na sequência, segundo a metodologia aplicada, foram obtidos todos os dados julgados úteis e constantes da referida tabela 3.2, a saber: I) dados do SisDOF, referentes a todas as transações comerciais de madeiras em tora na Amazônia brasileira realizadas entre os anos de 2013 e 2018; II) polígonos

e demais dados vetoriais necessários, referentes às áreas autorizadas e protegidas (terras indígenas, parques nacionais etc.), estradas, rios, limites de municípios etc.; III) imagens de satélite das áreas; IV) cerca de 120 laudos periciais da PF e do IBAMA, relacionados a fraudes em manejos florestais na Amazônia brasileira; V) dados oficiais de vegetação e inventários florestais da Amazônia brasileira disponibilizados pelo IBGE; VI) dados relacionados a autos de infração e áreas embargadas pelo IBAMA, desde 1996, e pela STME, desde 2005.

Note-se que a maior parte dos dados mencionados são de acesso público, razão pela qual sua obtenção deu-se de forma bastante simples, por meio dos respectivos sítios eletrônicos dos órgãos e entidades mencionados, ressaltando-se as seguintes exceções: I) os dados das poligonais dos PMFS localizados na MSA e de todas as transações realizadas por meio do SisDOF no estado do Amazonas entre 2013 e 2018, foram obtidos dos respectivos órgãos ambientais por intermédio da Divisão de Repressão a Crimes Ambientais da Polícia Federal (DMAPH); II) os dados do PMFS-padrão (poligonais, inventários etc.) foram gentilmente cedidos por responsável técnico da referida empresa, com vistas a realização desta investigação; III) os laudos e relatórios de fiscalização provenientes do IBAMA e PF foram obtidos por intermédio dos respectivos órgãos, referindo-se a procedimentos que não se encontram, atualmente, sujeitos a sigilo de nenhum tipo; IV) foram cedidas 03 (três) imagens *COSMOS Skymed* pela empresa italiana *Telespazio*, para que pudéssemos avaliar a viabilidade ou não de emprego desse tipo de tecnologia na detecção de corte seletivo de produtos florestais, sobretudo durante a estação chuvosa, quando a cobertura de nuvens prejudica a utilização de sensores óticos.

## 2.4 Processamento (3ª fase)

### 2.4.1 Aspectos gerais da fase de processamento

Como já referido, realizada a coleta, verifica-se que, geralmente, os dados chegam em diferentes formatos, sistemas de coordenadas, projeções etc.

Nessa fase, portanto, foi realizada a sincronização de todos os dados coletados, para sua posterior análise conjunta, bem como, de posse dos dados, já devidamente sincronizados e organizados, pôde-se definir de forma um pouco concreta quais seriam os critérios, ferramentas e métodos a serem utilizados na fase seguinte, conforme demonstrado em seguida.

### 2.4.2 Definição de critérios, ferramentas e métodos

Inicialmente foi realizada a avaliação de todos os laudos e relatórios produzidos pela PF e pelo IBAMA, bem como a análise exploratória de todos os demais dados espaciais e não-espaciais obtidos.

Para cada tipo de dado, buscou-se utilizar métodos adequados, dentre os quais podemos citar os constantes na tabela 2.5.

Tabela 2.5: Tipo de Dado vs. Método Aplicado.

TIPO DE DADO	MÉTODO APLICADO
<b>Imagens Satelitais</b>	Vetorização manual; classificação de imagens; NDVI (Rouse <i>et al.</i> , 1973); Modelo Linear de Mistura Espectral - MLME (Shimabukuro, 1987) e o MTCU (Asner, 1998).
<b>Dados vetoriais</b>	Operações de análise e proximidade ( <i>Buffer, clip, intersection, Spatial Join</i> etc.).
<b>Dados não-espaciais</b>	Junções de tabelas; análise de conteúdo; análise e criação de <i>dashboards</i> por meio de ferramenta específica para <i>big data</i> (QlikSense) e verificação de conformação dos dados obtidos com a Lei de <i>Benford</i> .

A partir da leitura e análise exploratória dos dados e documentos mencionados, em especial dos laudos periciais e de vistoria obtidos junto à PF e ao IBAMA, bem como da visita técnica ao PMFS-padrão, buscou-se identificar critérios que pudessem ser úteis à identificação de irregularidades por meio da metodologia e ferramentas disponíveis, organizados em dois grandes grupos:

- Critérios relacionados à execução do PMFS e que se referem basicamente às avaliações que poderiam ser feitas por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). São exemplos desse tipo de análise a verificação se a exploração florestal na área se encontra circunscrita ao polígono autorizado ou, ainda, se a intensidade de corte está de acordo ou foge aos padrões normais de um PMFS.

- Critérios relacionados às transações eletrônicas realizadas por meio de sistemas ou bancos de dados não-espaciais, notadamente o SisDOF, cujas análises poderiam ser realizadas por meio da confrontação das diversas informações constantes de bancos de dados não-espaciais e planilhas, por meio de uma ou mais ferramentas de *Business Intelligence* (BI). São exemplos desse tipo de análise a verificação se o meio e o tempo total de transporte indicado nas respectivas guias florestais são compatíveis em relação à carga, às distâncias e ao trajeto indicado, bem como dados referentes a autuações por irregularidades praticadas pelos proprietários ou seus representantes.

Tal tarefa resultou, após sucessivas avaliações, testes e reavaliações, na identificação e estabelecimento de 22 critérios, passíveis de serem replicados, a partir dos dados disponíveis, a qualquer empreendimento do tipo PMFS situado na MSA, conforme a seguir:

- I) *Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas.* **Justificativa:** PMFS são realizados no interior de propriedades particulares, mediante licenciamento ambiental específico. A sobreposição de áreas de PMFS com áreas protegidas pode decorrer de erro de georreferenciamento ou disputas judiciais pela propriedade da área, mas a ocorrência de fraude fundiária não pode ser descartada.
- II) *Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas).* **Justificativa:** a realização de exploração florestal em regime de manejo florestal, demanda, planejamento e a criação

de uma infraestrutura adequada de estradas e pátios de estocagem.

III) *Existência de desmatamento a corte raso na área de PMFS e/ou exploração em Áreas de Preservação Permanente (APP).*

**Justificativa:** a realização de corte raso é incompatível com o manejo florestal sustentável. Da mesma forma, a vegetação considerada de preservação permanente, como aquela que se localiza nos topos e encostas de morros ou às margens dos cursos d'água, não pode ser cortada, salvo raras exceções de obras ou instalações de interesse público ou social (serviços de captação de águas, por exemplo).

IV) *Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF.*

**Justificativa:** a realização de exploração florestal, inclusive abertura de estradas e pátios de estocagem, anteriormente ao licenciamento e inscrição do empreendimento no Cadastro Técnico Federal (CTF) também configura grave irregularidade, pois obviamente não é permitido se extrair produtos florestais na área antes que o empreendimento esteja regularizado perante os órgãos competentes.

V) *Exploração florestal posterior ao último DOF emitido.*

**Justificativa:** a realização de exploração florestal após o final do ciclo de corte anual da respectiva Unidade de Produção Anual (UPA) ou, durante referido ano, após a emissão do último DOF também configura grave irregularidades, pois sinaliza que o produto florestal extraído pode ter sido comercializado mediante a utilização de documento de outra UPA ou até mesmo de outro empreendimento.

VI) *Exploração realizada fora dos limites da poligonal.* **Justificativa:**

a realização de exploração florestal fora dos limites da poligonal causa danos e prejuízos que serão suportados por terceiros (propriedades particulares) ou pelas comunidades tradicionais e pela sociedade como um todo (no caso de áreas públicas).

VII) *Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA.*

**Justificativa:** o embargo de áreas pelo IBAMA tem como objetivo

principal impedir a continuidade de atividades prejudiciais ao meio ambiente e garantir a recuperação de áreas degradadas ou em risco de degradação. Por óbvio, caso partes da propriedade tenham sido previamente embargadas pelo órgão ambiental, o detentor do PMFS deve se abster de realizar qualquer atividade nos respectivos polígonos de embargo demarcados pelo órgão ambiental. O IBAMA disponibiliza ao público em geral informações e arquivo formato *shapefile* com todas as áreas embargadas no país, atualizado mensalmente.

*VIII) Produto recebido fora do prazo de validade do DOF.*

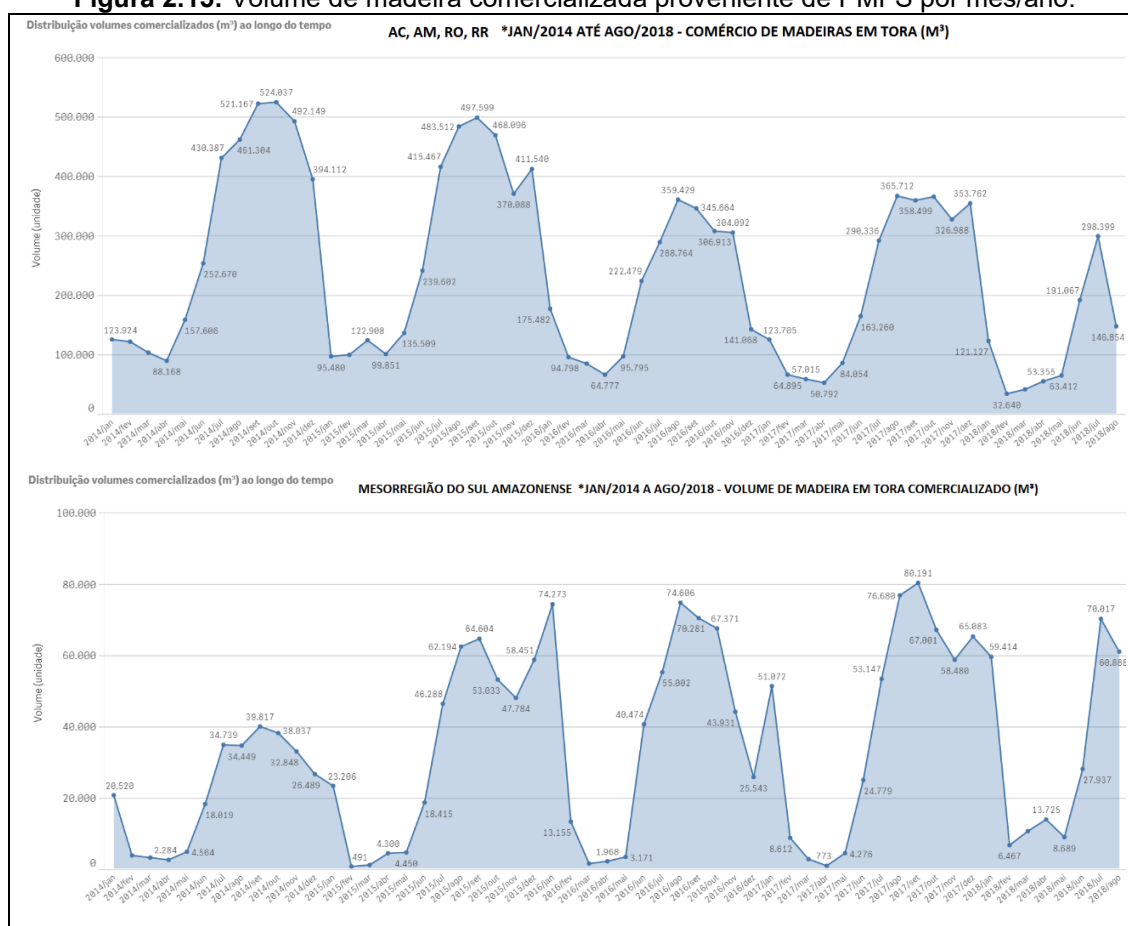
**Justificativa:** refere-se a casos em que os DOFs emitidos foram recebidos em data posterior a sua validade pelo destinatário, o que por si só configura grave irregularidade, além de também poder ser um indicativo de fraude.

*IX) DOFs cancelados. Justificativa:* outra fraude comum é emissão do DOF, que segue com a carga até o seu destino, porém, o comprador, de comum acordo com o emissor, não efetua o respectivo recebimento da carga no sistema. Esse expediente permite que PMFS com poucos créditos florestais autorizados possam realizar diversas vendas e transportes de madeiras ilegais, extraídas sem licença. Por óbvio, existem casos em que os DOFs acabam por ser cancelados, como naquelas situações em que, por razões alheias ao vendedor, o comprador não realiza o pagamento, e a carga acaba voltando ao vendedor para ser vendida a outra pessoa, ou ainda, nos casos em que o caminhão sofre acidentes e não é possível realizar a entrega com o referido transporte, sendo cancelado o documento anterior e emitido um novo para o novo transportador.

*X) DOF emitido em época de chuvas. Justificativa:* em razão das vias de transporte na Amazônia não serem em grande parte asfaltadas (cerca de 80% são estradas de terra) e em péssimas condições de tráfego, bem como da própria logística necessária para a extração e carregamento de caminhões madeireiros, a experiência demonstra que, na época de chuvas, situada entre

dezembro e março (Franca & Mendonça, 2016), a extração madeireira em muitas regiões torna-se inviável, razão pela qual a emissão de DOFs nesse período é bastante improvável, o que, aliás, encontra respaldo na análise temporal dos dados de comercialização de produtos florestais extraídos do SisDOF, conforme Figura 2.15.<sup>22</sup>

**Figura 2.15:** Volume de madeira comercializada proveniente de PMFS por mês/ano.



XI) *Volume de produtos florestais declarado suspeito (repetição de valores).* **Justificativa:** É sabido que os espécimes arbóreos sofrem influência de inúmeras variáveis ao longo do seu crescimento primário e secundário, bem como que o cálculo para determinação do volume em toras de madeira é realizado pela seguinte fórmula,

<sup>22</sup> Por óbvio, esse é um critério que deve ser avaliado em cada caso concreto, em conjunto com outros fatores, tais como existência de estradas e infraestrutura adequada para extração e transporte dos produtos, distância até o destinatário, além, obviamente, de outros indícios de fraude obtidos a partir dos demais indicadores.

considerando-se para todos os efeitos quatro casas decimais, nos termos da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 411/2009:

$$V = 0,7854 \times [(Db + dt)/2]^2 \times L \quad (1)$$

sendo: **V** = volume da tora; **Db** = diâmetro médio da base da tora em metros; **dt** = diâmetro médio do topo da tora em metros; **L** = comprimento da tora. Nesse sentido, Dittmar & Fidelis (2016) apontam que a probabilidade de se encontrar valores idênticos de volume, com precisão de até quatro casas decimais, para toras espécimes florestais distintos é bastante improvável de ocorrer. Por conseguinte, possíveis fraudes, tanto no que se refere à elaboração de inventários florestais quanto à realização de transações comerciais simuladas por meio do SisDOF, podem ser detectadas em razão de uma frequência incomum de repetição de volumes de toras de madeira de espécies e volumes idênticos.

*XII) Identidade de números Internet Protocol (IP) entre emissor e comprador. Justificativa:* a emissão e recepção do DOF é realizada a partir de sistema informático próprio, cujo acesso dá-se por meio de certificado digital e registro de *log* do usuário e seu número *Internet Protocol* (IP). O número IP é uma identificação de um dispositivo em uma rede local ou pública. Cada computador na internet possui um IP único, que é o meio que as máquinas usam para se comunicarem na Internet. Saber o endereço IP pode ser útil, por exemplo, para a identificação de usuários de computadores responsáveis por fraudes em sistemas informáticos como o DOF. A experiência demonstra que transações de compra e venda virtual de produtos florestais, voltadas apenas à negociação dos créditos florestais sem o transporte físico do produto (o intuito, aqui, é legalizar produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas), geralmente são realizadas pelos mesmos IPs, tanto pelo usuário que compra como por quem vende, com intervalos de tempo

bastante reduzidos entre a aquisição e suposto recebimento da mercadoria (intervalos de segundos muitas vezes).

- XIII) *Preço praticado abaixo de R\$ 66,00 por m<sup>3</sup>. Justificativa:* a exploração em regime de manejo possui custos consideráveis, sendo de se esperar que o vendedor busque recuperar seu investimento e adquirir lucro com sua atividade. Nesse sentido, valores inferiores a R\$ 66,00 por m<sup>3</sup> de madeira em tora (preço mínimo praticado por madeiras de PMFS e que consta nas tabelas oficiais da Secretaria de Fazenda do Amazonas, resumida no Anexo III) são um forte indicativo de transações fraudulentas, sem a efetiva entrega de produtos florestais.
- XIV) *Volume de produtos florestais declarado incompatível com o veículo declarado. Justificativa:* todos os veículos transportadores de produtos florestais são registrados no IBAMA e no órgão de trânsito onde constam suas dimensões e capacidade máxima de carga. É possível verificar a incompatibilidade a partir da volumetria declarada e da carga máxima suportada pelo veículo.
- XV) *Distância de transporte rodoviário maior que 200 km para madeira em tora. Justificativa:* o transporte de madeiras em tora para distâncias maiores que 200 km, por via rodoviária, revela-se inviável economicamente, em razão do baixo valor da madeira em toras (ao contrário da madeira serrada e outros produtos florestais que já tenham sido beneficiados, como paletes, decks etc.) e do alto custo do combustível. Nesse sentido, o premiado estudo conduzido por (Silva, 2015), demonstrou que a distância econômica limite entre uma floresta e o pátio da serraria seria de 282 km, no caso do transporte terrestre. Considerando, entretanto, a impossibilidade, muitas vezes, de se calcular corretamente as distâncias terrestres envolvidas, pela ausência de dados confiáveis sobre as vias e estradas utilizadas, adotamos como critério de suspeição distâncias lineares superiores a 200 km. Dessa forma, este indicador também é valioso na identificação de fraudes e inserções indevidas no sistema DOF para a legalização de produtos florestais extraídos de outras áreas.

- XVI) *Velocidade de transporte maior que 40 km/h. Justificativa:* é sabido que as vias de transporte na Amazônia são em grande parte não asfaltadas e em péssimas condições de tráfego, ao passo que caminhões madeireiros viajam com várias toneladas de carga. Assim, a experiência demonstra que utilizar uma velocidade máxima esperada de 40 km/h (considerando-se, nesse caso, como se a distância entre o emissor e receptor da carga estivessem em linha reta a partir das respectivas coordenadas geográficas) revela-se critério bastante valioso para identificar emissões fraudulentas de DOFs.
- XVII) *Existência de autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF. Justificativa:* da mesma forma que em relação às autuações relacionadas à execução do PMFS, parece-nos importante considerar para fins de avaliação se um determinado empreendimento foi já anteriormente autuado por infrações administrativas relacionadas a irregularidades relacionadas à emissão ou recebimento de DOFs. O IBAMA disponibiliza ao público em geral informações sobre todos os autos de infração lavrados, tendo sido elaborada uma base de dados contendo todas essas informações para consulta via painel do *QlikSense*.
- XVIII) *Existência de autuações administrativas por irregularidades na execução do PMFS. Justificativa:* para além de todos os critérios aqui relacionados, parece-nos importante considerar para fins de avaliação de um PMFS, se ele foi anteriormente autuado por infrações administrativas relacionadas a irregularidades na sua execução, especialmente porque existem uma série de irregularidades e dados que acabam sendo de conhecimento exclusivo do órgão ambiental. O IBAMA disponibiliza ao público em geral informações sobre todos os autos de infração lavrados, tendo sido elaborada uma base de dados contendo todas essas informações para consulta via painel do *QlikSense*.
- XIX) *Indícios de irregularidades relacionadas ao inventário florestal. Justificativa:* uma prática bastante comum nas fraudes em PMFS refere-se à elaboração de inventários florestais com dados falsos,

contendo espécies comerciais e respectivos volumes bem acima daqueles efetivamente encontrados na área a ser licenciada. A ideia, nesses casos, é utilizar os créditos florestais aprovados para legalizar madeiras mais nobres, extraídas de outros locais. Entretanto, artigo recente (Brançalion *et al.*, 2018) demonstrou que é possível utilizar os dados do projeto RADAM para avaliar se os dados de espécies e volumetrias apresentadas em inventários florestais condizem com aqueles que constam do referido levantamento oficial. O Projeto RADAM foi realizado pelo governo brasileiro entre os anos 1970 a 1985. A ideia era catalogar e inventariar os recursos do meio físico e biótico das regiões abrangidas pelo projeto, em especial a Amazônia, produzindo-se textos analíticos e mapas temáticos sobre geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra e capacidade de uso dos recursos naturais renováveis. O material é bastante abrangente, contendo, inclusive, uma coletânea de inventários florestais, com espécies e respectivos volumes para cerca de 2.130 pontos de coleta, devidamente georreferenciados, em toda a Amazônia brasileira. Para além disso, as análises realizadas nesta investigação demonstraram que o modelo matemático de Benford (1938), já utilizado, há décadas, para a detecção de indícios de fraudes econômicas e financeiras (Nigrini, 1996), pode também ser bastante útil na avaliação de inventários florestais, conforme veremos, oportunamente.

- XX) *Volume comercializado idêntico ao volume autorizado.*  
**Justificativa:** tal situação, apesar de frequente, é bastante improvável em razão dos danos que ocorrem durante o processo de exploração florestal (toras racham durante a derrubada das árvores), da presença de ocos (não mensurados no inventário) e da própria metodologia de mensuração da volumetria das árvores antes do abate. Nesses termos, a constatação de saldo "zerado" (volume autorizado = volume explorado) em um PMFS é um forte indício de que os créditos liberados para o projeto tenham sido

utilizados para regularizar a exploração ilegal de madeira de outras áreas de floresta.

*XXI) Existência de autuações administrativas por infrações trabalhistas.*

**Justificativa:** a inobservância das normas protetivas dos trabalhadores e a redução à condição análoga a de escravo são, como já mencionado alhures, uma constante na Amazônia brasileira, destacadamente nos municípios mais desmatados.

*XXII) Intensidade de exploração florestal superior a 25m³/ha.*

**Justificativa:** a legislação do estado do Amazonas estabelece que a intensidade máxima de exploração de PMFS é de até 25 m³/ha (Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Amazonas, 2018), razão pela qual qualquer exploração no interior desse tipo de empreendimento que extrapole tal limite deve ser considerada irregular.

Os referidos critérios, podem, portanto, ser resumidos na tabela 2.6.

**Tabela 2.6:** Critérios de análise de PMFS.

<b>1. CRITÉRIOS APLICÁVEIS AOS DADOS ESPACIAIS (imagens satelitais e vetores)</b>
1.1 Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas
1.2 Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas)
1.3 Desmatamento no PMFS e/ou Áreas de Preservação Permanente (APP)
1.4 Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF
1.5 Exploração florestal posterior ao último DOF emitido
1.6 Exploração realizada fora dos limites poligonais
1.7 Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA
<b>2. CRITÉRIOS APLICÁVEIS AOS DADOS NÃO-ESPACIAIS (SisDOF e RADAM)</b>
2.1 Produto recebido fora do prazo de validade do DOF
2.2 DOFs cancelados
2.3 DOF emitido em época de chuvas
2.4 Volume declarado suspeito
2.5 Identidade de números (IP) entre emissor e comprador
2.6 Preço praticado abaixo de R\$ 66,00 por m³
2.7 Volume declarado incompatível com a capacidade do veículo?
2.8 Distância maior que 200 km
2.9 Velocidade de transporte maior que 40 km/h
2.10 Autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF
2.11 Autuações por irregularidades na execução do PMFS
2.12 Índícios de irregularidades relacionadas ao inventário florestal
2.13 Volume comercializado total idêntico ao volume autorizado
2.14 Autuações por infrações trabalhistas
2.15 Intensidade de exploração acima de 25 m³/ha

Note-se que:

- A divisão proposta, entre dados espaciais e não-espaciais, considerou, o tipo de arquivo digital e, sobretudo, a ferramenta utilizada para sua análise (se SIG ou não). Assim, critérios como distância maior que 200 km (item 2.8), velocidade maior que 40 km/h (item 2.9) e aqueles relacionados a inventários florestais (item 2.12) e à intensidade da exploração por hectare (item 2.15), apesar de possuírem forte componente espacial, foram avaliados, para cada área, a partir de informações extraídas de bases de dados não-espaciais (SisDOF e RADAM), por meio da ferramenta *QlikSense*, razão pela qual, para os fins deste trabalho, foram tratados como dados não-espaciais.

- Os itens de 1.1 a 1.7 (dados espaciais), 2.11, 2.14 (autuações por irregularidades ambientais ou trabalhistas) e 2.15 (intensidade de exploração acima de 25m<sup>3</sup>/ha), referem-se a indícios de irregularidades na execução do manejo florestal.

- Por seu turno os itens de 2.1 a 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13, referem-se a indícios de irregularidades envolvendo a elaboração do inventário florestal da área (item 2.12) e transações no SisDOF (demais itens). Todos esses itens indicam, em conjunto ou não com as imagens satelitais disponíveis, um maior ou menor grau de suspeição de existência de fraudes para a legalização e comércio de produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas. Assim, por exemplo, caso as imagens demonstrem não ter havido qualquer exploração florestal na área, porém tenha havido intensa movimentação de créditos por meio do SisDOF e/ou existam fortes indícios de irregularidades em relação ao inventário florestal, estaremos diante de uma situação em que os indícios de fraude são fortemente corroborados pelas imagens satelitais.

#### 2.4.3 Criação do *dataset* definitivo

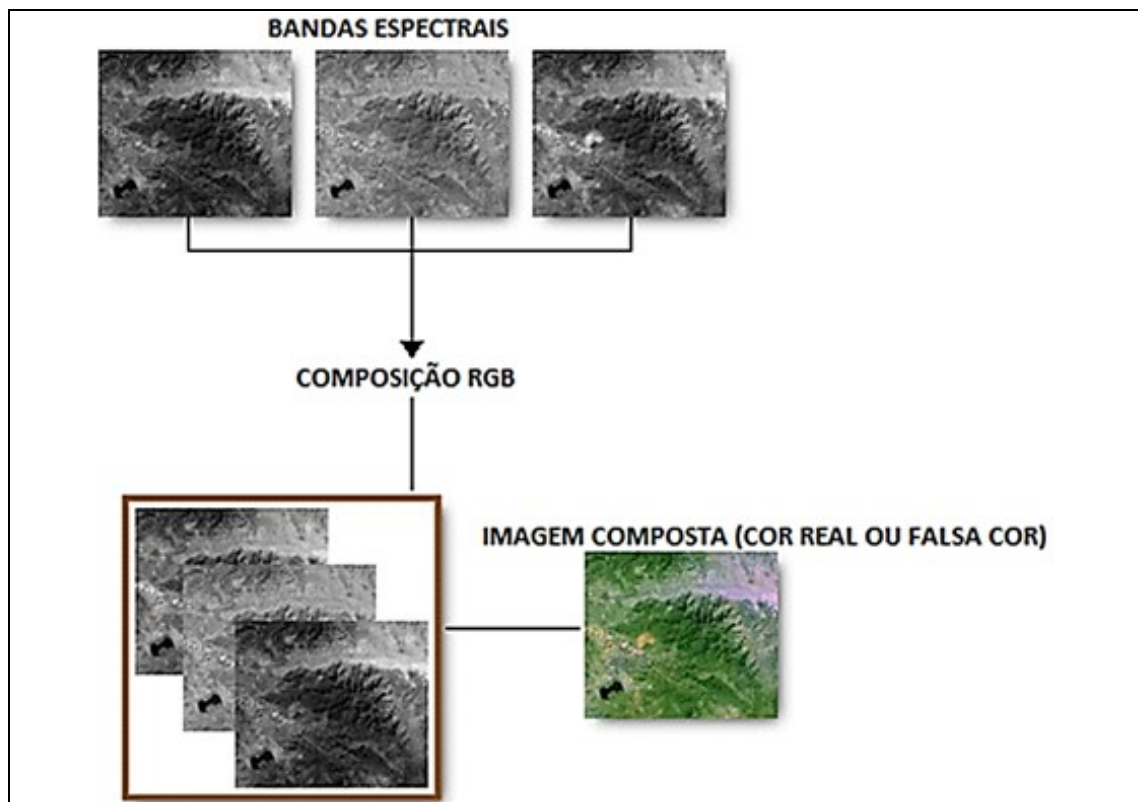
Uma vez definidos os critérios, ferramentas e métodos que seriam necessários, foi elaborado o *dataset* definitivo, contendo todos os dados e imagens que seriam utilizados na fase seguinte (análise).

As imagens foram organizadas em pastas, divididas por órbita/ponto, data de aquisição e método de processamento (composição RGB, NDVI, MLME ou MTCU, conforme o caso).

Para o processamento das imagens foram utilizados os seguintes métodos e softwares:




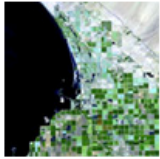

- **Composição RGB**, por meio do software ArcGIS: consiste na combinação de 3 bandas espectrais da imagem orbital para a formação de uma composição colorida. Isso porque as imagens orbitais obtidas são compostas por diferentes bandas, cada uma representando um uma faixa do espectro eletromagnético, em níveis de cinza. A composição RGB permite projetar e sobrepor bandas diversas de uma mesma imagem através de filtros coloridos nas cores vermelho, verde e azul. A composição colorida resultante permite uma melhor discriminação por inspeção visual dos alvos e facilita sua interpretação (figs. 2.16 e 2.17).

**Figura 2.16:** Procedimento composição RGB.



Fonte: ESRI, 2019.

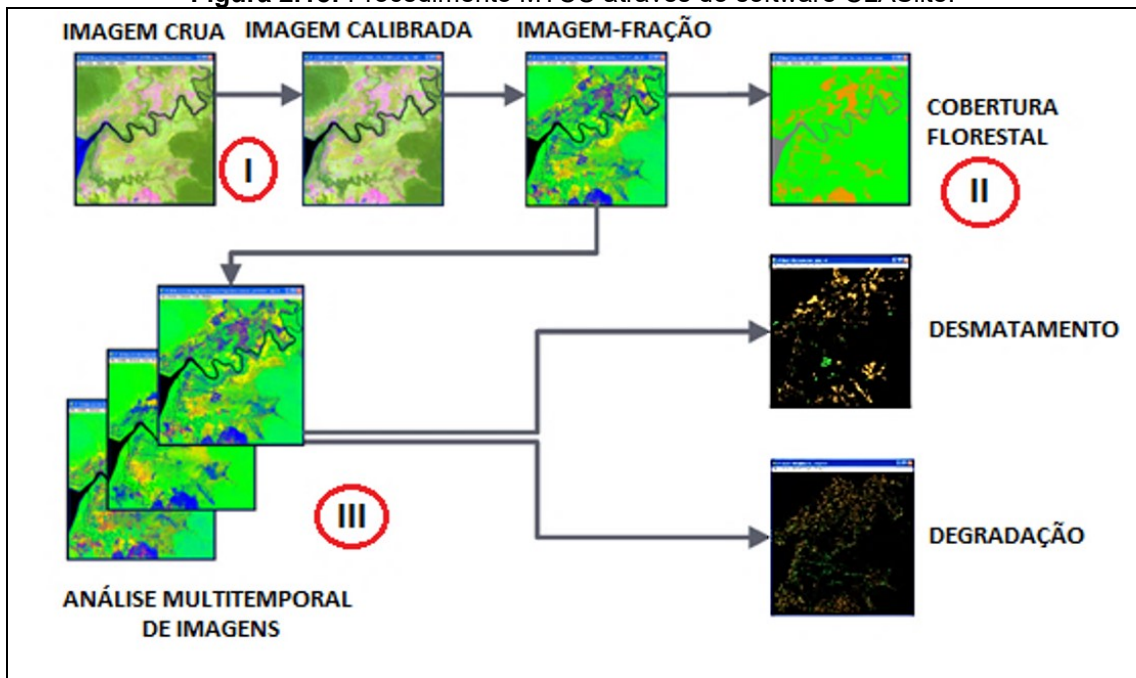
**Figura 2.17:** Exemplos de composições RGB.

		LANDSAT 5 e 7	LANDSAT 8
	Falsas cores Infra Vermelho:	4, 3, 2	5,4,3
	Cores Naturais:	3, 2, 1	4,3,2
	Cores Naturais Simuladas:	5,4,3	6,5,4
	Cores Naturais Simuladas:	7,5,3	7,6,4
	Cores Naturais Simuladas:	7,4,2	7,5,3

Fonte: INPE, 2019.

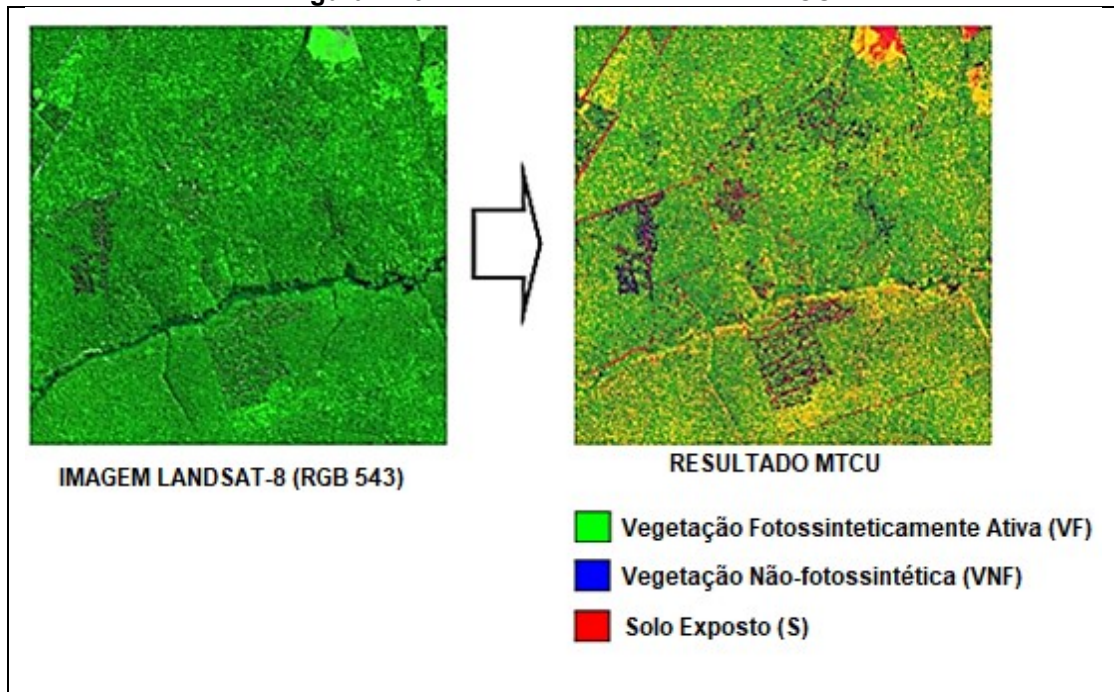
- Automated Monte Carlo Spectral Unmixing (MTCU ou AutoMTCU)**, por meio do software CLASlite 3.3, uma versão compacta do *Carnegie Landsat Analysis System* (CLAS), que utiliza o modelo de mistura espectral associado a uma robusta biblioteca espectral para gerar frações que representam os principais componentes biofísicos da paisagem existentes em um pixel (Asner,1998; Asner *et al.*, 2009). A ferramenta permite que: I) as imagens brutas sejam transformadas em reflectância de superfície e corrigidas radiometricamente devido aos efeitos atmosféricos; II) derivar as imagens-fração correspondentes às frações: vegetação fotossinteticamente ativa (**VF**), vegetação não fotossintética (**VNF**) e solo (**S**); III) fazer a comparação multitemporal de imagens, identificando situações de desmatamento e degradação florestal entre duas ou mais imagens (figs. 2.18 e 2.19).

Figura 2.18: Procedimento MTCU através do software CLASlite.



Fonte: CIS, 2013.

Figura 2.19: Resultados obtidos com o MTCU.

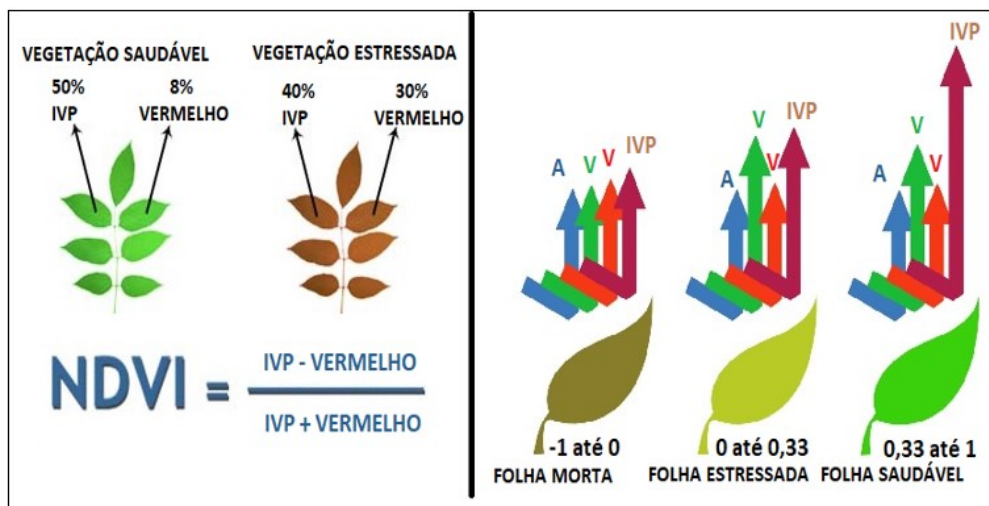


Fonte: CIS, 2013.

- **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**, através do software *ArcGIS*. A fundamentação do NDVI (Rouse *et al.*, 1973) reside no fato de que existe um comportamento antagônico de reflectância da vegetação nas regiões do visível e do infravermelho próximo, pois,

enquanto na região do vermelho visível, a reflectância é baixa, na do infravermelho próximo, é intensa (Dittmar, 2013). Esse índice é, portanto, obtido através da razão entre a diferença da reflectância do infravermelho próximo (IVP) e do vermelho (V) pela soma delas. Esse cálculo resulta em um índice com valores entre -1 e 1, no qual a presença de valores negativos ou próximos de zero indica a presença de áreas de água, ou solo nu, com pouca atividade clorofiliana e com isso baixa quantidade de vegetação, ao passo que valores positivos e próximos a 1 indicam áreas de vegetação (fig. 2.20).

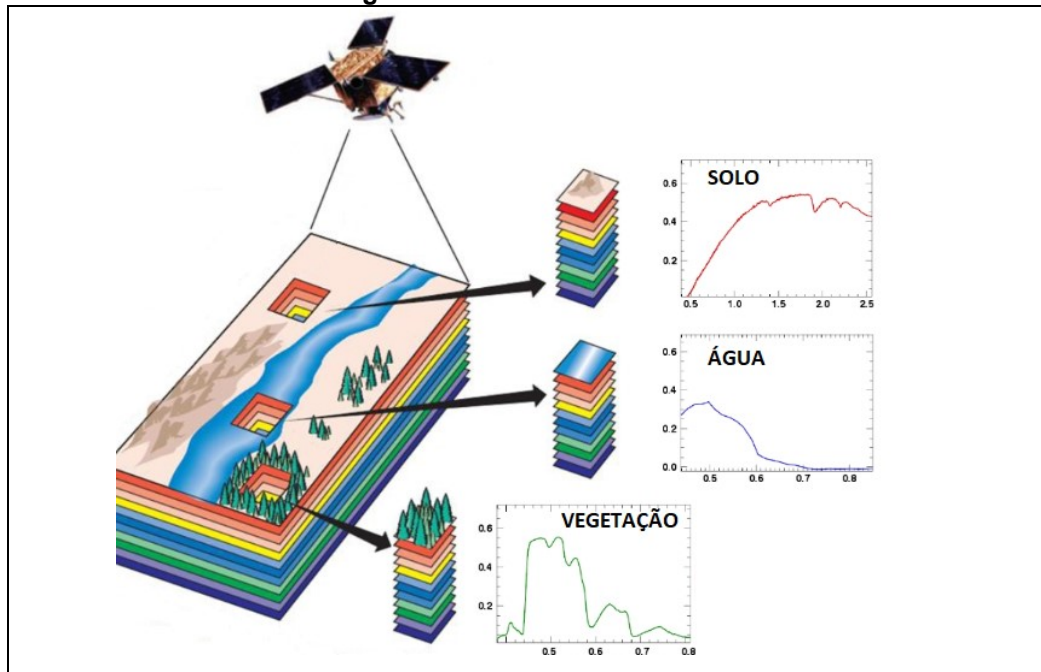
**Figura 2.20:** Cálculo de NDVI.



Fonte: Integraldrones, 2019.

- **Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME)**, por meio do software *TerraAmazon*. O MLME (Shimabukuro, 1987) nos permite estimar a proporção de cada componente da mistura espectral (solo, sombra e vegetação), definindo qual delas é a mais representativa dentro de cada pixel da imagem. Isso se faz bastante útil em imagens de média resolução como as utilizadas nesta investigação, pois, frequentemente, teremos as três componentes irradiando energia eletromagnética em um mesmo pixel (fig. 2.21).

**Figura 2.21:** Cálculo de MLME.



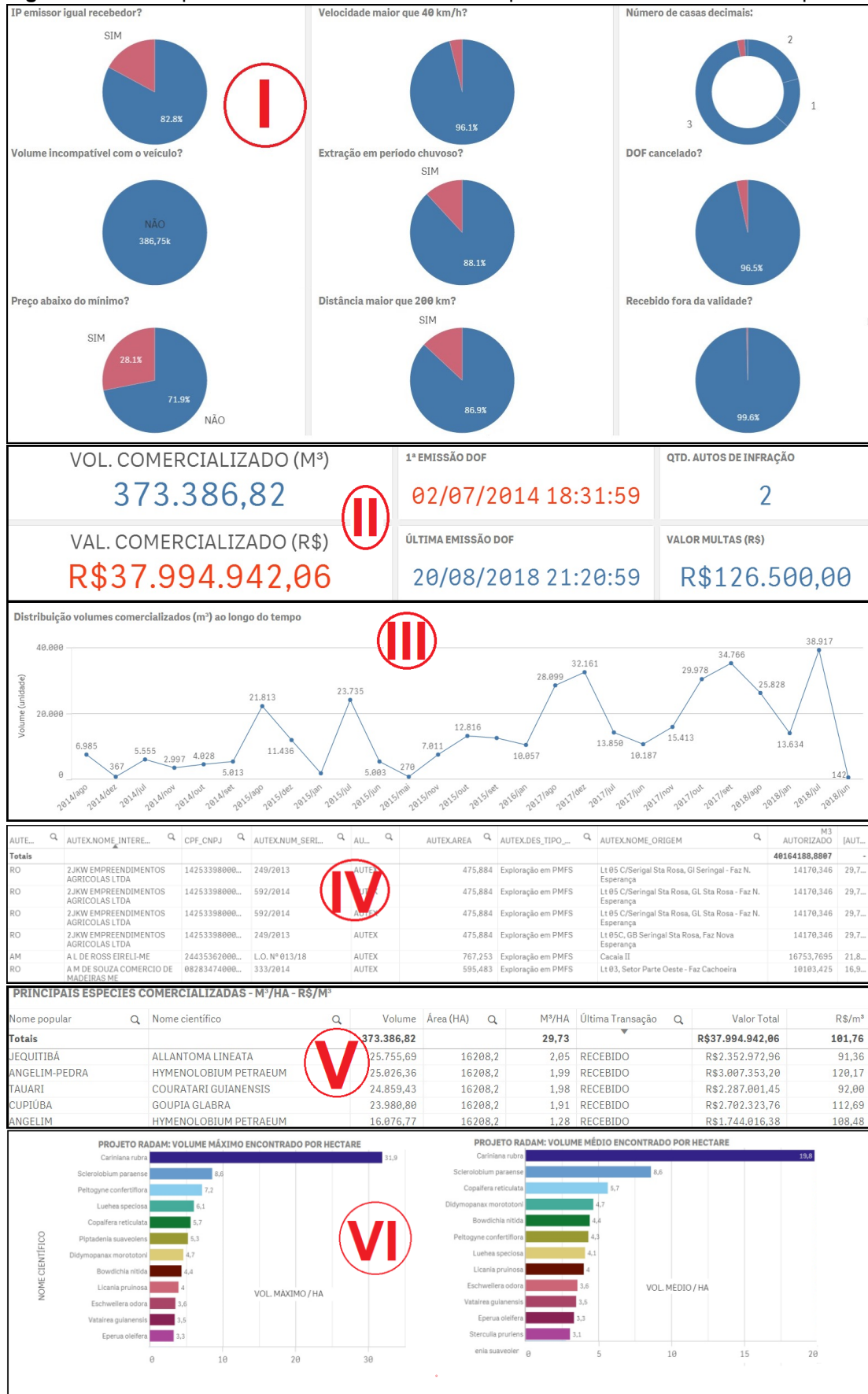
Fonte: Plaza *et al.*, 2009.

No que se refere especificamente aos dados não-espaciais foram utilizados os seguintes métodos e softwares:

- Foi criado um **painel de análises** (*dashboard*) específico por meio da ferramenta *QlikSense*, de forma a permitir a rápida e fácil consulta e análise dos critérios 2.1 a 2.15, nos seguintes termos:
  - I) Gráficos em formato pizza para a visualização dos itens 2.1 a 2.9;
  - II) KPIs referentes à data de início e fim das transações comerciais, volumes e valores em espécie comercializados, autuações administrativas e valor total das multas;
  - III) Histograma contendo os volumes comercializados ao longo do tempo;
  - IV) Dados do PMFS (n.º AUTEX, nome interessado, área total, área autorizada, volume (m<sup>3</sup>) autorizado etc.);
  - V) Dados das espécies comercializadas (volume, valor, última transação, R\$/m<sup>3</sup> etc.);
  - VI) Dados de inventários florestais, provenientes do projeto RADAM.

Os principais itens do *dashboard* elaborado para a análise de dados não-espaciais são apresentados na figura 2.22.

**Figura 2.22:** Principais itens do *dashboard* elaborado para a análise de dados não-espaciais.

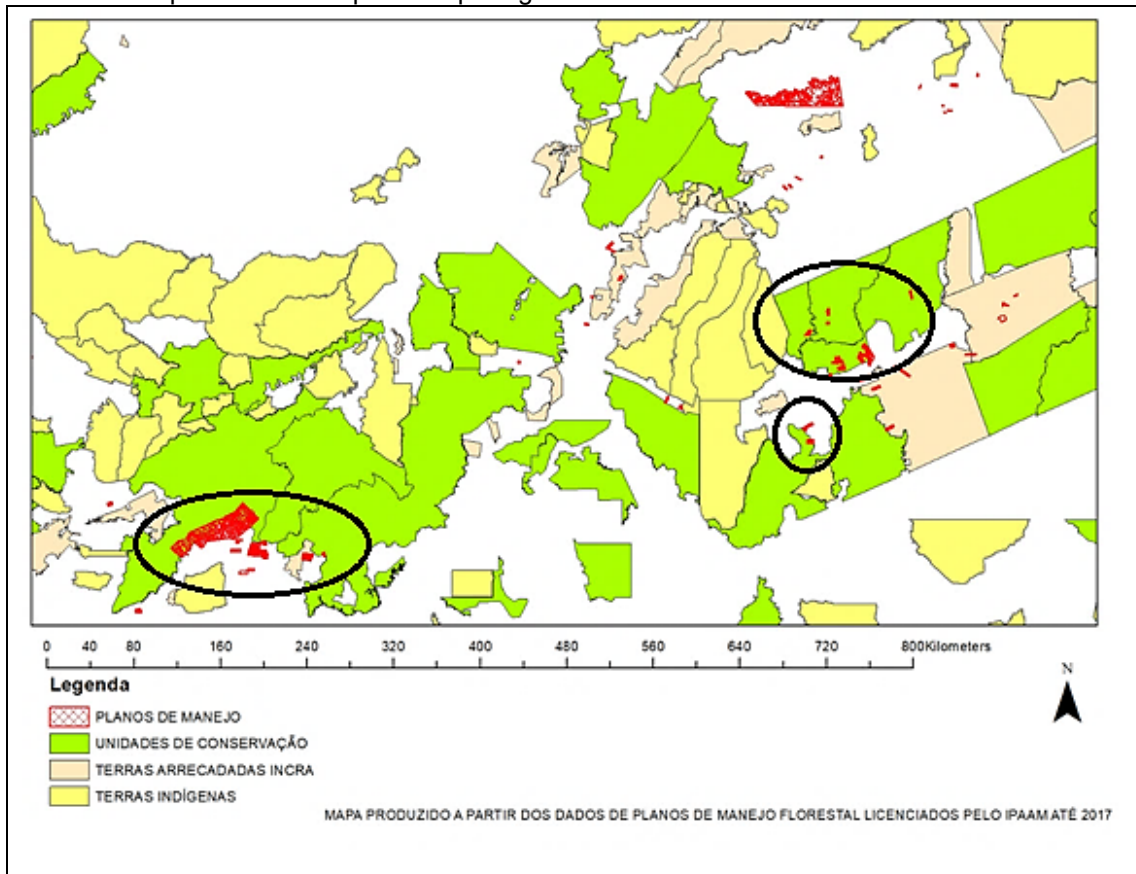


Por óbvio, como já referido anteriormente, ao final da fase de processamento, com a criação do *dataset* definitivo, já nos era possível extrair algumas informações bastante valiosas, a chamada **inteligência crua** (*raw intelligence*).

São exemplos de inteligência crua, dentre outras, as seguintes constatações:

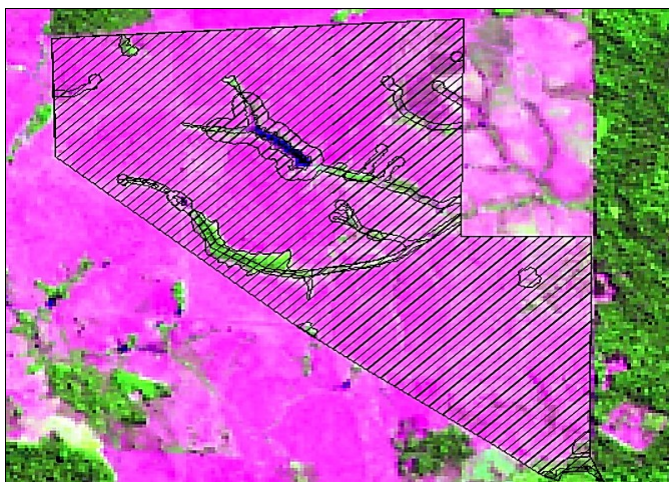
- Alguns PMFS aprovados teriam evidente sobreposição (parcial ou total) com áreas públicas protegidas (fig. 2.23);

**Figura 2.23:** Mapa de parcela da área de estudo, com destaque (círculos pretos) para alguns PMFS sobrepostos a áreas públicas protegidas.



- Ausência de sinais de exploração (fig. 2.24) ou sinais de exploração em intensidade incompatível com manejo florestal sustentável (fig. 2.25);

**Figura 2.24:** Área de PMFS com corte raso em toda a sua extensão (2015). No interior e entorno da poligonal a tracejado corresponde aos limites do PMFS, verifica-se predomínio de tonalidade avermelhada, como forma regular e textura lisa, compatível com solo exposto.

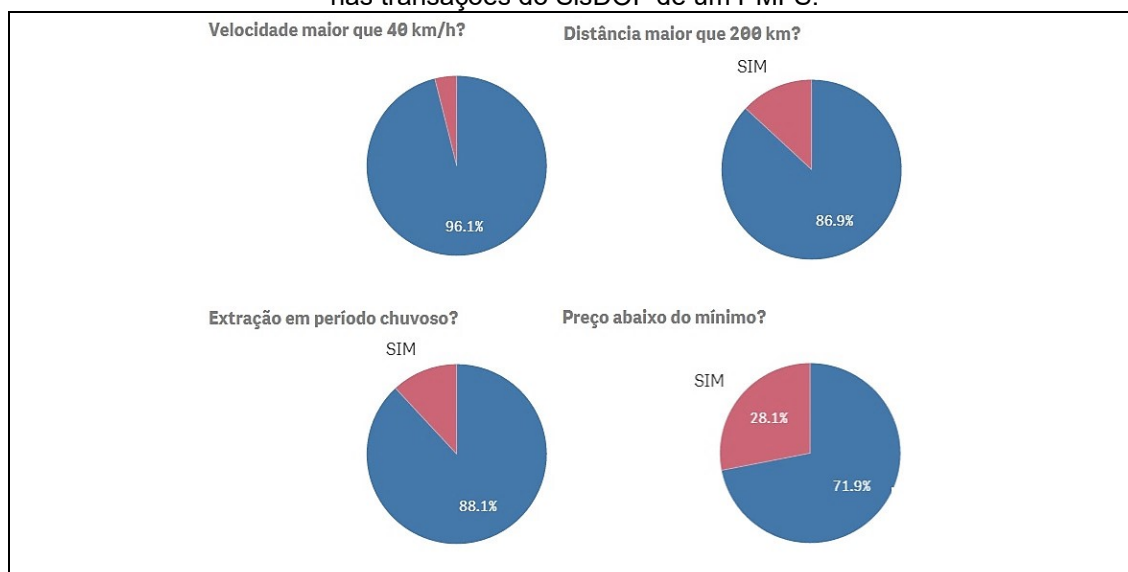


**Figura 2.25:** Ausência de sinais de exploração em PMFS (2015-18). No interior e entorno da poligonal a vermelho correspondente aos limites do PMFS, verifica-se o predomínio de tonalidade verde com textura rugosa a indicar estrutura florestal uniforme e intacta, sem sinais de exploração.



- Os dados de comercialização de produtos florestais e a sua confrontação com aqueles das demais fontes de dados disponíveis apontam para a existência de indícios de irregularidades (fig. 2.26).

**Figura 2.26:** Exemplos de dados do *dashboard* que apontam para possíveis irregularidades nas transações do SisDOF de um PMFS.



- Por meio do *dashboard*, das planilhas eletrônicas originais contendo os dados de volumes de madeira em tora comercializados através do SisDOF no estado do Amazonas entre 2014 e 2018, dos inventários florestais oficiais constantes do RADAM e da planilha eletrônica desenvolvida por Steven Miller (2015), denominada *Benfordness Tester*, verificou-se que os respectivos dados seguiram uma distribuição logarítmica conforme o modelo teórico demonstrado por Benford (1938), tendo sido obtidos os seguintes resultados: I) os dados de volumetria de todas as transações constantes do SisDOF, para o estado do Amazonas, tanto para o volume total por espécie, como volume total de espécie comercializada por hectare, apresentou conformidade com a Lei de Benford; II) os dados constantes do RADAM, tanto para volume total por espécie, como volume total de espécie por hectare, também apresentou conformidade com o referido modelo; III) também a partir dos dados do RADAM, a soma dos valores do “Diâmetro à Altura do Peito” (DAP) de todos os indivíduos de uma mesma espécie, por hectare, ou totais para toda a área de estudo, também resultaram conformes; IV) alterações na escala dos dados (diária, semanal, mensal, trimestral, semestral ou anual), não alteraram significativamente os resultados de conformidade obtidos.

A **Lei de Benford** (também conhecida como **Lei do primeiro dígito**, **Lei dos números anômalos** e/ou **Lei de Newcomb-Benford**) é utilizada, há décadas, para a detecção de fraudes econômicas e financeiras (Nigrini, 1996).

Trata-se de uma lei estatística bastante curiosa aplicável a conjuntos de dados específicos, produzidos naturalmente, e que leva em consideração a probabilidade de frequência do primeiro dígito válido, ou seja, o dígito mais à esquerda, diferente de zero (Amaral, 2016). Ao contrário de uma distribuição homogênea dos 9 dígitos possíveis (1 até 9), o que corresponderia à frequência esperada de qualquer dígito ser de 11,11%, a Lei de Benford observa que a frequência segue um comportamento logarítmico, representado pela fórmula

$$P(\text{dígito}) = \log_{10}\left(1 + \frac{1}{\text{dígito}}\right) \quad (2)$$

o que resulta que a probabilidade do primeiro dígito ser 1 é algo próximo de 30,1%, ao passo que o dígito 9 aparecerá em apenas cerca de 4,6% das observações (Newcomb, 1881; Benford, 1938; Amaral, 2016). Sobre o assunto, convém registrar que o matemático Simon Newcomb, no final do século XIX, já havia observado que as primeiras páginas das tabelas logarítmicas, em geral, se encontravam bem mais desgastadas do que as demais, a indicar que as pessoas iam, com maior frequência, em busca dos valores de logaritmos que começavam pelos dígitos 1 ou 2, do que aqueles que começam com 8 ou 9, por exemplo, bem como realizado os respectivos cálculos de probabilidade (Newcomb, 1881). Entretanto, foi o físico Frank Benford, em 1938, o primeiro a constatar que esse modelo matemático se aplicava a 20 conjuntos de dados distintos (áreas de rios, população, peso molar, número atômico, taxas de mortalidade, entre outros), no total de 20.229 observações (Benford, 1938). Posteriormente, estudos demonstraram que o referido modelo poderia ser útil à detecção de indícios de fraudes econômicas e financeiras (Nigrini, 1996).

A figura 2.27 permite-nos compreender, graficamente, o que seria o 1º dígito válido e como se dá a distribuição desse dígito segundo a Lei de

Benford, ao passo que a figura 2.28 demonstra que os valores obtidos através das bases de dados do SisDOF e RADAM encontraram forte conformidade com esse modelo matemático.

Figura 2.27: Distribuição logarítmica do primeiro dígito, segundo Lei de Benford (1938).

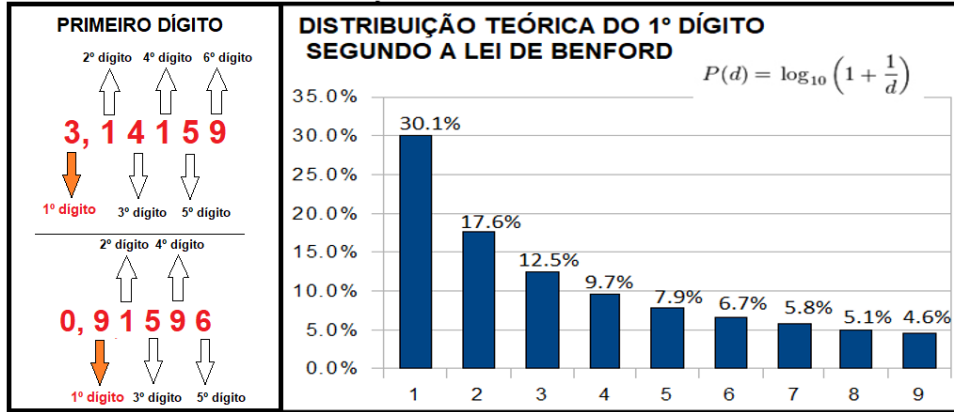
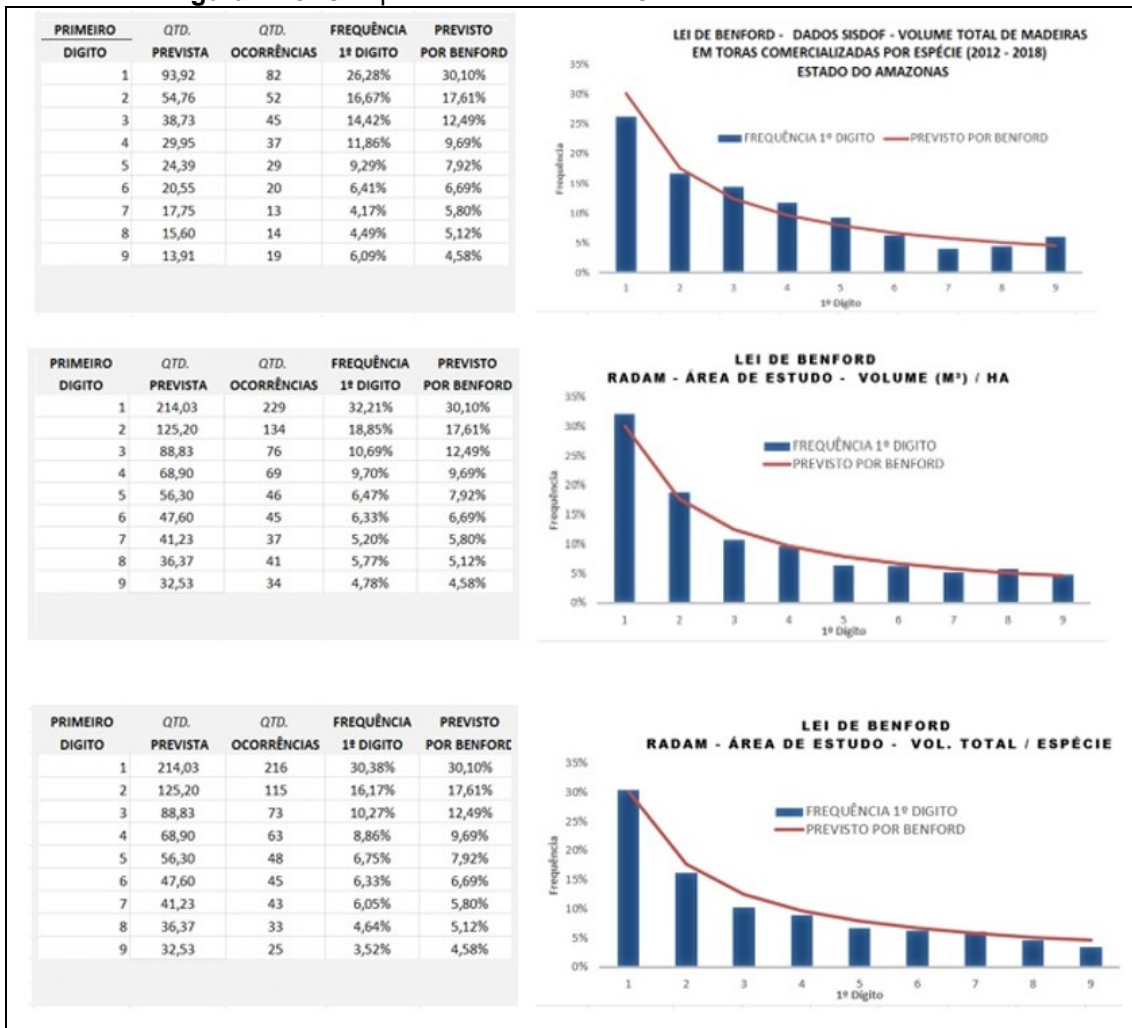


Figura 2.28: Comparativo valores SisDOF e RADAM vs. Lei de Benford.

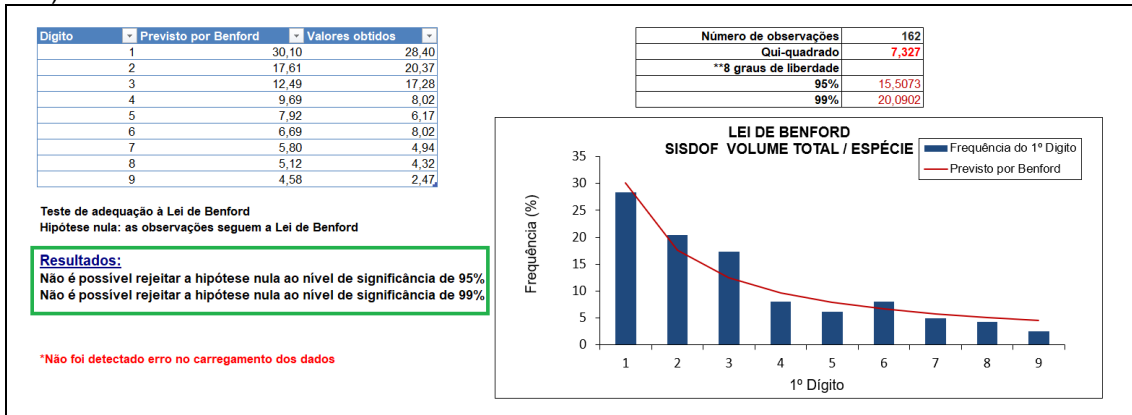


No Brasil, o interesse pela Lei de Benford tem crescido nesses últimos anos como ferramenta auxiliar na detecção de cartéis e outros tipos de fraudes a licitações (Cuiabano *et al.*, 2014), bem como na avaliação de superfaturamento em obras públicas (Cunha & Bugarin, 2015). Assim, a constatação de que os dados de volumetria constantes dos inventários florestais (e, por conseguinte, os dados de volumetria de madeira comercializados através do SisDOF) apresentam conformidade com tal modelo abrem um leque variado de opções para a detecção de indícios de fraudes em inventários florestais, notadamente naqueles casos em que espécies de maior valor econômico são superestimadas nos respectivos documentos, com vistas à legalização e comércio de produtos extraídos de outras áreas.

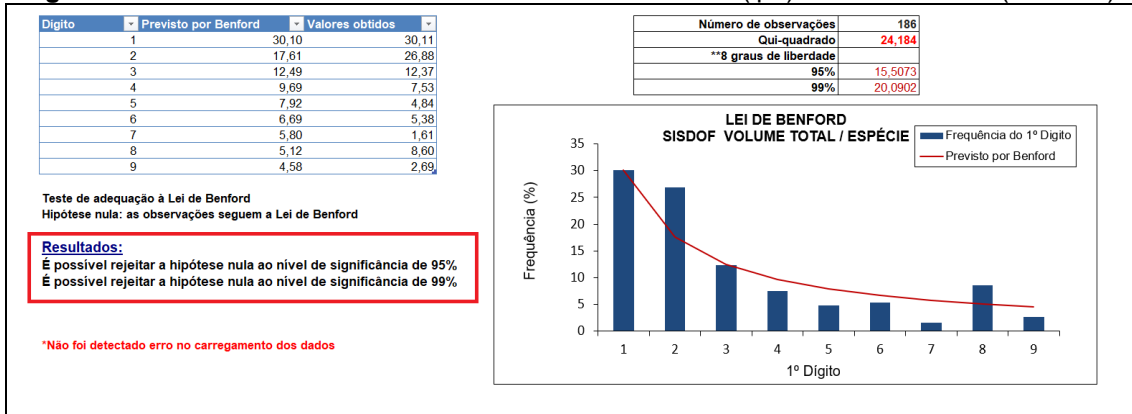
Nesse sentido, verificou-se que: i) os dados de volumetria total comercializada, entre 2014 e 2018, para *Allatoma lineata* (jequitibá), em todo o Amazonas, apresentaram conformidade com Benford; ii) por outro lado, os dados de volumetria total comercializada, no mesmo período, para *Tabebuia serratifolia* (ipê), espécie que sabidamente vem sendo fraudulentamente superestimada em inventários florestais em razão de seu alto valor comercial (Brancaion *et al.*, 2018), não estavam conforme o referido modelo (fig. 2.30).

Utilizou-se, conforme se verificam das figs. 2.29 e 2.30, o teste de aderência denominado teste qui-quadrado. Embora, em geral, o nível de significância mais utilizado na verificação da Lei de Benford seja de 5%, neste estudo, utilizou-se, também, um nível de significância de 1%, conforme artigo de Hales *et al.* (2008), no intuito de se minimizar a probabilidade de se detectar falsos indícios de fraude. Em ambos os casos, utilizou-se 8 graus de liberdade.

**Figura 2.29:** Volume comercializado de *Allantoma lineata* (jequitibá) x Lei de Benford (2014-18).



**Figura 2.30:** Volume comercializado de *Tabebuia serratifolia* (ipê) x Lei de Benford (2014-18).



De todo o exposto, vê-se que a inteligência crua (*raw intelligence*), produzida nessa fase, já fornecia interessantes e valiosos elementos para a melhor compreensão do funcionamento dos PMFS na área de estudo.

Para uma efetiva avaliação, entretanto, os dados ainda precisavam ser analisados, de forma mais minuciosa e detida, conforme a seguir.

## 2.5 Análise (4ª fase)

### 2.5.1 Aspectos gerais da fase de análise

Essa fase envolve a conversão da inteligência crua, criada no passo anterior, para a geointeligência propriamente dita. Noutras palavras, o papel

dessa fase é a análise integrada de todos os dados coligidos no *dataset* definitivo com vistas à produção de informações úteis.

É composta, respectivamente, pelas seguintes etapas: I) análise integrada dos dados; II) produção GEOINT e; III) preparação da informação para disseminação.

As tarefas realizadas em cada uma dessas fases serão descritas nos tópicos seguintes.

### 2.5.2 *Análise integrada dos dados e produção GEOINT*

Conforme mencionado, as análises realizadas nesta investigação foram baseadas em dados não-geográficos (sobretudo bancos de dados de órgãos oficiais) e geográficos (destaque às imagens de sensores orbitais, assim como outros dados espaciais, tais como poligonais das áreas públicas e privadas, relevo, hidrografia etc.).

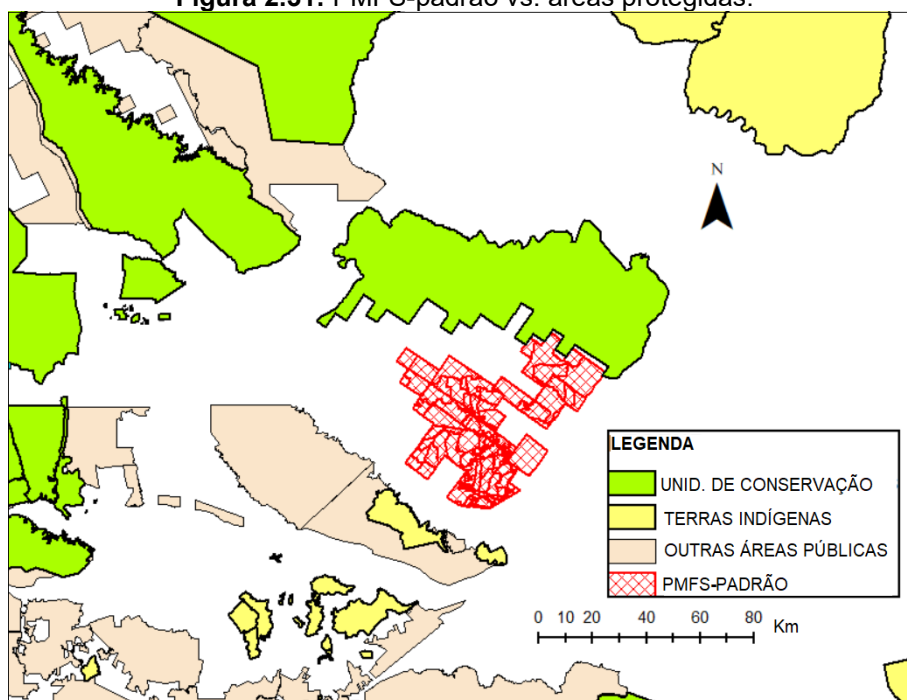
Os passos seguidos nessa 4ª fase, buscaram verificar a existência ou não de ocorrências, para cada um dos 22 critérios elaborados e mencionados na tabela 2.5.

A seguir, demonstrar-se-á, de forma sintética, os passos realizados para cada um desses critérios em relação ao PMFS-padrão, bem como os resultados obtidos.

- I. **Critério:** Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas.

**Tarefas realizadas:** os dados das poligonais do PMFS-padrão foram carregados em software SIG, juntamente com os dados relacionados a áreas protegidas e sob o domínio da União, conforme mapa a seguir (fig. 2.31).

Figura 2.31: PMFS-padrão vs. áreas protegidas.



**Resultado:** Não foram identificadas sobreposições do PMFS-padrão com áreas protegidas.

- II. **Critério:** Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas).

**Tarefas realizadas:** Foi obtido o cronograma geral de atividades realizadas no referido manejo (tabela 2.7) e a análise de imagens das diversas parcelas do referido PMFS entre os anos de 1993 e 2017, de forma a identificar o comportamento de tais infraestruturas antes, durante e após a exploração florestal (figs. 2.32 a 2.38). Para tanto, foram utilizadas imagens *Landsat* 5 e 8 de 30 m de resolução, composição RGB (bandas 5,4,3 ou 6,5,4), bem como por meio de aplicação de NDVI, MLME e MTCU. Também foram utilizados os recursos de imagens disponíveis através da ferramenta *Google Earth*.<sup>23</sup>

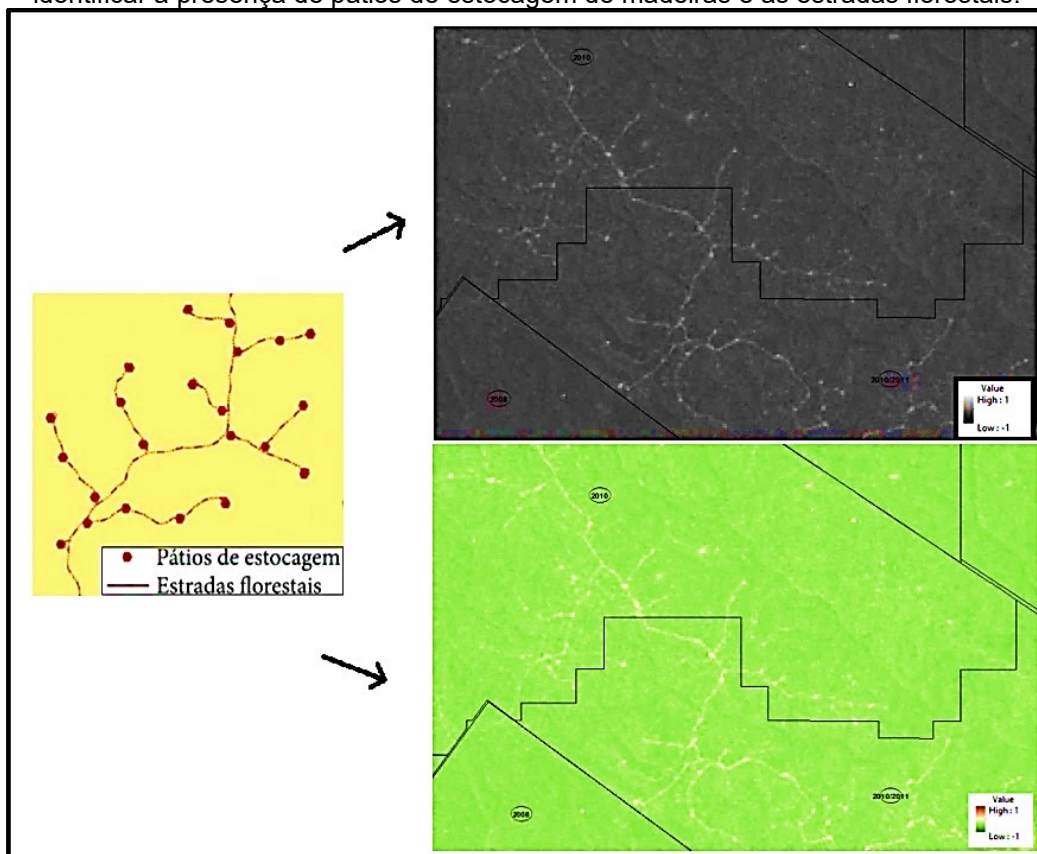
<sup>23</sup> Apresentam-se, aqui, apenas as principais imagens que demonstram o comportamento das referidas infraestruturas e a recuperação da área ao longo do tempo. Para melhor compreensão da dinâmica, *vide* ficha-resumo n.º 1 (PMFS-padrão) constante do Anexo I.

**Tabela 2.7:** Cronologia das atividades de manejo florestal.

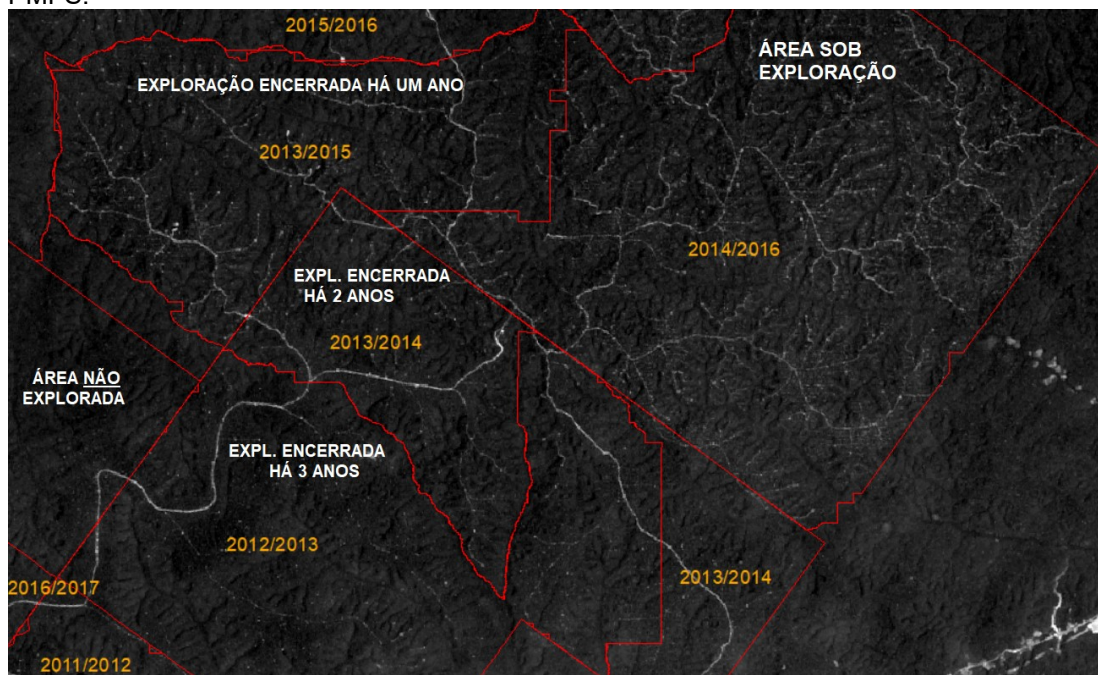
CRONOLOGIA DAS ATIVIDADES	ATIVIDADE
Dois anos antes da colheita	1. Inventário Florestal a 100% 2. Microzoneamento
Um ano antes da colheita	1. Construção de Infraestrutura 2. Instalação de Parcelas Permanentes 3. Elaboração do Plano Operacional Anual 4. Obtenção da Autorização de Exploração junto ao órgão ambiental
Ano da colheita	1. Colheita 2. Transporte
Preferencialmente dois anos após a colheita	1. Primeira Remedição de Parcelas Permanente
A cada 5 anos após a 1ª remedição	1. Remedições de Parcelas Permanentes

Fonte: Mil Madeiras, 2018.

**Figura 2.32:** Identificação de infraestrutura por meio de imagem NDVI. O índice permitiu identificar a presença de pátios de estocagem de madeiras e as estradas florestais.



**Figura 2.33:** Imagem *Landsat-8* (banda 4), de agosto de 2016, com a visão geral das UPAS exploradas entre os anos de 2013 e 2016 (polígonos a vermelho), onde se verificam os diferentes estágios de regeneração da floresta e a compatibilidade da exploração florestal com PMFS.



**Figura 2.34:** Imagem disponível no *GE Pro* obtida em 03/2001, referente à UPA do PMF em exploração naquele ano. Durante a exploração, é possível identificar a infraestrutura do PMFS, com destaque para os pátios indicados em azul.



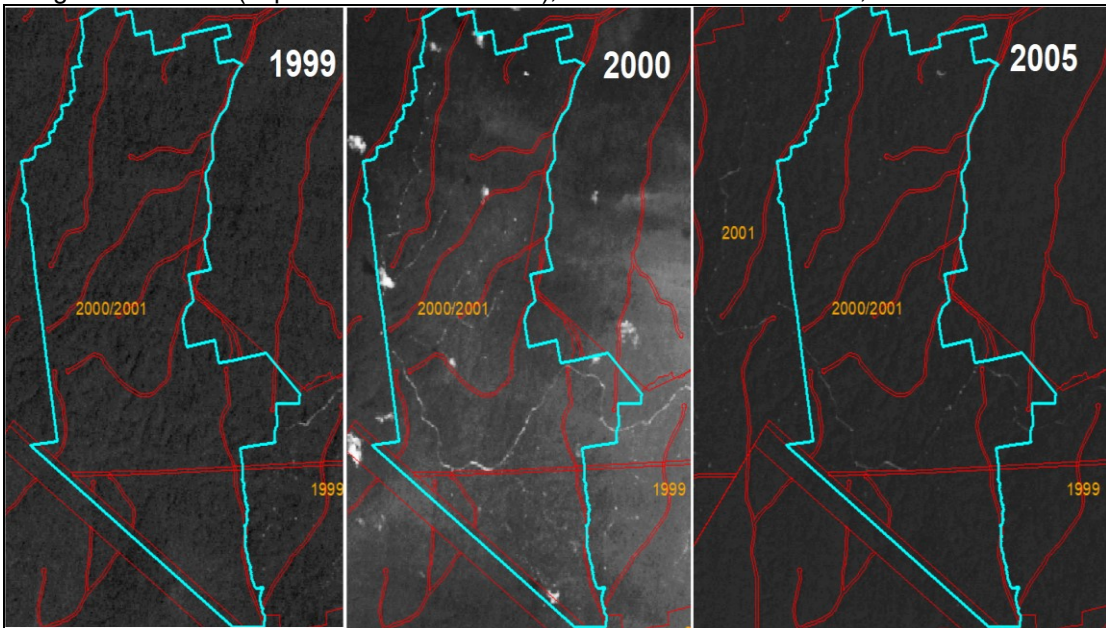
**Figura 2.35:** Imagem disponível no *Google Earth* obtida em 07/2002, referente à mesma UPA do PMF da figura anterior. Vê-se que, alguns meses após concluídos, os trabalhos de exploração na área, a vegetação já apresenta sinais de recuperação e alguns pátios anteriormente identificáveis já não são mais visíveis.



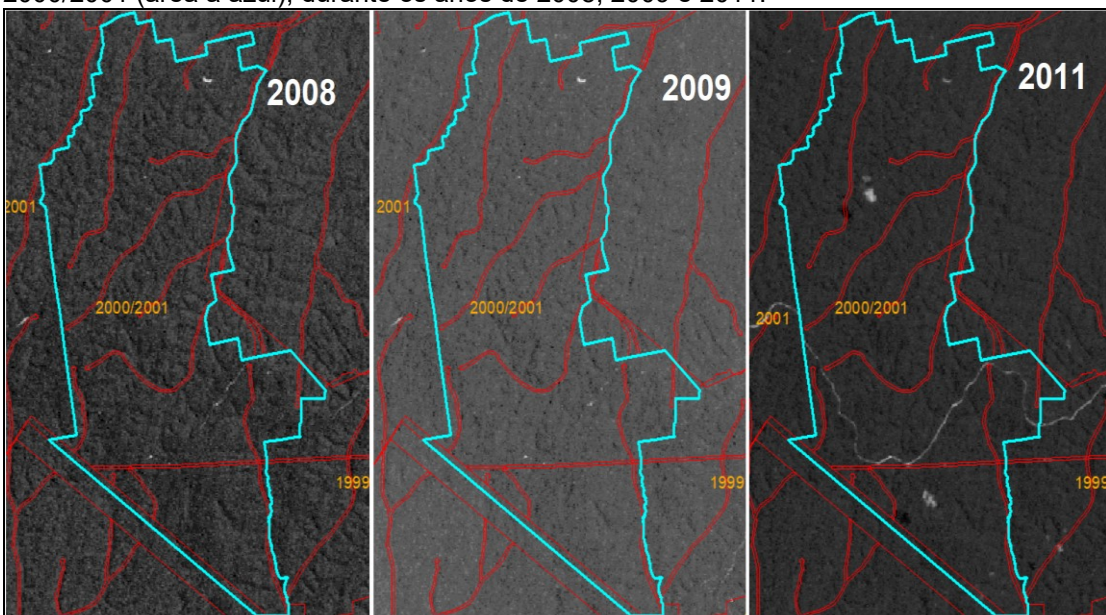
**Figura 2.36:** Imagem disponível no *Google Earth* obtida em 08/2013, referente à mesma UPA das figuras anteriores. Após 11 anos concluídos os trabalhos de exploração na área, a vegetação já se apresenta bastante recuperada, sem sinais visíveis dos antigos pátios.



**Figura 2.37:** Imagens *LandSat-8* (banda 4), com a visão geral da mesma UPA (área a azul) de figs. 2.34 a 2.36 (explorada em 2000/2001), durante os anos de 1999, 2000 e 2005.



**Figura 2.38:** Imagens *LandSat-8* (banda 4), com a visão geral da mesma UPA explorada em 2000/2001 (área a azul), durante os anos de 2008, 2009 e 2011.



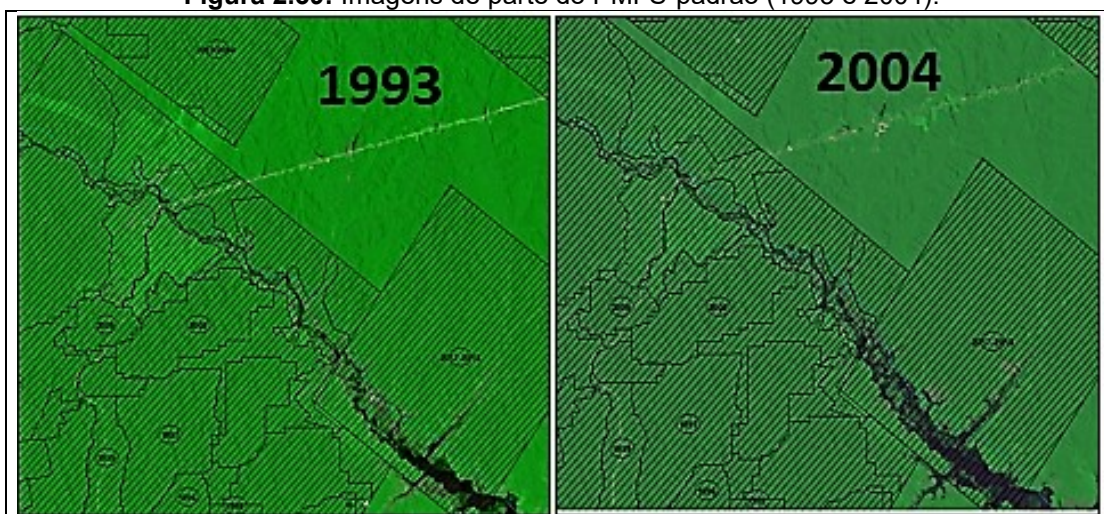
**Resultado:** As análises produzidas permitiram compreender o comportamento das infraestruturas de estradas e pátios no PMFS-padrão, antes, durante e após a efetiva exploração. Em apertada síntese, quando da exploração, é possível ver a infraestrutura completa de estradas, trilhas de arraste e pátios, porém, com o

encerramento das atividades, há um processo contínuo de recuperação da cobertura florestal e desaparecimento dessas estruturas. Não foram identificados sinais de infraestrutura incompatível com PMFS.

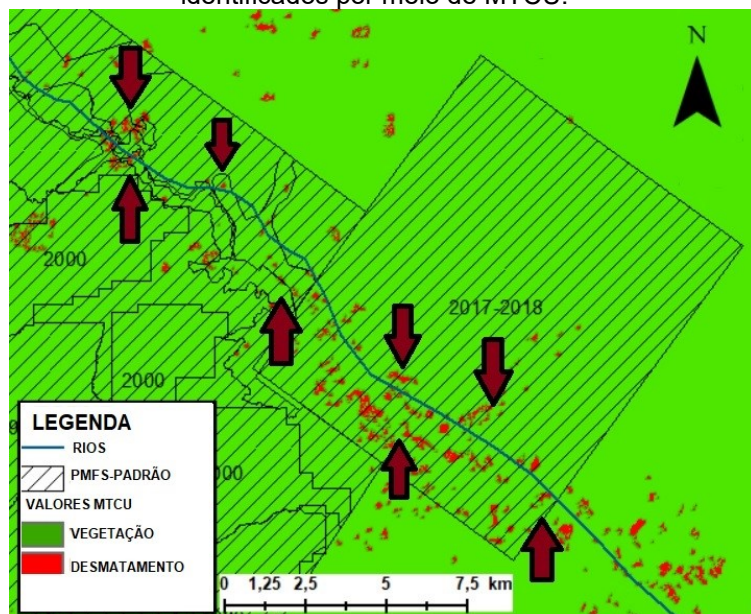
III. **Critério:** Existência de desmatamento a corte raso na área de PMFS e/ou exploração em Áreas de Preservação Permanente (APP).

**Tarefas realizadas:** Foi realizada análise multitemporal das imagens *Landsat* 5 e 8 da área entre os anos de 1993 e 2016, através da técnica MTCU (figs. 2.39 e 2.40). Também foram feitas análises multitemporais por meio de inspeção visual de composição RGB (bandas 5,4,3 ou 6,5,4) e aplicação de NDVI e MLME nas referidas imagens.

**Figura 2.39:** Imagens de parte do PMFS-padrão (1993 e 2004).



**Figura 2.40:** As setas vermelhas apontam desmatamentos (áreas vermelhas) ocorridos em área de preservação permanente do PMFS-padrão entre os anos de 1993 e 2004, identificados por meio de MTCU.



**Resultado:** Em análise multitemporal de imagens de satélite da área, entre os anos de 1993 e 2016, não foram identificadas ocorrências de corte raso no interior do PMFS, à exceção da abertura de estradas principais e pátios de estocagem, estruturas compatíveis com manejo florestal sustentável. Verificou-se, entretanto, que entre os anos de 1993 e 2004, houve crescente desmatamento de áreas de APP situadas na porção sudeste do PMFS, o que foi possível detectar de forma bastante clara por meio do emprego da técnica conhecida como MTCU (fig. 2.40).

IV. **Critério:** Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF.

**Tarefas realizadas:** Foi realizada, a partir das técnicas já anteriormente mencionadas, a análise de imagens da área, no período anterior ao início do licenciamento e CTF.

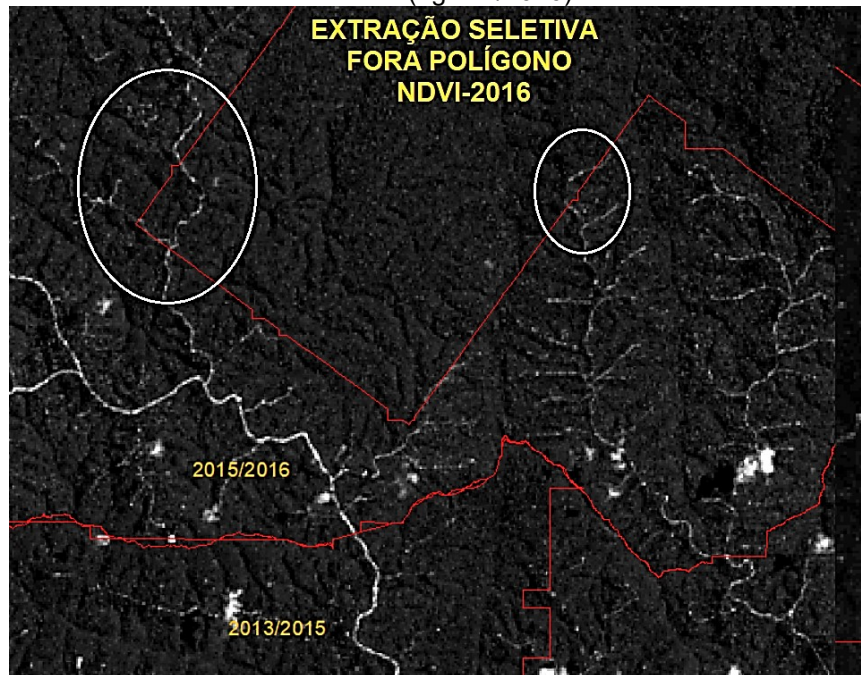
**Resultado:** Da análise das imagens de satélite não foram identificadas ocorrências de exploração em data anterior ao licenciamento do empreendimento.

- V. **Critério:** Exploração florestal posterior ao último DOF emitido.  
**Tarefas realizadas:** Foi realizada análise de imagens das UPAS no período posterior à emissão de créditos, utilizando-se as técnicas já mencionadas nos itens anteriores.  
**Resultado:** Não foram identificadas ocorrências de exploração em data posterior ao último DOF emitido para cada UPA.
- VI. **Critério:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal.  
**Tarefas realizadas:** Foi realizada análise multitemporal das imagens *Landsat* 5 e 8 da área entre os anos de 1993 e 2016, através das técnicas já mencionadas: MTCU, RGB, NDVI e MLME (figs. 2.41 e 2.42).

**Figura 2.41:** Exploração fora da área do PMFS (poligonal vermelha), identificada por meio de NDVI (agosto/2009).





**Figura 2.42:** Exploração fora da área do PMFS (poligonal vermelha), identificada por meio de NDVI (agosto/2016).



**Resultado:** Identificados pontos de exploração seletiva fora do polígono do PMFS-padrão nos anos de 2009 (~ 1ha) e 2016 (~3ha).

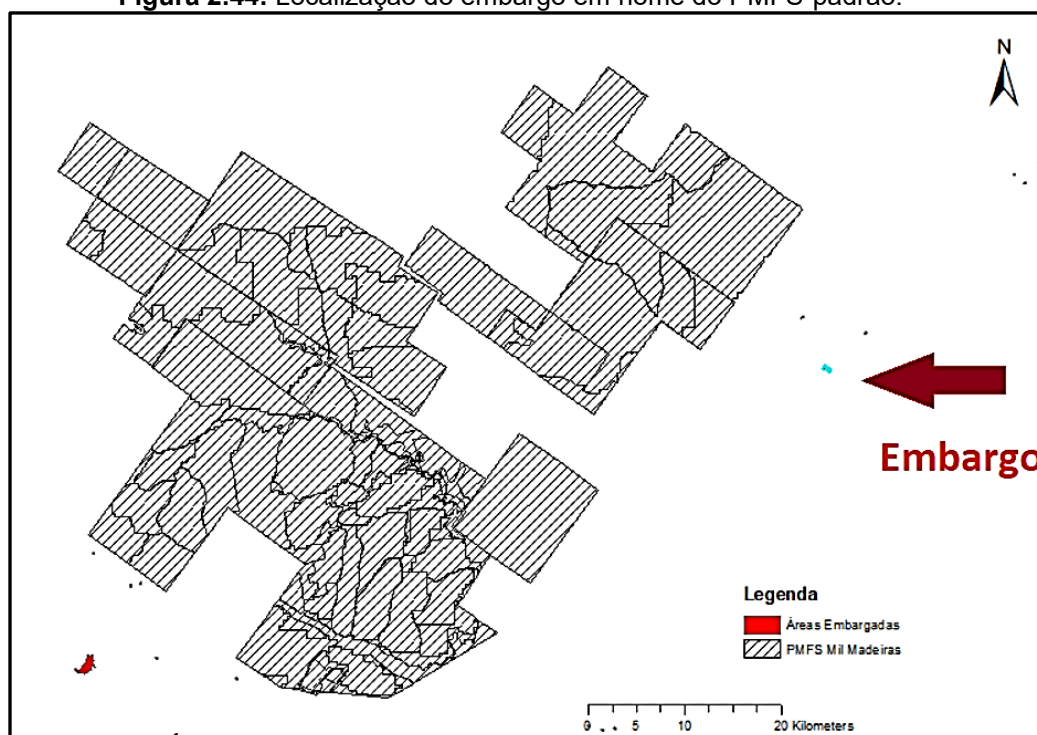
- VII. **Critério:** Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA
- Tarefas realizadas:** Verificação junto ao sítio eletrônico do IBAMA acerca da existência de embargos relacionados ao PMFS-padrão. Em caso positivo, os dados das poligonais do PMFS-padrão são carregados em software SIG, juntamente com os dados relacionados a áreas embargadas pelo IBAMA, para confrontação.
- Resultado:** Verificou-se que o PMFS-padrão teve uma área embargada por desmate ilegal em 2008 (fig. 2.43), porém em consultas e análise a partir dos dados georreferenciados verificou-se que tal embargo não se refere a área no interior do PMFS-padrão (figura 2.44).

**Figura 2.43:** Relatório de áreas embargadas para o PMFS-padrão.

		MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA DIRETORIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL							
Relatório de Áreas Embargadas									
Nome ou razão Social	CPF/CNPJ	Nº TAD	Série	Data	Área (ha)	UF	Município	Localização do Imóvel	
MIL MADEIRAS PRECIOSAS LTDA.	04193033000156	520201	C	24/12/2008		AM	Síves	ÁREAS CONTIGUAS ÀS FAZENDAS QUE COMPOEM O PMFS DA EMPRESA.	

Fonte: IBAMA,2018.

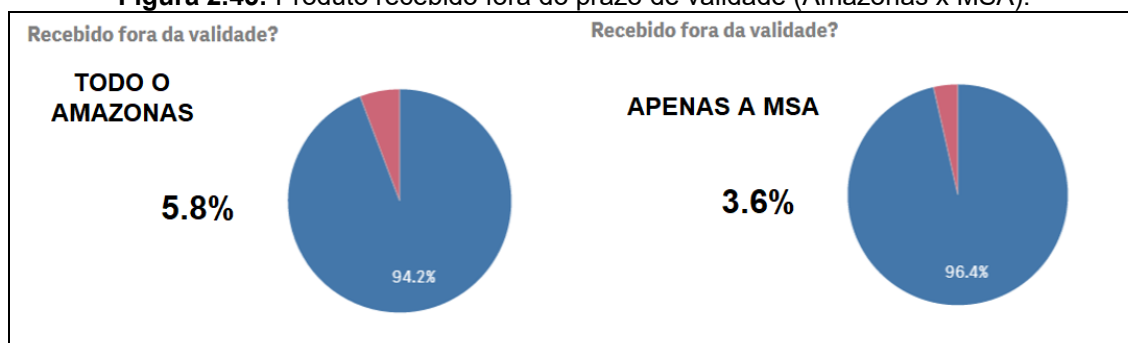
**Figura 2.44:** Localização do embargo em nome do PMFS-padrão.



VIII. **Critério:** Produto recebido fora do prazo de validade do DOF

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF foi verificado se a data de recebimento era superior à data de validade do documento. A título comparativo, foi verificado que os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 5.8% de todas as transações registradas no SisDOF, ao passo que, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas, foi de 3.6% do total de transações realizadas na região (fig. 2.45).

**Figura 2.45:** Produto recebido fora do prazo de validade (Amazonas x MSA).



**Figura 2.46:** Percentual de DOFs fora da validade no PMFS-padrão.



**Resultado:** Verificou-se que apenas **0,5%** de todo o volume transacionado foi referente a DOFs recebidos em data superior à validade do documento (fig. 2.46).

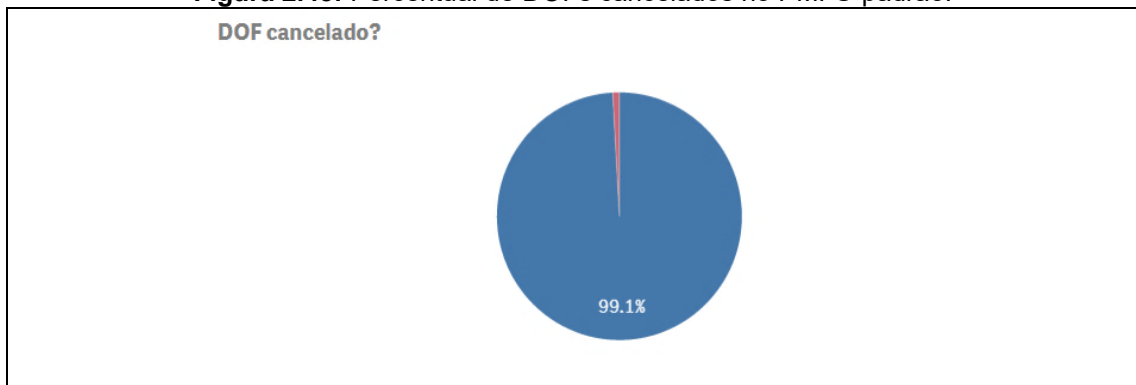
IX. **Critério:** DOFs cancelados

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF foi verificado o volume total referente a DOFs que foram cancelados. Para fins de comparação, foi verificado que os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 3.2% de todas as transações registradas no SisDOF, enquanto que, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas, foi de 3.7% (fig. 2.47).

**Figura 2.47:** DOFs cancelados (Amazonas x MSA).



**Figura 2.48:** Percentual de DOFs cancelados no PMFS-padrão.

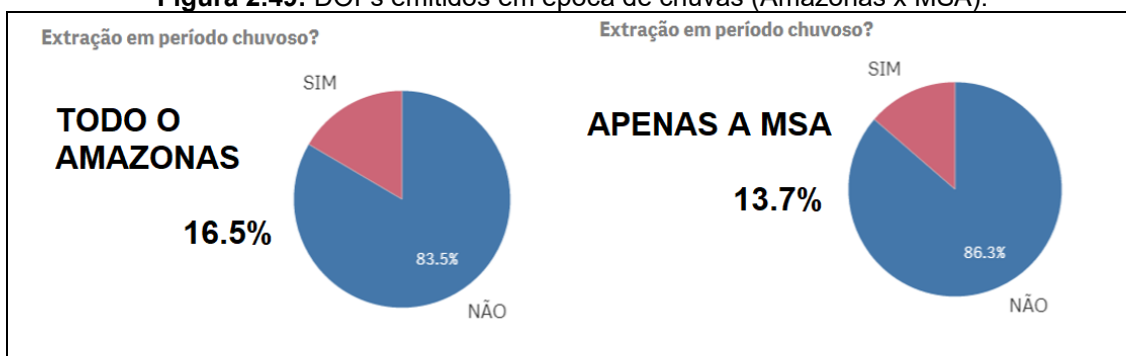


**Resultado:** Verificou-se que apenas **0,9%** de todo o volume transacionado foi referente a DOFs cancelados.

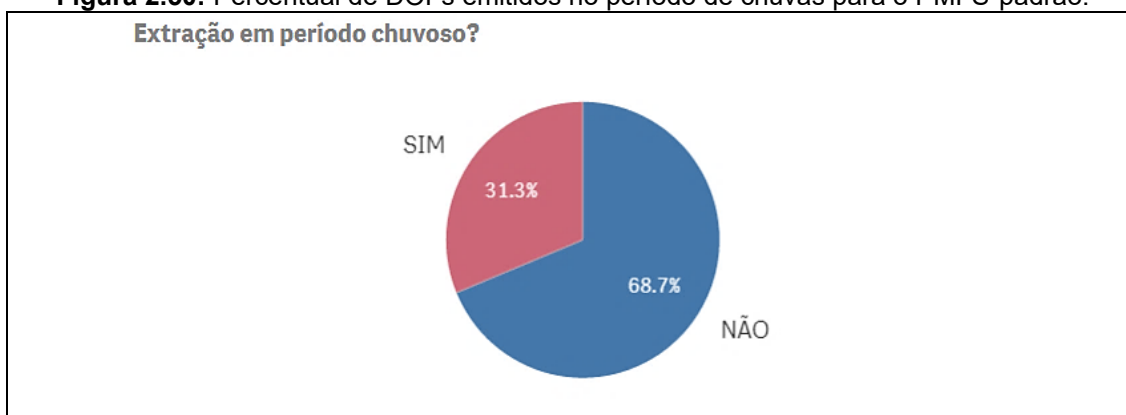
X. **Critério:** DOF emitido em época de chuvas

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF foi verificado o volume total referente a DOFs que foram emitidos em período de chuvas. A título comparativo, foi verificado que os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 16.5% de todas as transações registradas no SisDOF, e, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas, foi de 13.7% do total de transações realizadas na região (fig. 2.49).

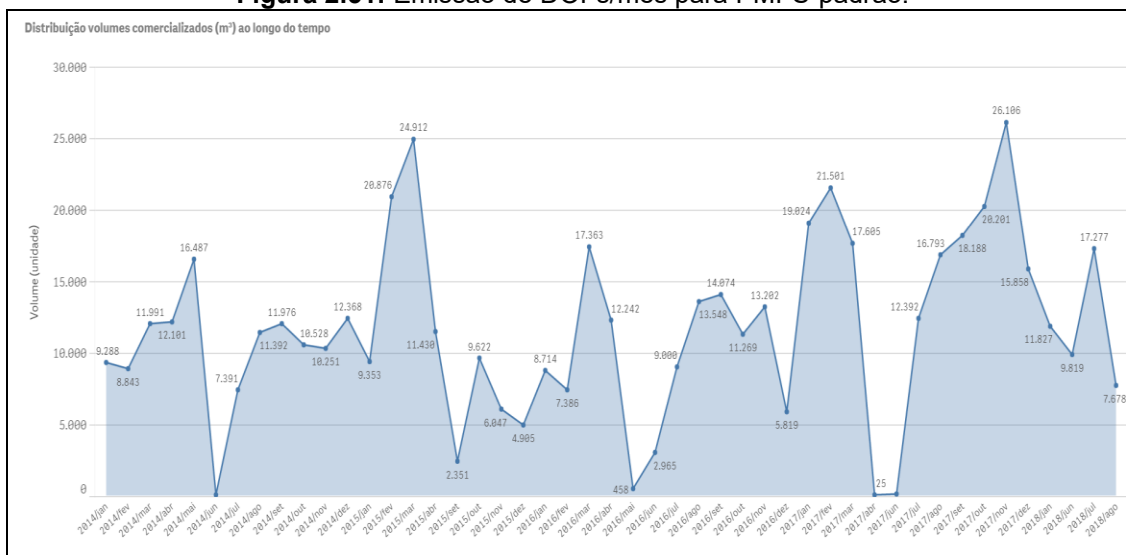
**Figura 2.49:** DOFs emitidos em época de chuvas (Amazonas x MSA).



**Figura 2.50:** Percentual de DOFs emitidos no período de chuvas para o PMFS-padrão.



**Figura 2.51:** Emissão de DOFs/mês para PMFS-padrão.



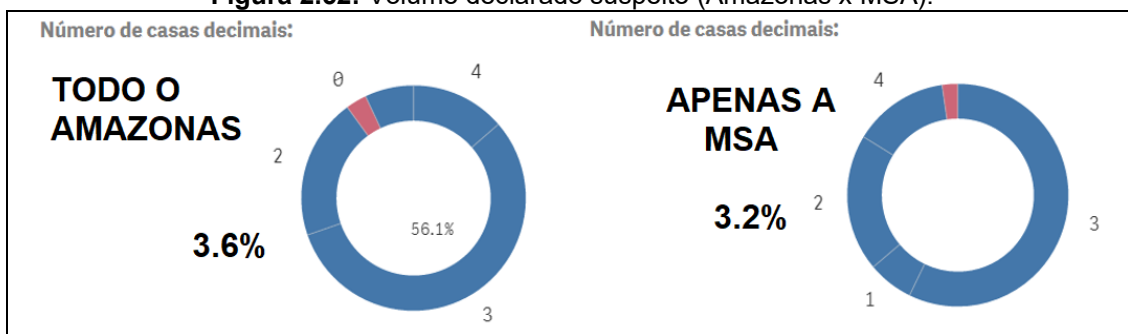
**Resultado:** Verificou-se que **31.3%** de todo o volume transacionado no período relacionou-se a DOFs emitidos durante a época de chuvas. Importante registrar que o PMFS-padrão possui

boa estrutura de vias de acesso e está localizado próximo a uma rodovia, o que permitiria, em tese, a exploração durante todo o ano.

XI. **Critério:** Volume declarado suspeito

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF foi verificado o volume total referente a DOFs que foram emitidos contendo volumes sem casas decimais. Para comparação, foi verificado que os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 3.6% de todas as transações registradas no SisDOF, ao passo que, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas, foi de 3.2% do total de transações realizadas na região (fig. 2.52).

**Figura 2.52:** Volume declarado suspeito (Amazonas x MSA).



**Figura 2.53:** Percentual de DOFs com volume suspeito no PMFS-padrão.

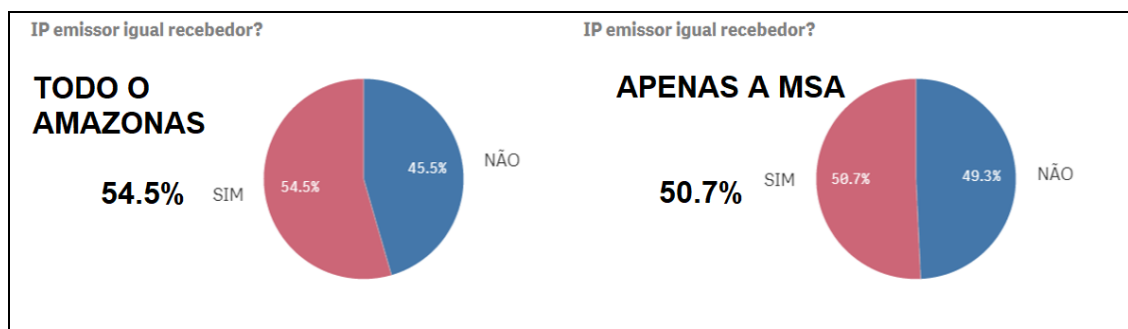


**Resultado:** Não foram detectadas cargas com volume suspeito no PMFS-padrão.

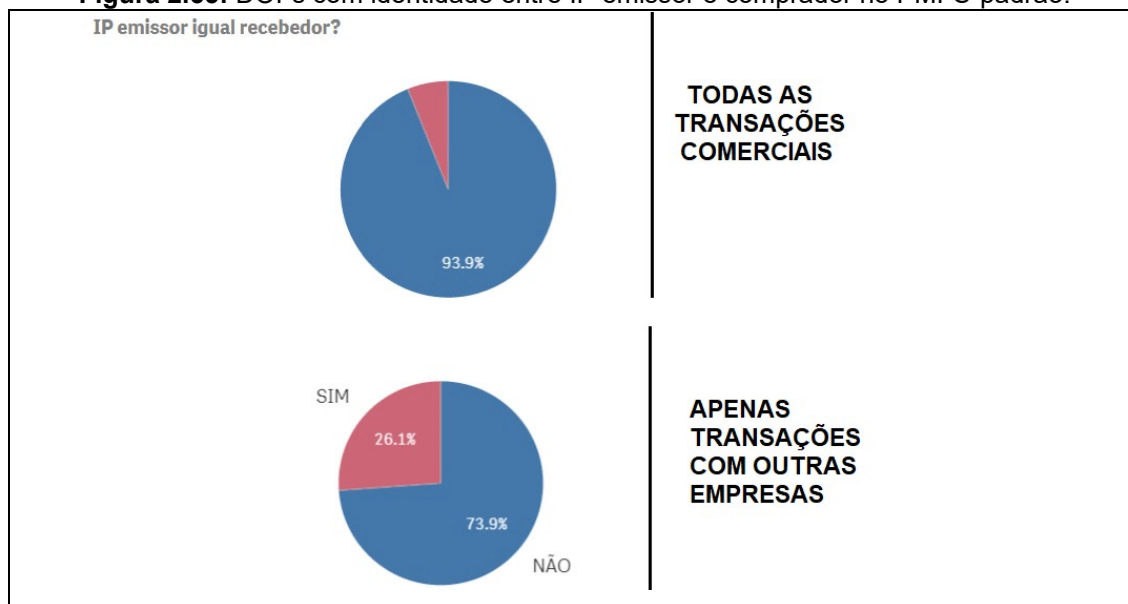
XII. **Critério:** Identidade de números IP entre emissor e comprador

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF foi verificado o volume total referente a DOFs que tiveram identidade de números IP (*Internet Protocol*) para o emissor e comprador. Os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 54.5% de todas as transações registradas no SisDOF, enquanto que, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas, foi de 50.7% do total de transações realizadas na região (fig. 2.54).

**Figura 2.54:** IP emissor igual a recebedor (Amazonas x MSA).



**Figura 2.55:** DOFs com identidade entre IP emissor e comprador no PMFS-padrão.



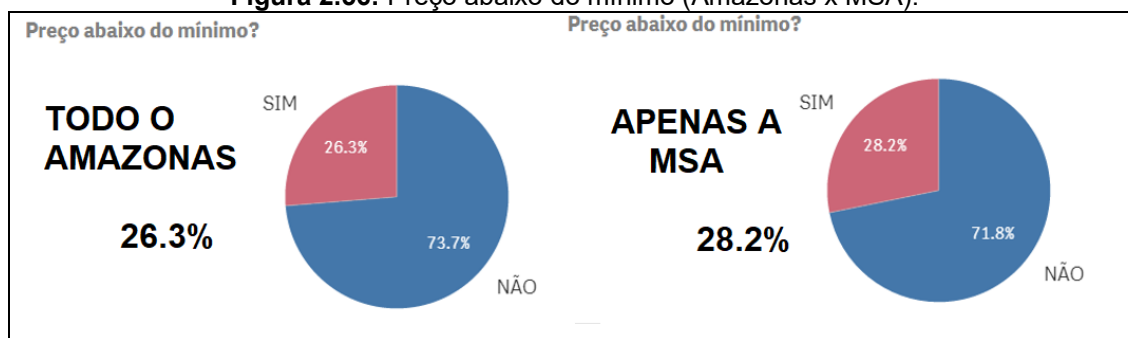
**Resultado:** Verificou-se que **26.1%** de todo o volume transacionado no período pelo PMFS-padrão relacionou-se a transações

realizadas com identidade de *IPs* entre o emissor e comprador. De cerca de 541.000 m<sup>3</sup> comercializados no período, 535.000 m<sup>3</sup> (98%) tiveram como destinatária a serraria da própria empresa. Foram consideradas, nesse item, apenas a transações comerciais com terceiros. Mesmo nesse caso, é possível que se trate de um serviço de internet por rádio, em que o número de *IP* é igual para vários usuários na mesma região (fig. 2.55).

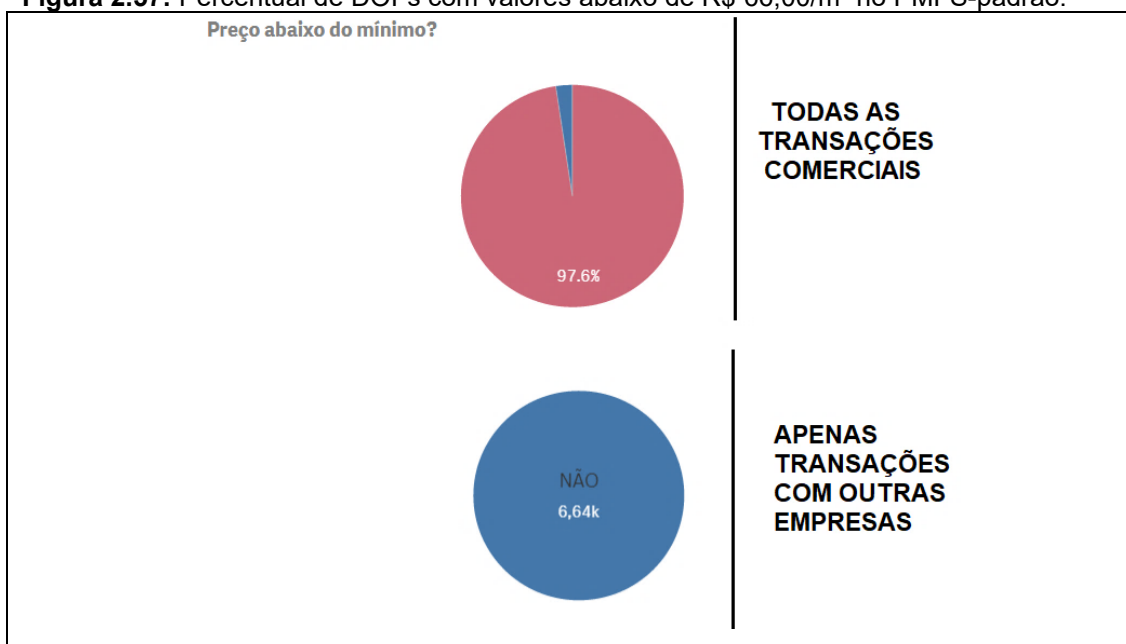
XIII. **Critério:** Preço praticado abaixo de R\$ 66,00/m<sup>3</sup>

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF, foi verificado o volume total referente a DOFs que tiveram valores inferiores a R\$ 66,00/m<sup>3</sup>. A título comparativo, foi verificado que os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 26.3% de todas as transações registradas no SisDOF, e, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas foi de 28.2% do total de transações realizadas na região (fig. 2.56).

**Figura 2.56:** Preço abaixo do mínimo (Amazonas x MSA).



**Figura 2.57:** Percentual de DOFs com valores abaixo de R\$ 66,00/m<sup>3</sup> no PMFS-padrão.

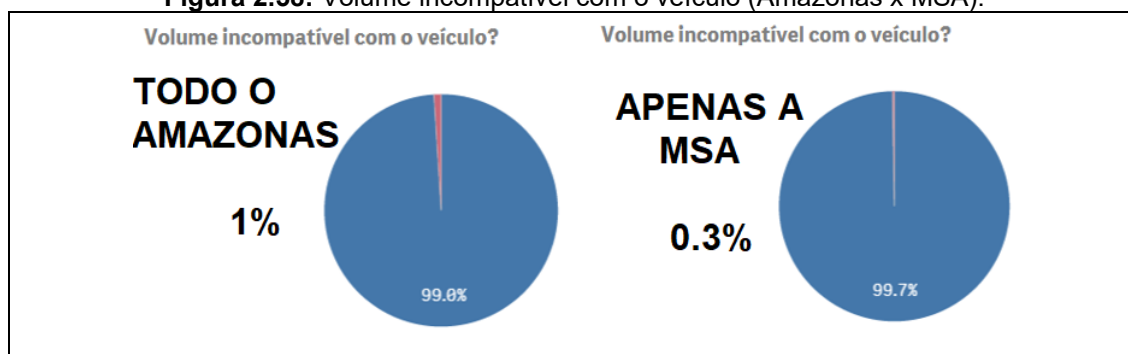


**Resultado:** Pelas mesmas razões do item anterior, foram consideradas apenas as transações de venda para terceiros, excluindo-se as emissões de DOF com destino à serraria da própria empresa (98% de todas as transações). Dessa forma, não foram detectadas cargas com valores inferiores a R\$66,00 (sessenta e seis reais) no PMFS-padrão (fig. 2.57).

XIV. **Critério:** Volume declarado incompatível com a capacidade do veículo.

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF, foi verificada compatibilidade dos volumes declarados em m<sup>3</sup> com a capacidade de carga dos veículos respectivos. Para fins de comparação, foi verificado que os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 1% de todas as transações registradas no SisDOF, ao passo que apenas para Mesorregião Sul do Amazonas foi de 0.3% do total de transações realizadas na região (fig. 2.58).

**Figura 2.58:** Volume incompatível com o veículo (Amazonas x MSA).



**Figura 2.59:** Percentual de DOFs com volume declarado incompatível com o veículo declarado no PMFS-padrão.

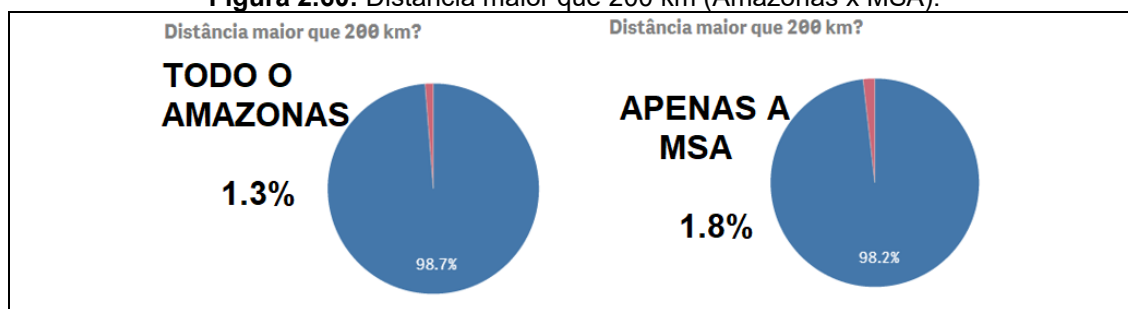


**Resultado:** Não foram detectadas cargas com volume incompatível (fig. 2.59).

XV. **Critério:** Distância maior que 200 km

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF, foi verificado o volume total referente a DOFs referentes a madeiras em tora que foram emitidos tendo destinatários situados a mais de 200 km de distância do emissor. Os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 1.3% de todas as transações registradas no SisDOF, enquanto que, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas, foi de 1.8% do total de transações realizadas na região (fig. 2.60).

**Figura 2.60:** Distância maior que 200 km (Amazonas x MSA).



**Figura 2.61:** Percentual de DOFs com distância superior a 200 km no PMFS-padrão.

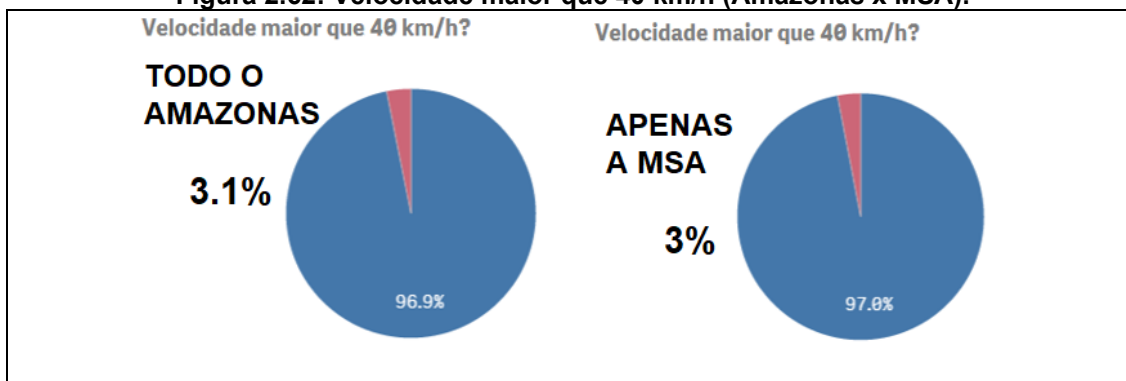


**Resultado:** Não foram detectadas cargas com distância maior que 200 km (fig. 2.61).

XVI. **Critério:** Velocidade de transporte maior que 40 km/h

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados do SisDOF foi verificado o volume total referente a DOFs cuja distância e tempo de traslado indicaram uma velocidade superior a 40 km/h. A título comparativo, foi verificado que os percentuais de ocorrência desse critério para todo o Amazonas, entre os anos de 2014 e 2018, foi de 3.1% de todas as transações registradas no SisDOF, ao passo que, apenas para Mesorregião Sul do Amazonas, foi de 3% do total de transações realizadas na região (fig. 2.62).

**Figura 2.62: Velocidade maior que 40 km/h (Amazonas x MSA).**



**Figura 2.63: Percentual de DOFs com velocidade superior a 40 km/h no PMFS-padrão.**



**Resultado:** Não foram detectadas cargas com velocidade superior a 40 km/h (fig. 2.63).

XVII. **Critério:** Autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF

**Tarefas realizadas:** A partir dos dados disponíveis no sítio eletrônico do IBAMA, foi verificada a existência de multas administrativas por irregularidades no SisDOF.

**Resultado:** Foram encontradas 9 autuações entre 1999 e 2009 (R\$ 35.226.423,65). Nenhuma no período de 2014 a 2018.

XVIII. **Critério:** Autuações por irregularidades na execução do PMFS

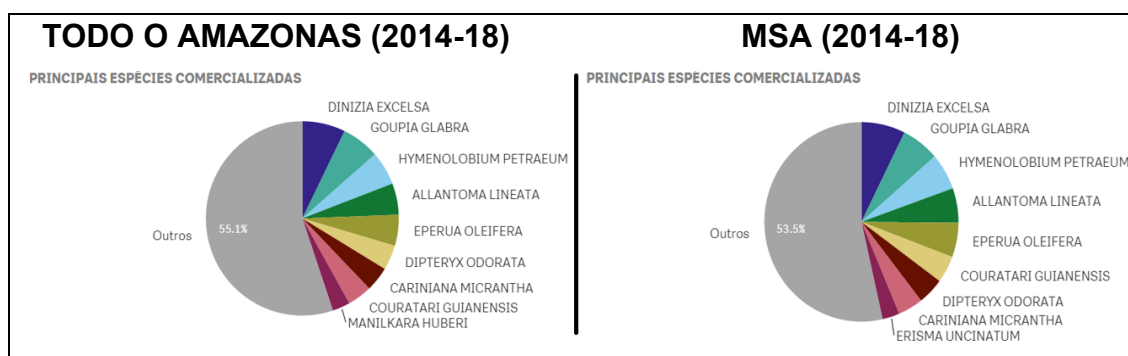
**Tarefas realizadas:** A partir dos dados disponíveis no sítio eletrônico do IBAMA, foi verificada a existência de multas administrativas por irregularidades na execução do PMFS.

**Resultado:** Foram encontradas 4 autuações entre 2007 e 2010 (R\$ 165.000,00). Nenhuma no período de 2014 a 2018.

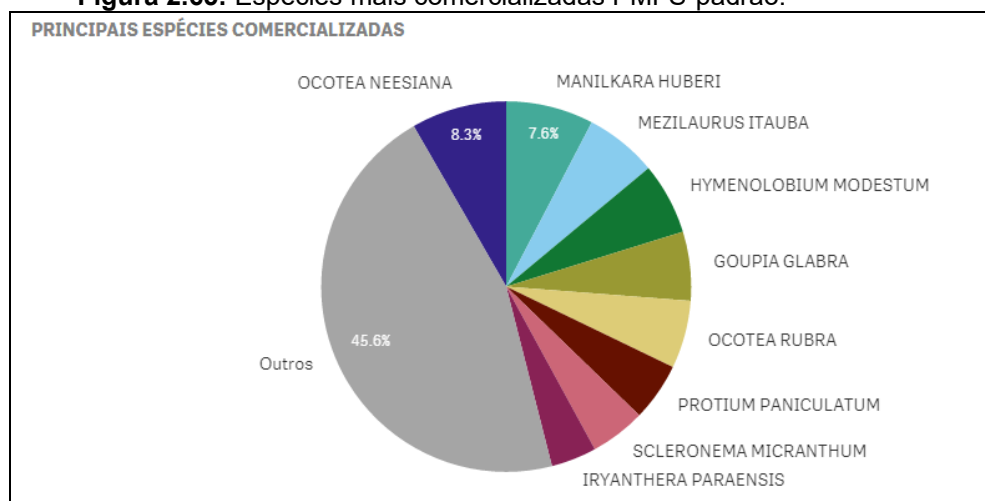
XIX. **Critério:** Índícios de irregularidades relacionadas ao inventário florestal

**Tarefas realizadas:** Foram identificadas as espécies comerciais mais comercializadas no Amazonas e na MSA (fig. 2.64), bem como pelo PMFS-padrão no período compreendido entre 2014 e 2018 (fig. 2.65). Após o cálculo dos respectivos volumes por hectare comercializados pelo PMFS-padrão (tabela 2.8), os resultados obtidos foram comparados com aqueles constantes do inventário florestal da empresa e aqueles disponíveis no Projeto RADAM (fig. 2.66 e tabela 2.9). Também foi verificada a conformidade dos dados obtidos em relação ao modelo de Benford (figs 2.67 a 2.75). Como no item 2.3.3, a conformidade dos dados foi novamente validada através do teste qui-quadrado de aderência, com níveis de significância de 5% e 1%, respectivamente, e 8 graus de liberdade.

**Figura 2.64:** Principais espécies comercializadas (Amazonas x MSA).



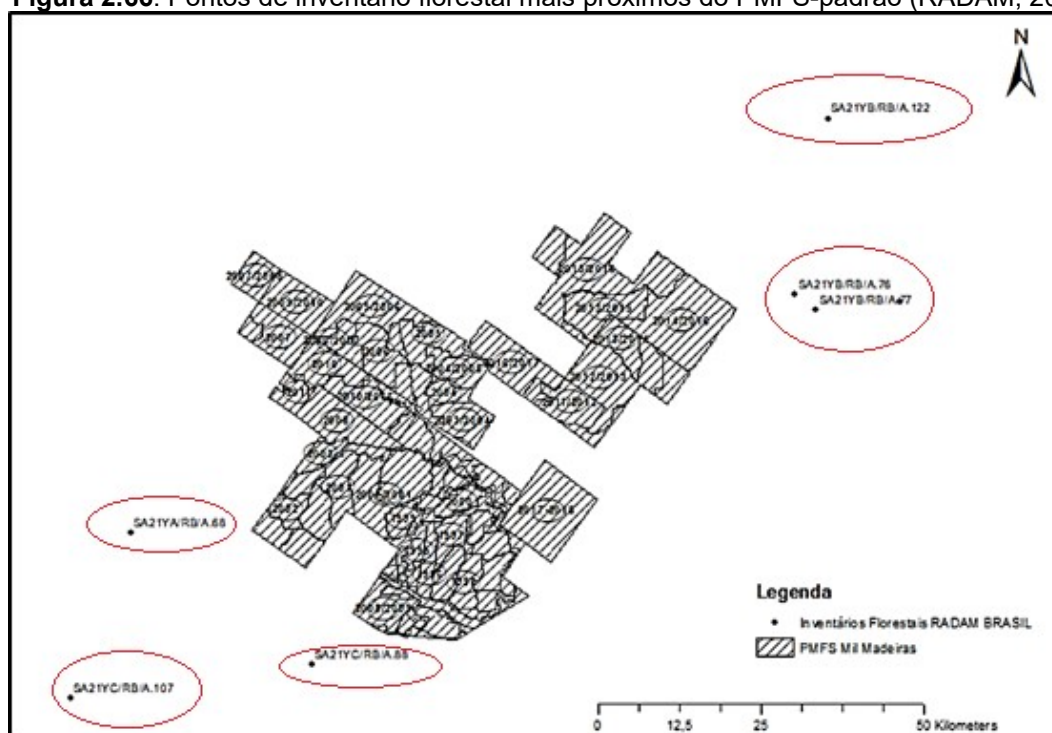
**Figura 2.65:** Espécies mais comercializadas PMFS-padrão.



**Tabela 2.8:** Espécies comercializadas no PMFS-padrão.

ESPÉCIES COMERCIALIZADAS - M³/HA - R\$/M³								
Nome popular	Q	Nome científico	Q	Volume	ÁREA (HA)	M³/HA	Valor Total	R\$/m³
<b>Totais</b>				<b>543.127,65</b>	<b>39.334,71</b>	<b>13,81</b>	<b>R\$5.514.707,51</b>	<b>10,15</b>
LOURO-PRETO		OCOTEA NEESIANA		46.351,80	39.334,71	1,18	R\$304.310,00	6,57
MAÇARANDUBA		MANILKARA HUBERI		42.496,52	39.334,71	1,08	R\$218.400,00	5,14
LOURO-ITAUBA		MEZILAUROS ITAUBA		35.087,15	39.334,71	0,89	R\$145.310,00	4,14
ANGELIM-PEDRA		HYMENOLOBIUM MODESTUM		34.725,52	39.334,71	0,88	R\$247.900,00	7,14
CUPIÚBA		GOUPIA GLABRA		33.326,66	39.334,71	0,85	R\$315.883,72	9,48
LOURO-GAMELA		OCOTEA RUBRA		32.912,45	39.334,71	0,84	R\$144.400,00	4,39
BREU-BRANCO		PROTIUM PANICULATUM		28.173,04	39.334,71	0,72	R\$151.910,00	5,39
CEDRINHO		SCLERONEMA MICRANTHUM		26.822,03	39.334,71	0,68	R\$561.599,73	20,94
ARURÁ-VERMELHO		IRYANTHERA PARAENSIS		22.079,60	39.334,71	0,56	R\$337.056,97	15,27
AMAPÁ		BROSIMUM PARINARIOIDES		21.817,57	39.334,71	0,55	R\$142.700,00	6,54
ANGELIM-VERMELHO		DINIZIA EXCELSA		19.554,31	39.334,71	0,50	R\$191.100,00	9,77
SUCUPIRA-VERMELHA		ANDIRA PARVIFLORA		15.748,91	39.334,71	0,40	R\$152.300,00	9,67
TAUARI-VERMELHO		CARINIANA MICRANTHA		15.745,95	39.334,71	0,40	R\$103.610,00	6,58
MANDIOQUEIRA		QUALEA PARAENSIS		14.806,29	39.334,71	0,38	R\$93.339,52	6,30
PEQUIÁ		CARYOCAR VILLOSUM		13.247,84	39.334,71	0,34	R\$113.500,00	8,57
UXI		ENDOUPLEURA UCHI		13.197,31	39.334,71	0,34	R\$151.977,16	11,52
CUMARU		DIPTERYX ODORATA		13.165,98	39.334,71	0,33	R\$117.900,00	8,95
GUARIÚBA		CLARISIA RACEMOSA		11.557,56	39.334,71	0,29	R\$118.000,00	10,21
BREU-VERMELHO		PROTIUM PUNCTICULATUM		11.053,97	39.334,71	0,28	R\$53.800,00	4,87
PEQUIÁ-MARFIM		ASPIDOSPERMA DESMANTHUM		9.805,83	39.334,71	0,25	R\$69.200,00	7,06

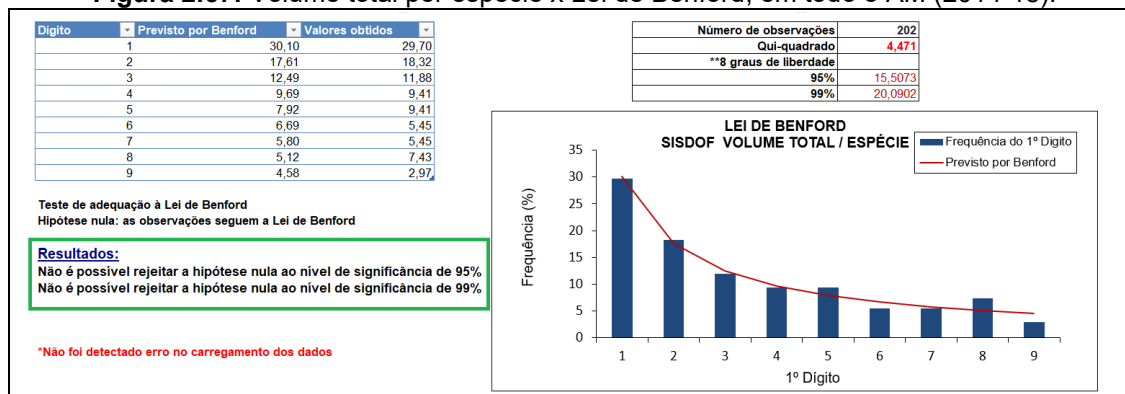
**Figura 2.66:** Pontos de inventário florestal mais próximos do PMFS-padrão (RADAM, 2018).



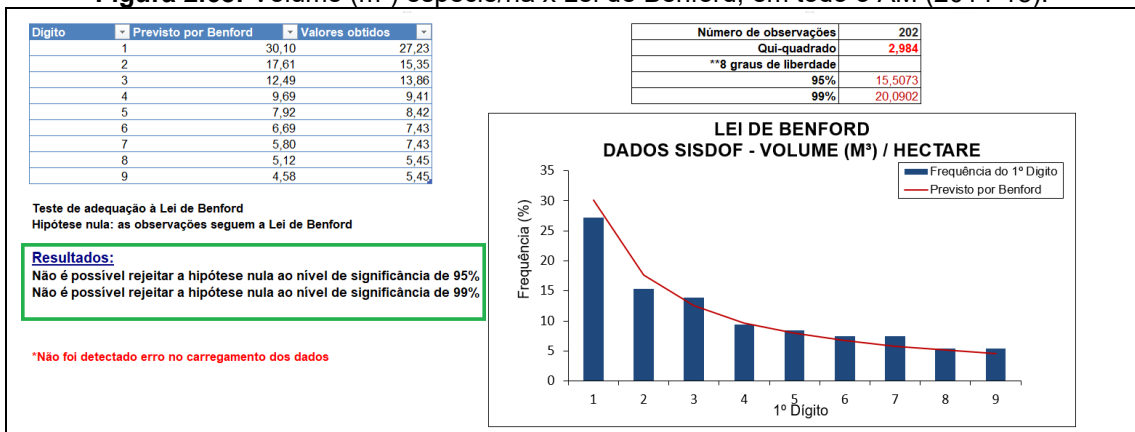
**Tabela 2.9:** Dados RADAM de inventários florestais próximos ao PMFS-padrão.

INVENTÁRIOS RADAM : M³ / HA					
NOME CIENTÍFICO	Q	NOME POPULAR	Q	VOLUME MÉDIO (M³) / HA	VOLUME MÁX. (M³) / HA
<b>Totais</b>				<b>5,7860714</b>	<b>34,09</b>
Dinizia excelsa		Angelim-pedra		16,256667	34,09
Iryanthera tricornis		Arurá-vermelho		10,4	10,4
Goupia glabra		Cupiúba		6,01125	15,69
Mezilaurus itauba		Itauba		4,9614286	20,24
Nectandra mollis		Louro-preto		2,788	4,17
Nectandra rubra		Louro-vermelho		2,41	2,41
Parahancornia amapa		Amapá		1,5	1,5
Manilkara huberi		Maçaranduba		1,085	1,13

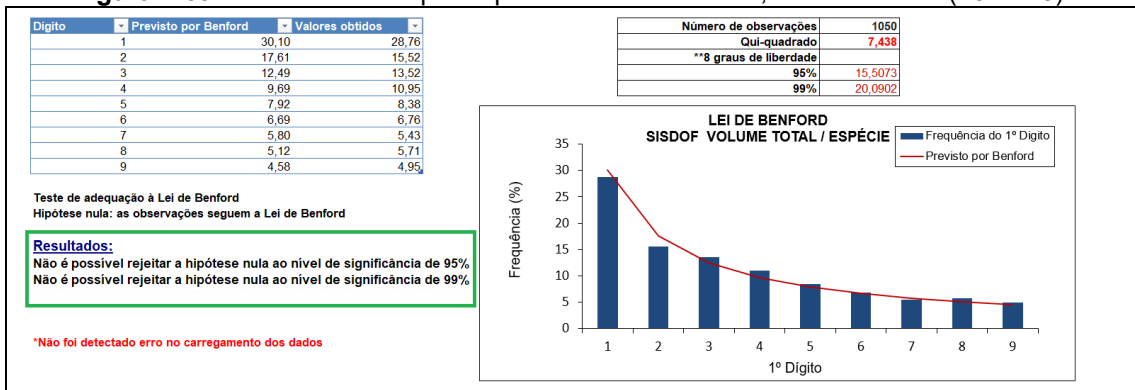
**Figura 2.67:** Volume total por espécie x Lei de Benford, em todo o AM (2014-18).



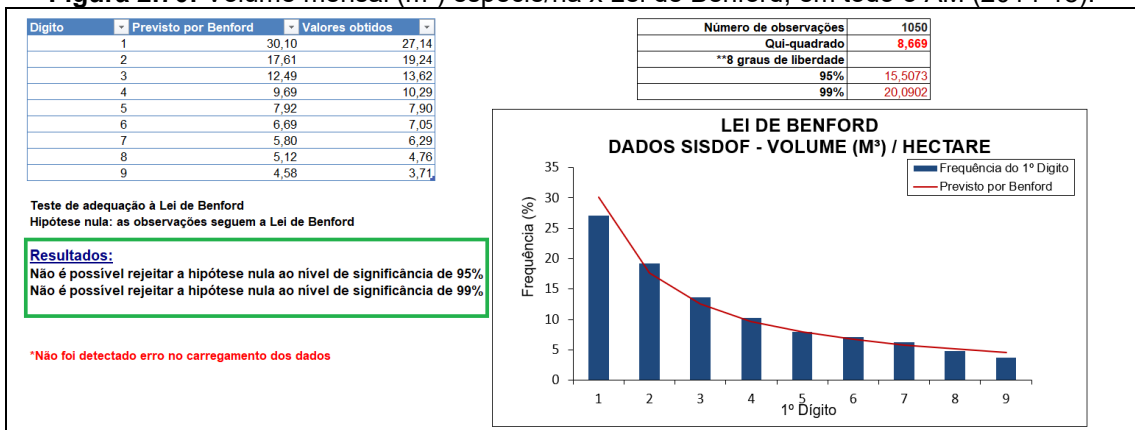
**Figura 2.68:** Volume (m<sup>3</sup>) espécie/ha x Lei de Benford, em todo o AM (2014-18).



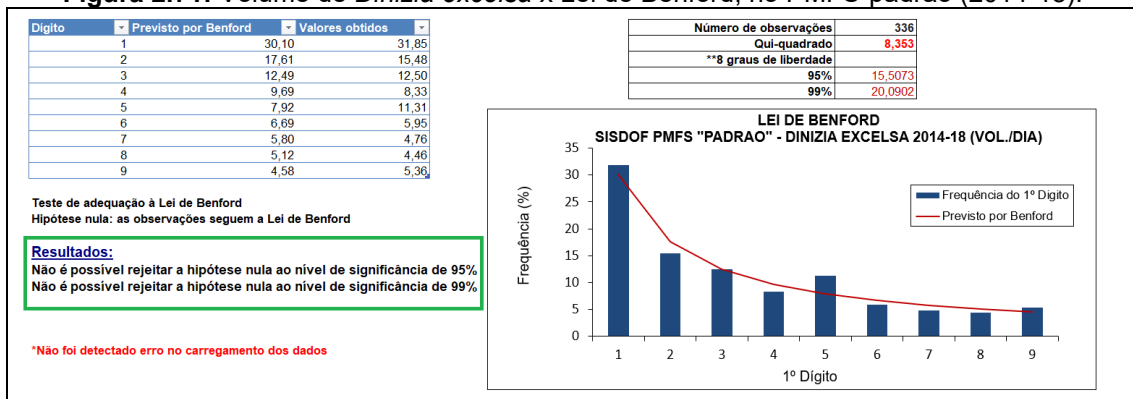
**Figura 2.69:** Volume mensal por espécie x Lei de Benford, em todo o AM (2014-18).



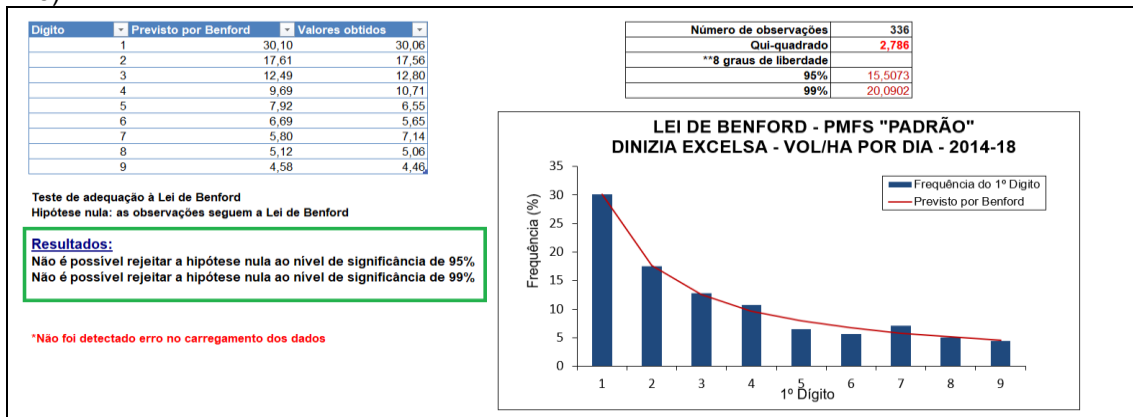
**Figura 2.70:** Volume mensal (m<sup>3</sup>) espécie/ha x Lei de Benford, em todo o AM (2014-18).



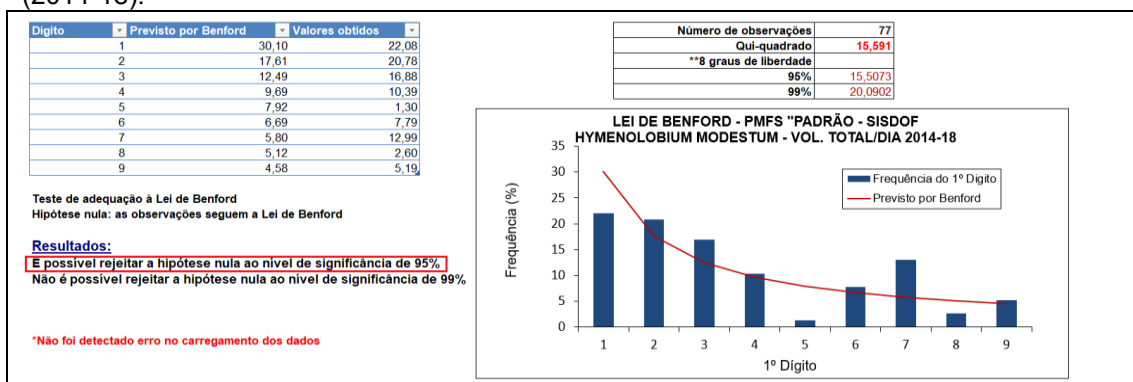
**Figura 2.71:** Volume de *Dinizia excelsa* x Lei de Benford, no PMFS-padrão (2014-18).



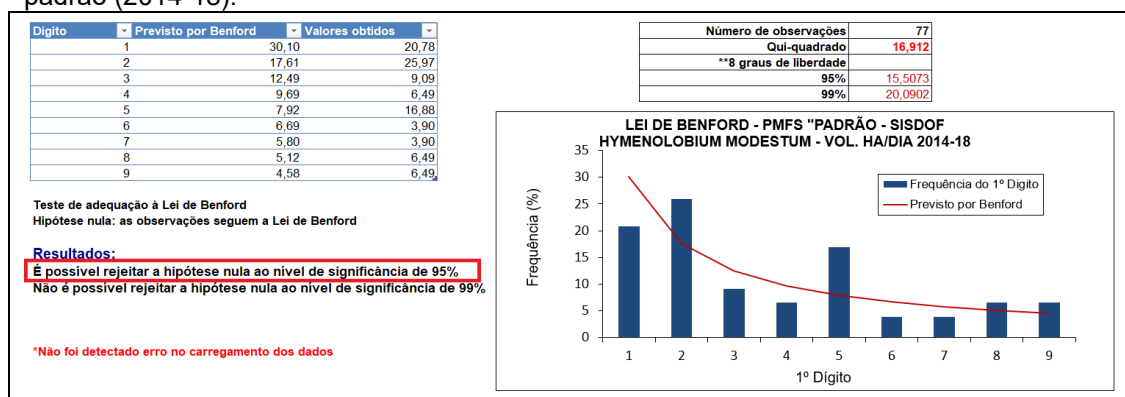
**Figura 2.72:** Volume diário/ha de *Dinizia excelsa* x Lei de Benford, no PMFS-padrão (2014-18).



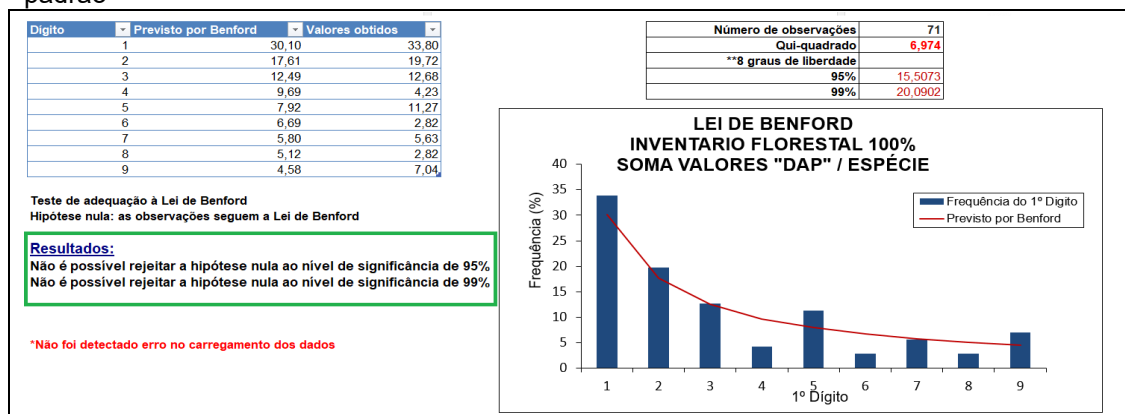
**Figura 2.73:** Volume diário de *Hymenolobium modestum* x Lei de Benford, no PMFS-padrão (2014-18).



**Figura 2.74:** Volume diário/ha de *Hymenolobium modestum* x Lei de Benford, no PMFS-padrão (2014-18).



**Figura 2.75:** Soma dos valores de DAP (inventário 100%) x Lei de Benford, no PMFS-padrão



**Resultado:** As 5 principais espécies comercializadas pelo PMFS-padrão figuram nos inventários próximos com volume ( $m^3/ha$ ) compatível. Os dados do SisDOF foram analisados para se verificar sua conformidade com a **Lei de Benford**, obtendo-se os seguintes resultados: I) conformidade para volume por espécie/ano comercializado entre 2014-18; II) conformidade para os valores comercializados de *Dinizia excelsa*, no mesmo período; III) conformidade para 5 das 4 principais espécies comercializadas (exceto para *Hymenolobium modestum*<sup>24</sup>, cujo gráfico aponta

<sup>24</sup> Como já mencionado, para os fins do presente estudo, consideraremos indício de irregularidade relacionada a inventários florestais, apenas aqueles casos que apontem rejeição em nível de significância de 99%. Por tal razão, o inventário e os volumes comercializados pelo PMFS-padrão foram considerados em conformidade, tanto com os dados do RADAM como com a Lei de Benford.

rejeição do modelo ao nível de significância de 95%); IV) a soma dos valores de “Diâmetro à Altura do Peito” (DAP), por espécie, obtidos da UPA “ITP09B” apresentaram conformidade com o modelo de Benford.<sup>25</sup>

XX. **Critério:** Volume comercializado total idêntico ao volume autorizado

**Tarefas realizadas:** Foi consultado o saldo total comercializado no período de 2014-18 (543.127,65 m<sup>3</sup>) e confrontado com o volume total autorizado para exploração no mesmo período.

**Resultado:** O volume comercializado pelo PMFS-padrão é inferior ao autorizado.

XXI. **Critério:** Autuações por infrações trabalhistas

**Tarefas realizadas:** Foi realizada consulta às bases de dados públicos da Secretaria de Trabalho do Ministério da Economia (STME) para infrações trabalhistas.

Figura 2.76: Consulta sobre infrações trabalhistas pelo PMFS-padrão.

<p>MINISTÉRIO DO TRABALHO SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO Coordenação-Geral de Recursos Relação de Infrações Trabalhistas</p> <p>EMPREGADOR: MADEIREIRA MIL MADEIRAS LTDA E TODAS AS SUAS FILIAIS.</p> <p>DATA E HORA DA EMISSÃO: 14/06/2019, às 11h11</p> <p>Quantidade de Processos Por Situação:</p> <table border="1"><tr><td>Procedentes com efeito para reincidência:</td><td>0</td></tr><tr><td>Procedentes sem efeito para reincidência:</td><td>0</td></tr><tr><td>Todos os demais:</td><td>0</td></tr></table>	Procedentes com efeito para reincidência:	0	Procedentes sem efeito para reincidência:	0	Todos os demais:	0
Procedentes com efeito para reincidência:	0					
Procedentes sem efeito para reincidência:	0					
Todos os demais:	0					

Fonte: STME, 2019.

**Resultado:** Nada consta em relação ao PMFS-padrão (fig. 2.76).

XXII. **Critério:** Intensidade de exploração acima de 25 m<sup>3</sup>/ha

**Tarefas realizadas:** O volume total comercializado no período foi dividido pelas dimensões das UPAs exploradas.

<sup>25</sup> O modelo, entretanto, não encontrou conformidade para os valores de “DAP” isoladamente considerados (para cada árvore), o que se justifica, pois se trata de um valor fortemente restritivo, tal como ocorre, por exemplo, com dados de altura das pessoas, sequências numéricas, valores influenciados pelo pensamento humano, contas com valores específicos fixos, para os quais a Lei de Benford não encontra conformidade.

**Tabela 2.10:** Espécies comercializadas - m<sup>3</sup>/ha - R\$/ha.

PRINCIPAIS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS - M <sup>3</sup> /HA - R\$/M <sup>3</sup>						
Nome popular	Q	Nome científico	Q	Volume	ÁREA (HA)	M <sup>3</sup> /HA
<b>Totais</b>				<b>543.127,65</b>	<b>39.334,71</b>	<b>13,81</b>
LOURO-PRETO		OCOTEA NEESIANA		46.351,80	39.334,71	1,18
MAÇARANDUBA		MANILKARA HUBERI		42.496,52	39.334,71	1,08
LOURO-ITAÚBA		MEZILAURUS ITAUBA		35.087,15	39.334,71	0,89
ANGELIM-PEDRA		HYMENOLOBIUM MODESTUM		34.725,52	39.334,71	0,88
CUPIÚBA		GOUPIA GLABRA		33.326,66	39.334,71	0,85
LOURO-GAMELA		OCOTEA RUBRA		32.912,45	39.334,71	0,84
BREU-BRANCO		PROTIUM PANICULATUM		28.173,04	39.334,71	0,72
CEDRINHO		SCLERONEMA MICRANTHUM		26.822,03	39.334,71	0,68
ARURÁ-VERMELHO		IRYANTHERA PARAENSIS		22.079,60	39.334,71	0,56
AMAPÁ		BROSIMUM PARINARIOIDES		21.817,57	39.334,71	0,55
ANGELIM-VERMELHO		DINIZIA EXCELSA		19.554,31	39.334,71	0,50
SUCUPIRA-VERMELHA		ANDIRA PARVIFLORA		15.748,91	39.334,71	0,40
TAUARI-VERMELHO		CARINIANA MICRANTHA		15.745,95	39.334,71	0,40
MANDIOQUEIRA		QUALEA PARAENSIS		14.806,29	39.334,71	0,38
PEQUIÁ		CARYOCAR VILLOSUM		13.247,84	39.334,71	0,34
UXI		ENDOPLEURA UCHI		13.197,31	39.334,71	0,34
CUMARU		DIPTERYX ODORATA		13.165,98	39.334,71	0,33
GUARIÚBA		CLARISIA RACEMOSA		11.557,56	39.334,71	0,29
BREU-VERMELHO		PROTIUM PUNCTICULATUM		11.053,97	39.334,71	0,28
PEQUIÁ-MARFIM		ASPIDOSPERMA DESMANTHUM		9.805,83	39.334,71	0,25

**Resultado:** A intensidade de corte no PMFS-padrão, para o período analisado (2014-2018), foi de 13,81 m<sup>3</sup>/ha (tabela 2.10).

De todo o aqui exposto, vê-se que o PMFS “padrão” apresentou um bom grau de adequação à maioria dos 22 itens avaliados, entre os anos de 2014 e 2018, exceto pelas seguintes constatações: I) uma área de exploração fora do polígono autorizado, ocorrida em 2016 (item 1.6); II) a existência de uma grande quantidade de transações com identidade de IPs (item 2.5)<sup>26</sup> e; III) 31.1% de todo o volume de madeiras em toras ter sido comercializado em período de chuvas (item 2.3).<sup>27</sup>

O *checklist* a seguir e respectivas observações, permitem-nos uma visão mais acurada do desempenho do PMFS-padrão em relação a todos esses itens.

<sup>26</sup> Como já mencionado, na Amazônia é bastante comum a utilização de internet via rádio, razão pela qual esse item deve ser avaliado com bastante parcimônia, caso a caso.

<sup>27</sup> O que não foi considerado como indício de irregularidade, uma vez que o empreendimento possui acesso rodoviário e boa infraestrutura de estradas em seu interior, conforme verificado em visita técnica.

**Tabela 2.11: Checklist PMFS-padrão x critérios de análise.**

1. ANÁLISE DADOS ESPACIAIS	S	N	OBSERVAÇÕES
1.1 Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas (parques nacionais, terras indígenas etc.)?		X	Não.
1.2 Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas)?		X	Infraestrutura compatível com PMFS. Exploração foi realizada respeitando-se as respectivas UPAs (exceto pela constatação de item 1.6).
1.3 Desmatamento no PMFS e/ou Áreas de Preservação Permanente (APP)?		X	Desmates em APP entre 1993 e 2004. Nenhum desmate constatado no período de 2014 a 2018.
1.4 Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF?		X	Nada foi constatado nas imagens e dados disponíveis.
1.5 Exploração florestal posterior ao último DOF emitido?		X	Nada foi constatado nas imagens e dados disponíveis.
1.6 Exploração realizada fora dos limites poligonais?	X		Exploração seletiva fora do polígono nos anos de 2009 (~ 1ha) e 2016 (~3ha).
1.7 Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA?		X	Em consulta ao sítio eletrônico do IBAMA verificou-se que a Mil Madeiras teve uma área embargada por desmate ilegal em 2008 (fig. 13), porém em consultas e análise a partir dos dados georreferenciados verificou-se que tal embargo não se refere a área no interior do PMFS (figura 14).
<b>2. ANÁLISE DADOS NÃO-ESPACIAIS</b>			
2. ANÁLISE DADOS NÃO-ESPACIAIS	S	N	OBSERVAÇÕES
2.1 Produto recebido fora do prazo de validade do DOF?		X	0.5%
2.2 DOFs cancelados?		X	0.9%
2.3 DOF emitido em época de chuvas?		X	31.3% *PMFS possui boa estrutura de vias de acesso, próximo à rodovia, conforme demonstram fotografias, o que permitiria, em tese, a exploração durante todo o ano, razão pela qual este item não foi considerado para pontuação).
2.4 Volume declarado suspeito (nº de casas decimais igual a zero)?		X	0%
2.5 Identidade de números (IP) entre emissor e comprador dos produtos florestais?	X		26.1% **De 541 Mil m³ comercializados no período, 535 Mil m³ (98%) tiveram como destinatária a serraria da própria empresa. Foram consideradas, neste item, apenas as transações comerciais com terceiros.
2.6 Preço praticado abaixo de R\$66,00 m³?		X	0% *Pelas mesmas razões do item anterior, foram consideradas apenas as transações de venda para terceiros, excluindo-se as emissões de DOF com destino à serraria da própria empresa (98% de todas as transações).
2.7 Volume declarado incompatível com a capacidade do veículo?		X	0%
2.8 Distância maior que 200 km?		X	0%
2.9 Velocidade de transporte maior que 40 km/h?		X	0%
2.10 Autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF?		X	9 autuações entre 1999 e 2009 (R\$35.226.423,65). <b>Nenhuma no período de 2014 a 2018.</b>
2.11 Autuações por irregularidades na execução do PMFS?		X	4 autuações entre 2007 e 2010 (R\$165.000,00). <b>Nenhuma no período de 2014 a 2018.</b>
2.12 Índices de irregularidades relacionadas ao inventário florestal?		X	As 5 principais espécies comercializadas figuram nos inventários próximos com volume (m³/ha) compatível. Os dados do SISDOF foram analisados para se verificar sua conformidade com a <b>Lei de Benford</b> , obtendo-se os seguinte resultados: I) conformidade para volume por espécie/ano comercializado entre 2014-18; II) conformidade para os valores comercializados de <i>Dinizia exoelsa</i> , no mesmo período; III) conformidade para 5 das 4 principais espécies comercializadas ( <b>exceto para <i>Hymenolobium modestum</i></b> , cujo gráfico aponta rejeição do modelo ao nível de significância de 95%).
2.13 Volume comercializado total idêntico ao volume autorizado?		X	Não.
2.14 Autuações por infrações trabalhistas?		X	Nada consta.
2.15 Intensidade de exploração acima de 25m³/ha?		X	Não.

Nesse ponto, como já mencionado anteriormente, convém ressaltar que:

- Os itens de 1.1 a 1.7 e 2.11, 2.14 e 2.15 (total de 10 itens) referem-se a indícios de irregularidades na execução do manejo florestal.
- Por seu turno, os itens de 2.1 a 2.10, 2.12 e 2.13 (total de 12 itens) referem-se a indícios de irregularidades envolvendo a elaboração do inventário florestal da área (2.12) e transações no SisDOF (demais itens) e indicam, em conjunto ou não com as imagens satelitais disponíveis, um maior ou menor grau de suspeição de existência de fraudes para a legalização e comércio de produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas.

Em resumo, portanto, da análise do PMFS-padrão, podemos dizer que o referido empreendimento:

- Pontuou apenas 1, dentre os 10 itens que se referem a indícios de irregularidades na execução do manejo florestal (item 1.6 - exploração realizada fora dos limites poligonais).
- Pontuou apenas 1, dentre os 12 itens que se referem a indícios de irregularidades no SisDOF (item 2.5 – identidade de IPs entre emissor e receptor).
- Não apresentou indícios de irregularidades relacionadas a inventário florestal (item 2.12).

Tais constatações não apenas ratificam a escolha do PMFS-padrão, o qual apresentou, a partir da metodologia aplicada, poucos indícios de irregularidades na sua execução, ou, ainda, que os créditos do empreendimento tenham sido utilizados para legalizar madeiras extraídas de outras áreas, mas também sinalizam que a metodologia até aqui empregada poderia ser replicada para a avaliação dos PMFS da Mesorregião Sul do Amazonas.

Importante registrar, nesse ponto, que, para além da análise e produção de GEOINT, a fase de análise, aqui proposta, também se volta à preparação dos dados para sua posterior disseminação. Afinal de contas, de pouco ou nada adiantaria produzir qualquer tipo de inteligência, se os dados não chegassem a seus destinatários em um formato adequado e de fácil compreensão.

Nessa esteira de raciocínio, considerando o grande número de PMFS a avaliar (e, por conseguinte, o grande volume de dados a ser analisado), optou-se por documentar as informações de cada um desses empreendimentos, de forma organizada e sistemática, através das “**fichas-resumo**”, iniciando-se pelo PMFS-padrão, conforme demonstrado a seguir.

### *2.5.3 Preparação para a disseminação da informação produzida*

Nessa fase, conforme mencionado, procedeu-se à formatação e à elaboração da ficha-resumo do PMFS-padrão.

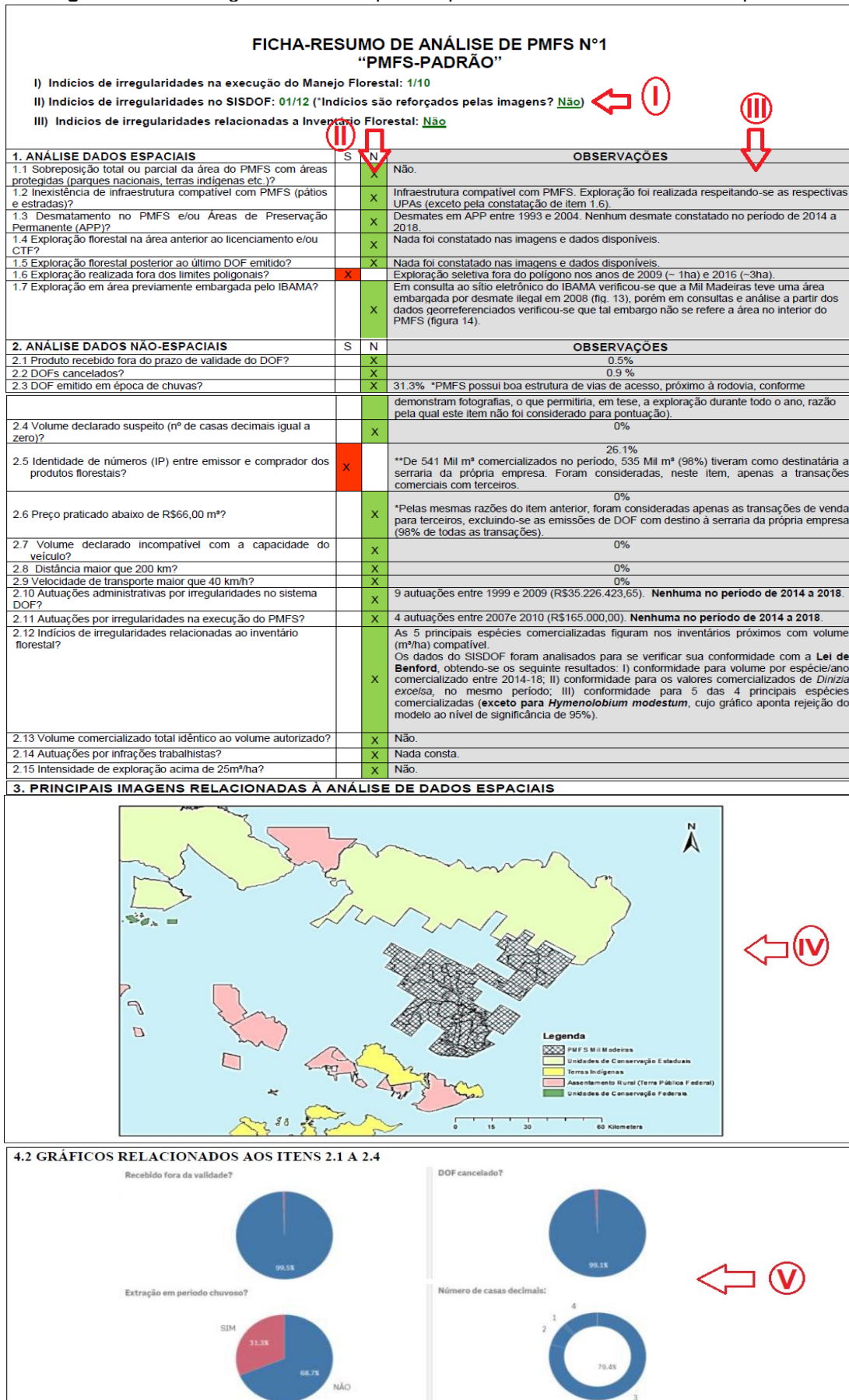
Para tanto, aproveitou-se o *checklist* já anteriormente elaborado (tabela 2.8), assim como as principais fotos produzidas durante a visita técnica e as principais imagens e gráficos produzidos durante a análise do PMFS-padrão, transferindo-as para um documento circunstanciado e organizado nos seguintes termos (fig. 2.77):

- I) Identificação da área e resumo do desempenho em relação aos itens avaliados;
- II) *Checklist* contendo os 22 itens avaliados;
- III) Observações relacionadas a cada item avaliado;
- IV) Principais imagens relacionadas às análises realizadas; e
- V) Principais gráficos relacionados às análises realizadas.

Com relação ao item I acima, é importante registrar as seguintes observações:

- Neste trabalho, a identificação das áreas analisadas se deu, prioritariamente, pelos respectivos *Feature Identification* (FID). O campo **FID** é um campo padrão das tabelas de atributos no ArcGIS que contém números sequenciais com valores únicos, permitindo-nos assim identificar e individualizar cada poligonal de PMFS analisada.
- O resumo do desempenho, conforme se vê da fig. 2.77, foi dividido em 03 categorias: I) indícios de irregularidades na execução do Manejo Florestal; II) indícios de irregularidades no SisDOF; e III) indícios de irregularidades relacionadas ao Inventário Florestal. Nos itens I e II são contabilizados quantos itens, do total, foram pontuados em cada categoria. No item II consta, ainda, a observação se os indícios constatados são corroborados por imagens satelitais. Por fim, no item III, a resposta pode ser sim ou não. Apenas para padronizar e facilitar a leitura e compreensão, nos itens I e II, optou-se por adotar a cor verde quanto o total de indícios encontrados for inferior a 50% do total de itens disponíveis (exemplos: **4/10** e **7/12**). Da mesma forma, adotou-se a cor verde para respostas não e vermelha para respostas sim, tanto para a observação do item II, como na resposta ao item III.

Figura 2.77: Visão geral dos itens que compõem a ficha-resumo do PMFS-padrão.



A ficha-resumo do PMFS-padrão, serviu posteriormente de modelo e guia para a análise das 83 propriedades localizadas na MSA.

Os trabalhos de análise realizados, dessa forma, resultaram em 41 fichas-resumo, que versam sobre um total de 83 áreas de PMFS localizadas na Mesorregião Sul do Estado do Amazonas, as quais compõem o **Anexo I** desta tese.

À medida que cada propriedade era analisada, os resultados obtidos eram também registrados em uma planilha eletrônica de controle que compõe o **Anexo II** desta tese, contendo cada um dos 22 critérios estabelecidos, de forma a permitir avaliar o desempenho individual de cada PMFS e compará-lo com os demais, assim como ter uma visão geral do desempenho de todos os PMFS avaliados, identificando os critérios que apresentaram maior ou menor de grau de ocorrência.

Na figura 2.78, apresenta-se a estrutura geral da planilha eletrônica de controle que compõe o **Anexo II**, nos seguintes termos: I) identificação da respectiva ficha-resumo e do FID da poligonal analisada; II) resultado, em formato booleano (ou seja, 0=falso; 1= verdadeiro), para cada um dos 22 critérios avaliados; III) resumo da quantidade total de irregularidades ou indícios de fraudes detectados durante as análises, divididos em 04 categorias (a saber: irregularidades na execução do **PMFS**; indícios de fraude no **SisDOF**; indícios de fraude no **inventário florestal**; e; irregularidades relacionadas à **legislação trabalhista**).

**Figura 2.78:** Itens que compõe a planilha eletrônica de controle (Anexo II).

FICHA	FID	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	PMFS	SISDOF	INVENTARIO	TRABALHO
32	3664	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0
32	3826	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0
32	3663	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0
32	2087	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	7	1	0
32	2568	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	4	0	0
32	2959	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0
33	107	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
33	304	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
33	124	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
33	96	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
34	119	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
34	404	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3	7	1	0
34	473	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0
34	4580	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0
35	4018	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
35	4318	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0
35	2379	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0
35	4873	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0
36	4980	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0
37	3303	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0
38	3402	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0
38	3964	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	6	0	0
38	3645	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0
38	3628	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
38	4377	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0
39	1837	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
40	4392	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0
41	1791	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	1	0
<b>PARADO</b>		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<b>SEM IRREGULARIDADE</b>		21	17	30	13	3	35	0	12	14	17	36	56	48	2	21	46	4	5	37	2	1	3	1	1	0	0

Os resultados individuais para cada PMFS podem ser verificados mediante consulta aos referidos anexos, ao passo que os resultados gerais e algumas situações individuais que julgamos mais relevantes serão apresentadas no capítulo seguinte.



**CAPÍTULO 3**  
**APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**



## **CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **3.1 Aspectos gerais dos resultados das análises GEOINT**

O objetivo deste capítulo é apresentar, em linha gerais, os resultados obtidos a partir das análises GEOINT realizadas nas 83 propriedades submetidas a exame.

Para tanto, serão apresentados: I) um resumo geral de todos os resultados obtidos para a área de estudo e; II) exemplos concretos extraídos das respectivas fichas-resumo (anexo I).

A ideia é apresentar as principais constatações realizadas a partir de cada um dos critérios de análise utilizados, bem como demonstrar a eficiência de cada um desses critérios e suas eventuais limitações.

Ressalte-se que, conforme já tratado anteriormente, considerando os estritos objetivos deste trabalho, as áreas serão identificadas pelas respectivas fichas-resumo e não mencionaremos, aqui, como em quaisquer outras partes deste trabalho, dados individualizadores das respectivas propriedades e/ou seus responsáveis legais, tais como coordenadas geográficas, números de processos etc.

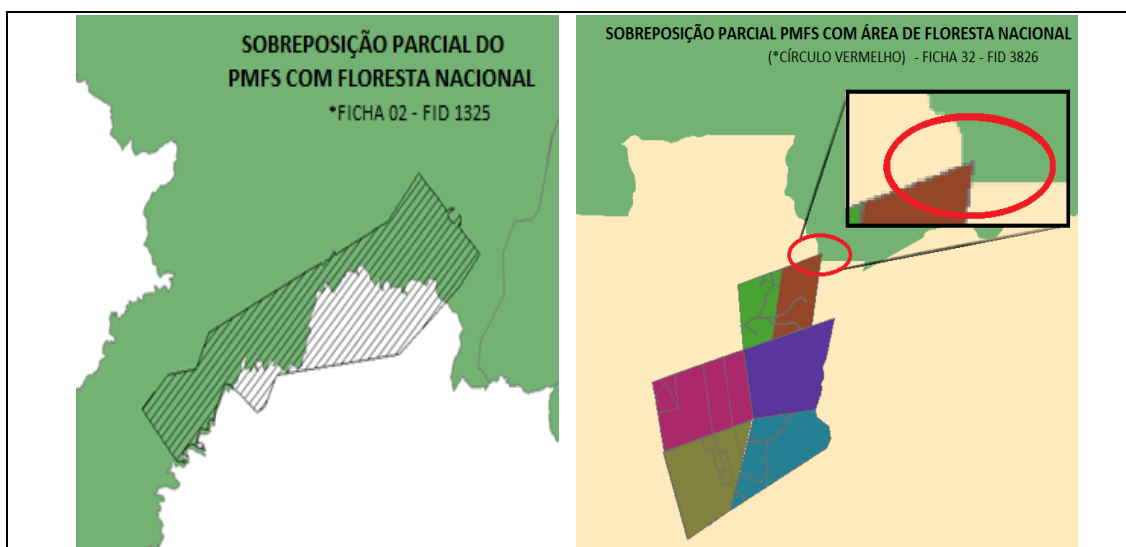
Além disso, atentos ao limite de páginas a que se submete uma tese do gênero, mas no intuito de tornar mais agradável a leitura e facilitar a compreensão dos casos apresentados, optamos por disponibilizar, ao longo do texto, aquelas figuras que entendemos úteis à sua compreensão, ainda que em versão reduzida, ressaltando, entretanto, que as informações completas para cada um dos imóveis submetidos a exame, com a totalidade das imagens, mapas e gráficos respectivos, encontram-se integralmente disponíveis no anexo I, por meio das inclusas fichas-resumo.

## 3.2 Resultados das Análises de Dados Espaciais

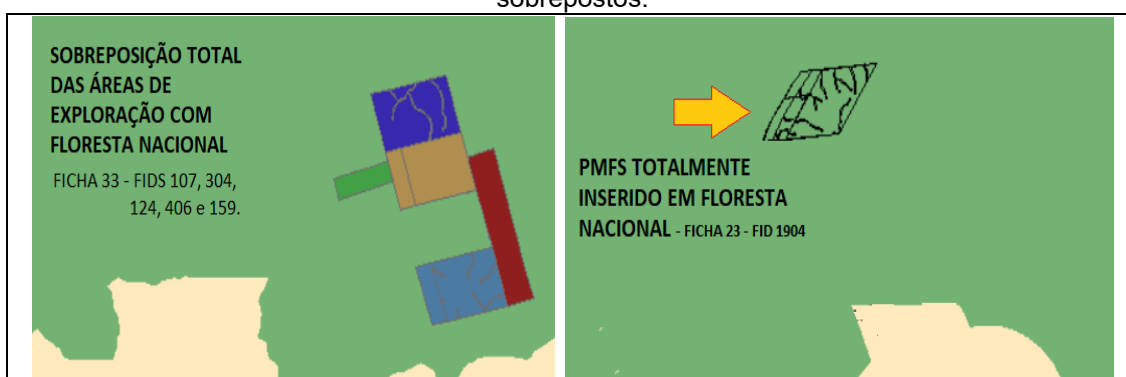
### 3.2.1 Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas

A análise GEOINT realizada em todas as propriedades, retornou que 10% delas (no total de 8 PMFS), encontram-se inseridas, total ou parcialmente, no interior de Florestas Nacionais. Não foram identificadas propriedades sobrepostas aos limites de outros tipos de áreas protegidas, tais como Terras Indígenas ou Parques Estaduais e Nacionais.

**Figura 3.1:** Sobreposição de PMFS com áreas protegidas (fichas-resumo 02 e 32). O polígono verde corresponde à área de Floresta Nacional (FLONA), ao passo que a área tracejada (ficha-resumo 02) e o polígono marrom (ficha-resumo 32), referem-se aos PMFS sobrepostos.



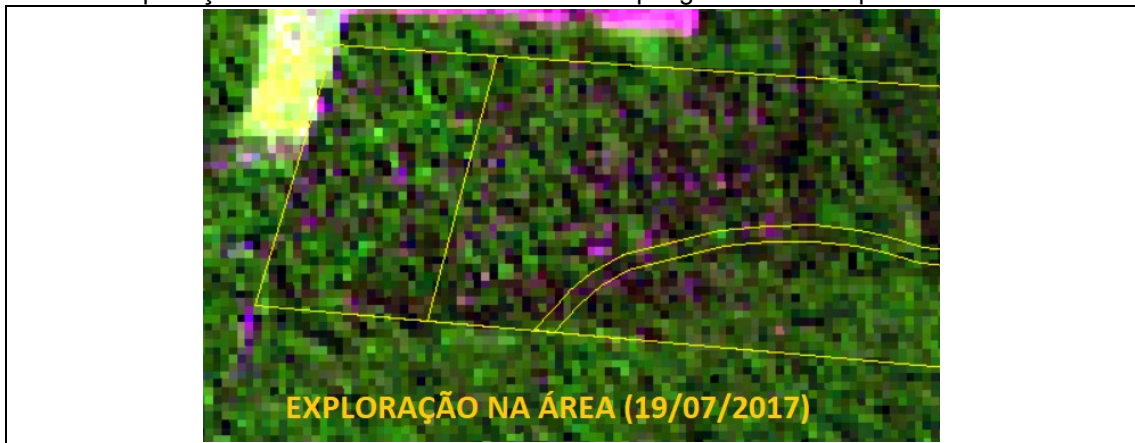
**Figura 3.2:** Sobreposição de PMFS com áreas protegidas (fichas-resumo 23 e 33). O polígono verde corresponde à área de FLONA, ao passo que os polígonos em cores diversas (ficha-resumo 33) e a área tracejada (ficha-resumo 23), referem-se aos PMFS sobrepostos.



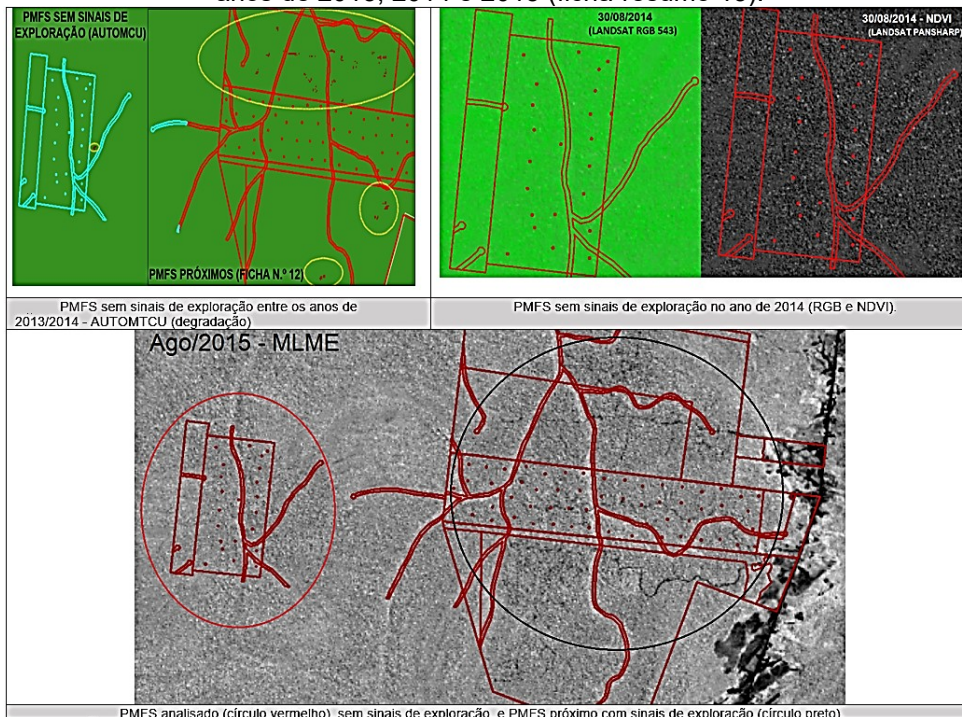
### 3.2.2 Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas)

Essas análises demonstraram que 20 PMFS (24% da amostra) apresentaram infraestrutura incompatível com prática de manejo florestal, 10 referentes a casos de inexistência de qualquer sinal de exploração na área, e 10 referentes a situações incompatíveis com PMFS e os volumes comercializados a partir dessas áreas, conforme se infere de fichas 4, 10, 11, 13, 17, 19, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 34, 40 e 41.

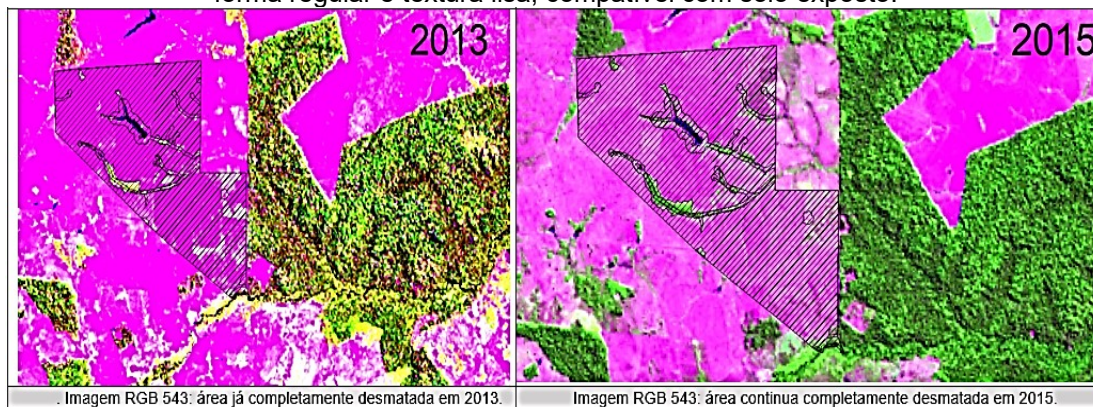
**Figura 3.3:** Existência de estradas e pátios, porém a intensidade do corte não é compatível com PMFS (ficha-resumo 4). Verifica-se o predomínio de tonalidade magenta, indicativa de sobre-exploração florestal no interior e entorno do polígono amarelo que delimita o PMFS.



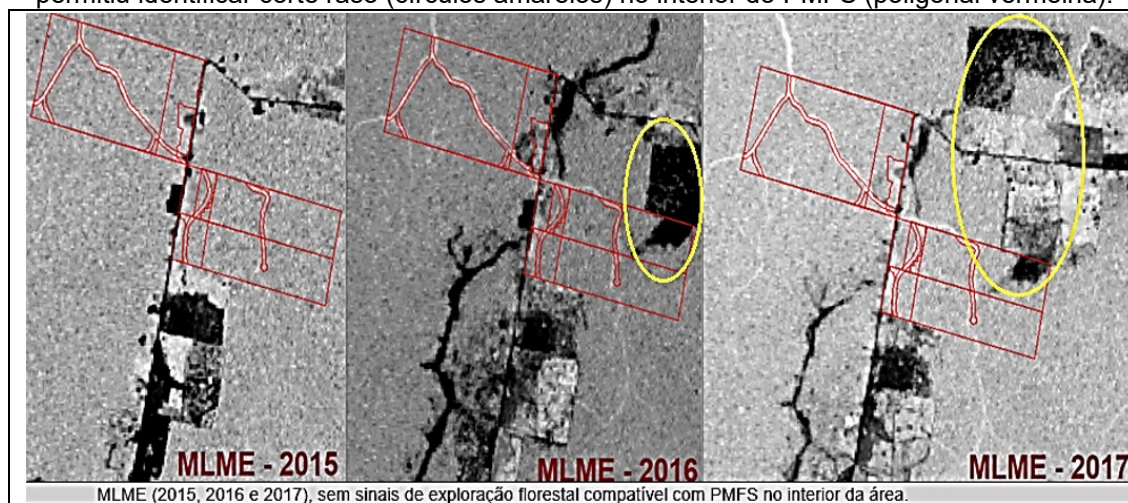
**Figura 3.4:** Ausência de sinais de exploração, apesar da movimentação de 2.118,32 m<sup>3</sup> nos anos de 2013, 2014 e 2015 (ficha-resumo 13).



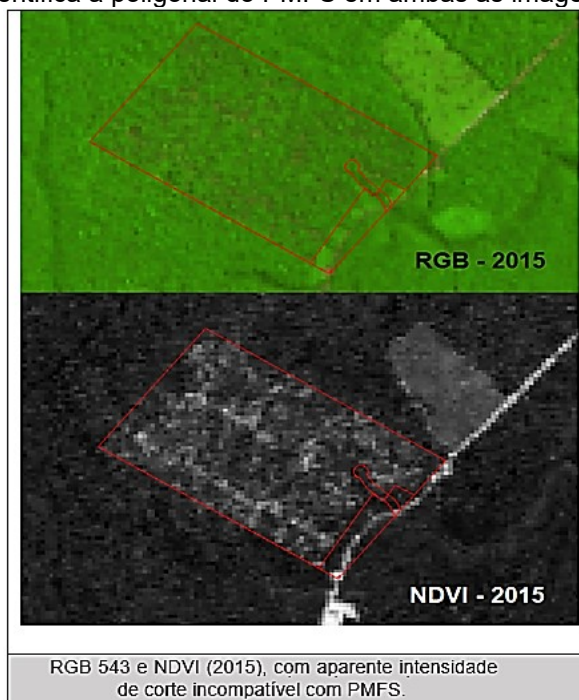
**Figura 3.5:** Desmatamento total da área do PMFS (ficha-resumo 26). No interior e entorno do PMFS (polígono tracejado), verifica-se predomínio de tonalidade avermelhada, com forma regular e textura lisa, compatível com solo exposto.



**Figura 3.6:** Ausência de infraestrutura (FIDs 4034, 4773 e 3580, ficha-resumo 34). MLME permitiu identificar corte raso (círculos amarelos) no interior do PMFS (poligonal vermelha).



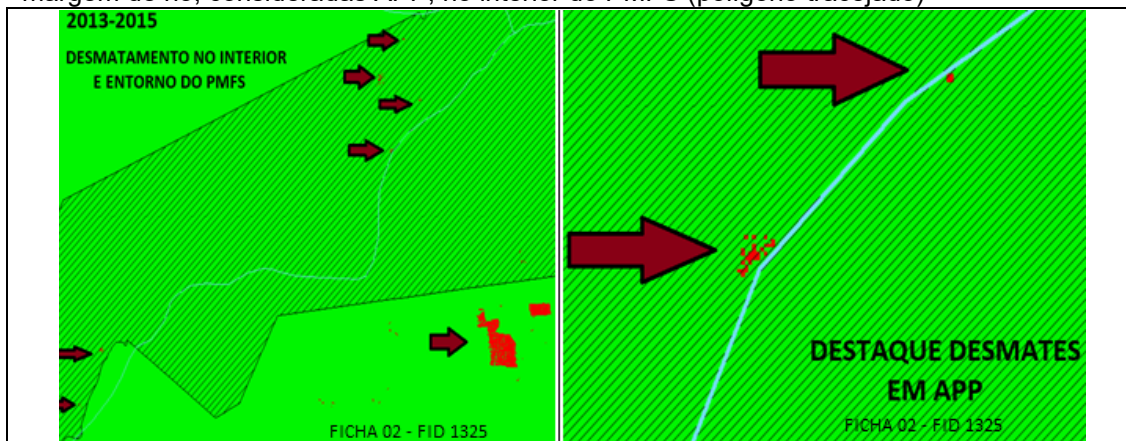
**Figura 3.7:** Visualização de imagens RGB (acima) e NDVI (abaixo) indicaram intensidade de corte incompatível no interior do PMFS (ficha-resumo 40). A área delimitada a vermelho identifica a poligonal do PMFS em ambas as imagens.



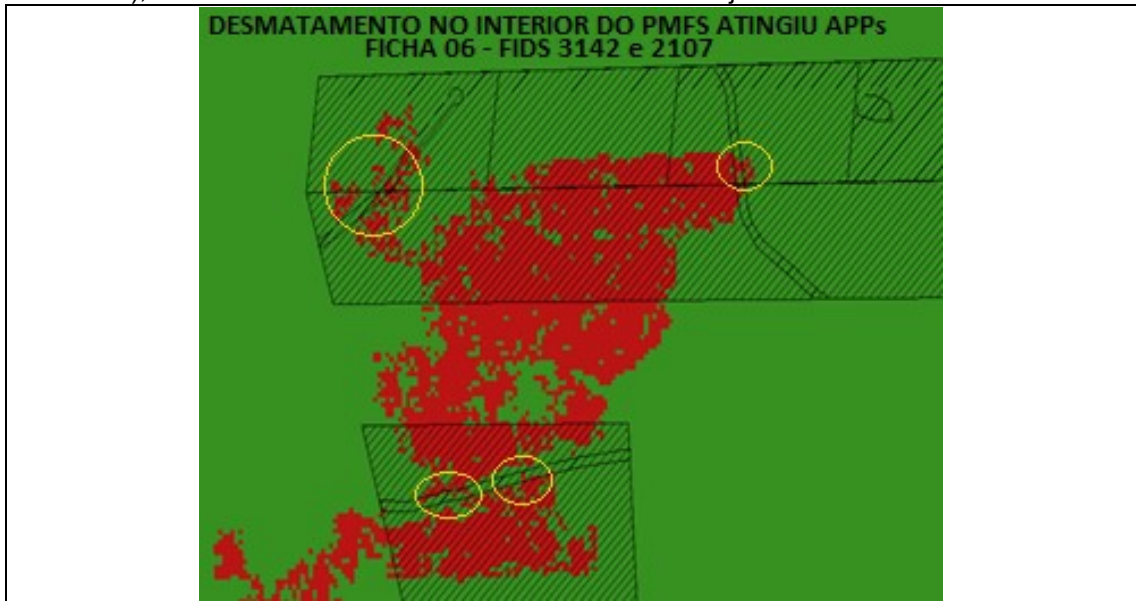
### 3.2.3 Desmatamento no PMFS e/ou Áreas de Preservação Permanente

Segundo o apurado, 36 propriedades (ou 43% das áreas estudadas) apresentaram sinais de corte raso em seu interior, o que é incompatível com a prática de manejo florestal sustentável, conforme fichas 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 34, 37, 38, 39 e 40. Destas 36 propriedades, 23 apresentaram desmates que atingiram APPs (fichas 2, 4, 6, 14, 19, 22, 23, 25, 26, 32, 33, 34 e 37).

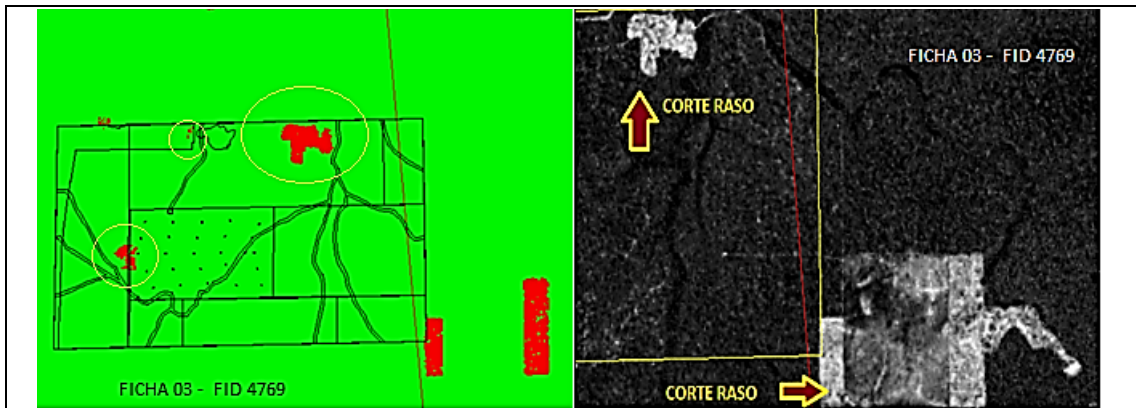
**Figura 3.8:** Desmatamento atingiu áreas de APP (ficha-resumo 02). MTCU permitiu identificar desmatamentos (áreas vermelhas indicadas por setas) que atingiram vegetação situada à margem de rio, consideradas APP, no interior do PMFS (polígono tracejado)



**Figura 3.9:** Desmatamento no interior do PMFS atingiu área de APP (ficha-resumo 06). MTCU permitiu identificar desmatamento (áreas vermelhas) que atingiu APP (círculos amarelos), no interior e entorno do PMFS delimitado a tracejado.



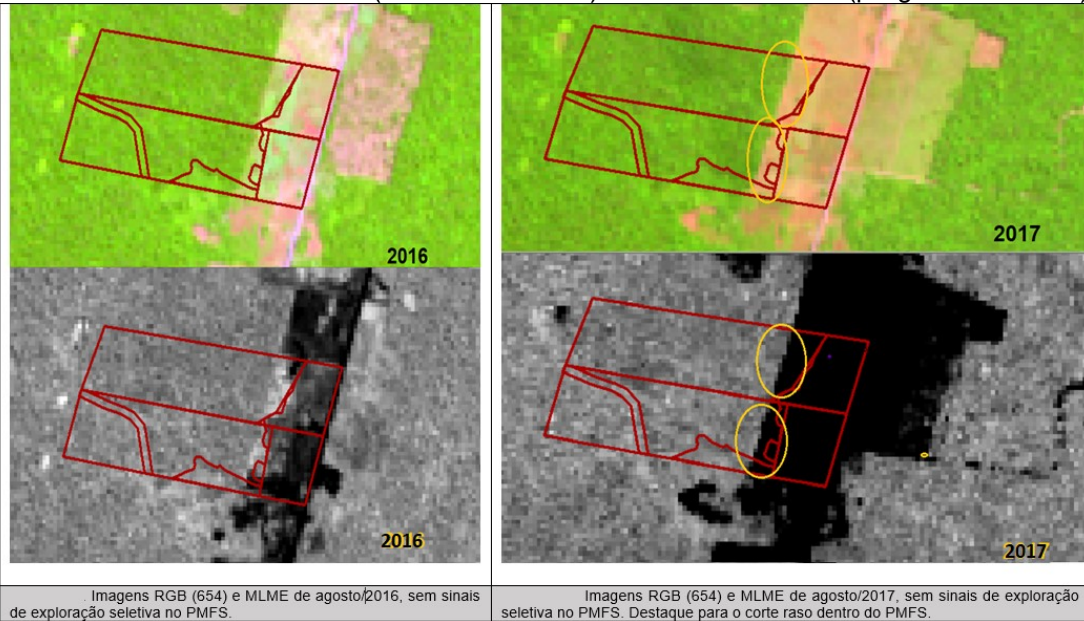
**Figura 3.10:** Corte raso no interior e fora da poligonal do PMFS (ficha-resumo 03). MTCU (à esquerda) e NDVI (à direita) permitiram identificar desmatamento a corte raso, no interior e entorno do PMFS.



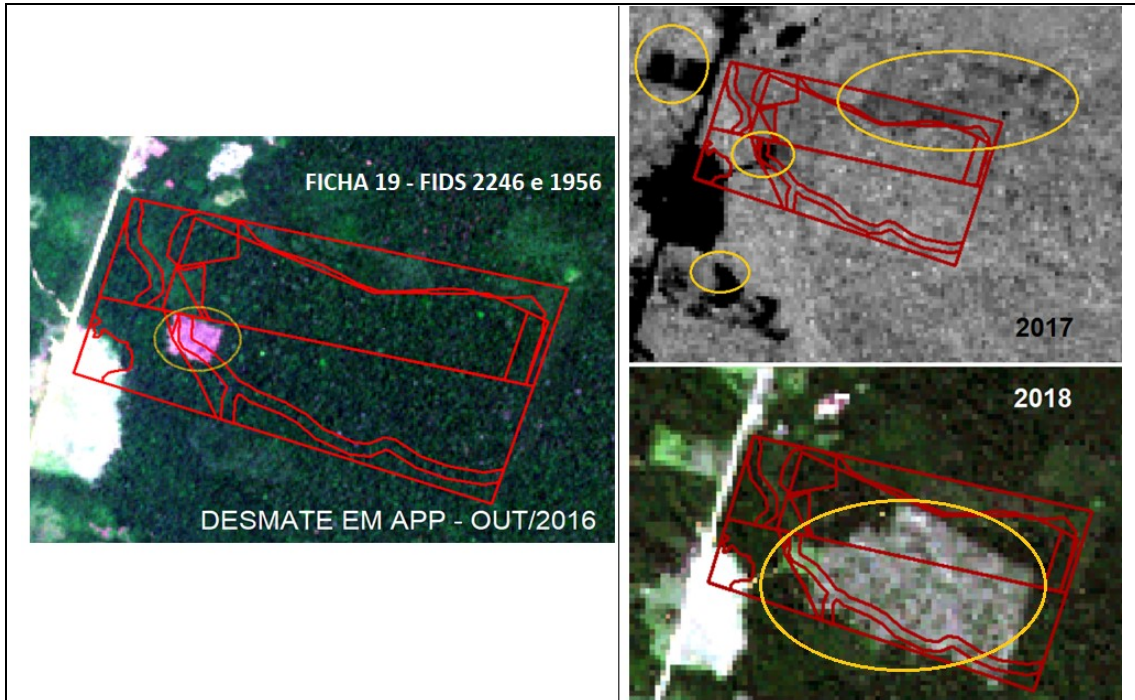
**Figura 3.11:** Desmatamento em APP (ficha-resumo 14). MTCU identificou desmatamento que atingiu APP (círculos amarelos), no interior e entorno do PMFS (poligonal vermelha).



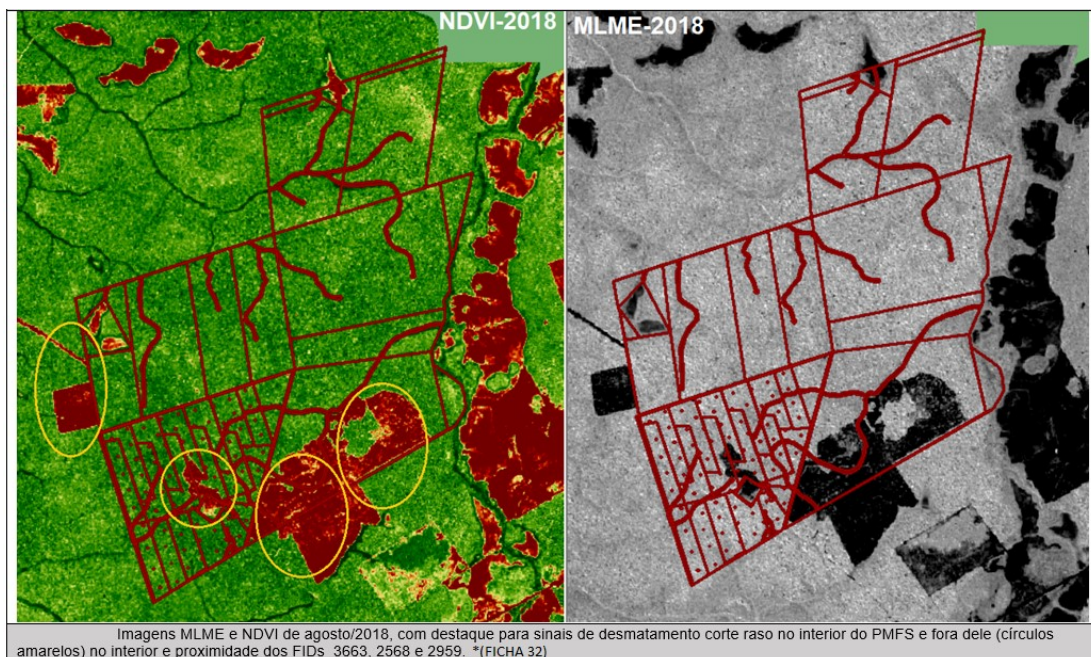
**Figura 3.12:** Corte raso no interior do PMFS (ficha-resumo 17). Composição RGB e MLME permitiram identificar corte raso (círculos amarelos) no interior do PMFS (poligonal vermelha).



**Figura 3.13:** Corte raso no interior do PMFS (ficha-resumo 19). Composição RGB e MLME indicam corte raso (círculos amarelos) no interior e entorno do PMFS (poligonal vermelha).



**Figura 3.14:** Corte raso no interior e proximidades do PMFS (ficha-resumo 32). NDVI (à esquerda) e MLME (à direita) indicam corte raso no interior do PMFS (poligonal vermelha).



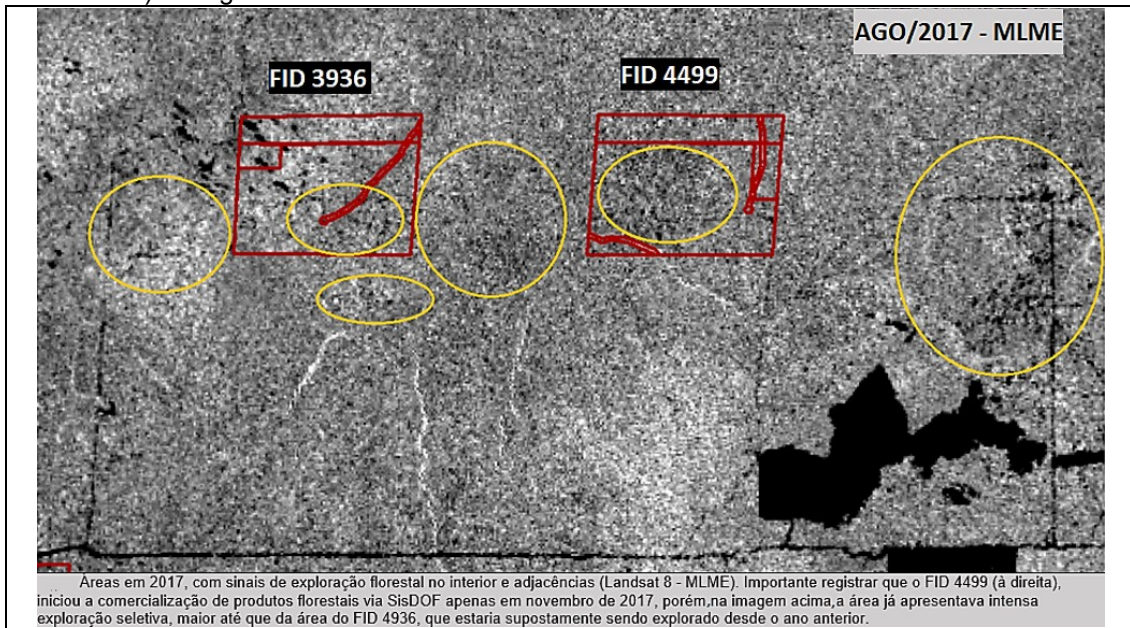
**Figura 3.15:** Corte raso no interior e proximidades do PMFS (ficha-resumo 34). Análise multitemporal (MTCU) apontou desmatamentos ocorridos no interior do PMFS no período 2013-18. Círculo amarelo destaca área de desmatamento, ocorrido em 2017, enquanto o círculo azul destaca uma área de APP atingida por desmatamento, no mesmo ano.



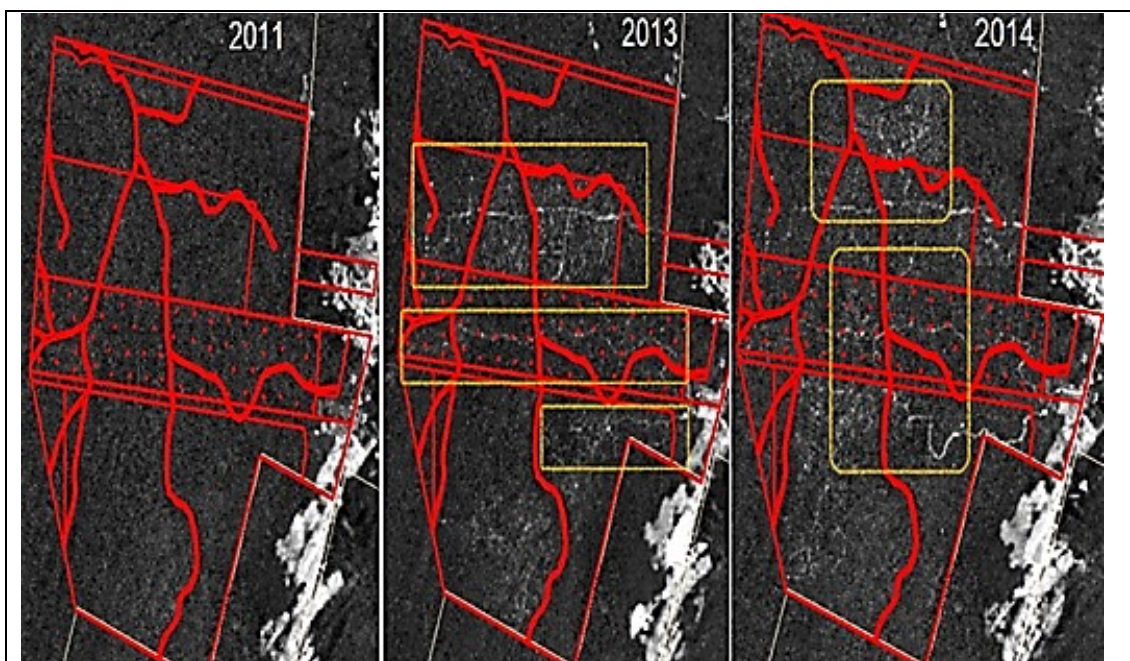
### 3.2.4 Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF

As análises demonstraram que 19% das áreas apresentaram sinais de exploração anterior ao próprio licenciamento (fichas 7, 12, 22, 23, 25, 26, 32, 33 e 35).

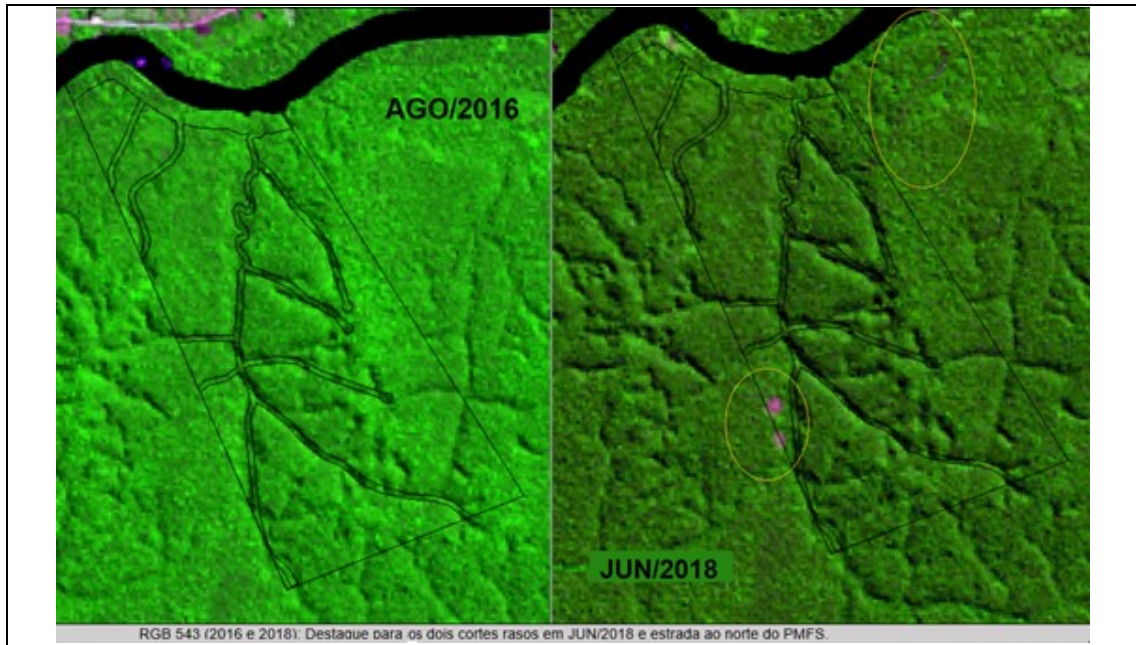
**Figura 3.16:** Exploração no interior e entorno, antes do licenciamento (ficha-resumo 7). MLME indicou áreas de corte seletivo (círculos amarelos) no interior e entorno dos PMFS (polígonos vermelhos) em agosto de 2017.



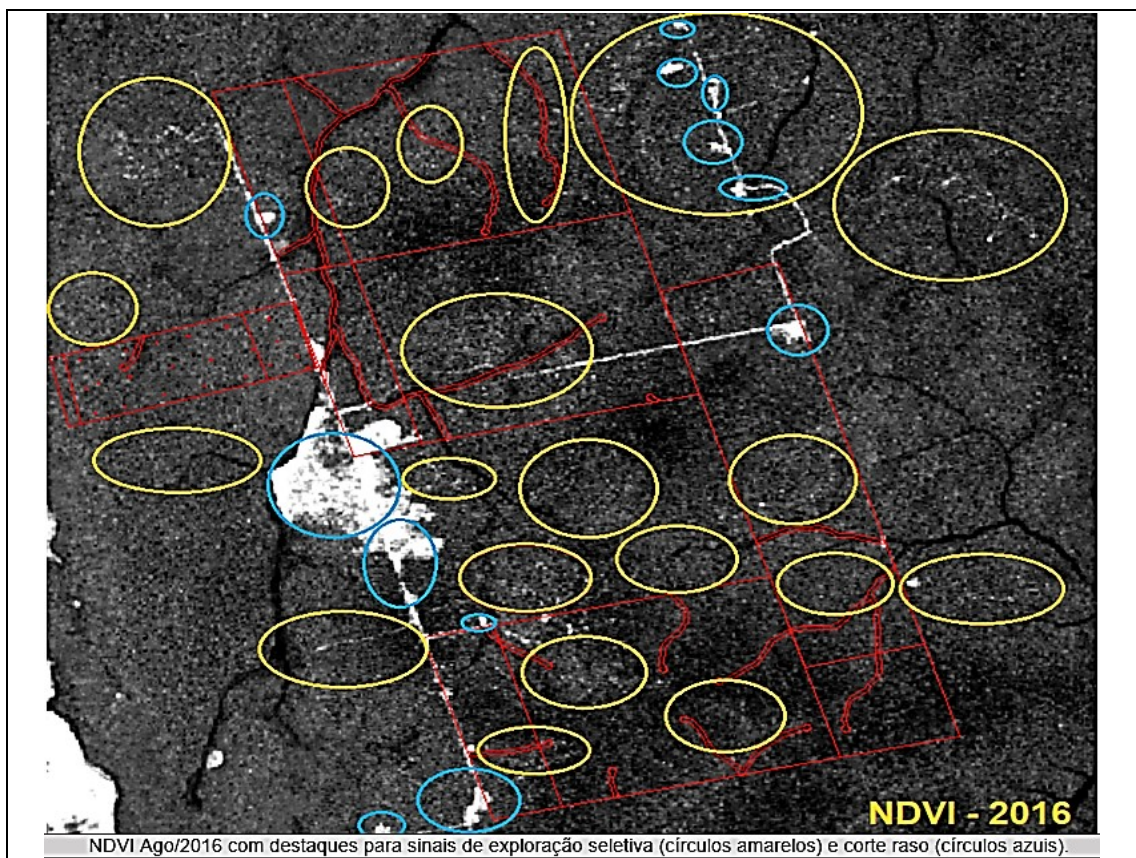
**Figura 3.17:** NDVI indicou presença de pátios, estradas e sinais de corte seletivo no interior de três PMFS (polígonos vermelhos) já em agosto/2013, apesar da comercialização via SisDOF ter se iniciado apenas em junho/2014 (ficha-resumo 12).



**Figura 3.18:** Exploração florestal antes do licenciamento (ficha-resumo 25). Composição RGB indicou presença de exploração incompatível e estradas (círculos amarelos) em data anterior ao licenciamento.



**Figura 3.19:** Corte seletivo e raso, em áreas não autorizadas no interior de FLONA (Ficha-resumo 33). NDVI indica exploração florestal em área não autorizada. Círculos amarelos indicam a presença de exploração seletiva e azuis, exploração a corte raso.



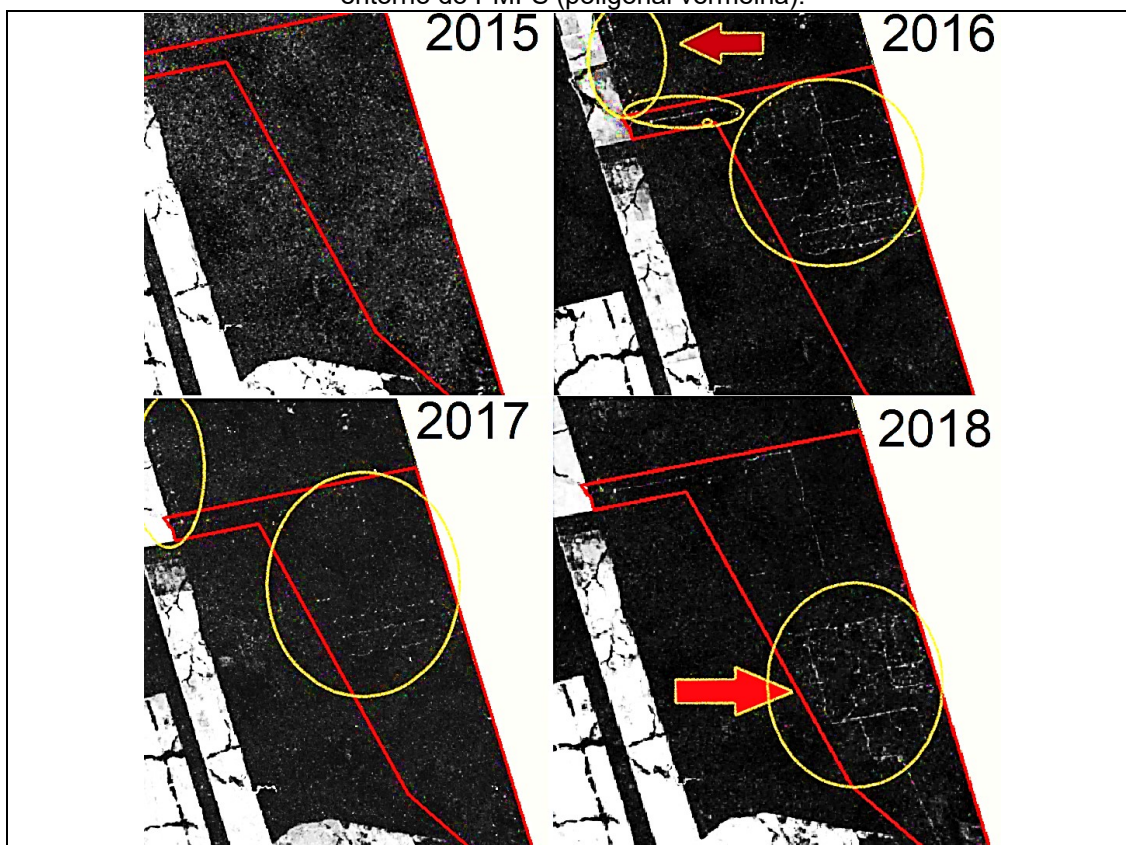
### 3.2.5 Exploração florestal posterior ao último DOF emitido

As análises apontaram que 5% das áreas apresentaram sinais de exploração posterior ao último DOF emitido (fichas 8, 11 e 19).

**Figura 3.20:** Corte raso de ~100 ha após emissão do último DOF (ficha-resumo 19). Composição RGB (à esquerda) e MTCU (à direita) indicaram corte raso no interior do PMFS.



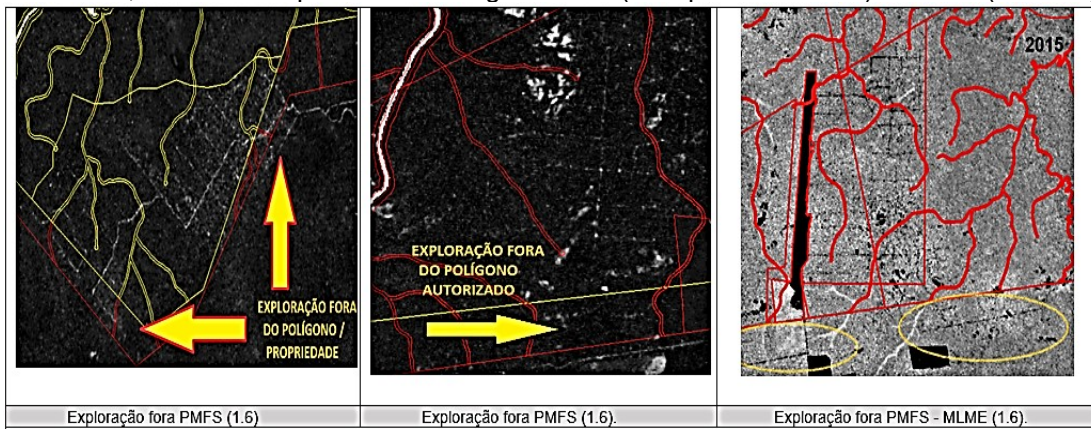
**Figura 3.21:** Exploração na área entre 2016, 2017 e 2018, após a última emissão de DOF em 2015 (ficha-resumo 19). Círculos amarelos indicam áreas de corte seletivo no interior e entorno do PMFS (poligonal vermelha).



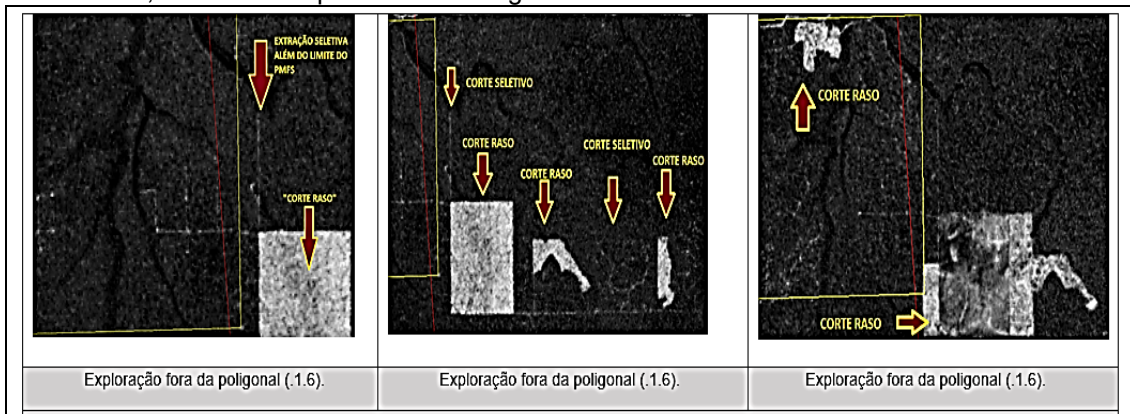
### 3.2.6 Exploração realizada fora dos limites poligonais

Verificou-se que 43 PMFS (52% da amostra) apresentaram sinais de exploração florestal fora dos limites poligonais autorizados (fichas 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 27, 30, 32, 33, 34, 35 e 38).

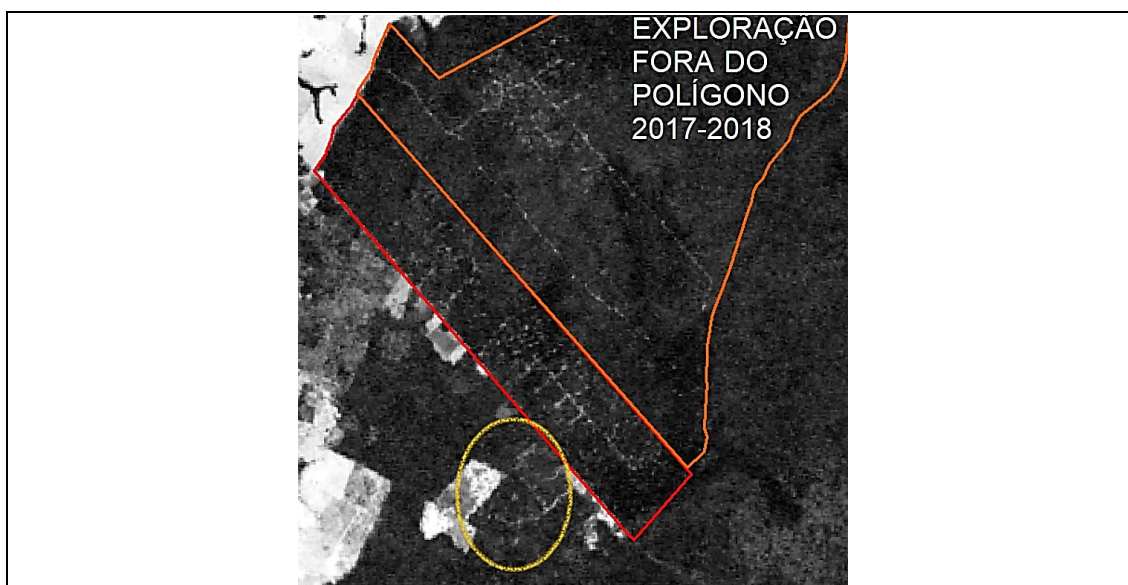
**Figura 3.22:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal (ficha-resumo 2). O polígono do PMFS está representado em vermelho. Setas e círculos amarelos apontam exploração fora dos limites, identificados por meio de imagens NDVI (à esquerda e centro) e MLME (à direita).



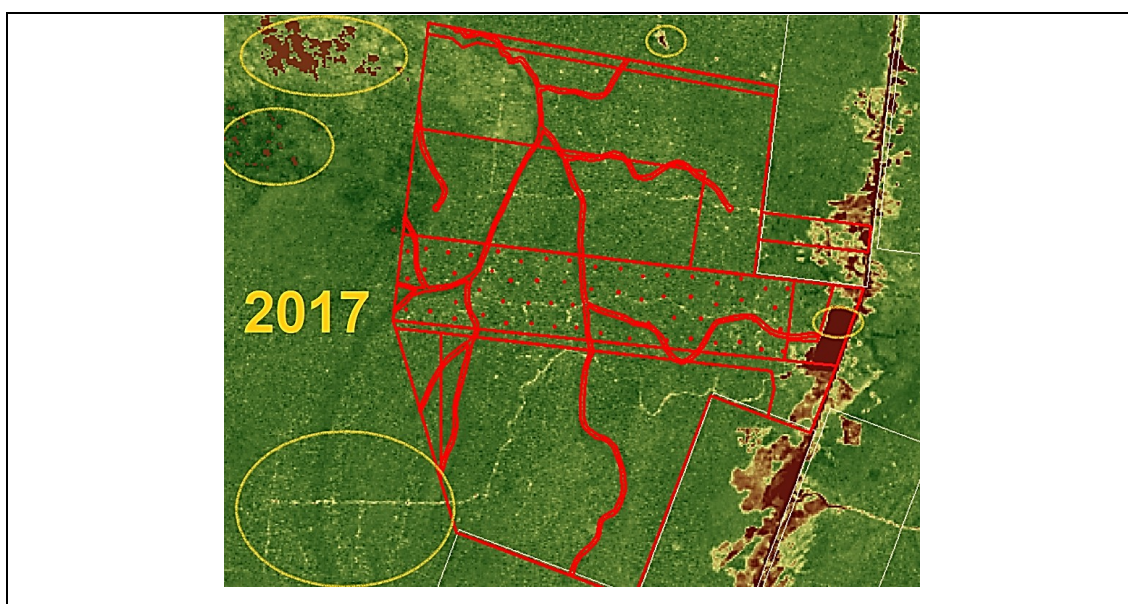
**Figura 3.23:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal (ficha-resumo 3). O polígono do PMFS está representado em vermelho. Setas e círculos amarelos apontam exploração fora dos limites, identificados por meio de imagem NDVI.



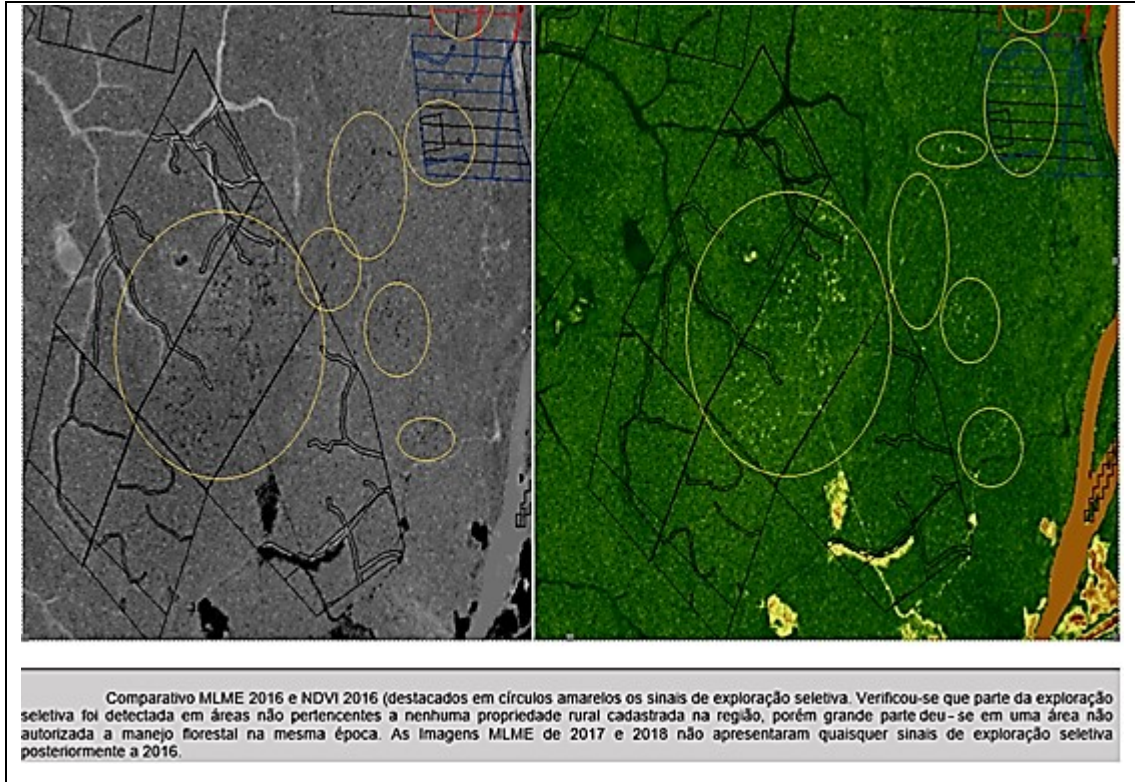
**Figura 3.24:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal (ficha-resumo 9). Círculo amarelo indica exploração fora do PMFS (polígonos vermelho e laranja).



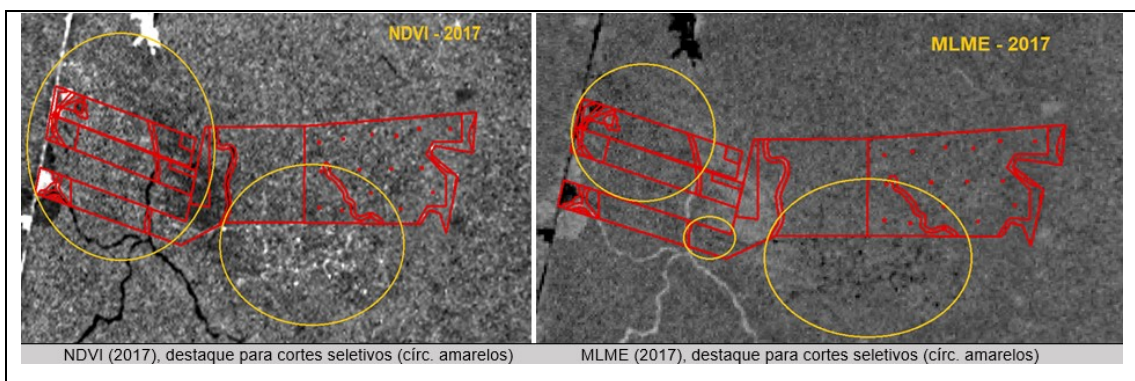
**Figura 3.25:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal (ficha-resumo 12). Círculos amarelos identificam áreas exploradas fora da poligonal autorizada do PMFS (a vermelho).



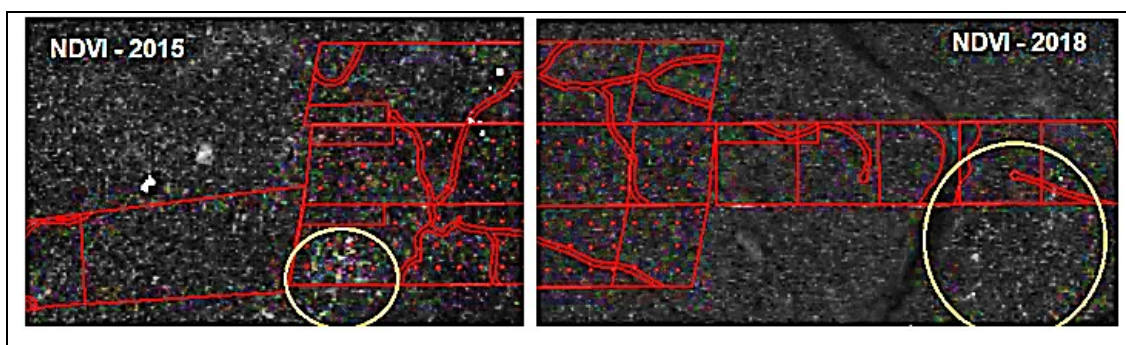
**Figura 3.26:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal (ficha-resumo 30). Círculos amarelos identificam áreas de exploração seletiva em imagens MLME e NDVI.



**Figura 3.27:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal (ficha-resumo 35). Círculos amarelos identificam áreas de exploração seletiva em imagens MLME e NDVI



**Figura 3.28:** Exploração realizada fora dos limites da poligonal (ficha-resumo 38). Círculos amarelos identificam áreas de exploração seletiva em imagens NDVI, fora dos limites do PMFS (a vermelho).



### 3.2.7 Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA

A partir dos dados disponíveis, não foram constatados casos de exploração em áreas previamente embargadas pelo IBAMA.

## 3.3 Resultados das Análise de Dados Não-Espaciais

### 3.3.1 Produto recebido fora do prazo de validade do DOF

Das propriedades avaliadas, 17% apresentaram DOFs emitidos que foram recebidos apenas em data posterior ao término da validade do documento em percentual superior a 5% do total de documentos emitidos (fichas 11, 23, 26, 29, 34, 36, 37, 38 e 41).

Interessante registrar que vários dos PMFS que figuram nas fichas 23, 26, 34, 36, 37 e 38, movimentaram volumes significativos (acima de 1.000 m<sup>3</sup>) e cujos percentuais de recebimento após o vencimento da documentação foram superiores a 30%. O maior índice de produtos recebidos fora da validade foi o de 49.7% (Ficha 36 - FID 4940), de um total de cerca de 6.800 m<sup>3</sup> de madeiras em toras.

### 3.3.2 *DOFs cancelados*

As análises realizadas demonstraram que 20% das áreas tiveram DOFs cancelados em um patamar superior a 5% de todo o volume comercializado (fichas 9, 10, 13, 16, 18, 19, 22, 23, 29, 31, 33, 34, 35, 37 e 38).

Merece destaque neste item o FID 3303 (ficha 37), o qual teve um volume total cancelado de 28.2% (de um montante de ~2.700 m<sup>3</sup>), bem acima de todos os demais PMFS que se situaram entre 5 e 8.1%.

### 3.3.3 *DOF emitido em época de chuvas*

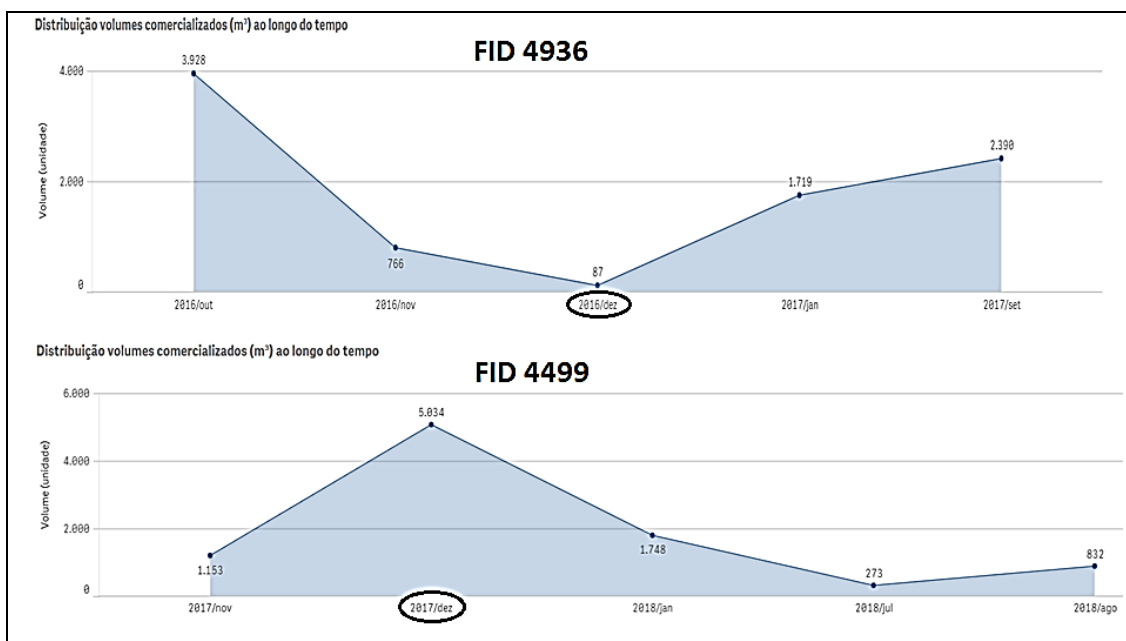
24% das áreas tiveram DOFs emitidos no período de chuvas em um patamar superior a 15% de todo o volume comercializado (fichas 3, 7, 16, 18, 21, 22, 24, 30, 31, 32, 34 e 38).

Como já anteriormente mencionado, esse é um indicador que deve ser avaliado em cada caso concreto, em conjunto com outros fatores, tais como existência de estradas e infraestrutura adequada para extração e transporte dos produtos, distância até o destinatário, além, obviamente, de outros indícios de fraude obtidos a partir dos demais indicadores.

De qualquer forma, algumas das propriedades apresentaram volumes extraídos no período de chuvas bastante superiores à média, como aqueles constantes de fichas 21 (32.5%) e 31 (44.7% e 37%).

Destaque especial para ambos os PMFS de ficha 7 (FIDs 4936 e 4499) que, apesar de se tratarem de áreas pertencentes ao mesmo titular e estarem próximas, tendo sido exploradas em períodos sucessivos de aproximadamente 1 ano entre 2016 e 2018, tiveram a exploração em período chuvoso realizada de forma bastante discrepante, com 1% de exploração durante o período chuvoso no FID 4936, contra 44.3% de exploração na mesma época para o FID 4499. Tal constatação soma-se às diversas outras irregularidades constatadas para ambos os FIDS e reforçam indícios de movimentações fraudulentas no SisDOF.

**Figura 3.29:** Volume mensal comercializado pelos FIDs 4999 e 4936 (ficha-resumo 7).



### 3.3.4 Volume declarado suspeito

52% de todas as áreas tiveram volumes comercializados de madeira em tora com nenhuma casa decimal (fichas 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 22, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37 e 38). A esmagadora maioria dos PMFS apresentaram valores de ocorrências abaixo de 10%. Merecem destaque, entretanto, as fichas 6 (FID 4931, com 23%), 28 (22.2%), 35 (FID 2373, com 35.1%, e FID 4473, com 27.3%) e 38 (FID 3964, com 21.8%).

Destaque especial para o FID 2568 (Ficha 32), com 51.3% de volumes comercializados de madeira em tora com nenhuma casa decimal declarada, de um total de 44.508,86 m<sup>3</sup>, comercializados entre julho e dezembro de 2013.

### 3.3.5 Identidade de números (IP) entre emissor e comprador

81% de todas as propriedades tiveram as transações no SisDOF registradas com o mesmo número IP, tanto para a transação de emissão como de recebimento da carga.

**Tabela 3.1:** Principais IPs utilizados para transações no SisDOF.

IP emissor	Volume (m³)	Empresas diferentes (nº)
		<b>223</b>
201 #####	158.259,115	38
177 #####	38.707,607	32
201 #####	53.569,572	31
177 #####	45.236,067	30
177 #####	50.929,509	26
200 #####	22.534,876	26
189 #####	18.875,119	23
201 #####	11.855,754	23
201 #####	22.927,161	21
201 #####	15.091,843	18
160 #####	10.046,606	17
456: #####	3.757,894	16
181 #####	24.236,122	14
177 #####	11.947,058	14
177 #####	5.879,741	14
160 #####	17.936,395	13
201 #####	9.337,046	13
189 #####	8.354,845	12
160 #####	2.466,512	11
138: #####	16.443,149	10

### 3.3.6 Preço praticado abaixo de R\$ 66,00 m³

70% das áreas registraram preços de venda de madeira em tora inferiores ao mínimo previsto na tabela da Secretária de Fazenda do Estado do Amazonas (Anexo III).

Destaque para os PMFS de ficha 32, cujo valor médio para todas as espécies foi de cerca de R\$30,00/m³, havendo espécies de madeiras consideradas nobres cujos valores foram ainda menores.

**Tabela 3.2:** Principais espécies comercializadas – m³/ha – R\$/m³.

PRINCIPAIS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS - M³/HA - R\$/M³				
Nome científico	Volume	M³/HA	Valor Total	R\$/m³
	<b>7.798,41</b>	<b>19,28</b>	<b>R\$239.741,85</b>	<b>30,74</b>
EPERUA OLEIFERA	1.785,49	4,42	R\$72.460,13	40,58
DINIZIA EXCELSA	1.488,97	3,68	R\$18.355,85	12,33
ALLANTOMA LINEATA	812,88	2,01	R\$32.203,89	39,62
TABEBUTA SERRATIFOLIA	669,98	1,66	R\$10.319,76	15,40
DIPTERYX ODORATA	527,42	1,30	R\$7.157,74	13,57
HYMENOLOBIUM HETEROCARPUM	430,42	1,06	R\$5.075,40	11,79
GOUPIA GLABRA	347,52	0,86	R\$4.553,74	13,10
MANILKARA HUBERI	333,40	0,82	R\$4.597,85	13,79
CARYOCAR MICROCARPUM	333,36	0,82	R\$25.076,09	75,22
PELTogyne PANICULATA	326,19	0,81	R\$25.272,66	77,48
ERISMA UNCINATUM	250,00	0,62	R\$27.947,45	111,79

### 3.3.7 *Volume declarado incompatível com a capacidade do veículo*

4% das propriedades declararam volumes em DOFs de sua emissão incompatíveis com o tipo de transporte rodoviário informado (fichas 28 e 38).

Em que pese o FID 3645 (ficha 38) ter apresentado apenas 0,5% de incompatibilidade, tal montante é equivalente a cerca de 500 m<sup>3</sup> de madeiras em toras. Por seu turno, o FID 3087 apresentou 81.4% de incompatibilidade, o que apesar do pequeno volume movimentado pelo empreendimento, equivale ao total aproximado de 300 m<sup>3</sup> de madeiras e toras.

### 3.3.8 *Distância maior que 200 km*

Apenas três áreas (4% da amostra) tiveram toras de madeira vendidas para compradores situados a mais de 200 km de distância (FIDs 1325, 2759 e 4034). No caso do FID 1325 (ficha 2), todos os casos (12.9%) foram referentes a transportes rodoviários para dois municípios específicos, situados respectivamente a 228 e 332 km de distância. No caso do FID 2759 (ficha 13), todos os casos indicados (2.7%) se referiram a vendas para uma indústria madeireira situada a 204 km de distância. Ambos os casos (FIDs 1325 e 2759) se revelam suspeitos, porém demandariam trabalhos de campo e outras análises para uma conclusão adequada. O FID 4034 (ficha 34), entretanto, apresentou comportamento bastante peculiar, com 100% de todo o volume de madeira vendido (total de 5.777,33 m<sup>3</sup> de madeiras em tora) comercializados para a mesma madeireira, situada a 340 km de distância, o que somado à ausência de identificação de infraestrutura compatível com manejo florestal (item 1.2) reforça fortemente a possibilidade de realização de transações fraudulentas no DOF para a legalização de produtos de outras áreas. Tal suspeita, aliás, é fortemente corroborada pela verificação de existência de transações no SisDOF cujo tempo entre a emissão do DOF e o alegado recebimento da carga pelo destinatário foram de menos de 10 minutos, para uma distância estimada de 340 km em linha reta.

### 3.3.9 Velocidade de transporte maior que 40 km/h?

70% das áreas tiveram DOFs emitidos cujo tempo e distância total de transporte, entre o emissor e o receptor, teriam resultado em velocidade média superior a 40 km/h. Destaque para o FID 4034 (ficha 34), já referido no item anterior, em que, além de 100% da carga ter se dado para distância superior a 200 km, apresentou tempos de viagem que resultariam em velocidades superiores a 1000 km/h.

**Tabela 3.3:** Velocidade de transporte (FID 4034).

Velocidade (km/h)	Volume (unidade)	Distância (km)	Minutos entre emissão e recebimento	Emissão	Recebimento
	<b>5.777,33</b>				
10200,0	51,37	340,0	2	10/01/2017 18:27:04	10/01/2017 18:29:15
4080,0	58,84	340,0	5	01/07/2016 09:41:39	01/07/2016 09:46:26
2040,0	52,59	340,0	10	14/06/2016 17:26:39	14/06/2016 17:36:28
2040,0	54,91	340,0	10	11/07/2016 15:15:44	11/07/2016 15:25:54
1360,0	54,54	340,0	15	11/07/2016 14:47:32	11/07/2016 15:02:30
1200,0	59,35	340,0	17	14/06/2016 17:19:26	14/06/2016 17:36:49
927,3	27,98	340,0	22	13/01/2016 09:41:56	13/01/2016 10:04:14

### 3.3.10 Autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF

6% das propriedades tiveram registros de infrações administrativas (multas) pela constatação de irregularidades no SisDOF. Tal constatação é bastante relevante, notadamente se consideramos que um percentual bastante superior das propriedades aqui analisadas apresentou fortes indícios de irregularidades relacionadas ao SisDOF, pois demonstra que, apesar dos esforços dos órgãos ambientais e das frequentes reclamações provenientes de parte do setor produtivo sobre a existência de uma “indústria da multa”, a situação, na prática, é diametralmente oposta.

### *3.3.11 Autuações por irregularidades na execução do PMFS*

Apenas 7% das propriedades tiveram registros de infrações administrativas (multas) pela constatação de irregularidades na execução de PMFS. Aplica-se, aqui, também, o já mencionado no item anterior (3.3.10).

### *3.3.12 Indícios de irregularidades relacionadas ao inventário florestal*

54% das propriedades apresentaram possíveis indícios de irregularidades relacionadas à elaboração de inventário florestal.

### *3.3.13 Volume comercializado total idêntico ao volume autorizado*

02 propriedades (2% da amostra) apresentaram volume total comercializado idêntico ao autorizado (FIDs 4622 e 2087, respectivamente fichas 4 e 32). Outras três áreas, entretanto, apresentaram índice de aproveitamento muito superior ao geralmente verificado nesses casos (que variou na amostra entre 75 e 90%). O FID 4769 (ficha 3) teve 98% do volume aprovado comercializado, ao passo que o FID 4086 (ficha 15) teve 98.5% e o FID 4343 (ficha 16) teve 96%.

### *3.3.14 Autuações por infrações trabalhistas*

Uma única propriedade apresentou irregularidades trabalhistas, no total de 21 autuações pelo órgão de fiscalização da atividade laboral (FID 3364, ficha 26). A mesma propriedade também apresentou 78 autuações administrativas do IBAMA por ilícitos ambientais diversos, entre 1996 e 2017, cuja soma é superior a R\$50 milhões<sup>28</sup>, a reforçar o entendimento já exposto no capítulo 1 no sentido de que o desrespeito às normas trabalhistas e o desamparo ao trabalhador rural andam de mãos dadas com os ilícitos ambientais, notadamente o desmatamento.

---

<sup>28</sup> Aproximadamente 11 milhões de Euros, conforme cotação em 31 de janeiro de 2020.

### 3.3.15 Intensidade de exploração acima de 25 m<sup>3</sup>/ha

5% das áreas apresentaram intensidade de corte superior a 25 m<sup>3</sup>/ha, com destaque para o FID 4769 (ficha 3), cuja intensidade de exploração chegou a 33,41m<sup>3</sup>/ha.

### 3.4 Panorama geral e resumo dos resultados obtidos

O quadro a seguir, apresenta, em apertada síntese, a frequência absoluta e percentual de PMFS que apresentaram cada um dos respectivos indícios de irregularidades avaliados, conforme critérios já descritos e expostos nos tópicos anteriores.

**Tabela 3.4:** Frequência dos indícios de irregularidades constatados.

<b>1. CRITÉRIOS APLICÁVEIS AOS DADOS ESPACIAIS</b>	<b>( f )</b>	<b>%</b>
1.1 Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas	8	10%
1.2 Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas)	20	24%
1.3 Desmatamento no PMFS e/ou Áreas de Preservação Permanente (APP)	36	43%
1.4 Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF	16	19%
1.5 Exploração florestal posterior ao último DOF emitido	4	5%
1.6 Exploração realizada fora dos limites poligonais	42	51%
1.7 Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA	0	0%
<b>2. CRITÉRIOS APLICÁVEIS AOS DADOS NÃO-ESPACIAIS</b>		
2.1 Produto recebido fora do prazo de validade do DOF	14	17%
2.2 DOFs cancelados	17	20%
2.3 DOF emitido em época de chuvas	20	24%
2.4 Volume declarado suspeito	43	52%
2.5 Identidade de números (IP) entre emissor e comprador	67	81%
2.6 Preço praticado abaixo de R\$66,00 m <sup>3</sup>	58	70%
2.7 Volume declarado incompatível com a capacidade do veículo?	3	4%
2.8 Distância maior que 200 km	3	4%
2.9 Velocidade de transporte maior que 40 km/h	58	70%
2.10 Autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF	5	6%
2.11 Autuações por irregularidades na execução do PMFS	6	7%
2.12 Indícios de irregularidades relacionadas ao inventário florestal	45	54%
2.13 Volume comercializado total idêntico ao volume autorizado	2	2%
2.14 Autuações por infrações trabalhistas	1	1%
2.15 Intensidade de exploração acima de 25m <sup>3</sup> /ha	4	5%

**Tabela 3.5:** Frequência dos indícios de irregularidades constatados.

<b>ORDEM</b>	<b>CRITÉRIO</b>	<b>Item</b>	<b>( f )</b>	<b>%</b>
<b>01°</b>	Identidade de números (IP) entre emissor e comprador	<b>2.5</b>	<b>67</b>	<b>81%</b>
<b>02°</b>	Preço praticado abaixo de R\$66,00 m <sup>3</sup>	<b>2.6</b>	<b>58</b>	<b>70%</b>
	Velocidade de transporte maior que 40 km/h	<b>2.9</b>	<b>58</b>	<b>70%</b>
<b>04°</b>	Indícios de irregularidades relacionadas ao inventário florestal	<b>2.12</b>	<b>45</b>	<b>54%</b>
<b>05°</b>	Volume declarado suspeito	<b>2.4</b>	<b>43</b>	<b>52%</b>
<b>06°</b>	Exploração realizada fora dos limites poligonais	<b>1.6</b>	<b>42</b>	<b>51%</b>
<b>07°</b>	Desmatamento no PMFS e/ou Áreas de Preservação Permanente (APP)	<b>1.3</b>	<b>36</b>	<b>43%</b>
<b>08°</b>	Inexistência de infraestrutura compatível com PMFS (pátios e estradas)	<b>1.2</b>	<b>20</b>	<b>24%</b>
	DOF emitido em época de chuvas	<b>2.3</b>	<b>20</b>	<b>24%</b>
<b>10°</b>	DOFs cancelados	<b>2.2</b>	<b>17</b>	<b>20%</b>
<b>11°</b>	Exploração florestal na área anterior ao licenciamento e/ou CTF	<b>1.4</b>	<b>16</b>	<b>19%</b>
<b>12°</b>	Produto recebido fora do prazo de validade do DOF	<b>2.1</b>	<b>14</b>	<b>17%</b>
<b>13°</b>	Sobreposição total ou parcial da área do PMFS com áreas protegidas	<b>1.1</b>	<b>8</b>	<b>10%</b>
<b>14°</b>	Autuações por irregularidades na execução do PMFS	<b>2.11</b>	<b>6</b>	<b>7%</b>
<b>15°</b>	Autuações administrativas por irregularidades no sistema DOF	<b>2.10</b>	<b>5</b>	<b>6%</b>
<b>16°</b>	Exploração florestal posterior ao último DOF emitido	<b>1.5</b>	<b>4</b>	<b>5%</b>
	Intensidade de exploração acima de 25m <sup>3</sup> /ha	<b>2.15</b>	<b>4</b>	<b>5%</b>
<b>18°</b>	Volume declarado incompatível com a capacidade do veículo?	<b>2.7</b>	<b>3</b>	<b>4%</b>
	Distância maior que 200 km	<b>2.8</b>	<b>3</b>	<b>4%</b>
<b>20°</b>	Volume comercializado total idêntico ao volume autorizado	<b>2.13</b>	<b>2</b>	<b>2%</b>
<b>21°</b>	Autuações por infrações trabalhistas	<b>2.14</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>
<b>22°</b>	Exploração em área previamente embargada pelo IBAMA	<b>1.7</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>



## CONCLUSÃO

A visão panorâmica que se buscou traçar ao longo deste trabalho certamente não esgota todas as questões que se apresentam em um tema desta envergadura. Cremos, entretanto, ter atingido os objetivos de investigação propostos, conforme a seguir.

**1º Objetivo: Analisar como a utilização das modernas tecnologias de GEOINT e análise dos dados constantes do sistema de controle da comercialização de produtos florestais (SisDOF) e de outras fontes oficiais podem permitir conhecer a real situação da exploração florestal em áreas autorizadas pelo poder público.**

Através da metodologia proposta, foi-nos possível realizar a análise exploratória dos dados e imagens satelitais disponíveis, bem como dos laudos e relatórios provenientes da PF e do IBAMA, estabelecendo-se, na sequência, os 22 critérios utilizados para a avaliação do PMFS “padrão”. Para tanto, utilizamos imagens e dados de áreas de PMFS da primeira empresa do setor florestal, na Amazônia, a conquistar a certificação *Forest Stewardship Council (FSC)*, que atesta a origem da madeira e o emprego de boas práticas sociais e ambientais na floresta e seu entorno. Este PMFS apresentou um bom grau de adequação à maioria dos critérios, exceto pelas seguintes constatações: I) uma área de exploração fora do polígono autorizado, ocorrida em 2016 (critério 1.6); II) uma grande quantidade de transações com identidade de IP (critério 2.5) e; III) 31.1% de todo o volume de madeiras em toras ter sido comercializado em período de chuvas (critério 2.3). Note-se, porém, que os critérios 2.3 e 2.5 não foram considerados suspeitos, uma vez que a identidade dos números IP não foi corroborada por outras indicações de fraude (critérios 2.3, 2.4, 2.6-2.9), e o PMFS padrão tinha boa infraestrutura de transporte, estando localizado perto de uma rodovia pavimentada, conforme constatado durante a vistoria *in loco*. No caso específico do critério 2.3, como já mencionamos ao longo da investigação, na Amazônia é bastante comum a utilização de internet via rádio, o que faz com que diversos empreendimentos acabem por compartilhar os mesmos números IP. Tal constatação, entretanto, não desqualifica o uso deste critério e sua importância, pelo contrário, apenas confirma a hipótese de que análises GEOINT

devem sempre se pautar na interpretação conjunta de todos os dados espaciais e não-espaciais coligidos.

No que se refere a esse 1º objetivo, ao final, cremos ter restado claro, que GEOINT pode e deve ser considerada como valiosa aliada na avaliação de PMFS na Amazônia brasileira, assim como na identificação de atividades florestais ilegais e indícios de lavagem de madeira, permitindo-nos avançar em nossa investigação para o objetivo seguinte.

**2º Objetivo: Verificar se os PMFS da Mesorregião Sul do Amazonas (MSA) estão a ser executados em consonância com as respectivas normas ambientais, sendo, portanto, verdadeiramente sustentáveis, ou, então, estariam a servir à legalização da madeira ilegalmente extraída de outras áreas.**

A análise das imagens e demais dados espaciais permitiu, através dos diferentes métodos utilizados, avaliar a atual situação da exploração florestal realizada nos 83 PMFS submetidos a exame, identificando, dentre outros pontos: I) eventual sobreposição com áreas protegidas; II) onde e quando houve exploração florestal; III) qual o tipo e intensidade dessa exploração (corte raso, seletivo, abertura de estradas, pátios etc.); IV) suas dimensões; V) regularidade da exploração em relação ao polígono autorizado e às áreas de preservação permanente. Por seu turno, os dados não-espaciais (documentos e bases de dados obtidas de órgãos públicos) permitiram a melhor compreensão de todo o contexto em que se inseria a informação geográfica obtida, notadamente: I) se a referida exploração havia se dado em área autorizada e, em caso positivo, se havia sido realizada em consonância com a respectiva autorização, suas condicionantes e limites legais; II) se o transporte e comercialização desses produtos florestais seguiu o respectivo trâmite legal (não apresenta inconsistências ou indícios de fraude), tendo sido a madeira efetivamente entregue ao destinatário informado; III) ou, se por outro lado, tais dados, quando analisados em conjunto com a informação espacial, apontavam para a existência de indícios de fraudes relacionadas ao inventário florestal (superestimação de volumes de espécies comerciais de maior valor), ou às transações comerciais registradas no SisDOF, expedientes utilizados, com frequência no intuito de legalizar produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas.

Logrou-se, ainda, demonstrar que os dados de volumetria constantes dos inventários florestais (e, por conseguinte, os dados de volumetria de madeira comercializados através do SisDOF) apresentam conformidade com o modelo matemático proposto pela Lei de Benford (1938), já há muito utilizado para a detecção de fraudes econômicas e financeiras. As análises, realizadas a partir de dados de inventários florestais oficiais de toda a MSA, demonstram que o referido modelo se aplica aos seguintes conjuntos de dados: I) volumetria total (por espécie ou por hectare); II) quantidade de indivíduos (total por espécie ou por hectare); III) diâmetro à altura do peito (DAP) de todos os espécimes. No mesmo sentido, verificou-se que os dados de volumetria total comercializada para *Tabebuia serratifolia* (ipê), espécie que sabidamente vem sendo fraudulentamente superestimada em inventários florestais em razão de seu alto valor comercial (Brancaion *et al.*, 2018), não estavam conforme o referido modelo.

Os resultados obtidos e consolidados no Anexo II, bem como resumidos nas tabelas 3.4 e 3.5, demonstram que, possivelmente, uma boa parte dos PMFS avaliados estão a ser executados em desacordo com a legislação vigente, não sendo, portanto, verdadeiramente sustentáveis, com destaques para as seguintes constatações: I) 70% das propriedades apresentaram inconsistências relacionadas ao tempo total de transporte e aos preços declarados; II) 54% apresentaram informações volumétricas incompatíveis com os inventários florestais oficiais e/ou não conformes com a Lei de Benford; III) 51% apresentaram sinais de exploração fora dos limites autorizados do polígono e 43% sinais de corte raso; IV) 24% apresentaram ausência de infraestrutura compatível com a execução de manejo florestal sustentável; V) 19% apresentaram indícios de exploração antes do licenciamento e 5% após o término do licenciamento das respectivas áreas.

Em apertada síntese, pode-se afirmar que: I) a análise combinada de dados espaciais e não espaciais permitiu um melhor entendimento do contexto de cada PMFS, principalmente como evidência de transações simuladas para legalizar produtos florestais extraídos ilegalmente de outras áreas; II) imagens de baixa/média resolução podem ser usadas para identificar a infraestrutura de registro seletivo (estrada de acesso e pátios de armazenamento); III) o material

colateral é de suma importância para a compreensão do contexto de imagens e informações geoespaciais, bem como para se chegar a conclusões sólidas sobre a legalidade das atividades florestais em uma área específica; IV) as ferramentas de *business intelligence* são valiosas para analisar e processar uma grande quantidade de material colateral, permitindo que os resultados sejam produzidos com mais rapidez, pois descobrem padrões ocultos nos dados; V) a lei de Benford é valiosa para avaliar os dados de inventário florestal e é útil para detectar possíveis fraudes.

Obviamente, a completa elucidação da real situação dos PMFS avaliados ainda demandaria novas análises, por meio da obtenção da documentação completa junto aos órgãos ambientais e a realização de vistorias *in loco*, de forma a se confirmar a efetiva existência e autoria das irregularidades constatadas, bem como estimar o dano ambiental eventualmente causado. Da mesma forma, a viabilidade de aplicação da Lei de Benford na detecção de fraudes em inventários florestais demanda, ainda, um mais detido aprofundamento e aprimoramento, sobretudo por meio de obtenção e confrontação de dados de campo por profissionais especializados, revelando-se, portanto, em fecundo tema para investigações futuras.

**3º Objetivo: Compreender e identificar as eventuais falhas procedimentais e legais no processo de licenciamento e fiscalização de PMFS, conhecendo melhor suas fraquezas, propondo, ao final, formas de combatê-las.**

Apesar de a legislação brasileira prever diversos mecanismos de controle a avaliação desses empreendimentos, as restrições orçamentárias e de pessoal enfrentadas pelos órgãos ambientais na Amazônia, são evidentes. Tudo isso, aliás, se soma às dimensões continentais da região e a constatação de que o desmatamento é realizado nos moldes do crime organizado. Com efeito, dos 83 PMFS analisados, apenas uma pequena parcela possui autuações administrativas, respectivamente: I) 7% dos PMFS apresentou autuações por irregularidades na execução das respectivas atividades de silvicultura (critério 2.11); II) 6% apresentou irregularidades relacionadas ao SisDOF (critério 2.10); e III) apenas 1% apresentou autuações por infrações trabalhistas (critério 2.14). Tal constatação revela-se bastante preocupante sobretudo ao verificarmos que

uma grande parcela desses mesmos PMFS apresentaram graves irregularidades que são claramente evidenciadas nas respectivas imagens de satélite: I) 43% deles apresentaram desmatamento incompatível com manejo florestal (critério 1.3); II) 51% deles apresentou exploração fora dos limites autorizados (critério 1.6); III) 24% deles não apresentou sinais de infraestrutura compatível (critério 1.2); e IV) 10% possui sobreposição dos polígonos autorizados com áreas públicas protegidas (critério 1.1).

Por outro lado, isto também evidencia que, em muitos casos, seria possível, sem grandes dispêndios e com o efetivo bastante reduzido de servidores, realizar a avaliação de PMFS através de técnicas de GEOINT análogas às utilizadas nesta investigação, tanto na fase que antecede à aprovação do respectivo empreendimento, como na avaliação periódica de sua execução, reduzindo-se custos e priorizando a realização de inspeções *in loco* apenas naqueles casos que apresentassem sérios indícios de irregularidades

Neste ponto, cremos importante registrar que o modelo de ciclo de inteligência proposto, originariamente, por Kahaner (1999) e, posteriormente, adaptado por Meillón (2008), resultou bastante adequado aos objetivos desta investigação, principalmente por nos permitir, a cada nova fase do ciclo, avaliar detidamente os passos anteriores e verificar se a informação que estava a ser produzida atendia a demanda inicial e solucionava, devidamente, o problema proposto. Sua principal vantagem, portanto, reside justamente na simplicidade e funcionalidade do modelo proposto, pois nos permite bons resultados, como os aqui apresentados, sem grandes custos, o que poderia, portanto, se revelar de grande valia para os órgãos ambientais incumbidos de aprovar e fiscalizar PMFS na Amazônia brasileira.

Obviamente, limitações existem, com destaque para a baixa resolução espacial das imagens de satélite utilizadas, assim como a frequente presença de nuvens em várias regiões da Amazônia. Tais limitações, entretanto, se referem muito mais à opção pelo uso, preponderante, de bases de dados e imagens disponíveis ao público em geral do que às limitações da GEOINT propriamente dita. Noutras palavras, em que pese terem sido identificadas falhas tanto na aprovação como no acompanhamento da execução por parte dos órgãos ambientais da maior parte do PMFS avaliados nesta investigação, bem como

suas evidentes limitações, a metodologia GEOINT aqui utilizada revela-se de grande valia para a superação desses mesmos problemas.

Isso reforça, ainda mais, a importância desta investigação e abre uma nova gama de possibilidades para a efetivação de manejos verdadeiramente sustentáveis na Amazônia brasileira por meio da GEOINT.

O primeiro passo, tímido e vacilante, foi dado.

A necessária adoção de soluções ambientalmente e socialmente sustentáveis para a Amazônia e que garantam a sadia qualidade de vida para todos os seres que direta e indiretamente dela dependem, não nos permite retroceder.

Sigamos adiante.

## BIBLIOGRAFIA

- Abreu, R. L. (2006). Mapa da Mesorregião Sul do Amazonas. Wikimedia. Recuperado a partir de: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazonas\\_MesoSulAmazonense\\_maploc.png#/media/File:Amazonas\\_Meso\\_SulAmazonense.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazonas_MesoSulAmazonense_maploc.png#/media/File:Amazonas_Meso_SulAmazonense.svg) [12 de junho de 2019].
- Adeodato, S., Betiol, L. S., Monzoni, M., & Vilela, M. (2011). Madeira de Ponta a Ponta: o caminho desde a floresta até o consumo. São Paulo: FGV.
- Agência Brasil. (25 de Abril de 2019). PF realiza operação contra comércio ilegal de madeira da Amazônia. Recuperado a partir de: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-04/pf-realiza-operacao-contracomercio-ilegal-de-madeira-na-amazonia> [27 de abril de 2019].
- Alves, R. B., Russo, D., Magliano, M. M., & Blum, M. L. B. (2010). Fundamentos de Geoprocessamento Aplicados à Perícia. Em D. Tochetto, Perícia Criminal Ambiental (pp. 239-277). Campinas: Millenium.
- Amaral, F. (2016). Introdução à Ciência de Dados: mineração de dados e big data. Rio de Janeiro: Alta Books.
- Angelo, H., Silva, G. F., & Silva, V. S. (2004). Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: o caso do pólo de Sinop, MT. Ciência Florestal, 14, pp. 91-101.
- Arruda, R. M. (2014). Crime Contra a Flora: Quando a Ofensa Evolui, a Investigação também precisa evoluir. Monografia (Curso de Especialização em Gestão da Investigação Criminal), Escola Superior de Polícia - Ministério da Justiça, Brasília.
- Asner, G. P. (1998). Biophysical and biochemical sources of variability in canopy reflectance. Remote sensing of Environment, 64(3), pp. 234-253.
- Asner, G., Keller, M., Pereira, R., & Zweede, J. (2002). Remote Sensing of selective logging in Amazonia Assessing limitations based on detailed Field observations, Landsat ETM+, and textural analysis. Remote Sensing of Environment, (80), pp. 483-496.
- Asner, G., Knapp, D., Broadbent, E., Oliveira, P., Keller, M., & Silva, N. (2005). Selective logging in the Brazilian Amazon. Science, pp. 480-482.
- Associação de Polícias das Américas. (2015). Geonteligência no combate ao crime ambiental: O projeto GAGeo da Polícia Federal do Brasil. Em Buenas Práticas. Bogotá: AMERIPOL.
- Bacastow, T. (2019). Geolnt MOOC. (C. o. Dutton e-Education Institute, Produtor, & The Pennsylvania State University), L1.06: The Emerging Definition. Recuperado a partir de: <https://www.e-education.psu.edu/geointmooc/node/1989> [12 de abril de 2019].
- Bacastow, T., & Bellafiore, D. (2009). Redefining Geospatial Intelligence. American Intelligence Journal, pp. 38-40.

- Benford, F. (1938). The law of anomalous numbers. *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 78, p. 551-572, 1938., 78, pp. 551-572.
- Brancalion, P. H., Almeida, D. R., Vidal, E., Molin, P. G., Sontag, V. E., Souza, S. E., & Schulze, M. D. (15 de Agosto de 2018). Fake legal logging in the Brazilian Amazon. *Science Advances*, 4(1192).
- Butler, R. A. (04 de Janeiro de 2020). Calculating Deforestation Figures for the Amazon. Mongabay. Recuperado a partir de: [http://rainforests.mongabay.com/amazon/deforestation\\_calculations.html](http://rainforests.mongabay.com/amazon/deforestation_calculations.html) [20 de janeiro de 2020].
- Câmara, G. (1995). *Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos*. Tese de Doutorado em Computação Aplicada. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Cardoso, G. F., Costa, J. A., Viana, J. S., & Tancredo, N. S. (2011). Uso de Imagens NDFI para Identificar Áreas de Exploração Irregular de Madeira em Ações de Fiscalização. *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Curitiba: INPE.
- Carnegie Institution for Science. (2013). CLASlite software. Recuperado a partir de: <http://claslite.carnegiescience.edu/en/about/software.html> [02 de setembro de 2018].
- Clay, J. W., & Amaral, P. (2002). Madeira tropical sustentável de florestas naturais: o caso da Precious Woods. . Em A. Anderson, & J. W. Clay, *Esverdeando a Amazônia*. (pp. 163-191). São Paulo: IIEB.
- Colfer, C. P., & Byron, Y. (2001). *People managing forests: the links between human well-being and sustainability*. Washington, DC: Resources for the Future and CIFOR.
- Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Amazonas. Resolução CEMAN N.º 30 de 31 de Outubro de 2018. Recuperado a partir de: <http://meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/30.-RESOLUÇÃO-Nº-30-PMFS.pdf> [12 de dezembro de 2018].
- Cuiabano, S. M., Leandro, T., Oliveira, G. A., & Bogossian, P. (Novembro de 2014). Filtrando cartéis: a contribuição da literatura econômica na identificação de comportamentos colusivos. *Revista de Defesa da Concorrência*, 4, 43-63.
- Cunha, F. R., & Bugarin, M. (2015). Benford's law for audit of public works: an analysis of overpricing in Maracanã soccer arena's renovation. *Economics Bulletin*, 35(2), 1168-1176. Recuperado a partir de: <http://www.accessecon.com/Pubs/EB/2015/Volume35/EB-15-V35-I2-P120.pdf> [10 de fevereiro de 2019].
- Dittmar, H. (Maio de 2013). Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em estudos de caracterização da vegetação. *Perícia Federal*, 31, pp. 41-46.
- Dittmar, H.; & Perazzoni, F. (Março de 2011). Desmatamento Ilegal na mira da Polícia Federal. *Perícia Federal*, 19-22.

- Environmental Systems Research Institute. (s.d.). Sítio eletrônico da ESRI. Recuperado a partir de: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/published\\_images/r\\_compositebands.gif](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/published_images/r_compositebands.gif) [05 de março de 2019].
- Estadão. (04 de Maio de 2011). Sítio Eletrônico do Jornal Estadão. Notícias., Recuperado a partir de: <https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geraldo-rebello-passara-o-dia-em-busca-de-acordo-para-aprovar-codigo-florestal,714821> [04 de janeiro de 2019].
- Fearnside, P. M. (2005). Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, I(1), 113-123.
- Fearnside, P. M. (7 de Setembro de 2009). O papel da Amazônia contra o aquecimento global. Recuperado a partir de: <http://philip.inpa.gov.br> [10 de janeiro de 2019].
- Fidelis, L. R., & Dittmar, H. (2016). Laudo Pericial n.º 120/2016-SR/PF/MA. São Luís: Setor Técnico Científico da Polícia Federal.
- Food and Agriculture Organization. (2010). Global forest resources assessment 2010. Forestry Paper. United Nations. FAO. Fonte: Forestry Paper.
- Forest Stewardship Council. (2019). Sítio eletrônico do FSC. Recuperado a partir de: <http://www.fsc.org> [12 de fevereiro de 2019].
- Franca, R. R. & Mendonça, F. A. (2016). A pluviosidade na Amazônia meridional: variabilidade e teleconexões extra-regionais. *Confins*, 29. Recuperado a partir de: <http://journals.openedition.org/confins/11580> [20 de outubro de 2018].
- Fundação Nacional do Índio. (2006). Povos Indígenas Isolados e de Recente Contato. Recuperado a partir de: <http://www.funai.gov.br/index.php/nossas-aco/es/povos-indigenas-isolados-e-de-recente-contato> [12 de fevereiro de 2019].
- Gaspar, J. (2008). Dicionário de Ciências Cartográficas. Lisboa: Lidel.
- GIS Resources. (2012). Fundamentals of GIS: What is GIS? Recuperado a partir de: <http://www.gisresources.com/fundamentals-of-gis> [12 de julho de 2019].
- Goodchild, M. F. (1991). *Spatial Analysis with GIS: Problems and Prospects*. Georgia: The Inforum Atlanta.
- Graça, P. A., Santos, J. R., & Soares, J. V. (2005). Desenvolvimento metodológico para detecção e mapeamento de áreas florestais sob exploração madeireira: estudo de caso, região norte do Mato Grosso. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (pp. 1555-1562). Goiânia, 16-21 de Abril: INPE.
- Greenpeace. (29 de Maio de 2000). Madeireira se compromete com a exploração ecológica na Amazônia. Recuperado a partir de: <https://www.greenpeace.org/archive-brasil/pt/Noticias/madeira-se-compromete-com-a/> [04 de março de 2019].
- Greenpeace. (2019). Sítio eletrônico do Greenpeace. Recuperado a partir de: <http://www.greenpeace.org> [04 de março de 2019].

- Hanzhang, T. (2011). A arte da guerra de Sun Tzu: os treze capítulos originais com a interpretação do general chinês Tao Hanzhang para aplicação da antiga sabedoria nas questões da vida moderna. São Paulo: Editora Gente.
- Higuchi, N. (2006). O desmatamento insustentável na Amazônia. *Ciência Hoje*, 39, pp. 67-71.
- Higuchi, N., Santos, J., Silva, R. P., Lima, A. N., Teixeira, M. L., Carneiro, V. M., . . . Tribuzy, S. E. (2008). Noções de Manejo Florestal. Recuperado a partir de: [http://portal.inpa.gov.br/arquivos/Apostila\\_Manejo.pdf](http://portal.inpa.gov.br/arquivos/Apostila_Manejo.pdf) [12 de janeiro de 2019].
- Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. (2013). Forest management transparency report - State of Pará (2011 to 2012). Belém: Imazon. Recuperado a partir de: <http://www.imazon.org.br/publications/forestmanagement-transparency/forest-management-transparency-report-state-of-para-2012-to-2013> [09 de fevereiro de 2019].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Dados população autodeclarada indígena. Recuperado a partir de: <https://indigenas.ibge.gov.br/mapas-indigenas-2> [09 de fevereiro de 2019].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). Indicadores Sociais Municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico. Recuperado a partir de: [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores\\_sociais\\_municipais/](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/) [09 de fevereiro de 2019].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Estimativas de população para 31 de outubro de 2017. Recuperado a partir de: [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/estimativa\\_dou.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/estimativa_dou.shtm) [09 de fevereiro de 2019].
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2018). Sistema de Controle do Documento de Origem Florestal (SisDOF). Dados de transações no SisDOF entre 01/01/2014 e 21/08/2018 no Estado do Amazonas. Brasília, DF, Brasil: Ministério do Meio Ambiente.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Diretoria de Proteção Ambiental. (2019). Diagnóstico dos Delitos Ambientais. (C. N. Informações, Ed.) Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. (27 de Dezembro de 2018). Dados de Embargos e Autuações Administrativas. 1996 a 2017. Brasília, DF, Brasil: Ministério do Meio Ambiente. Recuperado a partir de: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php> [12 de dezembro de 2018].
- Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas. (2017). Dados vetoriais dos polígonos de PMFS aprovados na Mesorregião Sul do Amazonas. IPAAM. Manaus, AM.

- Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. (2010). Mercado e preços da madeira amazônica. Belém: Imazon.
- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. (2012). Mapa de Comparação da Área da Amazônia Brasileira e Países da Europa. Recuperado a partir de: <http://www.inpa.gov.br> [12 de junho de 2018].
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2008). Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia. São José dos Campos: Ministério da Ciência e Tecnologia.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2020). Sítio eletrônico do INPE. Divisão de Geração de Imagens. Recuperado a partir de: <http://www.dgi.inpe.br> [20 de janeiro de 2020].
- Integraldrones. (2019). Sítio eletrônico da Integral Drones. Comparing NDVI mapping systems. Recuperado a partir de: <https://www.integraldrones.com.au/comparing-ndvi-mapping-systems/> [02 de fevereiro de 2019].
- Kahaner, L. (1997). Competitive Intelligence: How to gather, analyse and use information to move your business to the top. New York: Touchstone.
- Killeen, T. J., & Portela, R. (Fevereiro de 2010). How the TEEB framework can be applied: The Amazon case. Em P. Kumar, The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Appendix 1.
- Laine, M. (2005). Meanings of the term 'sustainable development' in Finnish corporate disclosure. Accounting Forum, 29(4), pp. 395-413.
- Lentini, M., Pereira, D., Celentano, D., & Pereira, R. (2005). Fatos florestais da Amazônia. Belém: Imazon.
- Loureiro, V. R. (2009). A Amazônia no século XXI: Novas formas de desenvolvimento. São Paulo, SP, Brasil: Empório do Livro.
- Meillón, S. (2008). Geospatial Intelligence and Geospatial Information Systems. Monterey, CA: NPS - Naval Postgraduation School.
- Mendes, G. A., & Pereira, C. d. (2018). Do Trabalho Escravo Contemporâneo na Amazônia Brasileira: Um Reflexo das Políticas de Urbanização. Em B. S. Costa, Anais do "V Congresso Internacional de Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Pan-Amazônia Integrar e Proteger" e do "I Congresso da Rede Pan-Amazônia". (pp. 226-243). Belo Horizonte : Dom Helder.
- Miller, S. J. (2015). Excel Program to test for Benfordness. Recuperado a partir de: [https://web.williams.edu/Mathematics/sjmillier/public\\_html/benford/chapter01/MillerNigrini\\_ExcelBenfordTester\\_Ver401.xlsx](https://web.williams.edu/Mathematics/sjmillier/public_html/benford/chapter01/MillerNigrini_ExcelBenfordTester_Ver401.xlsx) [02 de janeiro de 2019].
- Mil Madeiras. (2018). Projeto do Plano de Manejo da Mil Madeiras.
- Ministério do Meio Ambiente. (2004). Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal. . Grupo Permanente de Trabalho Interministerial Para a Redução dos Índices de Desmatamento da Amazônia Legal. Brasília: MMA.

- Ministério Público do Trabalho. (10 de Maio de 2019). Observatório da Erradicação do Trabalho Escravo e do Tráfico de Pessoas. Recuperado a partir de: <https://smartlabbr.org/trabalhoescravo> [02 de janeiro de 2019].
- Monteiro, A., & Souza Jr., C. (2006). Imagens de satélite para avaliar planos de manejo florestal. Imazon, Belém.
- Monteiro, A., & Souza Jr., C. (2009). Fotografias hemisféricas para validar o monitoramento da qualidade do manejo florestal na Amazônia Legal. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril, INPE, p. 6013-6020. (pp. 6013-6020.). Natal, Brasil, 25-30 abril: INPE.
- Museu do Índio. (2019). Tribos Isoladas da Amazônia. Recuperado a partir de: <https://www.museudoindio.org.br/tribos-isoladas-da-amazonia/> [02 de janeiro de 2019].
- National Geospatial-Intelligence Agency. (2006). National System for Geospatial Intelligence (GEOINT) Basic Doctrine. Springfield, VA: National Geospatial-Intelligence Agency. Recuperado a partir de: [www.fas.org/irp/agency/nga/doctrine.pdf](http://www.fas.org/irp/agency/nga/doctrine.pdf) [20 de janeiro de 2018].
- Newcomb, S. (1881). Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers. American Journal of Mathematics, 4(1), 39-40. Recuperado a partir de: <http://www.uvm.edu/pdodds/files/papers/others/1881/newcomb1881a.pdf> [04 de fevereiro de 2019].
- Nigrini, M. (1996). A taxpayer compliance application of Benford's law. Journal of the American Taxation Association, 1, pp. 72-91.
- Pantoja, N. V., Higuchi, N., & d' Oliveira, M. N. (2017). Detecção da exploração madeireira a partir de imagens Landsat e dados LiDAR no Sudoeste da Amazônia. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos, 28-31 de maio.
- Parent, P. J. (1988). Geographic Information System: Evolution, Academic Involvement and Issues Arising from Proliferation of Information. Dissertação de Mestrado. University of California: Santa Barbara.
- Perazzoni, F. (2009). Criminalidade Ambiental Organizada: o desmate ilegal em Mato Grosso. São Paulo: Fórum Nacional de Segurança Pública.
- Perazzoni, F. (2014). Geointeligência no Combate ao Desmatamento ilegal na Amazônia: Polícia Federal e Sistemas de Informação Geográfica. Porto Alegre: Nuria Fabris.
- Perazzoni, F. (2018). Amazonia, Organized Crime and Illegal Deforestation: Best Practices for the Protection of the Brazilian Amazon. Em M. Ungar, The 21st Century Fight for the Amazon: Environmental Enforcement in the World's Biggest Rainforest. (pp. 21-56.). Nova Iorque: Palgrave Macmillan.
- Pereira, B. M. (Jan/Jun de 2017). Uso de Geointeligência como ferramenta de investigação, pela Polícia Federal, nos crimes de desmatamento. Revista Brasileira de Ciências Policiais, 8, pp. 63-97.

- Pereira, M., Panjer, M., Greenberg, T. S., & Magrath, W. B. (2011). Justice for Forests: Improving Criminal Justice Efforts to Combat Illegal Logging. Washington, DC: The World Bank.
- Pinage, E. R., & Matricardi, E. T. (2015). Detecção da Infraestrutura para Exploração Florestal em Rondônia Utilizando Dados de Sensoriamento Remoto. *Floresta e Ambiente*, 22(3), 377-390.
- Plaza, J., Plaza, A., Valencia, D., & Paz, A. (2009). Massively Parallel Processing of Remotely Sensed Hyperspectral Images. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering.*, 7455.
- Polícia Federal. (2019). Sítio eletrônico do Departamento de Polícia Federal (PF). Recuperado a partir de: <http://www.dpf.gov.br> [20 de janeiro de 2019].
- Polícia Federal. (2012). Curso de Combate a Crimes Contra a Flora. Divisão de Repressão aos Crimes Ambientais e Contra o Patrimônio Histórico. Brasília: Academia Nacional de Polícia.
- Pontes, R. V., Noronha, M. C., & Pontes, K. R. (2015). Desflorestamento no sul do Amazonas: embate entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. *American Research Thoughts*, 1(7), pp. 1551-1570.
- Portela, R. G. (2004). Integrated ecological economic modeling of ecosystem services from the Brazilian amazon rainforest. Maryland, Estados Unidos da América. Recuperado a partir de: <https://pdfs.semanticscholar.org/e917/425262b300d301d1d4e5daed63e835569f30.pdf> [12 de dezembro de 2018].
- Precious Woods. (2019). Sítio eletrônico da Precious Woods. Recuperado a partir de: <https://www.preciouswoods.com> [03 de março de 2019].
- Putz, F. E. (2005). Você é um conservacionista ou um defensor da exploração madeireira? Em D. J. Zarin, J. R. Alavalapati, F. E. Putz, & M. Schmink, ZARIN, Daniel J. ; ALAVALAPATI, Janaki R.R.; PUTZS Francis E. & SCHMINK, Marianne. (orgs.) *As Florestas Produtivas nos Neotrópicos. Conservação por meio do Manejo Sustentável?* São Paulo: Peirópolis/IIEB.
- Putz, F. E., Sirot, L. K., & Pinard, M. A. (2001). Tropical forest management and wildlife: silvicultural effects on forest structure, fruit production, and locomotion of non-volant arboreal animals. Em R. Fimbel, A. Grajal, & J. Robinson, *The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Managed Tropical Forests*. Nova Iorque: Columbia University Press.
- Revista da Madeira. (2001). Exploração Madeireira na Amazônia: Situação Atual e Perspectivas. *Remade*(61). Recuperado a partir de: [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=55](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=55) [02 de fevereiro de 2019].
- Rodrigues, A. R., & Balmford, A. (2009). Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. *Science*(324), 1435-1437. Recuperado a partir de: <http://science.sciencemag.org/content/324/5933/1> [12 de abril de 2019].

- Rouse, J. W., Haas, R. H., Shell, J. A., & Deering, D. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. *Earth Resources Technology Satellite Symposium*, (pp. 309-317.). Washington.
- Santos, J., Souza, C. S., Silva, R. P., Pinto, A. M., Lima, A. N., & Higuchi, N. (2012). Amazônia: características e potencialidades . Em M. I. Higuchi, & N. Higuchi (Eds.), *A Floresta Amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental* (2ª ed., p. 424). Manaus, AM: s/n.
- Schneider, R., Arima, E., Veríssimo, A., Barreto, P., & Souza Jr., C. (2000). *Amazônia sustentável: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural*. Belém: Imazon e Banco Mundial.
- Secretaria de Fazenda do Estado do Amazonas. (2019). Sítio eletrônico da SEFAZ-AM. Recuperado a partir de: <http://www.sefaz.am.gov.br> [12 de fevereiro de 2019].
- Secretaria de Trabalho do Ministério da Economia. (2019). Sítio eletrônico da STME. Recuperado a partir de: <http://www.trabalho.gov.br> [12 de fevereiro de 2019].
- Shimabukuro, Y. E. (1987). Shade images derived from linear mixing models of multispectral measurements of forested areas. Fort Collins.
- Silva, A. B. (2003). *Sistemas de Informações Georreferenciadas: Conceitos e Fundamentos*. Campinas: Unicamp.
- Silva, M. A. (2003). Economia dos recursos naturais. Em P. H. May, M. C. Lustosa, & V. Vinha, *Economia do Meio Ambiente* (pp. 33-60). Rio de Janeiro: Elsevier .
- Silva, Z. A. (2015). Raio Econômico como um Indicativo para a Definição de Concessões Florestais: um Estudo de Caso no Estado do Acre. Brasília-DF: II Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal.
- Souza Jr., C., & Barreto, P. (2000). An alternative approach for detecting and monitoring selective logged forests in the Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 21, pp. 173-179.
- Stone, T., & Lefebvre, P. (1998). Using multi-temporal satellite data to evaluate selective logging in Para, Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 2517-2526.
- Théry, H., Mello, N. A., Hato, J., & Girardi, E. P. (2009). *Atlas do Trabalho Escravo no Brasil*. São Paulo: Amigos da Terra.
- Tobler, W. R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46 (Supplement), pp. 234-240.
- Tobler, W. R. (1999). Linear pycnophylatic reallocation - comment on a paper by D. Martin. *International Journal of Geographical Information Science*, pp. 85–90.
- Trennepohl, C., & Trennepohl, T. (2018). *Licenciamento Ambiental* (7ª ed.). São Paulo: Revista dos Tribunais.
- United Nations Office on Drugs and Crime. (2011). *Colombia: Coca cultivation survey*. Bogotá: UNODC.

Waiselfisz, J. J. (2006). Mapa da Violência dos Municípios Brasileiros. Brasília: OEI.

Wikimedia. (2019). Original map made by John Snow in 1854. Recuperado a partir de: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Snow-cholera-map-1.jpg> [20 de março de 2019].