



**EXTRAÇÃO SELETIVA E PRODUÇÃO DE MADEIRA NATIVA  
NO ESTADO DE MATO GROSSO**

**MARIANA SOARES MORETTI**

**TESE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**EXTRAÇÃO SELETIVA E PRODUÇÃO DE MADEIRA NATIVA NO  
ESTADO DE MATO GROSSO**

MARIANA SOARES MORETTI

ORIENTADOR: Profº Drº ERALDO A. T. MATRICARDI

DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**BRASÍLIA/DF: 30 DE JULHO DE 2018**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

“EXTRAÇÃO SELETIVA E PRODUÇÃO DE MADEIRA NATIVA NO  
ESTADO DE MATO GROSSO”

MARIANA SOARES MORETTI

TESE DE DOUTORADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.

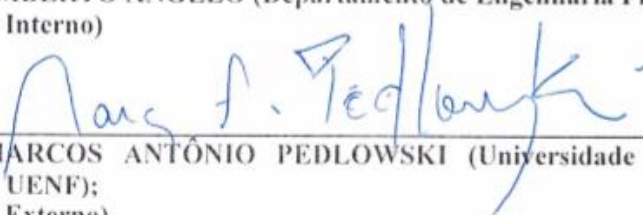
APROVADA POR:



Prof. Dr. ERALDO APARECIDO TRONDOLI MATRICARDI (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);  
(Orientador)



Prof. Dr. HUMBERTO ANGELO (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);  
(Examinador Interno)



Prof. Dr. MARCOS ANTÔNIO PEDLOWSKI (Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF);  
(Examinador Externo)



Prof. Dr. NILSON CLEMENTINO FERREIRA (Universidade Federal do Goiás – UFG);  
(Examinador Externo)

Prof. Dr. EDER MIGUEL PEREIRA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB).  
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 30 de julho de 2018.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Se Soares Moretti, Mariana  
Extração seletiva e produção de madeira nativa no estado de Mato Grosso / Mariana Soares Moretti; orientador Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi. -- Brasília, 2018.  
151 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências Florestais) -- Universidade de Brasília, 2018.

1. Extração seletiva. 2. Setor florestal. 3. Geoprocessamento. 4. Exploração ilegal de madeira. 5. Mato Grosso. I. Aparecido Trondoli Matricardi, Eraldo, orient. II. Título.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MORETTI, M. S. (2018). Extração seletiva e produção de madeira nativa no estado de Mato Grosso. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.TD-095/2018. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 151 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Mariana Soares Moretti

TÍTULO: Extração seletiva e produção de madeira nativa no estado de Mato Grosso

GRAU: Doutor

ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Tese de Doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa Tese de Doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito dos autores.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Mariana Soares Moretti

Departamento de Engenharia Florestal (EFL)-FT Universidade de Brasília (UnB)

Campus Darcy Ribeiro

CEP 70919-970-Brasília-DF-Brasil

## AGRADECIMENTOS

É difícil iniciar um agradecimento de um processo tão longo, pois foram tantos os caminhos que é quase impossível agradecer a todos, mas para aqueles não citados, com certeza, meu profundo agradecimento. Início este agradecimento em uma ordem cronológica.

Aos meus pais Rosana Demartine Soares Moretti e Paulo Cesar Moretti, que torceram por mim e acreditaram em todos os momentos de suas vidas que eu conseguiria chegar até aqui.

Ao comitê de seleção da Pós-Graduação que me deu a oportunidade de ingressar no Programa de doutorado em Ciências Florestais da Universidade de Brasília (UnB) e aos colegas de trabalho da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, por me liberarem do horário para que pudesse estar finalizando o doutorado e pelo material disponibilizado por vocês.

Ao professor, amigo e orientador de doutorado, Dr. Eraldo A. T. Matricardi, pelo incentivo aos estudos e a seguir no meio científico, com certeza, sem você meu caminho teria sido muito diferente. É um professor sempre disposto a trabalhar e ajudar seus alunos, indicando sempre os melhores caminhos para desenvolver a tese e na ajuda com os dados de sensoriamento remoto. Obrigado!

Aos professores doutores da UnB: Eder Miguel Pereira, Humberto Ângelo, Nilson Clementino Ferreira, Marcos Antônio Pedlowski e Reginaldo Sérgio Pereira, que foram de grande importância no meu período como discente, pois me deram grandes oportunidades e desafios que, com certeza, contribuíram muito para aquilo que sou e que sei. Muito obrigado!

Agradeço também a todos os professores que tive a oportunidade de conhecer e aprender ao longo desses 4 anos e meio de doutorado na UnB.

Aos companheiros de estudos da pós-graduação e da graduação em Engenharia Florestal que me ajudaram a desenvolver e formatar a tese, no laboratório de geoprocessamento da Engenharia Florestal.

Por fim, mas não menos importante, a todos os meus amigos e familiares que apoiaram na conclusão da tese de doutorado.

## SUMARIO

LISTA DE SIGLAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE TABELA.....	xiv
LISTA DE APÊNDICES .....	xv
RESUMO GERAL.....	xvi
ABSTRACT .....	xviii
INTRODUÇÃO GERAL .....	20
PROBLEMA DA PESQUISA .....	22
QUESTÕES DE PESQUISA .....	24
JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....	24
HIPÓTESES .....	25
OBJETIVOS.....	26
ESCOPO DA TESE .....	27
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA .....	28
1.1 Histórico da Legislação Florestal no Brasil.....	28
1.1.1 Fase Colonial - 1500 a 1822.....	28
1.1.2 Fase Imperial - 1822 a 1889.....	32
1.1.3 Fase Republicana - 1889 a atualidade.....	32
1.2 Extração Seletiva de Madeiras Nativas .....	40
1.2.1 Manejo Florestal Sustentável .....	42
1.2.2 Manejo Sustentável .....	42
1.2.3 Exploração de Impacto Reduzido ou <i>Reduced Impact Logging</i> (RIL).....	43
1.2.4 Exploração Florestal Convencional .....	43
1.2.5 Desmatamento.....	44
1.2.6 Legalidade/Ilegalidade da Madeira .....	45
1.3 - Setor Florestal.....	49
1.3.1 Produção de madeira no Brasil.....	49
1.3.2 Produção de madeira na Amazônia.....	50
1.4 Síntese do Capítulo 1 .....	53

CAPÍTULO 2 - DINÂMICA DA EXTRAÇÃO SELETIVA DE MADEIRAS NO ESTADO DE MATO GROSSO ENTRE 1992 E 2016 .....	56
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	56
2.1 INTRODUÇÃO .....	57
2.2- MATERIAL E MÉTODOS.....	60
2.2.1 Localização e caracterização da área de estudo .....	60
2.2.2 Base de dados .....	62
2.2.3 Correção das imagens Landsat .....	63
2.2.4 Detecção das florestas impactadas pela extração seletiva de madeiras .....	63
2.2.5 Análise estatística da extração seletiva .....	66
2.2.6 Identificação dos polos madeireiros no estado do Mato Grosso.....	67
2.2.7 Validação e checagem de campo .....	68
2.2.8 Verificação da revisitação das atividades de extração seletiva de madeiras.....	69
2.2.9 Estimativas das áreas líquidas de extração seletiva .....	69
2.2.10 Extração seletiva e desmatamento.....	70
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
2.3.1 Observações e checagem de campo .....	70
2.3.2 Estimativa do desmatamento.....	73
2.3.3 Estimativa das áreas de florestas exploradas seletivamente.....	74
2.3.4 Extração seletiva de madeiras e áreas protegidas.....	77
2.3.5 Incremento médio das florestas exploradas seletivamente .....	81
2.3.6 Análise de <i>hotspots</i> de extração seletiva de madeira no Mato Grosso.....	84
2.3.8 Desmatamento de áreas de florestas exploradas seletivamente .....	88
2.4 CONCLUSÃO .....	89
CAPÍTULO 3 - PRODUÇÃO DE MADEIRA NATIVA EM TORA NO ESTADO DE MATO GROSSO NO PERÍODO DE 2006 A 2016 .....	91
RESUMO.....	91
ABSTRACT.....	92
3.1 INTRODUÇÃO .....	92
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	95
3.2.1 Produção de madeira em tora reportada pela SEMA e pelo IBGE .....	95

3.2.2 Estimativa da produção de madeira em tora com base na área de extração seletiva detectada por satélite .....	96
3.2.3 Estimativa das áreas de exploração legal e ilegal de madeiras nativas em Mato Grosso baseada em dados georreferenciados autorizados pela SEMA.....	97
3.2.4 Análise do comportamento e Tendências.....	98
3.2.5 Cálculo das Taxas de Crescimento.....	100
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101
3.3.1 Estimativa da produção de madeira em tora nativa com base em dados da SEMA e do IBGE.....	101
3.3.2 Estimativa da produção de madeira em tora com base na área de extração seletiva detectada por satélite .....	102
3.3.3 Análise de tendências da produção de madeira nativa em tora estimada no estado de Mato Grosso entre 2006 e 2016.....	109
3.3.4 Análise espacial das áreas de extração seletiva de madeiras nativas (detectadas por satélite e autorizadas oficialmente).....	109
3.3.5 Análise de tendências das áreas de extração seletiva de madeira (detectada por satélite) e autorizadas oficialmente pela SEMA no estado de Mato Grosso entre 2006 e 2016.....	110
3.4 CONCLUSÃO .....	111
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	112
4.1 Estudo no contexto global.....	112
4.2 Revisita das questões de pesquisa.....	113
4.3 Revisita das hipóteses da pesquisa.....	115
4.4 Estudos Futuros.....	116
5 APÊNDICES .....	117
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	128



**LISTA DE SIGLAS**

- AD** - Autorização de desmate
- AEF** - Autorização de Exploração Florestal
- AMF** - Área de Manejo Florestal
- APA** - Área de Proteção Ambiental
- ARIE** - Área de Relevante Interesse Ecológico
- ATPF** - Autorização de Transporte de Produtos Florestais
- AUTEX** - Autorização de Exploração florestal
- C** - Carbono
- CLAS** - *Carnegie Landsat Analysis System*
- CLCF** - Comprovante de Liberação de Crédito Florestal
- CO<sub>2</sub>** - Dióxido de carbono
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CRADAM** - Comissão de Levantamento Radagramétrico da Amazônia
- CRV** - Coeficiente de Rendimento Volumétrico
- DETER** – Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real
- DN** - *Digital number*
- DOF** - Documento de Origem Florestal
- EE** - Estação Ecológica
- ES** - Extração seletiva
- ESEC** - Estações Ecológicas
- ETM+** - *Enhanced Thematic Mapper Plus*
- FAO** - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- FLEG** - *Forest Law Enforcements and Governance Program*
- FLEGT** - *European Union Forest Law Enforcement, Governance and Trade Program*
- FLONA** - Floresta Nacional
- FN** - Floresta Nacional
- GF** - Guia Florestal
- GF1** - Guia Florestal Modelo 1
- GF3** - Guia Florestal Modelo 3
- GPS** - Sistema de Posicionamento Global
- IBAMA** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IBDF** - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

**ICMS** - Imposto sobre Circulação de Mercadoria

**IMA** - Incremento Médio Anual

**INPE** - o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**IPCC** - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

**IV** - Interpretação Visual

**ITTO** - *International Tropical Timber Organization*

**Lidar** - *Light Detection and Ranging*

**Ln** = Logaritmo Natural

**MDF** - *Medium density fiberboard*

**MFS** - Manejo Florestal Sustentável

**MQO** - Mínimos Quadrados Ordinários

**MS** - Manejo Sustentável

**NASA** - *National Aeronautics and Space Administration*

**NDFI** - Normalized Difference Fraction Index

**NTFPs** - *Non-timber forest products*

**ONG** - Organização não Governamental

**OLI** - *Operational Land Imager*

**PA** - Projeto de Assentamento Federal

**PAF** - Projeto de Assentamento Florestal

**PDS** - Projeto de Assentamento de Desenvolvimento Sustentável

**PE** - Parque Estadual

**PEF** - Planos de Exploração Florestal

**PEVS** - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura

**PI** - Produção Ilegal de Madeira

**PL** - Produção Legal de Madeira

**PND** – Plano Nacional de Desenvolvimento

**PMFS** - Planos de Manejo Florestal Sustentável

**PNMA** - Política Nacional do Meio Ambiente

**PPCDam** - Plano de Ação para Prevenção e Combate ao Desmatamento na Amazônia

**PT** - Produção total de madeira

**RDS** - Reserva de Desenvolvimento Sustentável

**RESEC** - Reservas Ecológicas

**RESEX** - Reserva Extrativista

**RIL** – *Reduced Impact logging*

**RPPN** - Reservas Particulares do Patrimônio Natural

**SEMA** - Secretaria de Estado de Meio Ambiente

**SEMA** - Secretaria Especial de Meio Ambiente

**SIMLAM** - Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental

**SISFLORA** - Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais

**SISNAMA** - Sistema Nacional de Meio Ambiente

**SNUC** - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

**SUDAM** - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

**SUDEPE** - Superintendência do Desenvolvimento da Pesca

**SUDHEVEA** - Superintendência da Borracha

**TI** - Terras indígenas

**TM** - *Landsat Thematic Mapper*

**TRFIC** - *Tropical Rain Forest Information Center*

**UC** - Unidades de Conservação

**EU** - União Européia

**UnB** - Universidade Brasília

**UPA** - Unidade de Produção Anual

**USGS** - Serviço Geológico Americano

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Desmatamento na Amazônia Legal no período de 2004 e 2017. ....	44
<b>Figura 2</b> - Órbita e Ponto dos satélites Landsat 5 e 8 apresentando evidências de impactos florestais causados pela atividade de extração seletiva de madeiras em Mato Grosso no período de 1992 e 2016. ....	61
<b>Figura 3</b> - Processamento para correção das imagens do satélite Landsat, sensores TM e OLI com evidência de extração seletiva em Mato Grosso. O processamento consistiu na correção radiométrica e geométrica das imagens. ....	63
<b>Figura 4</b> - Extração seletiva e perfil espacial demonstrando o brilho do pixel aprimorado pelo algoritmo textura (variância) no canal infravermelho. Os valores de pixels derivados da imagem textura variaram entre 15 e 120 na cena 226/068, o qual realçou os pátios de estocagem e as estradas (b) em Mato Grosso. ....	64
<b>Figura 5</b> - Composição dos canais do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho distante, destacando os polígonos com extração seletiva. Realce dos pátios de estocagem na cena 226/068 do satélite Landsat (à esquerda). Demonstração da união do polígono da interpretação visual com o <i>buffer</i> gerado a partir da imagem textura ao redor dos pátios de estocagem (à direita). ....	65
<b>Figura 6</b> - Localização das áreas de extração seletiva nos municípios de Alta Floresta, Apiacás, Nova Monte Verde, Nova Bandeirantes e Paranaíta, no estado de Mato Grosso e percurso (em azul) utilizado para visitas e checagem em campo em 2017. ....	68
<b>Figura 7</b> - Manejo Florestal 2016/2017 no município de Paranaíta, Mato Grosso: Pátio de estocagem e estrada (ambos com 32 x 21 m) (A), ramal de arraste (3,5 m de largura) com material vegetal verde (B). Manejo Florestal 2015/2016 no município de Nova Bandeirantes: Medição da largura da estrada (3,50 m) (C), estrada com regeneração natural com <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake (D), toco abatido com regeneração natural (E) e local de queda da árvore (F). ....	71
<b>Figura 8</b> - Manejo Florestal 2014 no município de Nova Monte Verde: Dossel florestal visível na estrada (A), regeneração natural em estado avançado (B) e toco abatido (C). ...	72
<b>Figura 9</b> - Distribuição espacial das florestas exploradas seletivamente no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016. ....	76
<b>Figura 10</b> - Área total de extração seletiva de madeiras detectadas dentro de Unidades de Conservação no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016. ....	78

<b>Figura 11</b> - Área total de extração seletiva (km <sup>2</sup> ) localizada em terras indígenas, no estado de Mato Grosso no período de 1992 a 2016. ....	80
<b>Figura 12</b> - Área total de extração seletiva (km <sup>2</sup> ) localizada em Assentamento Rural, Mato Grosso no período de 1992 a 2016. ....	81
<b>Figura 13</b> - Incremento de áreas de extração seletiva localizadas em Mato Grosso em 1992, 1996, 1999, 2003, 2006, 2014 e 2016. ....	82
<b>Figura 14</b> - Produção de madeira em tora (m <sup>3</sup> ) em Mato Grosso e na Amazônia legal no período de 1992 a 2016. ....	83
<b>Figura 15</b> - Distribuição espacial de <i>Hotspots</i> de florestas exploradas seletivamente no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016. ....	85
<b>Figura 16</b> - Produção Total (PT), Produção Legal (PL) e Produção Ilegal (PI) em Mato Grosso entre 2006 e 2006, estimadas a partir da área de florestas exploradas seletivamente detectadas usando imagens de satélites e três intensidades de exploração: 27,14 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	104
<b>Figura 17</b> – Número índice da produção de madeiras: Porcentagem da Produção Total (PT), % da Produção Legal (PL) e % da Produção Ilegal (PI) em Mato Grosso entre 2006 e 2016, estimadas a partir da área de florestas exploradas seletivamente detectadas usando imagens de satélites e intensidade de exploração: 27,14 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	105
<b>Figura 18</b> - Fluxo das atividades de extração seletiva de madeiras nativas (legal e ilegal) baseada na área de extração seletiva detectada por satélite e na madeira transportada e reportada pela SEMA proveniente de manejo ou desmatamento em Mato Grosso. ....	106

**LISTA DE TABELA**

<b>Tabela 1</b> - Dados geográficos utilizados nesta pesquisa para detecção de florestas exploradas seletivamente no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016. ....	62
<b>Tabela 2</b> - Florestas nativas e desmatamento anual entre 1992 e 2016 no estado de Mato Grosso. ....	73
<b>Tabela 3</b> - Área total de extração seletiva localizada em Mato Grosso entre 1992 e 2016.	74
<b>Tabela 4</b> - Áreas de extração seletiva (km <sup>2</sup> ) recorrentes ou persistentes localizadas em Mato Grosso nos anos de 1996, 1999, 2003, 2006, 2010, 2014 e 2016. ....	87
<b>Tabela 5</b> – Dados vetoriais ( <i>shapefiles</i> ) utilizados para detecção de florestas exploradas seletivamente em Mato Grosso. ....	97
<b>Tabela 6</b> - Critérios para classificação das áreas de extração seletiva em "legal" e extração seletiva "ilegal" em Mato Grosso no período de 2006 a 2016. ....	98
<b>Tabela 7</b> - Produção de madeira em tora (m <sup>3</sup> ) registrada pelo SISFLORA e estimada pelo IBGE em Mato Grosso no período entre 2006 e 2016. ....	102
<b>Tabela 8</b> - Parâmetros da regressão e taxa de crescimento anual referente a produção total, a produção legal e a produção ilegal em Mato Grosso entre 2006 a 2016. ....	109
<b>Tabela 9</b> - Área de extração seletiva detectada por imagens de satélite Landsat com autorização de exploração florestal válida (extração legal) e vencida (extração ilegal) em Mato Grosso, entre 2006 a 2016. ....	110
<b>Tabela 10</b> - Parâmetros da regressão e taxa de crescimento anual referente a área de extração seletiva total, legal e ilegal em Mato Grosso entre 2006 a 2016. ....	111

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice A</b> - Pontos, órbitas e data das imagens do satélite Landsat em Mato Grosso nos anos de 2003, 2006, 2010, 2014 e 2016. ....	117
<b>Apêndice B</b> - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 1992 e 1996. ....	118
<b>Apêndice C</b> - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 1999 e 2003. ....	119
<b>Apêndice D</b> - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 2006 e 2010. ....	120
<b>Apêndice E</b> - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 2014 e 2016. ....	121
<b>Apêndice F</b> - Áreas protegidas existentes no estado de Mato Grosso até 2016 .....	122
<b>Apêndice G</b> - Incremento da área de extração seletiva (km <sup>2</sup> ) desmatada para o Estado de Mato Grosso no período de 1992 a 2016.....	123
<b>Apêndice H</b> - Área de extração seletiva que foi desmatada nos anos posteriores a exploração (km <sup>2</sup> ) em Mato Grosso no período de 1992 a 2016. ....	125
<b>Apêndice I</b> - Área de extração seletiva total e extração seletiva líquida (km <sup>2</sup> ) mapeada para o estado de Mato Grosso no período de 1992 a 2016.....	126
<b>Apêndice J</b> - Produção de madeira total (tora) estimada em 27,14 m <sup>3</sup> /ha e sua respectiva produção ilegal e produção legal em Mato Grosso no período de 2006 a 2016.....	127

## RESUMO GERAL

A extração seletiva de madeiras tropicais é responsável por vários impactos nas florestas, aumentando a degradação e fragmentação florestal, a susceptibilidade da floresta ao fogo e reduzindo a biodiversidade. Esses impactos podem ser ainda maiores quando a extração de madeiras é feita de forma ilegal e sem planejamento técnico adequado. O objetivo do presente estudo foi entender a dinâmica espaço-temporal da degradação causada pela extração seletiva e a produção de madeiras (legal e ilegal) no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016, utilizando dados de satélite e georreferenciados. Para isso, foi conduzida a interpretação visual de imagens de satélite, combinada com a classificação semiautomática utilizando o algoritmo textura, para detectar florestas impactadas por atividades de extração seletiva de madeiras no estado de Mato Grosso. A partir da área de florestas exploradas seletivamente detectadas por satélite, foi estimada a produção de madeira (legal e ilegal) para o estado do Mato Grosso entre 2006 e 2016, assumindo média de intensidade de exploração de  $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para produção das florestas nativas. Nesse caso, a produção ilegal foi estimada pela diferença entre a produção total e da produção legal. Também foram sobrepostas as áreas de extração seletiva mapeadas nas imagens de satélite com os polígonos das áreas autorizadas para exploração florestal pelo órgão ambiental estadual (SEMA) e verificados os dados oficiais (IBGE e SEMA) de produção de madeiras nativas no Estado. Foi analisada também a tendência de crescimento da produção de madeira nativa utilizando modelos semilogarítmicos e taxa de crescimento anual. As áreas de extração seletiva que não apresentaram autorização de exploração válida e estavam localizadas dentro de unidades de conservação e terras indígenas foram consideradas como ilegais. Com base nos resultados deste estudo, estimou-se que foram explorados seletivamente  $41.926 \text{ km}^2$  de florestas nativas entre 1992 e 2016 no estado do Mato Grosso, uma média de  $1.747 \text{ km}^2 \cdot \text{ano}^{-1}$ . As florestas exploradas seletivamente estavam localizadas predominantemente na microrregião de Sinop durante a década de 1990. Nos anos 2000, a exploração florestal se expandiu para toda a mesorregião Norte (Sinop, Aripuanã, Alta Floresta, Marcelândia e Juína) e, a partir de 2010, vem se expandindo para a microrregião de Aripuanã e Colíder, no Noroeste do estado de Mato Grosso. As áreas de florestas exploradas seletivamente dentro de Unidades de Conservação aumentaram de  $6,4 \text{ km}^2$  em 1992 para  $234,4 \text{ km}^2$  em 2016. De acordo com a série de dados analisado entre 2006 e 2016, a taxa de produção de madeira em tora apresentou tendência significativa (com  $\alpha = 0.95$ ) de crescimento (total e ilegal) (8,53% a.a e 14,77% a.a). A ilegalidade da



produção de madeira em tora estimada foi de 49% da produção total de madeiras no Estado assumindo a produtividade média das florestas de  $27,14 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  de madeira em tora, respectivamente. A partir da sobreposição das áreas de extração seletiva autorizadas pelo órgão ambiental estadual ( $17.329 \text{ km}^2$ ) com as áreas de extração seletiva detectadas por satélite ( $33.272 \text{ km}^2$ ), estima-se que  $15.904 \text{ km}^2$  (48%) foram explorados sem autorização e  $1.734 \text{ km}^2$  foram autorizados e não explorados (área de extração seletiva não detectada por satélite) entre 2006 e 2016 no estado do Mato Grosso. A ilegalidade da exploração e comercialização de madeiras nativas é prejudicial ao meio ambiente e à sociedade, reduzindo investimentos no setor por falta de garantias de sustentabilidade e, com isso, pode levar ao colapso num futuro breve este setor de produção econômica no estado de Mato Grosso.

**Palavras chaves:** Extração seletiva. Setor florestal. Áreas protegidas. Geoprocessamento. Exploração ilegal de madeiras. Mato Grosso.

## ABSTRACT

The tropical selective logging is responsible for several forest impacts that increase forest degradation and fragmentation, forest susceptibility to fires, and reduce biodiversity. Those impacts can be even greater when selective logging activities occur illegally and without proper technical planning. This study intended to better understand the spatio-temporal dynamics of forest degradation caused by selective logging activities and timber production (legal and illegal) in the state of Mato Grosso between 1992 and 2016 by using remotely sensed and georeferenced data. Visual interpretation of satellite imagery combined with a semi-automatic technique using a texture algorithm were applied to detect forests impacted by selective logging activities in the state of Mato Grosso. The timber production (legal and illegal) in the state of Mato Grosso between 2006 and 2016 was estimated based on the area of selectively logged forests detected using satellite imagery and by assuming an average exploitation intensity of  $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  of native forest productivity. In this case, illegal production was estimated by estimating the difference between total production and legal production. I also overlapped all selectively logged forests detected using remotely sensed data with polygons of forest management plans properly approved by the State Environmental Agency (SEMA) and compared to the official data (IBGE and SEMA) of native timber production and the destination of processed timber harvested in that State. Also, I analyzed the growth trend of native timber production using semi-logarithmic models and annual growth rate. The selectively logged forests detected that did not have a valid authorization or license to be logged and those that were located within conservation units and indigenous lands were considered illegal logging. Based on this study results, I estimated that  $41.926 \text{ km}^2$  of native forests had been selectively logged between 1992 and 2016 in the state of Mato Grosso, an average of  $1.747 \text{ km}^2 \cdot \text{year}^{-1}$ . During the 1990s, most of selectively logged forests were spatially located within the microregion of Sinop. During the 2000s, the selective logging activities expanded to the entire Northern Mato Grosso (Sinop, Aripuanã, Alta Forest, Marcelândia and Juína) and, during the 2010s, selective logging have expanded into the microregion of Aripuanã and Colíder, Northwestern Mato Grosso. Selectively logged forests within protected areas increased from  $6.4 \text{ km}^2$  to  $234.4 \text{ km}^2$  in 2016. The timber production data series analyzed between 2006 and 2016 did show a significant growth (at  $\alpha= 0.95$ ) trend (total and legal) (8,53% p.a to 14,77% p.a.). The illegal logging activities reached 49% of total timber production in that State by assuming the average of logging intensity of 27,14

$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  of round wood, respectively. By overlapping those legal (licensed) forest areas ( $17,329 \text{ km}^2$ ) for selective logging activities by the State Environmental Agency with selectively logged forests detected using remotely sensed data ( $33,272 \text{ km}^2$ ), I estimated that  $15,904 \text{ km}^2$  (48%) had been illegally logged and  $1.734 \text{ km}^2$  had been licensed but not selectively logged between 2006 and 2016 in the state of Mato Grosso. The illegal logging and timber business of tropical timber can severely impact the environment and society by reducing investments in the forestry sector and increasing uncertainties of sustainability and, therefore, can lead to a collapse of this economic sector in the state of Mato Grosso shortly.

**Keywords:** Selective logging. Forestry sector. Protected area. Geoprocessing. Illegal Logging. Mato Grosso.

## INTRODUÇÃO GERAL

As ações antrópicas apresentam problemas ambientais como a perda da área florestal, principalmente na América do Sul e na África. Até 2015, a perda líquida mundial de florestas foi de aproximadamente 129 milhões de hectares, semelhante a área aproximada da África do Sul (FAO, 2015). Neste contexto, as florestas tropicais da Amazônia estão em risco iminente de degradação florestal causada pela construção de empreendimentos industriais, extração mineral (NASCIMENTO; HAZEU, 2015), construção de hidrelétricas (ESCOBAR; PIMENTEL; TELLO, 2017) e atividades de extração seletiva e desmatamento com a substituição da cobertura natural pela pecuária extensiva e agricultura (NEPSTAD et al., 2009; IBGE, 2011, 2018)

As florestas da Amazônia brasileira apresentam importância ecológica por abrigar 1/3 das florestas tropicais remanescentes do mundo (ANWAR; STEIN, 2012), possuir a mais elevada biodiversidade e maior banco genético. Além disso, possui 1/5 da disponibilidade mundial de água potável (IBGE, 2011).

A indústria madeireira é um propulsor econômico, responsável por gerar lucros, empregos, além de apresentar potencial como fonte renovável para a Amazônia Legal (ASNER et al., 2009a), uma vez que a floresta se regenera de acordo com a intensidade de extração seletiva e do tempo de extrações subsequentes na área. O estado do Mato Grosso foi considerado o segundo maior produtor de madeira nativa da Amazônia Legal, inferior apenas ao estado do Pará em 2016 (IBGE, 2018). A produção de madeira de madeira estimada no mercado externo foi de 148.861 m<sup>3</sup> em 2015 no mercado externo (FIEMT, 2017), de 3.155.205,42 no mercado doméstico (SEMA, 2018) e a produção de madeira em tora foi de 3.324.051 m<sup>3</sup> em 2016 (IBGE, 2018).

A extração seletiva envolve a extração de árvores de maior valor comercial da floresta, os pátios de estocagem de madeira, a construção de estradas e a manutenção de algumas árvores maduras para produção de sementes após a atividade de extração, além disso, mantém-se a estrutura da floresta em pé (DING et al., 2017). Ao contrário da extração seletiva, no desmatamento é extraído todas as árvores da floresta (PUTZ et al., 2012). A extração seletiva apresenta vantagens ambientais ao ser comparada com alternativas de uso da terra como a agricultura e pecuária. A extração seletiva altera em menor grau a composição das espécies, a estrutura e nível de perturbação das florestas, pois a floresta se regenera após a exploração (FELTON et al., 2013). Além disso, o

desmatamento e a queima da biomassa emitem maior nível de gases do efeito estufa, aerossóis na atmosfera e aumenta o efeito das mudanças climáticas naturais (MARENCO et al., 2011; NUMATA et al., 2011). Por isso, é importante essa oportunidade para garantir que o manejo florestal sustentável seja colocadas em prática (FELTON et al., 2013).

Entretanto, a extração seletiva causa danos substanciais à biodiversidade (LAURANCE; USECHE; JULIO RENDEIRO, 2012) e ao solo, aumenta a vulnerabilidade da floresta a ocorrência de fogo (NEPSTAD et al., 1999; ASNER et al., 2005; SOUZA JUNIOR; ROBERTS; COCHRANE, 2005) e a perda do estoque de carbono (TRITSCH et al., 2016). Estima-se que a extração ilegal de madeira causa danos ainda maiores na floresta comparados com a extração legal (POKORNY; ADAMS, 2003; SPATHELF; MATTOS; BOTOSSO, 2004).

Além disso, a extração seletiva ilegal é responsável pelo aumento da violência na área rural (UHL; BUSCHBACHER, 1985; CELENTANO et al., 2018). Alguns conflitos ocorrem entre proprietários de terra e populações tradicionais (extrativistas, ribeirinhos e entre outros) e populações indígenas. Por exemplo, os indígenas da TI Alto do Rio Guamá e do Mosaico do estado do Pará denunciaram a extração ilegal e a redução dramática das toras de grande porte nas suas terras (CELENTANO et al., 2018).

Atualmente, a produção de madeira tropical está diminuindo devido a ilegalidade e a imagem negativa da atividade madeireira no comércio nacional e internacional, além da substituição da madeira utilizada na construção civil por materiais alternativos como madeira de reflorestamento (KLOCZKO et al., 2017), ferro (ALMEIDA et al., 2009) e plástico (ALMEIDA et al., 2009). A justificativa para este tipo de substituição é que os outros produtos são econômica e ecologicamente mais vantajosos do que a madeira. No entanto esses podem ser fabricados à base de madeiras nativas transformadas ilegalmente em carvão, ou que utilizam fontes fósseis e poluentes como matéria-prima ou são gerados ao custo de abertura de áreas de mineração. Assim, a estratégia contra a ilegalidade não é substituir a madeira nativa por materiais alternativos, e sim estimular o uso do produto amazônico com garantia de origem (ADEODATO et al., 2011).

A literatura científica sobre o setor florestal está restrita a estudos científicos que analisaram a percepção do empresariado em relação ao manejo florestal (ÂNGELO; SILVA; SILVA, 2004; ANGELO et al., 2014), a regulamentação da exploração florestal e comercialização de madeira serrada nativa em Mato Grosso (RIBEIRO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2016). Outros trabalhos foram conduzidos por ONG (Organização Não Governamental) e caracterizados por metodologias diferenciadas do INPE (SANTOS;

MARIN, 2016) como o uso do algoritmo denominado *Normalized difference Fraction Index* (NDFI) para detectar áreas com evidências de degradação florestal. Em contrapartida o INPE aplica métodos de realces de contraste para detectar evidências de extração seletiva (INPE, 2015). Além disso, há vários trabalhos acadêmicos e relatórios técnicos produzidos por Órgãos Ambientais (SEMA, IBAMA, Serviço Florestal Brasileiro e entre outros).

Dessa forma, a proposta desta pesquisa consistiu na condução de análises detalhadas das áreas de florestas exploradas seletivamente no estado do Mato Grosso em uma série temporal de 24 anos (1992 a 2016), para verificar tendências espaciais e temporais do setor florestal. Complementarmente, estimou-se a exploração florestal legal e ilegal com base em dados observados em imagens de satélites e da produção florestal no estado do Mato Grosso. Os resultados deste estudo contribuem para o planejamento e definição de estratégias e política pública para o desenvolvimento do setor florestal no Mato Grosso, especialmente aquelas voltadas ao setor de madeiras nativas, para evitar o cenário tendencial de “*boom and colapse*” florestal observado em diversas regiões do arco do desmatamento na Amazônia. Os resultados do mapeamento da extração seletiva poderão contribuir com estudos de mudanças climáticas e estimativas de emissões de gases do efeito estufa, incluindo detalhes relacionados ao uso e cobertura do solo.

## **PROBLEMA DA PESQUISA**

A atividade madeireira possui grande destaque no Mato Grosso, pois gera emprego e renda. Somente em 2016 foram gerados 5.953 empregos (CIPEM, 2015). A extração seletiva de espécies florestais é sustentável quando é executada com planejamento para garantir para as futuras gerações benefícios econômicos, sociais e ambientais (RODRIGUES; RIPPEL, 2015). Outro instrumento de mercado que ainda garante a sustentabilidade é a certificação florestal, o qual induz beneficemente as empresas/associações a cumprirem as legislações pertinentes às suas atividades e a assumir suas responsabilidades legais e sociais (BASSO et al., 2011). Além disso, a certificação é voluntária e atesta a origem da matéria-prima, permitindo o recebimento de um prêmio, "selo" ou documento que comprova a origem da madeira ambientalmente correta, economicamente viável e socialmente justa para o mercado consumidor (AULD; GULBRANDSEN; MCDERMOTT, 2008; BASSO et al., 2012).

Apesar disso, a degradação por extração seletiva é considerada um problema ambiental na Amazônia, sendo responsável por danos físicos e biológicos às florestas (NEPSTAD et al., 1999; ASNER et al., 2005; ASNER et al., 2006) e aumento da emissão de gases do efeito estufa (LAWSON, 2010). A extração seletiva de madeiras aumenta a vulnerabilidade da floresta ao fogo e é considerada a precursora do desmatamento na Amazônia (ASNER et al., 2005; SOUZA JUNIOR; ROBERTS; COCHRANE, 2005; MATRICARDI et al., 2013). O mapeamento das áreas de florestas exploradas seletivamente, principalmente as explorações ilegais, é fundamental para o entendimento da dinâmica da degradação florestal em Mato Grosso. Vários estudos de casos têm sido conduzidos na Amazônia para detectar as áreas de extração seletiva de madeira na Amazônia. Alguns estudos (WATRIN; ROCHA, 1992; STONE; LEFEBVRE, 1998; NEPSTAD et al., 1999; SOUZA; BARRETO, 2000; ASNER et al., 2005; MATRICARDI et al., 2005; MATRICARDI et al., 2007; MATRICARDI et al., 2013; SOUZA JUNIOR et al., 2013; ANDERSEN et al., 2014; GRECCHI et al., 2017; COSTA et al., 2018) foram conduzidos de forma mais ampla para toda a região, porém foram limitados na escala temporal. Portanto, esta tese busca entender e diminuir esses gargalos de forma mais específica para o estado de Mato Grosso.

A extração ilegal de madeiras impacta em maior intensidade e extensão as florestas nativas quando comparada com a extração legal, pois é realizada de maneira predatória, comprometendo a sustentabilidade florestal (ROMA; ANDRADE, 2013). Em geral o preço da madeira extraída ilegalmente apresenta menor preço em comparação com a madeira extraída de áreas manejadas na Amazônia (SANTANA et al., 2012). Parte da produção ilegal atende ao mercado doméstico de madeira oriunda da exploração madeireira artesanal (não industrial) ou pequenas áreas de concessão em pequena escala (LAWSON, 2010), sendo praticada em toda a Amazônia Brasileira. Estima-se que a produção ilegal contribuiu com 67,5% da produção total de madeiras nativas da Amazônia entre 1996 e 1997 (SUCUPIRA, 2002), e variou entre 22% a 35% em 2010 (LAWSON, 2010). Com isso, o mercado fica saturado de créditos florestais fictícios, o preço da tora diminui para um terço do que era praticado, causando desorganização e inversão de valores no setor florestal. Alguns madeireiros são obrigados a comercializar créditos florestais ilegais de transportadores de madeira. Os madeireiros sonegam vários tributos e vendem a madeira a custo reduzido, pois não utilizam técnicas adequadas de manejo e operação (SABOGAL et al., 2006).

## QUESTÕES DE PESQUISA

Diante da problemática exposta anteriormente, o presente estudo foi norteado pelas seguintes questões:

- 1) Qual a dinâmica espaço-temporal da extração seletiva de madeiras? Será que essas áreas foram precursoras do desmatamento no período (1992 a 2016) e área de estudo (Mato Grosso)?
- 2) Qual a estimativa e a tendência da extração seletiva de madeira ilegal no estado do Mato Grosso?

## JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A extração seletiva é uma atividade econômica de grande importância na atualidade. Entre 1990 e 2015, a produção total de toras foi de 767.884.722 m<sup>3</sup>, 634.966.363 m<sup>3</sup> e 69.340.501 m<sup>3</sup> para o Brasil, Amazônia Legal e Mato Grosso, respectivamente (IBGE, 2018). A produção florestal é oriunda de áreas destinadas ao desmatamento, em sua menor parte (MATO GROSSO, 2005, 2006a) e, em sua maior parte, de florestas submetidas a Manejo Florestal Sustentável (MATO GROSSO, 2006a), ambos ocorrendo de forma legal ou ilegal na área de estudo.

O entendimento da dinâmica da extração seletiva é fundamental no contexto das mudanças climáticas atuais e nos processos de degradação florestal e de desmatamento em Mato Grosso. Deste modo, o objetivo da tese foi mapear a extração seletiva, utilizando a série temporal de 24 anos (1992 a 2016), visando compreender a espacialidade deste fenômeno.

Além disso, outros motivos existentes para o desenvolvimento da tese foram:

- A escassez de estudos científicos que buscam entender melhor a extração seletiva e a produção ilegal de madeira em Mato Grosso no período analisado.
- Os caminhos da produção de madeira ilegal no estado de Mato Grosso não estão descritos detalhadamente na literatura científica utilizando dados de satélite e dados georreferenciados são escassos.

Os resultados desta pesquisa contribuem com novos estudos relacionados às estimativas de emissão de gases do efeito estufa e oferecem suporte à definição de políticas e estratégias de comando e controle. Entender o processo da ilegalidade da madeira



permite mitigar os impactos causados nas florestas, uma vez que os impactos são maiores quando comparado com as áreas submetidas a manejo ou exploração "legal".

## HIPÓTESES

- **Hipótese I:** A extração seletiva de madeiras nativas facilita o desmatamento em anos subsequentes no estado Mato Grosso.

Alguns autores afirmam que a extração seletiva facilita o desmatamento em anos subsequentes à exploração, através do fornecimento de capital para ser investido em outras atividades econômicas (ASNER et al., 2009a; FAO, 2016; CELENTANO et al., 2018). Resultados de estudos conduzidos por Asner et al. (2005) e Asner et al. (2006) indicam que várias áreas de extração seletiva foram desmatadas no período máximo três anos subsequentes à degradação na Amazônia brasileira. Portanto, é esperado que esta característica da extração seletiva (de ser precursora do desmatamento) seja observada no Mato Grosso, pois está parcialmente inserida na região Amazônica. No presente estudo, esta hipótese foi testada utilizando uma série temporal de detecção de florestas exploradas seletivamente de 24 anos (1992 a 2016) sobrepostas com dados do desmatamento para verificar se as áreas de extração seletiva resultaram em áreas desmatadas em anos subsequentes no estado do Mato Grosso.

- **Hipótese II:** A extração seletiva ilegal de madeiras nativas consiste na maior parte da madeira explorada no estado do Mato Grosso e ocorre nas novas fronteiras do Estado e no interior das Unidades de Conservação (UC) e Terras indígenas (TI).

Estima-se que a produção ilegal na Amazônia foi de 67,5% entre 1996 e 1997 (SUCUPIRA, 2002). Esta hipótese foi testada no presente estudo a partir da estimativa da produção de madeira das áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas por satélite e a sobreposição dessas áreas com os polígonos de exploração florestal autorizados pelo órgão ambiental estadual, e com os limites de áreas protegidas do Estado. A extração seletiva ilegal diminuiu em Mato Grosso devido ao aumento fiscalização e ações conjuntas entre os governos e setor privado (LAWSON, 2010). As áreas de extração seletiva localizaram-se no interior de UC e de TI (CELENTANO et al., 2018).

- **Hipótese III:** A produção de madeira em tora em Mato Grosso tem a tendência de decréscimo entre 2006 e 2016.

As áreas de florestas primárias brasileiras diminuíram 7,1% entre 1990 e 2015, no entanto as áreas com florestas plantadas apresentaram crescimento de 55,2% neste mesmo período (FAO, 2015). Na Amazônia, o consumo de madeira em tora foi de 28,3 milhões de metros cúbico em 1998 diminuiu para 13,42% em 2004 (LENTINI; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2005). Portanto, é esperado que este comportamento de redução da produção de madeiras na Amazônia ocorra de forma similar no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016. Esta hipótese foi testada no presente estudo utilizando os dados relacionados de produção e transporte de madeira em tora disponibilizado pelo órgão ambiental do estado de Mato Grosso.

## OBJETIVOS

A presente pesquisa aborda a dinâmica espacial e temporal das áreas de degradação florestal, causada pela extração seletiva e estimar a produção (legal e ilegal) de madeiras nativas em Mato Grosso nas últimas décadas com base em dados de satélite e georreferenciados.

Em especial para o estado de Mato Grosso, busca se:

- a) Analisar a dinâmica espaço-temporal das áreas de extração seletiva de madeiras no Mato Grosso entre 1992 e 2016.
- b) Verificar se a atividade de extração seletiva de madeira é uma das atividades precursoras do desmatamento na área e período de estudo
- c) Estimar o comportamento e dinâmica da produção de madeira legal e ilegal de toras estimar as taxas de crescimento da produção de madeira em tora (legal e ilegal) no estado do Mato Grosso;

- 
- 

## ESCOPO DA TESE

**Capítulo 1 - INTRODUÇÃO:** Resumo geral da tese, seguida de uma introdução sobre o estado da arte da extração seletiva e produção de madeira nativa em Mato Grosso, da delimitação do problema, das questões de pesquisa e justificativa. Posteriormente, descreveram-se as hipóteses e os objetivos. Por fim, fez-se a revisão de literatura.

**Capítulo 2 -** Análise temporal e espacial da extração seletiva em Mato Grosso detectada pelo satélite Landsat no período de 1992 a 2016. Além disso, este capítulo baseou-se na hipótese de que a extração é precursora do desmatamento e que essas áreas estão sofrendo revisitas no período de estudo. Além disso, o capítulo agregou a base de dados do mapeamento conduzido por Matricardi et al. (2007) e Costa et al (2018), tendo maior nível de detalhamento, uma vez que estudou apenas um Estado.

**Capítulo 3 -** Estimou-se a produção de madeira em tora (legal e ilegal) baseada em dados georreferenciados (áreas detectadas por satélite e área autorizada pela SEMA). Verificou-se a tendência de crescimento da produção de madeira em Mato Grosso. Por último, a produção de madeira em tora reportada pela SEMA foi comparada com os dados reportados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

**Capítulo 4 -** Abordou as conclusões e considerações finais da tese no contexto global atual, bem como revisitando as hipóteses e questões de pesquisa. Por fim, foram observados pontos específicos da tese para futuras pesquisas.

## CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Histórico da Legislação Florestal no Brasil

#### 1.1.1 Fase Colonial - 1500 a 1822

O crime de retirada desordenada de madeira já era previsto desde a época da Bíblia. Em Deuteronômio 20:19 proibia-se o corte de árvores frutíferas durante um assédio, punindo os infratores com pena de açoite (WAINER, 1993). No versículo seguinte, Deuteronômio explica que as árvores que não são árvores de alimento poderão ser destruídas, cortadas e utilizadas para construir baluartes<sup>2</sup>. Estabeleceu-se em Êxodo 2014 foram estabelecidas penas para quem deixasse os animais invadir pomares e destruir árvores.

No período colonial, o Brasil possuía grande importância para os portugueses, em uma fase de expansão da navegação e intensa atividade de construção naval, devido à demanda por grandes quantidades de madeira. Assim, as florestas brasileiras revestiam-se de importância estratégica, face à escassez desses recursos em Portugal (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009).

A exploração madeireira iniciou logo após o descobrimento do Brasil. A madeira avermelhada servia para fazer a tinta usada no tingimento de tecidos e para fabricar móveis e navios. Esta espécie já era utilizada pelos índios para a confecção de arcos, flechas e pintura. Foram eles que ensinaram a técnica de extrair o corante vermelho intenso do cerne do pau-brasil aos portugueses (MURALT, 2006).

A extração desta espécie foi inicialmente facilitada pela localização das florestas junto ao litoral e pelo escambo com os indígenas, que cortavam e transportavam as toras em troca de mercadorias europeias (facões, machados, espelhos, panos). O comércio do pau-brasil era feito através de feitorias, onde se instalavam os portugueses que gerenciavam este comércio, sendo as mercadorias transportadas para os navios portugueses e despachadas para a Europa. A colonização do Brasil foi pautada por uma ocupação desordenada da costa brasileira através da fundação de vilas, cidades e portos causando os primeiros sinais de desmatamento (PRADO JUNIOR, 2006).

---

<sup>2</sup> Fortaleza incontestável, de que é impossível se apoderar pela força; local seguro, que não oferece perigo; aquilo que serve de base, alicerce, fundamento.

A exploração do pau-brasil foi realizada mediante contratos de concessão. O primeiro contrato ocorreu em 1502 e foi feito para Fernão de Noronha. A nau<sup>3</sup> "Bretôa", por exemplo, levou 5 mil toros para a Europa (PICKEL, 1958). Este contrato estabelecia um prazo de arrendamento de três anos. A forma de pagamento estipulava que no primeiro ano as mercadorias desembarcadas no reino ficariam isentas de impostos, sendo que no segundo ano pagariam um sexto, e no terceiro ano, um quarto do valor obtido com a venda do pau-brasil (SOUZA, 1999). Além disto, os concessionários comprometiam-se a enviar seis navios por ano à nova possessão portuguesa e a explorar anualmente 300 léguas de costa, bem como a construir e manter um forte (MARCHANT, 1980). O Rei, por sua vez, era obrigado a proibir a importação da variedade asiática do pau-brasil, visando com isso garantir o sucesso da exploração das terras brasileiras. O carregamento de 1.500 quintais desta espécie, em 1555, seguiu para Portugal e foi vendido a 80 mil réis. Estima-se que Fernão de Noronha exportou anualmente 80 mil arrobas portuguesas correspondente a mil toneladas cada (PICKEL, 1958).

Após a exploração do Pau-Brasil, diversos foram os ciclos econômicos desenvolvidos no país responsáveis pelo processo de desmatamento em grande escala. A cultura da cana-de-açúcar localizava-se nas áreas mais férteis e próximas da costa litorânea, adotando o modelo da *Plantation*, ou seja, monocultura, latifúndio e trabalho escravo, e produção voltada para o mercado externo (MARQUESE, 2006). Em seguida surgiu a atividade de pecuária, seguida da mineração. Esta última causou um deslocamento geográfico da costa para o interior, sobretudo na região de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso (LACERDA et al., 2018).

A legislação florestal brasileira surgiu desde a colonização através das leis portuguesas e espanholas no território brasileiro como as Ordenações Afonsinas, no qual se proibia o corte de árvores frutíferas. Este corte significava uma injúria ao rei D. Afonso V, tamanha era a preocupação com a madeira. Também existiram as Ordenações Filipinas. Nesse caso, manteve-se o crime citado anteriormente sob pena de degredo definitivo para o Brasil. Caso o dano as árvores fosse provocado por animais, os castigos eram: o açoite agravado se fosse escravo e o pagamento de multas (WAINER, 1993). Existiram também os ordenamentos coloniais, imperiais, republicanos.

---

<sup>3</sup> Navio de vela, de alto bordo, com três mastros, considerado de grande porte na época, usado durante o século XV a XVII.

A atividade contrabandista de madeira já existia na fase colonial e era realizada por estrangeiros e pela própria coroa. Então, a Coroa Portuguesa criou as Capitânicas Hereditárias (ARAÚJO, 2012).

A Coroa Portuguesa demonstrou preocupações com as questões ambientais no Brasil ao criar as Ordenações Manuelinas que perduraram até 1603 (SILVA; BORGES; SILVA, 2012). A Coroa luso-espanhola preocupada com os prejuízos da exploração do pau-brasil, elaborou um regimento em 1605. O Regimento funcionava da seguinte maneira: o Provedor-Mor de cada Capitania concedia uma autorização que deveria ser registrada em livros com os nomes dos autorizados e o respectivo volume que poderia explorar na mata existente. Se o explorador excedesse este volume seria punido com multa e confisco proporcional ao excesso da madeira, podendo perder sua fazenda e até mesmo a vida (SILVA et al., 2012). A partir desse momento, a preocupação com o desmatamento foi uma constante (WAINER, 1993).

O modelo de ocupação territorial brasileiro foi marcado pela exploração florestal excessiva, concentrando-se apenas em uma única espécie (pau Brasil). Isto provocou o desmatamento da região da Mata Atlântica após o ano de 1500 para atender à demanda europeia por produtos como diamantes e ouro (DEAN, 1996), produzir energia e estabelecer fazendas e ranchos, surgindo daí, a necessidade de interiorizar a exploração (SILVA; BORGES; SILVA, 2012).

Preocupados com a devastação florestal, nesta época foram criadas várias legislações proibindo o corte de espécies madeireiras. Em 1738, o Governador do Rio de Janeiro proibiu a exportação da madeira tapinhoã para fora do porto da Capitania, exceto para fábricas de navios de guerras. O motivo para criação desta lei foi a previsão de falta de madeira para as Forças Armadas. O corte de mangue vermelho foi proibido em 1743, exceto quando utilizado apenas nas construções de edifícios. Tais ordenamentos visavam transportar madeira para a cidade de Lisboa, a qual foi destruída pelo terremoto de 1755 (WAINER, 1993). Neste caso, verifica-se uma grande preocupação em conservar as matas brasileiras.

Por volta de 1797, quando o comércio já estava bem ativo na Colônia, a rainha D. Maria I, conhecida como "a louca" no Brasil e "a Piedosa em Portugal", expediu a Carta Régia (LEÃO, 2000), considerada o primeiro dispositivo legal que controlava o corte e uso dessa espécie (UFLA, 2014). Ficou determinado que todas as matas e arvoredos na borda da costa ou de rios eram propriedade da Coroa. Com a finalidade de executar e fazer cumprir essa determinação foi criado o cargo de "Juiz Conservador" e criada a "Patrulha

Montada” para fiscalizar a atividade de exploração madeireira (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009).

Esta legislação, no entanto, não foi respeitada, pois a essa altura, os governadores das capitanias já tinham concedido a particulares o direito de exploração de madeira em todo litoral, e segundo eles, não havia meios de compensá-los caso o privilégio fosse extinto. A Coroa portuguesa punia com pena capital ou degredo para a África a pessoa que provocasse incêndios culposos nas florestas brasileiras. Esta foi uma das primeiras legislações sobre corte de madeiras no Brasil, editada em 1799 (LEÃO, 2000).

Um novo alvará foi baixado em 1800, reservando as madeiras destinadas à construção naval para o Governo Português e autorizando os governadores a expedirem autorizações para o corte de material destinado ao uso local. Em julho de 1802, atendendo a um relatório enviado por José Bonifácio de Andrada e Silva, integrante geral das minas e metais do Reino, foram baixadas as primeiras instruções para o reflorestamento na costa do Brasil e especialmente no "Couto de Lavos". Coutos eram parques destinados a manter reservas florestais, bem como atividades de caça e pesca (PEREIRA, 1950).

Além das multas relacionadas à derrubada e limpeza com fogo, continha também minuciosas determinações sobre a maneira de cortar árvores, serrá-las, marcá-las e enviá-las ao exterior com romaneio das suas medidas e qualidades. Nessa época, foi também efetuado um cuidadoso levantamento de todas as diferentes madeiras existentes, visando ao melhor aproveitamento (LEÃO, 2000).

Diante dos abusos na extração do pau-brasil, a Coroa tentou regulamentar seu comércio a partir de 1813, mas essas e outras medidas mostraram-se ineficazes para conter a exploração descontrolada e o contrabando. A devastação florestal, iniciada em tempos coloniais continuou durante o Império (LEÃO, 2000). O Jardim Botânico do Rio de Janeiro foi criado em 1811, considerado o embrião da administração florestal no País e o primeiro passo para a regulamentação de áreas protegidas (KENGEN, 2001).

Em 1821, foi promulgada a legislação sobre o uso da terra, a qual previa a manutenção de reservas florestais em 1/6 das áreas vendidas ou doadas (KENGEN, 2001). "Em todas as vendas que se fizerem e sesmarias que se derem, porá a condição que donos e sesmeiros deixem, para matos e arvoredos, a Sexta parte do terreno, que nunca poderá ser derrubada e queimada sem que se faça nova plantação de bosques, para que nunca falem as lenhas e madeiras necessárias" (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009). Essa descrição pode ser considerada um início da criação da reserva legal.

As ações tomadas na fase colonial tiveram várias motivações. Dentre elas, de segurança territorial e controles econômicos, no entanto, geraram algum tipo de conservação ambiental (UFLA, 2014).

### **1.1.2 Fase Imperial - 1822 a 1889**

No ano de 1825, foi reiterada a proibição de corte do Pau-Brasil e de outras espécies, incluindo a peroba (KENGEN, 2001). Em 1826, José Bonifácio regulamentou a reposição florestal quando se viu diante do aumento abusivo do corte de árvores, no Rio de Janeiro, para atender à demanda das construções e do crescimento da cidade (CORRÊA, 2002). Atualmente, reposição florestal é uma espécie de compensação do volume de madeira nativa extraído e o volume resultante de plantio florestal para geração de estoque ou recuperação da cobertura florestal (BRASIL, 2006a; IBAMA, 2016).

Em 1829, foi proibido roçar, derrubar matas em terras devolutas sem a autorização das Câmaras Municipais. Os juízes de paz das províncias eram os competentes para fiscalizar as matas e zelar pela interdição do corte das madeiras de construção, conhecidas por madeiras nobres (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009).

A partir deste momento, por força de normas que zelavam o uso destas madeiras, passaram a ser chamadas de “madeiras de lei”. No entanto, em 1831, foi extinto o monopólio do Império sobre o pau-brasil deflagrando uma intensa devastação da floresta através de queimadas para a limpeza dos terrenos, formação de bosques, introdução da agricultura e da pecuária (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009). No século XIX, criou-se o código criminal, que estabelecia penas para quem cortasse árvores ilegalmente (BRASIL, 1830), e o decreto nº 4.887 de 05/02/1872 assinado pela Princesa Isabel, o qual obrigava a empresa madeireira a obter licença para corte e comercialização da madeira (BRASIL, 1872).

### **1.1.3 Fase Republicana - 1889 a atualidade**

#### **1.1.3.1 República velha - 1889-1930**

O Código Penal de 1890 mostrou o descaso sobre a forma com que o assunto florestas era tratado, aplicando penas irrisórias em caso de incêndios (BRASIL, 1890). Neste período foi criada a Constituição de 1891 que não trazia nenhuma referência às



árvores. Nesse período, os militares dominaram a implementação de políticas públicas no Brasil, em um período que as políticas ambientais não eram prioridade (FERREIRA; SALLES, 2016).

### **1.1.3.2 Era Vargas e a Constituição Federal de 1988**

A Revolução de 1930 inaugurou um período de grande atividade legislativa como a criação de vários Códigos como o Código das Águas (BRASIL, 1934c), da caça e da pesca (BRASIL, 1934a), por exemplo. Entre essas iniciativas, citam-se à promulgação do primeiro Código Florestal, pelo então presidente Getúlio Vargas, em 1934 (NORDER, 2017)

Esta legislação resultou de um anteprojeto elaborado por uma Comissão cujo relator foi Luciano Pereira da Silva, procurador jurídico do Serviço Florestal do Brasil (SODRÉ, 2013). Essa lei surgiu como uma reação ao desmatamento, uma vez que a Mata Atlântica estava sendo substituída rapidamente por outros usos da terra (CASTELO, 2015). Neste código foram definidos usos diferentes para as florestas conforme sua classificação em: protetoras, remanescentes, de modelo e de rendimento (BRASIL, 1934b). Os proprietários foram obrigados a preservarem 25% da área de suas terras com a cobertura de mata original. Foi criado também o conceito de "Reserva Florestal" (SODRÉ, 2013)

Em 1941 foi criado o Instituto Nacional do Pinho (INP), no âmbito do Ministério do Trabalho, da Indústria e do Comércio, devido à importância assumida pela exploração e comercialização da madeira de pinho (*Araucaria angustifolia*) (BRASIL, 1941). No ano seguinte, as atribuições do INP foram aumentadas, atribuindo-lhe o poder de promover o reflorestamento nas áreas exploradas, desenvolver a educação florestal nos centros madeireiros e fiscalizar a execução das medidas e resoluções tomadas, punindo infratores (BRASIL, 1942). No entanto, a comercialização de pinho no Brasil começou a diminuir devido ao esgotamento das reservas de araucária situadas nas regiões paranaenses, a proibição da exportação dessa madeira e a falta de padronização dos produtos (RADIN; SALINI, 2015). Com isso, o mate começou a compensar financeiramente em relação ao Pinho. Em 1942, o governo regulamentou o Instituto Nacional do Mate. Embora esses institutos tenham a denominação Nacional, atuavam apenas em quatro estados como SP, PR, SC e RS (LORIS, 2008).

Em 1965 foi criada a Lei nº 4.771 (conhecida como o Novo Código Florestal), o qual foi permitido que o Estado interviesse no uso das propriedades rurais. Neste caso

foram definidos três tipos de florestas: de preservação permanente, de reserva legal e aquelas de uso indireto. Esta legislação também criou o registro de pessoas que dedicavam à extração e comercialização de produtos florestais. Também determinou que as florestas existentes no território nacional fossem bens de interesse comum à toda população (BRASIL, 1965). A lei permitiu o desmatamento da propriedade desde que mantido 50% de vegetação natural na região amazônica e 20% no resto do Brasil.

O problema que culminou na edição do Código Florestal em 1965 foi a insatisfação da população com as falhas do Código Florestal de 1934 (PEREIRA; BOTELHO; FERREIRA, 2015), lembrando que a devastação da vegetação brasileira já era um problema relevante sob o ponto de vista político e administrativo (CASTELO, 2015), ainda que a preocupação principal fosse reservar matéria prima para atender à produção contínua de madeira para o mercado (PEREIRA; BOTELHO; FERREIRA, 2015).

Com o passar dos anos, o “avanço da mecanização agrícola, das monoculturas e da pecuária extensiva” fizeram com que a produção chegasse às áreas intocáveis. Assim, aos poucos, os limites impostos pelo Código Florestal de 1965 começam a incomodar os proprietários rurais. “A efetividade progressiva da Lei nº 4.771/65 na proteção do meio ambiente é diretamente proporcional às pressões impostas por um modelo de desenvolvimento agroindustrial não sustentado (...)” (FIGUEIREDO; LEUZINGER, 2010). Entre 1966 e 1987, foi criada a política de incentivos fiscais (Lei nº 5.106, de 2/9/66) destinados a implantação de reflorestamentos (LACOMBE, 1969; ALMEIDA et al., 2009). Em 1967, foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), extinguindo o INP e transformando os Parques Florestais em Florestas Nacionais (FLONAS), sendo administradas pelo novo órgão (SILVA; BORGES; SILVA, 2012).

A década de 1970 foi marcada pelos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND) denominados de PND I, PND II e PND III cuja sequência evoluiu da devastação da Amazônia e o surgimento do Direito Ambiental do Brasil (KENGEN, 2001). Criou-se a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) em 1973 (BRASIL, 1973), com o objetivo de gerir os recursos ambientais (KENGEN, 2001). A SEMA era vinculada ao Ministério do Interior (BRASIL, 1973) sob o impacto dos debates decorrentes da Conferência de Estocolmo (MEDEIROS, 2006). A exploração madeireira proposta nessa época ocorreu por meio de florestas públicas visando incentivar o manejo florestal nos parâmetros científicos. A Floresta Nacional do Tapajós, no sudoeste do estado do Pará, criada em 1974, foi uma delas (LORIS, 2008).

Em 29 de outubro de 1970, o Governo criou, com a supervisão da SUDAM, a Comissão de Levantamento Radargramétrico da Amazônia (CRADAM). Este levantamento visava conduzir um levantamento aeroradargramétrico, mapeando topografia, geologia, vegetação, solo e depósitos minerais na região amazônica e parte da região Nordeste, o qual foi desenvolvido através do projeto RADAMBRASIL. O projeto envolveu o INPE e o Departamento Nacional de Produção Mineral, e agências internacionais, como a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a Força Aérea dos Estados Unidos, promovendo o mais extensivo e completo inventário dos recursos naturais da região amazônica (LORIS, 2008).

Em 1980, os proprietários foram obrigados a cumprir a reposição florestal obrigatória de duas maneiras: apresentar um projeto de reflorestamento, participação em programa de fomento, ou compensação de área de relevante interesse ecológico (BRASIL, 1996a). Em 1987, foi emitido parecer técnico pelo IBDF, sugerindo que o cumprimento da Reposição Florestal Obrigatória poderia ser efetuado através da participação em PMFS (Plano de Manejo Florestal Sustentável). No entanto, as áreas de extração madeireira e os condomínios eram abandonados. Em algumas regiões a exploração era feita de forma predatória, principalmente em áreas com documentação fundiária fraudulentas, fazendo com que diversos projetos de manejo "fantasmas" fossem cancelados (SANTOS JUNIOR, 2005; HOMMA, 2011).

Na década de 1980 foi criada a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), disposto na Lei nº 6.938 de 1981, originando também o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 1981). Neste mesmo ano, a SEMA propôs três tipologias de áreas protegidas: as Estações Ecológicas (ESEC), as Reservas Ecológicas (RESEC) e as Áreas de Proteção Ambiental (APA). Três anos depois, foram criadas Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) (MEDEIROS, 2006). O conceito de Reserva Florestal vigorou até 1986, quando foi publicada a Lei Federal nº 7.511/86. Esta Lei modificou o regime de Reserva Florestal que, até então, podia ser desmatada em 100%, desde que substituídas as matas nativas por plantio de espécies, inclusive exóticas (SODRÉ, 2013). No Art. 2º da referida lei, foi permitido que o proprietário rural fizesse a recomposição das áreas desmatadas com espécies exóticas e fazer uso econômico das mesmas (BRASIL, 1986).

Na década de 1980 a Amazônia foi alvo de grandes desmatamentos e queimadas e foi considerada como a “década da destruição”<sup>4</sup> (COWELL, 2018). Diante disso, criou-se a Floresta Nacional (FLONA) do Tapajós. No entanto, o cenário madeireiro mostrou-se ainda mais desordenado e predatório. Em 1984, criou-se a FLONA do Jamari, em Rondônia (LORIS, 2008).

A promulgação da atual Constituição Brasileira, em 1988 (BRASIL, 2012a), consolidam o Direito Ambiental do Brasil. Surge no mesmo ano, o Programa Nossa Natureza (BRASIL, 1988) com uma visão claramente conservacionista. Pode-se dizer que o Programa foi o início das discussões da revisão da Lei nº 4.771/1965. Um ano depois, a SEMA e o IBDF foram extintos (AZEVEDO; PASQUIS; BURSZLYN, 2007) e outros como Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) (OLIVEIRA; SILVA, 2012) e Superintendência da Borracha (SUDHEVEA) (BRASIL, 1989a), sendo criado o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (BRASIL, 1989b).

Em 1989, não existiam instrumentos específicos para regulamentar e aprovar PMFS na Amazônia. Por isso, foram aplicadas as Ordens de Serviço nº 001-1989/DIREN (REMADE, 2006) e nº 002/DIREN/1989, emitidas pelo IBAMA originalmente criadas para disciplinar a exploração da Mata Atlântica (GUIMARÃES, 2003).

Após esse movimento, foram criadas diretrizes para acompanhamento de PMFS. A Portaria nº 441/89 obrigou o plantio de espécies adequadas para o cumprimento da Reposição Florestal. Na Amazônia, foi publicado o modelo para elaboração de PMFS, através da Instrução Normativa nº 80/91, também publicada pelo IBAMA.

### **1.1.3.3 Após Constituição Federal de 1988**

A partir da promulgação da Constituição Federal houve a necessidade de discutir as questões ambientais no Brasil. Um dos resultados dessas discussões foi a promulgação da Lei nº 7.754 de 1989, que estabeleceu medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios (WAINER, 1993). Na sequência foi estabelecido pela Lei nº 8.171/91 a obrigatoriedade de recompor as áreas de Reserva Legal e a definição da Lista Oficial de

---

<sup>4</sup> O acervo fílmico de Cowell denominado de história da Amazônia - 50 anos de memória audiovisual foi doado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás). É possível consultar a filmografia de Cowell em: <http://imagensamazonia.pucgoias.edu.br/index.html>. Acesso em: 13/08/2018.

Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de extinção, criada pela Portaria nº 37-N/92 através do IBAMA.

Nos anos 1990, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 (também conhecida como Rio 92), provocou o aperfeiçoamento do Direito Ambiental no Brasil com a promulgação de várias leis. Mais tarde, em 1996, e já com a SEMA, alçada ao status de Ministério, foram criadas as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), uma nova tipologia que permitia o reconhecimento de uma área protegida em domínio privado (MEDEIROS, 2006).

Em 1996 a mídia divulgou estatísticas oficiais que indicavam um novo recrudescimento das taxas de desmatamento na Amazônia brasileira (INPE, 2018). Este fato foi considerado um problema de política pública e adquiriu “relevância de ação” pela administração pública (FREY, 2000). Com efeito, em 25 de junho de 1996 foi editada a primeira versão da Medida Provisória nº 1.511, que, alterou o Código Florestal brasileiro, aumentando para 80% o percentual da propriedade rural, vedando o corte raso nas áreas de floresta localizadas na Amazônia Legal (BRASIL, 1966). Outra lei criada para evitar o desmatamento foi a Lei nº 9.605/98 (Lei dos Crimes Ambientais), o qual caracterizou os crimes ambientais e suas respectivas penas inclusive o crime de destruir ou danificar vegetação primária, secundária ou considerada de preservação permanente (BRASIL, 1998).

Após a promulgação da Constituição Federal, os sistemas de controle florestal estabeleceram o conceito de legalidade, ou seja, a autorização para exploração de madeira deve estar prevista em lei e regida segundo os interesses públicos (BRASIL, 2012a). Diante disso, em 1993, o IBAMA criou o primeiro documento (em papel) denominado de Autorização de Transporte de Produtos Florestais (ATPF) e que autorizava o transporte de madeira (BRASIL, 1993). Em 2006, a ATPF foi substituída pelo sistema eletrônico intitulado de DOF (BRASIL, 2006c).

A normatização do artigo 15º da Lei nº 4.771/1965 obrigou que as pessoas físicas e jurídicas apresentassem planos técnicos de condução e manejo para a exploração de florestas primitivas da Bacia Amazônica. Este plano deveria ser normatizado no prazo máximo de um ano, o que só veio há ocorrer 26 anos mais tarde com a publicação da Instrução Normativa nº 80, de 24/09/1991. Porém, o artigo foi regulamentado pelo Decreto nº 1.282, de 19/10/1994 (BRASIL, 1994) e pela Portaria nº 48, de 10/07/1995 (BRASIL, 1995), nos artigos nº 19, 20 e 21 (SILVA, 1996).

Em 1999, o Governo Estadual de Mato Grosso criou um sistema de monitoramento das propriedades rurais utilizando georreferenciamento para monitorar o cumprimento do código florestal. Nesse caso, foi criado o Sistema de Licenciamento Ambiental Único (LAU), o que fez com o desmatamento reduzisse no Estado (AZEVEDO; PASQUIS; BURSZLYN, 2007).

Ainda nos anos 2000 foi criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000), o qual consolidou os propósitos de criar áreas de proteção da biodiversidade, citadas no Código Florestal (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009), na PNMA (BRASIL, 1981) e na Constituição Brasileira de 1988 (DEPUTADOS, 2015). Em 2002, o Governo Federal encaminhou uma proposta de lei para regular a gestão florestal, devido à necessidade de controlar o uso ilegal de florestas públicas, de manter sua capacidade de produzir bens e serviços e de fomentar o desenvolvimento socioeconômico. Em 2003, a proposta foi retirada e o processo de consulta foi reaberto, e finalmente em março de 2006, publicou a Lei de Gestão de Florestas Públicas (BRASIL, 2006b).

Em 2005, foi instituída a reposição florestal obrigatória para desmatamento realizado em área de vegetação natural. O consumidor de matéria-prima, o detentor da autorização de desmatamento, caso não tenha destinação comercial e/ou aproveitamento para matéria-prima florestal e o proprietário/possuidor da área desmatada sem autorização deverão fazer a reposição (MATO GROSSO, 2005).

No estado de Mato Grosso, os planos de manejo florestal, analisados e aprovados, pelo IBAMA foram transferidos para os Órgãos de Estaduais de Meio Ambiente a partir de 2006. Em maio deste mesmo ano, os PMFS passaram a ser controlados pelo Governo de Estado de Mato Grosso. O volume de madeira transportado passou a ser controlado através da Guia Florestal (MATO GROSSO, 2005).

Em 2009, foi publicada a Resolução CONAMA nº 406, de 02/02/2009, a qual estabeleceu parâmetros técnicos a serem adotadas na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Foi estabelecido neste mesmo ano, o Incremento Médio Anual (IMA) de  $0,86 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$  (BRASIL, 2009a).

Em 2011, o Congresso Nacional discutiu a modificação do Código Florestal Brasileiro de 1965. O Projeto de Lei nº 876/1999, de relatoria do Deputado Federal Aldo Rebelo (PCdoB-SP), propôs grandes mudanças no cenário agroflorestal brasileiro. No debate político, duas posições políticas em relação à nova proposta surgiram e se definiram como a bancada ruralista e, diametralmente oposta, a bancada ambientalista (CASTELO,

2015). Este projeto trazia a proposta da anistia, que é o fim da obrigação de recuperar as áreas que foram desmatadas antes de 22 de julho de 2008 (DEPUTADOS, 1999).

Ainda em 2011, o IBAMA publicou uma Portaria estabelecendo procedimentos para exportação de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa. Nesse caso a exportação de madeira em tora proveniente de floresta natural foi proibida (BRASIL, 2011)

O Código Florestal de 1965 foi revogado pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Esta lei estabeleceu normas para proteção da vegetação, área de preservação permanente, reserva legal, exploração florestal (Capítulo VII, Art. 31.), suprimento de matéria-prima florestal e controle da origem dos produtos florestais (Capítulo VIII, Art. 35). Esse controle incluirá um sistema nacional que integre os dados dos diferentes entes federados, coordenado, fiscalizado e regulamentado pelo órgão federal competente do SISNAMA. Atualmente, o transporte de produtos florestais é feito através do Documento de Origem Florestal (DOF) (BRASIL, 2012b). No estado de Mato Grosso é emitida a Guia Florestal através do SISFLORA (SEMA, 2018).

No manejo sustentável da vegetação florestal com propósito comercial é adotado práticas de exploração seletiva e deve ser feito em áreas de Reserva Legal. Os procedimentos necessários para exploração florestal estão descritos nos Artigos 30 a 35 da Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012b).

A madeira somente é considerada "legal" através de duas formas: oriunda de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) ou Plano de Exploração Florestal (PEF). No estado de Mato Grosso, as legislações referentes aos procedimentos adotados para a aprovação do PMFS são o Decreto nº 2.152/2014 (MATO GROSSO, 2014a), Instrução Normativa nº 005/2014 (MATO GROSSO, 2014b). Quanto ao Plano de Exploração Florestal (PEF), as legislações referentes são o Decreto nº 8.188/2006 (MATO GROSSO, 2006b).

As políticas de combate ao desmatamento e a repressão a outros crimes ambientais como incêndios, extração de madeira e criação de gado ilegal tem tido efeito positivo na primeira década do ano 2000. O aumento da fiscalização ambiental em áreas protegidas e novas leis ambientais que foram aprovadas pela União, Estados e Municípios contribuíram para a redução do desmatamento (CASTELO, 2015).

## 1.2 Extração Seletiva de Madeiras Nativas

A extração de madeira é considerada seletiva quando poucas espécies "valiosas" são extraídas da floresta por hectare. Tudo aquilo que é feito pensando em planejamento também é considerado extração seletiva (UHL et al., 1997). As características-chaves para identificação da extração seletiva são: a presença de pátios de estocagem, de ramais de arraste e de clareiras provenientes do corte das árvores (PINHEIRO et al., 2016).

No processo de extração seletiva de madeiras nativas podem ser observados vários padrões de distúrbios florestais como a intensidade, a frequência de retirada da madeira e as técnicas de extração (exploração de impacto reduzido, convencional ou ilegal) (SIST et al., 2015). De acordo com a intensidade de exploração, a extração pode ser classificada em baixa, média e alta. A atividade possui baixo impacto (áreas manejadas com técnicas de impacto reduzido, abertura de pequenas clareiras que são fechadas rapidamente), médio impacto (apresenta mais impactos que o modelo anterior) e alto (danos maiores ao dossel florestal, exploração mais de uma vez e possui maior probabilidade de ocorrer incêndios na área) (TRITSCH et al., 2016).

Os impactos ecológicos da extração seletiva são mais severos nos locais onde é mais lucrativo extrair todas as espécies. Normalmente, 40% ou mais do dossel é retirado, favorecendo a ocorrência de incêndio (VERISSIMO et al., 1992). Nas áreas com alta densidade de espécies desejáveis para extração seletiva, remove-se mais de 20% da superfície do solo para a construção de estradas e o dossel é totalmente eliminado (UHL; VIEIRA, 1989).

Embora as operações de extração seletiva retirem cinco a seis árvores comerciais por hectare em Paragominas-Pará, um adicional de 200 árvores por hectare com mais de dez centímetros de diâmetro a altura do peito é danificado acidentalmente (GERWING; JOHNS; VIDAL, 1996). Além disso, a extração seletiva tende a eliminar as características genéticas mais desejáveis das espécies extraídas, uma vez que remove sistematicamente indivíduos que contenham essas características (UHL; VIEIRA, 1989).

Segundo Broadbent et al. (2008), a extração seletiva foi uma das causas da fragmentação florestal em quatro estados da Amazônia (Acre, Pará, Rondônia e Mato Grosso). Estes autores observaram um aumento significativo na quantidade de bordas (48%) e de fragmentos. As áreas foram exploradas mais de uma vez, conseqüentemente o número de fragmentos aumentou. Os autores também observaram que 90% dos fragmentos foram menores que quatro quilômetros quadrados.



Os distúrbios provocados pela extração seletiva na floresta não são tão severos quanto aqueles causados pela conversão da floresta para outros usos da terra como agricultura e pastagem, porém, resultam em aumento no número de bordas. A diferença é que a borda dos fragmentos na extração seletiva é mais suave. Entretanto, tais bordas suaves podem se tornar maiores se a extração seletiva for transformada em corte raso. Isso ocorre após intensas extrações seletivas, quando a floresta atinge o pico de fragmentação, as manchas desaparecem e a paisagem se torna completamente desmatada. Assim, a extração seletiva pode produzir efeitos na velocidade dos processos de fragmentação, acelerando ou desacelerando a transição da floresta para o desmatamento (RONDON; CUMMING; COSSÍO; et al., 2012).

A extração seletiva causa um impacto significativo nos habitats dos animais silvestres (BROADBENT et al., 2008). Além disso, a atividade extrai árvores frutíferas que são fontes de alimentos para a fauna. Como consequência da perda desta fonte de alimentação, ocorre a redução da produtividade secundária e a extinção de diversas espécies da fauna (UHL; VIEIRA, 1989).

A perda de biomassa pela extração seletiva ocorre devido ao dano imediato que acontece pela queda das árvores selecionadas (GATTI et al., 2015). Ao cair, a árvore provoca danos nas árvores em sua volta. Além disso, a infraestrutura construída para retirar as árvores da floresta também causa perda de biomassa (PEARSON; BROWN; CASARIM, 2014).

A extração seletiva apresenta consequências como a alteração nas propriedades biofísicas da floresta (KOLTUNOV et al., 2009), o stress hídrico, a alteração no microclima das florestas, a diminuição do estoque de carbono (FOLEY et al., 2007), a alteração na composição de espécies (YAMADA et al., 2013) e diminuição na produção dos produtos não madeireiros (RIST et al., 2012). Além disso, a extração seletiva causa impactos ecológicos severos em áreas onde muitas espécies agregam alto valor. Nestes casos, dúzias de árvores jovens são removidas, aumentando significativamente o risco de incêndios e extinção de espécies raras (NEPSTAD et al., 1999; ASNER et al., 2006).

Os métodos utilizados para detectar extração seletiva foram interpretação visual no estado do Pará (WATRIN; ROCHA, 1992), máxima verossimilhança e isodata (STONE; LEFEBVRE, 1998), mistura espectral, entrevistas e estimativa indireta da área impactada e da produção de madeiras (NEPSTAD et al., 1999), *Carnegie Landsat Analysis System* (CLAS) (ASNER et al., 2005), classificação não supervisionada (MATRICARDI et al., 2005), filtro textura (MATRICARDI et al., 2007; COSTA et al., 2018), NDFI, árvore de

decisão (SOUZA JUNIOR et al., 2013), Imagens, sobrevoos com Lidar (*Light Detection and Ranging*) (ANDERSEN et al., 2014) e classificação orientada a objeto (GRECCHI et al., 2017).

A maior parte da extração madeireira na fronteira de ocupação entre as décadas de 1970 e 1990 era proveniente de áreas que seriam desmatadas para fins agrícolas, ou seja, a madeira era um subproduto e não a atividade principal (PICOLI, 2004; ROS-TONEN, 2007). Este padrão é ainda observado na Amazônia.

### **1.2.1 Manejo Florestal Sustentável**

O Manejo Florestal Sustentável (MFS) é o conjunto de técnicas direcionadas a utilização de recursos florestais madeireiros e não madeireiros que resulta na geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais, além de minimizar a produção de resíduos e aumentar a produtividade (BONA et al., 2015). Outros objetivos do MFS incluem a proteção florestal e a conservação da biodiversidade (BRANDT; NOLTE; AGRAWAL, 2016).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), algumas práticas madeireiras nas florestas podem causar danos tanto na vegetação quanto no solo e que prejudicam a regeneração. Algumas técnicas visam reduzir esses impactos negativos, reduzindo assim a emissão de CO<sub>2</sub>. Medidas como monitoramento e mudanças nos estoques de carbono (C) em *pools* (quantidade armazenada de C) relevantes como *pools* de madeira morta e carbono orgânico do solo (IPCC, 2003).

### **1.2.2 Manejo Sustentável**

Em 2012, o termo MFS foi denominado de Manejo Sustentável (MS) pela Lei 12.651/2012, que alterou o Código Florestal. Dessa forma, MS consiste na 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 (BRANDT; NOLTE; AGRAWAL, 2016). No MS da vegetação florestal com propósito comercial são adotadas práticas de exploração seletiva e deve ser feito em áreas de Reserva Legal (BRASIL, 2012b).

### **1.2.3 Exploração de Impacto Reduzido ou *Reduced Impact Logging* (RIL)**

A extração de impacto reduzido é um processo que utiliza princípios científicos e da engenharia em combinação com treino e educação no intuito de melhor utilizar a força de trabalho, equipamento e operação dos métodos de extração de madeira (DYKSTRA, 2001). As técnicas objetivam reduzir os impactos nas florestas tropicais (abertura de dossel para construção de estradas, ramal de arraste, pátios de estocagem e clareiras provocadas pela queda de árvores) quando comparado com a exploração convencional, principalmente a exploração florestal de média intensidade (UHL et al., 1997). O RIL também é compatível com o manejo florestal sustentável (SIST, 2000).

Esta técnica envolve as atividades de inventários de pré-corte para as árvores individuais; o planejamento de estradas, de trilhas de arraste e de locais que promovem acesso às áreas de corte e árvores individuais com o intuito de minimizar os distúrbios no solo e proteger rios e canais; o corte de cipós das árvores que serão extraídas e das árvores vizinhas; o uso apropriado de técnicas de queda, incluindo direcionamento de queda para evitar desperdícios e corte transversal ideal para maximizar a madeira útil. Por fim, realizar avaliações pós-colheita para avaliar o grau em que foram aplicadas as orientações desta técnica e o enriquecimento (SIST; DYKSTRA; FIMBEL, 1998).

### **1.2.4 Exploração Florestal Convencional**

A exploração convencional é uma técnica de extração seletiva amplamente utilizada na Amazônia. Os madeireiros retiram da floresta espécies de alto valor comercial (AMARAL et al., 1998), podendo chegar até  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  e inclui entre 50 ou mais espécies (ASNER et al., 2009a). Em seguida, em intervalos cada vez mais curtos, retornam a área para retirar o restante das árvores de valor econômico. Isso resulta em florestas com grandes clareiras e árvores danificadas, aumentando o risco de incêndios e dificultando a regeneração de espécies madeireiras (AMARAL et al., 1998)

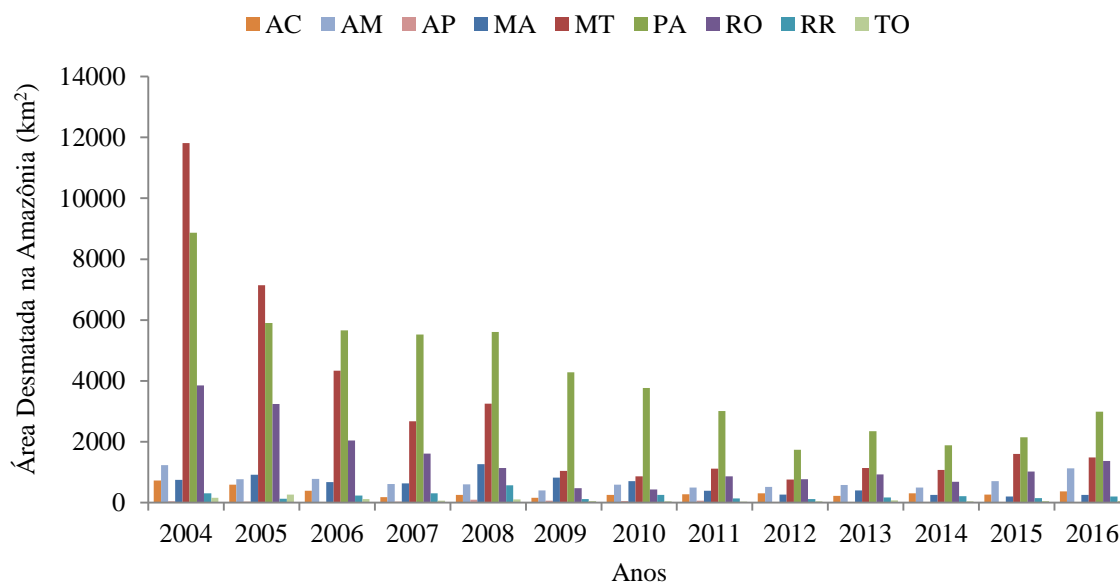
A exploração convencional provoca mais danos ambientais ao ser comparada com outras modalidades de extração seletiva. Foram observados danos ao solo entre 8,9-11,2% e 4,6-4,8% da área operacional total na exploração convencional e na exploração de impacto reduzido, respectivamente (SIST, 2000).

### 1.2.5 Desmatamento

O desmatamento consiste no corte raso de uma floresta madura (NEPSTAD et al., 2014). O conceito também envolve uma mudança no uso da terra da floresta para outro uso independente se a cobertura das árvores foi removida ou não (LUND, 1999). Além disso, também é definido como a mudança intencional no uso da terra de floresta para não floresta. O termo não floresta engloba urbanização, agricultura, pecuária e entre outros (MARTIN, 2008).

Os processadores/compradores de carne e soja são os principais agentes históricos de desmatamento da Amazônia Legal no início do século 2000 (NEPSTAD et al., 2014). A pastagem ocupa 60% a 80% da área da Amazônia, sendo que atualmente o número de cabeças de gado dentro dos pastos está aumentando na Amazônia (LAPOLA et al., 2014).

O desmatamento nos estados da Amazônia Legal (Figura 1) apresentou um ápice em 2004, diminuindo até 2016, e em 2017 apresentou novamente um ligeiro crescimento (INPE, 2018). A redução do desmatamento evitou a emissão de 3,2 Gt CO<sub>2</sub> para a atmosfera (NEPSTAD et al., 2014).



**Figura 1** - Desmatamento na Amazônia Legal no período de 2004 e 2017.

O desmatamento e a degradação florestal são mapeados pelo INPE utilizando imagens de satélite e técnica como interpretação visual e classificação automática. A degradação é mapeada através do DEGRAD, e este utiliza dados do DETER (Sistema de Desmatamento em Tempo Real). A área mínima mapeada é de 6,25 hectares e a degradação é dividida por intensidades (INPE, 2015, 2018).

### 1.2.6 Legalidade/Ilegalidade da Madeira

De acordo com a legislação brasileira, pode-se extrair madeira da floresta de duas maneiras: a primeira forma é a partir de manejo florestal (MATO GROSSO, 2014a) ou da conversão de áreas de florestas em outros usos do solo, como agricultura e pecuária (MATO GROSSO, 2006b). A conversão de florestas em áreas abertas somente pode ocorrer se for destinada ao uso sustentável. Não pode haver desmatamento apenas para acessar a madeira de forma mais fácil (NOGUEIRA et al., 2011).

O termo *illegal logging* se refere ao alcance de atividades ilegais relacionadas ao ecossistema florestal, indústria florestal, produtos madeireiros e não-madeireiros (*Non-Timber Forest Products* - NTFPs) (TACCONI, 2012). Os exemplos de atividades ilegais são a violação de leis de manejo florestal e outros contratos acordados entre agentes públicos e/ou proprietários particulares (*illegal logging*), violação dos direitos das populações indígenas, das leis de transporte e de comércio (*illegal forest trade*), das leis relacionadas as atividades de processamento da madeira (*illegal harvested logs ou illegal logging*) e o não cumprimento das leis relacionadas as operações de financiamento e taxas (*illegal financial activities*) (TACCONI; BOSCOLI; BRACK, 2003; TACCONI, 2007).

A extensão da ilegalidade florestal é difícil de ser estimada (SUNDSTROM, 2016). Muitas vezes os dados relacionados ao desmatamento e degradação florestal são estimativas duvidosas (KÖHL et al., 2009). Em geral, as áreas de extração ilegal de madeira são construídas em padrões não tão claros (estradas, ramais de arraste e pátios de estocagem planejados). Algumas vezes, as toras são carregadas diretamente em caminhões com construção mínima de convés. Os pátios de estocagem de madeira localizam-se geralmente nas proximidades das estradas principais, porém são difíceis de detectar por satélites, principalmente o Landsat com resolução espacial de 30 m (NEPSTAD et al., 1999; ASNER et al., 2002).

A extração convencional possui um arranjo espacial simétrico dos impactos ao redor das estradas primárias e secundárias, enquanto que o padrão de extração ilegal apresenta um arranjo espacial anárquico e com altos danos no dossel florestal (TRITSCH et al., 2016). Segundo Tritsch et al (2016), a otimização de redes de trilhas de arraste e supervisão na direção de queda das árvores significa que as áreas de extração seletiva foram planejadas e executadas por plano de manejo florestal com Autorização de Exploração (AUTEX).

A exploração madeireira ilegal envolve outros países, além do Brasil. Existem evidências de ocorrência na Rússia e na China (FEDERMAN, 2009), de extração de mogno e cedro em Honduras, na Nicarágua (RICHARDS et al., 2003), no Japão (ANON, 2003) e na África (BLAS; PÉREZ, 2008). A ilegalidade é de 40-61% na Indonésia, de 22-35% em Camarões, de 59-65% em Gana, de 40-61% na Malásia (LAWSON, 2010).

A extração ilegal está relacionada com a corrupção envolvendo o setor privado e no setor público (SUNDSTROM, 2016). Os fatores como a capacidade mínima de fiscalização, a insuficiência de informações relacionada aos recursos florestais e das operações ilegais são responsáveis pela existência da ilegalidade. Além disso, a alta demanda por madeira barata ajuda a contribuir com o problema (FAO, 2005).

A extensão e a recorrência da ilegalidade comprovam a persistência de falhas nos sistemas de controle da exploração florestal em Mato Grosso. Dentre essas falhas citam-se as ocorridas no Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM) como empreendimentos com ausência de autorizações de exploração como AUTEX e/ou Área de Exploração Florestal (AEF) válidas, mesmo quando esses apresentam Áreas de Manejo Florestal (AMF) e Unidades de Produção Anual (UPA) relacionadas e ainda a presença apenas de AUTEX renovada sem a AUTEX original. Nesse caso, não é possível verificar o período de validade completo da autorização de exploração para todos os empreendimentos florestais, dificultando o monitoramento das áreas com floresta. Outro problema existente é a falta de centralização das informações relativas à exploração florestal em uma única base de dados, o que coloca em cheque o acompanhamento pela sociedade dessas atividades (SILGUEIRO et al., 2015).

As brechas nos sistemas de controle florestal permitem gerar e utilizar créditos fictícios para acobertar a madeira ilegal desde o PMFS até o comércio da madeira. As fraudes ocorrem na superestimação de volume nos inventários florestais, no preenchimento da guia florestal com a medida comercial das toras, gerando sobras de créditos, a superestimação da produção a partir do índice de conversão (CRV) e a falta de exigência de comprovação da legalidade da madeira (SILGUEIRO et al., 2015).

A impunidade de infrações ambientais é outro fator que contribui com a ilegalidade da produção madeireira no Brasil. Análises recentes indicam que a maioria dessas multas não é paga (WELLESLEY, 2014). Além disso, o congestionamento do judiciário (excesso de processos) dificulta o recebimento das multas, agravado pela contestação judicial dos infratores, o que acaba prorrogando ainda mais o tempo de cumprimento das multas (BARRETO; ARAÚJO; BRITO, 2009; WELLESLEY, 2014).

Com a incerteza da capacidade do Estado em fiscalizar e punir a exploração ilegal de madeira é pouco provável que o madeireiro adote a estratégia de exploração com práticas de manejo e ciclos longos de exploração. Uma explicação é que, se o preço de mercado da madeira é parcialmente determinado pelos custos de produção, sendo alto no caso de adoção de manejo florestal, a escolha de estratégias não sustentáveis possibilita uma chance alta de ganhos, considerando esse ambiente de baixo risco de punição (RIVERO; ALMEIDA, 2008).

As consequências socioeconômicas e ambientais da extração ilegal são significantes. Nesse caso, a ilegalidade facilita a conversão do uso da terra para outros usos. Ocupações em áreas não autorizadas ameaçam a biodiversidade, os solos, a conservação da água e a capacidade de estocagem de carbono (CONTRERAS-HERMOSILLA, 2011), além de facilitar a caça de animais selvagens, o aumento da vulnerabilidade ao fogo e implicações referentes às mudanças climáticas (ANON, 2003).

A ilegalidade da madeira é responsável por uma série de conflitos no campo, resultando em mortes. O extrativista José Cláudio Ribeiro da Silva discursou sobre a exploração ilegal de madeira nas florestas em Nova Ipixuna (Pará) durante o evento TEDx Amazônia realizado em Manaus em 2010. Durante seu pronunciamento, foi revelado que ele e sua esposa, Maria do Espírito Santo, recebiam constantes ameaças de morte devido às suas denúncias e à insistência em preservar a floresta que garantia a sua subsistência e a de outras famílias. Seis meses depois, ambos foram assassinados, engrossando a lista de nomes como o de Chico Mendes em 1988 e da Irmã Dorothy Stang em 2005 (SAUER, 2005). O final da história consistiu no mandante do crime julgado e posteriormente absolvido. Este episódio expõe a realidade dos grileiros de terra que exploraram as matas de forma predatória e o total desrespeito às leis ambientais vigentes.

Na Amazônia Legal, a violência no campo ocorre em áreas com ocorrência de exploração de madeira de alto valor comercial, a exemplo da exploração de mogno em áreas com regulações mais restritivas, ou que exportavam grande quantidade da espécie antes da proibição de corte e comercialização da madeira. Conclui-se que a exploração em locais proibidos ou que apresentaram legislação restritiva foram responsáveis pelo aumento dos conflitos de terra na Amazônia brasileira. Estima-se que 5.172 mortes ocorreram no Pará entre 1999 e 2013. Se considerarmos um município de tamanho médio com população de 27.495 habitantes, o montante encontrado foi de cinco mortes adicionais por ano (CHIMELI; SOARES, 2017).

Em Mato Grosso, a exploração de madeira ilegal desencadeou uma série de operações ambientais como a Operação Curupira em 2005 e tantas outras. A Operação Malha Verde investigou o transporte ilegal de madeira serrada, ou seja, por Guia Florestal (GF) falsificada, no sistema DOF (PELLEGRINI, 2015). Nos empreendimentos fiscalizados encontraram-se empresas de fachada ou fantasmas. A Operação "Amazônia Unida" apreendeu nos postos de fiscalização vários caminhões carregados com madeira proibida de corte como mogno, castanheira e cajueiro. Ainda podemos citar à operação "Proteger" (NAZARIO; DOMINGUES, 2016) e várias outras que não cabem aqui maiores discussões.

As operações ambientais podem ser decorrentes do transporte de madeira com GF vencida ou com divergência de saldo (volume de madeira), entre o saldo existente no pátio da empresa e o saldo disponível no SISFLORA (saldo virtual) (NAZARIO; DOMINGUES, 2016). Durante uma fiscalização de rotina foram encontradas 110 m<sup>3</sup> de madeira em tora escondidas no interior da pilha de pó de serra da empresa.

Alguns países adotaram mecanismos para incentivar a adoção da exploração legal, em detrimento da extração ilegal da madeira. Entre eles citam-se a Bolívia, Brasil, México e Guatemala que desenvolveram iniciativas de implantar a certificação florestal. Outros países receberam apoio de programas desenvolvido por países internacionais e importadores de madeira (CONTRERAS-HERMOSILLA, 2011).

O *Forest Law Enforcement and Governance Program* (FLEG) é uma parceria entre o Banco Mundial para reduzir a extração ilegal de madeira e reduzir a degradação florestal e o desmatamento associados. Suas atividades foram concentradas nos países da América Latina (Argentina, Bolívia, Chile, Costa Rica, México e entre outros). Enquanto o *European Union Forest Law Enforcement, Governance and Trade Program* (FLEGT) concentra suas atividades em exportadores asiáticos e africanos que exportam para a Europa. Basicamente, o FLEGT impõe barreiras às importações de madeira sem origem e favorecem países exportadores legais (CONTRERAS-HERMOSILLA, 2011)

As técnicas utilizadas para detectar a extração seletiva de madeiras ilegal na Amazônia foram o Modelo CGE (BANERJEE; ALAVALAPATI, 2010). Internacionalmente, utilizaram-se balanço de madeira na Ásia, África, Europa e América do Norte (HOARE, 2015) e revisão de literatura sobre a corrupção no manejo florestal (SUNDSTROM, 2016).



## 1.3 - Setor Florestal

### 1.3.1 Produção de madeira no Brasil

A produção de madeira no Brasil foi de 53.067.737 m<sup>3</sup> em 1992 e reduziu para 11.450.693 m<sup>3</sup> em 2018 (IBGE, 2018). A queda da produção de madeira proveniente das florestas naturais pode ser atribuída a diversos fatores como: retração da demanda industrial, aumento do preço da madeira nativa em tora, disponibilidade de mão de obra na coleta de determinados produtos e a atuação de órgãos de controle ambiental e fiscalizadores e a crise de 2008 (SFB, 2014). Além do maior emprego de tecnologia na indústria de processamento da madeira (GERWING et al., 2000; LENTINI; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2005) e em operações de extração de madeira (VIDAL et al., 1997). A explicação para essa relação é o aumento do emprego da tecnologia gera economia de matéria-prima, maior rendimento e menor pressão sobre os recursos naturais. O rendimento da madeira nas serrarias da Amazônia varia de 35-45% (GARRIDO FILHA, 2002; SABOGAL et al., 2006; RIVERO; ALMEIDA, 2008; CRUZ et al., 2011)

O rendimento da indústria madeireira pode variar conforme o perfil do mercado consumidor. O processamento de madeira para o mercado externo tende a apresentar maior rendimento, uma vez que as exigências de qualidade desse mercado permitem apenas pequenos defeitos de processamento e certificação dos produtos (GERWING et al., 2000).

As exportações de produtos florestais brasileiros se destinaram principalmente para Estados Unidos, Europa e China. Ocorreu uma queda acentuada das exportações brasileira de produtos madeireiros para a Europa e EUA causada por uma crise financeira em 2009. Outros destinos da madeira comercializada no Brasil para o exterior foram Argentina (15%) e China (6%), exceto no ano de 2009. Em 2012, as exportações foram referentes à polpa de madeira (52%), de papel (22%), de molduras (6%), mobiliário (5%), de compensado/laminado (5%); de madeira serrada (4%) e de marcenaria (2%) (OLIVER, 2013).

A maior parte da concentração de madeira comercializada originou-se do estado do Pará (35,3%), seguido por Mato Grosso (25,8%) e Rondônia (14,5%) (SFB, 2014), principalmente como madeira macia e madeira dura. No primeiro caso, os principais países compradores de madeira foram Marrocos, Arábia Saudita e México. Enquanto que no segundo caso, a madeira seguiu para Hong Kong, Uruguai, Argentina, República Dominicana, Venezuela, Índia e Vietnã (OLIVER, 2013)

A exportação de madeira brasileira não se restringe apenas aos produtos originados de florestas nativas. A exportação de tora originada de reflorestamento como a *Tectona grandis* tem como destino a Índia, Quênia, Vietnã e Peru (OLIVER, 2013).

O compensado brasileiro, feito geralmente de pinho, e proveniente de plantações da região Sul também foi exportado. Os principais destinos são a América do Sul, Austrália, Jamaica, Porto Rico e Turquia. No caso da madeira laminada, a mesma é exportada para Coreia do Sul, Estados Unidos e União Europeia conforme comentado anteriormente (OLIVER, 2013)

Enquanto as florestas naturais estão diminuindo em extensão, as florestas plantadas apresentaram aumento de 105 milhões de hectares mundialmente desde 1990. A taxa média anual de aumento da extensão das florestas plantadas entre 1990 e 2000 foi de 3,6 milhões de hectares. Essa taxa atingiu um pico de 5,9 milhões de hectares por ano para o período de 2000 a 2005, e desacelerou para 3,3 milhões de hectares entre 2010 e 2015 devido à diminuição do plantio no leste da Ásia, Europa, América do Norte e América do Sul e Sudeste Asiático (FAO, 2015).

### **1.3.2 Produção de madeira na Amazônia**

O início da ocupação na Amazônia ocorreu na década de 1960 e tem como marco de referência a fundação da cidade de Belém e a abertura da Rodovia Belém-Brasília (SCHMINK; WOOD, 1992; HOMMA, 2014). Segundo HOMMA (2011), a força muscular humana era responsável pelo corte e o meio aquático era indispensável para o arraste e transporte deste produto.

A motosserra inventada por Andreas Stihl, em 1927, tornou-se um instrumento prático no final da década de 1960, instalando a primeira fábrica no Brasil em 1973. Com o seu uso a produtividade da mão de obra no desmatamento, antes dependente do uso do terçado, da foice e do machado, aumentou 700%. Quanto à extração madeireira tradicional estimada em 0,5m<sup>3</sup>/homem/dia cresceu 34 vezes com o uso de motosserra e ampliada, posteriormente, com o uso de maquinário no arraste e transporte (NASCIMENTO; HOMMA, 1984).

A produção de madeira na Amazônia foi realizada em vários ciclos, sendo a exploração do mogno um desses ciclos. No primeiro ciclo, a exploração desta espécie ocorreu no Acre, Mato Grosso, Rondônia e Pará. No Acre, sua exploração ocorreu em duas fases: primeiro, nas décadas de 1930 e 1940, ao longo das margens dos rios principais da

sua região oeste (Juruá, Tarauacá, Envira e Purus). Nessa época, as árvores eram transportadas em jangadas e levadas até Manaus e Belém para processamento e exportação. A segunda fase ocorreu no início dos anos 1980, na porção oriental do Acre, com a chegada dos colonizadores e madeireiros oriundos de Rondônia. O mogno era então serrado e transportado por caminhões até o porto de Paranaguá (Paraná) e São Paulo (GROGAN; BARRETO; VERÍSSIMO, 2002).

No início dos anos 1970, esses estoques de mogno localizados ao longo do rio Araguaia e seus afluentes foram exauridos e a exploração deslocou-se para oeste do Pará em florestas ricas em mogno ao longo da nova rodovia estadual PA-150. Os estoques foram liquidados nessa região durante o final dos anos 1970 (SEARS; PADOCH; PINEDO-VASQUEZ, 2007) e início dos anos 1980, e os exploradores deslocaram-se novamente para o oeste ao longo da estrada não pavimentada PA-279 em direção a São Felix do Xingu (VERÍSSIMO et al., 1995). Em 1987, a extração aumentou para 24,6 milhões de m<sup>3</sup>, correspondendo a 54% do total do país (VERISSIMO et al., 1992).

Durante os anos de 1980, as regiões ricas em mogno situadas no Sul do Pará e Norte do Mato Grosso foram intensamente exploradas, principalmente em terras devolutas e terras indígenas através de acordos ou simplesmente pela invasão das áreas. Porém, novas áreas ricas em mogno foram localizadas por exploradores através de sobrevoos em pequenos aviões. As equipes de exploração deslocaram-se continuamente para oeste, cruzando o rio Xingu, e em seguida extraindo mogno a oeste na região do rio Iriri (GREENPEACE, 2001). Depois disso, as madeiras migraram para Novo Progresso (oeste do Pará) ao longo da rodovia Cuiabá-Santarém e sudeste do Amazonas (GROGAN; BARRETO; VERÍSSIMO, 2002). Em 1986, o Pará era responsável pela maior produção madeireira no Brasil (IBGE, 1986). Na década de 90, a Amazônia assumiu definitivamente a liderança na produção de madeira tropical no país (IBGE, 2018).

Em Araputanga (MT), as toras eram caracterizadas com maiores diâmetros e com volume variando entre 4 a 5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (SANTOS, 2018). As principais espécies existentes nessa época foram mogno, peroba, cedro, ipê roxo, ipê amarelo, garapa e branquilha. Os fazendeiros construíram toda a sede com mogno e a casa dos funcionários feita com branquilha. A madeira bruta, principalmente de mogno era cortada e transportada para o estado do Espírito Santo. Na década de 1960, foi instalada a primeira serraria administrada por Alemães em Cáceres/MT. Nesse caso, a madeira era exportada para a Alemanha e para os Estados Unidos (SANTOS, 2018).

O crescimento do setor madeireiro da Amazônia foi impulsionado por três fatores: a construção de estradas, a qual possibilitou o acesso a recursos florestais em florestas densas de terra firme ricas em madeiras de valor comercial; o custo de aquisição baixo dessa madeira, pois a extração era realizada sem restrição ambiental e fundiária; e finalmente o esgotamento dos estoques madeireiros no Sul do Brasil, combinado com o crescimento econômico do país, criando uma grande demanda de madeira para a região amazônica (HOMMA, 2011).

Na Amazônia, as empresas madeireiras foram aglomerando-se em centros urbanos que estavam sendo criados ao longo das rodovias, formando os polos madeireiros. Esses polos ocorreram em áreas que concentram serviços, infraestrutura (energia, comunicação, saúde e sistemas bancários) e mão de obra disponível (SFB; IMAZON, 2010a).

As principais causas da queda expressiva do consumo de madeira no Brasil entre 2004 e 2009 foram à crise do setor da construção civil nos países produtores e importadores da madeira, a exigência de madeira certificada e a ação de controle e fiscalização do setor florestal. Outros fatores incluíram a obrigação de retirada de madeira apenas de áreas manejadas, a intensificação do combate ao desmatamento, o arranjo institucional para regularização dos direitos a propriedade e o estímulo ao reflorestamento. Com o desestímulo do desmatamento, a oferta de madeira nativa também vem decaindo. Sob o aspecto econômico, ocorreu a desvalorização do dólar em relação ao real (câmbio) (SANTANA; SANTOS; OLIVEIRA, 2010) e a concorrência com outros países (VIEIRA; BRITO; GONÇALVES, 2012).

Em 2009, foram identificadas 2.226 empresas madeireiras em funcionamento na Amazônia Legal que extraíram em torno de 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora nativa, resultando na produção de 5,8 milhões de m<sup>3</sup> de madeira processada (SFB; IMAZON, 2010a). A produção predominante foi madeira serrada (72%); seguida de madeira beneficiada na forma de portas, janelas, pisos, forros e entre outros (15%) e painéis laminados e compensados (13%) (PEREIRA et al., 2010). A importância da atividade pode ser comprovada com a geração de aproximadamente 204 mil empregos, dos quais 66.000 empregos diretos (processamento e exploração florestal) e 137.000 empregos indiretos, na própria Amazônia Legal, nos segmentos de transporte de madeira processada, lojas de equipamentos e maquinário para o setor madeireiro (SFB; IMAZON, 2010a).

Os municípios de Sinop (MT), Tailândia e Paragominas (Pará) foram os principais polos madeireiros, representantes consolidados da antiga fronteira madeireira (mais de 30 anos) (LENTINI; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2005). A exploração não sustentável de

madeira pode ser sentida nesses Estados, no Maranhão e Tocantins, devido à escassez de madeira para construções rurais (cercas, currais, casas), lenha para fabricação de farinha e utilização em cozinha, olarias, entre outros (HOMMA, 2011). Quando isto ocorre, as cidades sofrem um colapso em sua economia local, devido a queda na geração de emprego e renda da indústria madeireira (SCHNEIDER; ARIMA; VERISSIMO; et al., 2000).

Até 2004, as espécies tradicionais exploradas na Amazônia como mogno, cedro e virola perderam a importância. No entanto, aumentaram a exploração de outras espécies como sucupira, tauari, tatajuba, jatobá, ipê, garapeira e maçaranduba (OLIVER, 2013).

Com relação à exportação dos produtos madeireiros da Amazônia Legal, destacam-se a madeira serrada processada, a madeira serrada e os cavacos e partículas. A madeira serrada processada e a madeira somente serrada contribuíram juntamente com 85,74% da exportação total de produtos na Amazônia, demonstrando a importância do processamento da matéria prima para comercialização no exterior (SFB, 2014).

A extração seletiva de madeira é caracterizada como um padrão do tipo *boom e colapse*. A atividade está concentrada na região do arco do desmatamento da Amazônia (Mato Grosso e Pará). O deslocamento da atividade possui tendência de deslocamento para a região noroeste de Mato Grosso, Sul do Pará, Amazonas e Acre (LENTINI; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2005).

#### **1.4 Síntese do Capítulo 1**

A preocupação com a história da extração seletiva de madeiras nativas iniciou na época da Bíblia com a proibição de corte de árvores frutíferas, por servirem de alimento ao homem (Deuteronômio 20:19). Em um segundo momento ocorreu a exploração do Pau Brasil no Brasil para abastecer Portugal de madeira para construção de imóveis e embarcações e tingimento de tecidos.

A ocupação desordenada do litoral do Brasil e a exploração de Pau Brasil provocaram os primeiros sinais de desmatamento. Diante disso, a Coroa Portuguesa estabeleceu que as florestas eram suas propriedades, limitou a exploração do Pau Brasil e de outras espécies como tapinhoã e mangue vermelho e permitiu a extração das árvores somente com autorização das Câmaras Municipais. Os outros ciclos econômicos existentes no Brasil como o cultivo de cana-de-açúcar, pecuária e a mineração também contribuíram com o desmatamento brasileiro.

O contrabando de madeira já ocorria nessa época e era realizado por estrangeiros e pela própria Coroa. Diante desse fato, a Coroa criou as Capitânicas Hereditária para conter a extração ilegal do Pau Brasil. Em anos posteriores, foi criada a Autorização de Transporte de Produtos Florestais (ATPF) disponibilizada em papel para controle da produção de madeira no Brasil. Posteriormente a ATPF foi substituída pelo Documento de Origem Florestal (DOF), disponibilizada em formato eletrônico. Em Mato Grosso, a produção de madeira é controlada pela Guia Florestal, disponibilizada pelo SISFLORA.

A extração seletiva de madeiras é uma atividade na qual poucas árvores são selecionadas e extraídas da floresta. No desmatamento, ao contrário da extração seletiva, são extraídas todas as árvores da floresta de maneira rápida e completa da vegetação. Nesse caso a área será utilizada para agricultura ou pecuária. Os maiores impactos causados na floresta são provenientes do desmatamento ao ser comparado a degradação por extração seletiva. A extração seletiva é originada de manejo florestal ou de planos de exploração florestal (desmatamento).

A degradação florestal consiste na remoção do dossel da floresta de forma definitiva ou temporária, deixando a floresta ainda de pé. A degradação causada pela extração seletiva resulta em impactos em maior ou menor extensão conforme a intensidade de exploração, frequência de extração da madeira e das técnicas de extração. A extração seletiva de madeira resulta na abertura de clareiras e da fragmentação, diminuindo o número de manchas florestais, fazendo com que o material verde seque, favorecendo a ocorrência de incêndios na floresta. Em geral a extração seletiva fornece capital para o desmatamento em anos posteriores a degradação.

As áreas de extração seletiva são difíceis de se detectar por satélites, pois o impacto causado na floresta deve ser grande e a exploração ser realizada em anos mais recentes. A extração apresenta padrão espinha de peixe (pátios de estocagem de madeira irradiam das estradas florestais), com evidências de estradas, pátios de estocagem, ramais de arraste e clareiras provenientes do corte de árvores. Na extração legal, a exploração apresenta características de simetria e de planejamento da infraestrutura de exploração. No entanto, a extração ilegal é ainda mais difícil detectar por satélite, pois a infraestrutura de exploração é mínima e a extração é realizada de forma rápida, provocando danos que não são visíveis pelo satélite. Outras vezes a extração ilegal possui padrão anárquico e com maiores danos ao dossel.

Na extração seletiva legal, as áreas de florestas são exploradas seletivamente com autorização de exploração emitida pelo órgão ambiental competente. Já a extração ilegal

ocorre quando a exploração acontece dentro de áreas de preservação permanente, terras indígenas e unidades de conservação. Outros exemplos são a violação das leis relacionadas ao manejo florestal, a exploração florestal, aos direitos das populações tradicionais, e também ao não cumprimento de contratos entre agentes públicos e/ou particulares, além do não pagamento de taxas e entre outros.

Com base em artigos encontrados na literatura sobre a extração seletiva de madeiras, obteve-se a principal inovação da tese que foi estimar a ilegalidade da madeira utilizando áreas de floresta explorada seletivamente detectadas por satélite e dados georreferenciados da SEMA. Além disso, estimou-se a produção de madeira em tora utilizando a intensidade de exploração de  $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  e o volume de madeira em tora transportado dentro do estado de Mato Grosso reportado pela SEMA.

## CAPÍTULO 2 - DINÂMICA DA EXTRAÇÃO SELETIVA DE MADEIRAS NO ESTADO DE MATO GROSSO ENTRE 1992 E 2016

### RESUMO

Neste capítulo, foi avaliada a dinâmica espaço-temporal da extração seletiva de madeiras no estado de Mato Grosso a partir de uma série histórica (1992 a 2016) de detecção de florestas nativas impactadas por essa atividade utilizando dados de sensoriamento remoto. Imagens Landsat, interpretação visual e classificação semiautomática com filtro textura foram utilizadas para detectar florestas impactadas por atividades de extração seletiva de madeiras na área de estudo. Com base nos resultados deste estudo, estima-se que 41.926 km<sup>2</sup> de florestas nativas foram exploradas pelo menos uma vez entre 1992 e 2016 no estado de Mato Grosso, uma média de 1.747 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>. As áreas de extração seletiva recorrentes também foram mais frequentes nos anos mais recentes desta análise. Não foi possível comprovar a hipótese de que a extração seletiva é precursora do desmatamento, uma vez que 95% das florestas exploradas seletivamente ainda permaneceram na área de estudo. Observou-se também que uma média de 18 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup> e 268,18 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup> de florestas foram exploradas seletivamente dentro de UC e TI, respectivamente, entre 1992 e 2016, porém não foi observada a tendência de aumento da extração seletiva nessas áreas protegidas no período analisado. Os polos de exploração seletiva de madeira se deslocaram nos últimos anos de análise para a última fronteira florestal nativa de Mato Grosso. Por fim, conclui-se que é preciso repensar nas estratégias de desenvolvimento e sustentabilidade futura do setor florestal de madeira nativa em Mato Grosso.

**Palavras-chave:** Extração seletiva. *Boom e bust*. Mato Grosso. Sensoriamento Remoto. Sistema de Informações Geográficas

### ABSTRACT

In this chapter, we aimed to understand the space-temporal dynamics of selective logging activities in the state of Mato Grosso based on a historical series (1992 to 2016) of mapping selectively logged forests using remotely sensed data. I used Landsat imagery, visual



interpretation, and a semi-automatic detection technique (texture algorithm) to detect forests impacted by selective logging activities in the study area. Based on this study results, I estimated that 41,926 km<sup>2</sup> of native forests had been selectively logged between 1992 and 2016 in the state of Mato Grosso, which corresponds to an average of 1,747 km<sup>2</sup>.year<sup>-1</sup>. The recurrent selective logging activities were more frequently observed in the recent years of this analysis. It was not possible to prove the hypothesis that selective logging is precursor of deforestation, because 95% of the selective logged forest still remained in the study area. I also observed that an average of 18 km<sup>2</sup>.year<sup>-1</sup> and 268.18 year<sup>-1</sup> of native forests had been selectively logged within Conservation Units (CU) and Indigenous Land (IL), respectively, between 1992 and 2016. There was no growth trend of selective logging within those protected areas (CU and IL) in the period of analysis. I observed that the timber centers have recently migrated to new native forest frontiers in the state of Mato Grosso, spatially located in microregion of Colider and Aripuanã, which is closer to border between the states of Mato Grosso and Pará. Finally, I would recommend further insights regarding new strategies of sustainable development of the forest sector in the Mato Grosso, especially at this time that the last selective logging frontiers have been reached by loggers.

**Keywords:** Selective logging. Boom and collapse. Mato Grosso. Remote Sensing. Geographic Information System.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A degradação florestal se tornou uma questão ambiental preocupante nos trópicos, sendo responsável por impactos na biodiversidade (THOMPSON et al., 2013), nas mudanças climáticas globais (ASNER, 2014; SALVINI et al., 2014; PINHEIRO et al., 2016) e no bem estar humano (OCHIENG; VISSEREN-HAMAKERS; NKETIAH, 2013). A degradação florestal consiste na remoção do dossel florestal, parcialmente e temporariamente (SOUZA JUNIOR et al., 2013), causada pelo fogo, pela extração seletiva de madeiras de intensidade leve a alta (INPE, 2008). A degradação causada pela extração seletiva de madeiras resulta na redução na capacidade da floresta de fornecer bens e serviços. (THOMPSON et al., 2013). A literatura científica discute a hipótese de que a extração seletiva é uma das causas do desmatamento até três anos subsequentes a degradação na Amazônia (ASNER et al., 2005).

Na Amazônia brasileira, as áreas florestais sofrem com vários tipos de degradação. As florestas submetidas ao processo de extração seletiva e/ou incêndios florestais tendem a

aumentar consideravelmente a pegada humana (SOUZA JUNIOR et al., 2013). A degradação proveniente de atividades madeireiras nos municípios de Marcelândia, União do Sul e Santa Carmem foi superior a degradação oriunda de desmatamento, ou seja, as áreas desmatadas corresponderam a aproximadamente 25% das áreas afetadas pelos distúrbios da floresta mapeadas entre 2000 e 2014 foram desmatadas em 2015 (GRECCHI et al., 2017).

Os processos de degradação florestal na Amazônia levam a mudanças na composição e estrutura das florestas exploradas quando comparada às florestas primárias (MACPHERSON et al., 2012; TRITSCH et al., 2016). A abertura no dossel florestal provocado pela extração seletiva de madeiras (SOUZA JUNIOR et al., 2013) deixa a floresta susceptível ao fogo subsequentes a exploração (ASNER et al., 2006). Estima-se que em 1996, a extração seletiva de madeiras foi responsável por liberar anualmente 4% a 7% de carbono para o desmatamento na Amazônia brasileira (NEPSTAD et al., 1999).

A maioria dos processos de degradação por extração seletiva na Amazônia seguiram os seguintes processos (ASNER et al., 2005): primeiro as espécies florestais de maior valor comercial são extraídas da floresta; depois, quando acabam as espécies de maior valor, as próximas espécies com menores valores comerciais passam a ser retiradas (TRITSCH et al., 2016). Esse processo ocorre até a maioria das espécies madeireiras acabarem e a terra tenha mais valor com a agricultura ou pasto do que com floresta em si (GERWING; JOHNS; VIDAL, 1996; SCHNEIDER; ARIMA; VERÍSSIMO; et al., 2000; ASNER et al., 2006).

Diante dessa problemática, torna-se crucial o entendimento técnico-científico das áreas de florestas impactadas e dos impactos da degradação florestal para dar suporte à definição de medidas de controle, monitoramento, conservação e manejo dos recursos florestais da Amazônia (FERREIRA et al., 2015). Um exemplo de programa para mitigar os impactos da degradação florestal é o REDD<sup>+</sup> (*Reduced Drivers of Land Emission from Deforestation and Forest Degradation*) (SONG et al., 2015), criado com o objetivo de reduzir as emissões provenientes de desmatamento e da degradação florestal, promover a conservação, o manejo florestal sustentável, aumentar os estoques de carbono em países em desenvolvimento (OCHIENG; VISSEREN-HAMAKERS; NKETIAH, 2013). Uma das intervenções diretas de REDD<sup>+</sup> é melhorar a aplicação das leis contra a exploração ilegal de madeira (SALVINI et al., 2014).

A maior parte da literatura científica identifica a degradação por extração seletiva na Amazônia como precursora do desmatamento (JOSHI et al., 2015; FAO, 2016; CELENTANO et al., 2018). Em estudo de caso desenvolvido na Amazônia, observou-se que grande parte das áreas degradadas por extração seletiva foi desmatada nos anos subsequentes

a degradação (SOUZA JUNIOR; ROBERTS; COCHRANE, 2005; ASNER et al., 2009b). Apesar disso, em estudos mais territorialmente abrangentes, ainda não foi comprovado que a maior parte das áreas de florestas impactadas pela extração seletiva de madeiras foram desmatadas, como por exemplo, o estudo conduzido por Asner et al. (2005) entre 1999 e 2002 para toda a Amazônia.

A fim de comprovar a hipótese de que a extração seletiva é precursora do desmatamento, torna-se necessário detectar de forma mais sistemática as áreas de florestas impactadas por extração seletiva de madeiras. As florestas impactadas pela extração seletiva apresentam mudanças mais sutis na reflectância da floresta para serem detectadas por sensores remotos (MATRICARDI et al., 2013). Apesar disso, o uso de sensoriamento remoto pode ser utilizado para o monitoramento da degradação florestal (THOMPSON et al., 2013; ANDERSEN et al., 2014; PINHEIRO et al., 2016) por extração seletiva de madeiras (GRECCHI et al., 2017). Nesse caso, utilizam-se várias técnicas para mapear as áreas de extração, incluindo a interpretação visual, a Análise de Mistura Espectral (SOUZA; BARRETO, 2000), o *Carnegie Landsat Analysis System* (ASNER et al., 2005), a interpretação visual combinada com classificação semiautomática aplicando o filtro textura (MATRICARDI et al., 2010; MATRICARDI et al., 2013), o uso de radar (JOSHI et al., 2015), a combinação de radar com imagens aéreas e imagens óticas de satélite (ZHURAVLEVA et al., 2013) e, mais recentemente, a classificação orientada a objetos (GRECCHI et al., 2017).

O filtro textura tem sido aplicado de forma mais ampla para toda a Amazônia brasileira. Esse filtro pode ser utilizado para capturar a heterogeneidade dos valores tonais do pixel dentro da área definida na imagem. A imagem textura utiliza atributos que são desejáveis para a caracterização da escala de paisagem em um ambiente selvagem (WOOD et al., 2012). No caso das pesquisas desenvolvidas por Wood et al. (2002), foi utilizado o filtro textura para identificar áreas diretamente impactadas pela extração seletiva na Amazônia. Essa técnica pode ser aplicada para a classificação de áreas urbanas (ZHANG; ZHU, 2011; LEFEBVRE; CORPETTI, 2017), na caracterização dos habitats dos animais e da estrutura da vegetação (WOOD et al., 2012), no mapeamento da degradação florestal (MATRICARDI et al., 2007) e de áreas úmidas (CHIU; COULOIGNER, 2004), na discriminação de uso do solo (ELHADI; ZOMRAWU, 2009), na identificação de cultura agrícola (PEÑA-BARRAGÁN et al., 2011), no mapeamento florestal (KIM; MADDEN; WARNER, 2009) e em estudos ecológicos (PEDDLE; FRANKLIN, 1991; OZDEMIR et al., 2018)

A literatura científica relacionada a extração seletiva afirma a existência de expansão das áreas de extração seletiva para as últimas fronteiras da Amazônia (COSTA et al., 2018). Já que o estado de Mato Grosso é o segundo maior produtor de madeira em tora da Amazônia (IBGE, 2018), torna-se extremamente importante monitorar a extração seletiva para que se evitem maiores impactos no setor florestal. Ainda mais quando a maior parte dos artigos científicos sobre a extração seletiva de madeiras em Mato Grosso são escassos. Alguns artigos foram desenvolvidos na Amazônia, porém foram limitados a estudos de caso na região (MATRICARDI et al., 2005; GRECCHI et al., 2017) e os mais abrangentes atingiram menores séries temporais (MATRICARDI et al., 2007; MATRICARDI et al. 2013) ou apenas um ano de estudo (ASNER et al. 2005). No presente estudo, buscou-se o entendimento da degradação florestal causada pelas atividades de extração seletiva de madeiras nativas no estado do Mato Grosso, utilizando uma longa série temporal de dados de sensoriamento remoto (1992 a 2016) que permitiu uma análise detalhada da dinâmica espaço-temporal deste fenômeno na área de estudo.

## **2.2- MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Localização e caracterização da área de estudo**

O presente estudo foi realizado na parte Amazônica do estado do Mato Grosso, delimitada total ou parcialmente por 24 cenas da série dos satélites Landsat (Figura 2). Nestas cenas foram previamente observadas em imagens Landsat (adquiridas em 1992, 1996, 1999, 2003, 2006, 2010, 2014 e 2016) evidências de extração seletiva, tais como a presença de pátios de estocagem de madeira e estradas de acesso.



**Figura 2** - Órbita e Ponto dos satélites Landsat 5 e 8 apresentando evidências de impactos florestais causados pela atividade de extração seletiva de madeiras em Mato Grosso no período de 1992 e 2016.

As cenas selecionadas para detecção das florestas impactadas por extração seletiva de madeiras foram aquelas que apresentaram menor cobertura de nuvens, preferencialmente escolhidas na estação seca, utilizando uma série histórica com intervalos a cada 3 ou 4 anos. O intervalo de tempo escolhido foi necessário, uma vez que após a extração seletiva de madeiras, as evidências dos impactos nas florestas permanecem detectáveis nas imagens de satélite por 3 a 4 anos, quando um intenso processo de regeneração natural da floresta dificulta a sua detecção (SOUZA; BARRETO, 2000; MATRICARDI et al., 2005; MATRICARDI et al., 2013). Considerando a limitação da resolução espacial dos sensores do satélite Landsat, as extrações seletivas de muito baixa intensidade não foram detectadas. Dessa forma, a estimativa da extração seletiva utilizada nesta pesquisa é considerada conservadora em relação à extensão das florestas impactadas pela atividade madeireira no estado Mato Grosso.

O estado de Mato Grosso possui 903.357 km<sup>2</sup> de extensão territorial (IBGE, 2010). A sua vegetação era composta principalmente por um conjunto de ecossistemas principais: pantanal, cerrado e Floresta Amazônica (EMBRAPA, 2018). A vegetação da floresta amazônica é classificada como ombrófila aberta e ombrófila densa. As espécies predominantes dessas florestas são louro-preto, cumaru, amarelão, ipê amarelo e marupá. O solo da Amazônia é classificado como podzólico vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo (IBGE, 1980). Seu clima é classificado como Aw (tropical quente, com estação seca

de inverno), segundo Koppen. A precipitação pluviual média anual é de 1.300 mm e temperatura média anual de 25,6°C (CARVALHO, 2018).

### 2.2.2 Base de dados

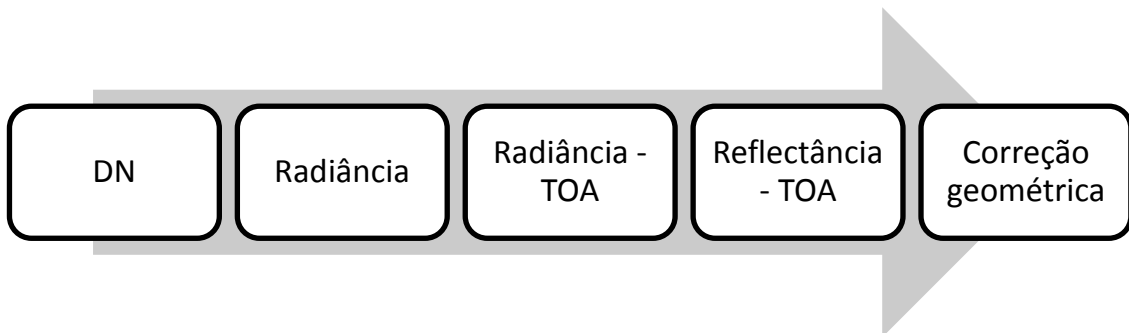
O presente estudo incluiu a utilização de duas bases de dados preparadas por Matricardi et al. (2013) e Costa et al. (2018) contendo as áreas de florestas detectadas de extração seletiva de madeira para toda a Amazônia para 1992, 1996 e 1999 e para 2003, 2006, 2010 e 2014, respectivamente. A detecção das áreas de florestas exploradas seletivamente em 2016 foi conduzida no presente estudo. Foram utilizados os mesmos procedimentos metodológicos para a preparação das bases de dados. As cenas Landsat e os demais dados georreferenciados utilizados neste estudo, contendo feições, formato, projeção e referências, estão descritos na Tabela 2. No caso das unidades de conservação, a expectativa é que essas áreas cumpram com o papel de utilização previstos em lei (PEDLOWSKI et al., 2005).

**Tabela 1** - Dados geográficos utilizados nesta pesquisa para detecção de florestas exploradas seletivamente no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016.

Dados	Estrutura	Formato	Resolução Espacial	Sistema de Referência/Projeção Cartográfica	Referências
Imagem Landsat	Matricial	.tiff	30 m	WGS 84	(USGS, 2017)
Grade Landsat	Vetorial	.shp	-	WGS 84	(INPE, 2016)
Limite de MT	Vetorial	.shp	-	WGS 84	(IBGE, 2015)
Unidade de Conservação	Vetorial	.shp	-	WGS 84	(IBGE, 2015)
Terra indígena	Vetorial	.shp	-	SAD 69	(SEPLAN, 2013)
Assentamento Rural	Vetorial	.shp	-	SAD 69	(INTERMAT, 2010); (INCRA, 2017)
Polo madeireiro	Vetorial	.shp	-	SAD 69	(IMAZON, 2013)
Eixos de transporte	Vetorial	.shp	-	SAD 69	(IMAZON, 2013)
Desmatamento	Vetorial e tabelas	.shp/.dbf	-	WGS 84	(INPE, 2018)
Degradação 1992, 1996, 1999	Matricial	.tiff	30 m	Sinusoidal	(MATRICARDI et al., 2005)
Degradação 2003, 2006, 2010 e 2014	Matricial	.tiff	30 m	Sinusoidal	(COSTA et al., 2018)

### 2.2.3 Correção das imagens Landsat

As imagens foram pré-processadas aplicando técnicas de correções geométricas e radiométricas (Figura 3). O pré-processamento iniciou com a correção radiométrica de todas as cenas Landsat com o objetivo de normalizar a degradação do sensor, a variação da distância da Terra-Sol, o ângulo de incidência, e o tempo de aquisição dos dados (MATRICARDI et al., 2007; MATRICARDI et al., 2013). O procedimento envolveu a conversão do número digital (DN ou *digital number*) em valores de radiância (SOUZA JUNIOR; ROBERTS; COCHRANE, 2005), seguida da conversão da radiância em valores de reflectância no topo da atmosfera (TOA). Os parâmetros adotados foram as variáveis: data, banda, elevação do sol, o Lmax, o Lmín, disponibilizados pelo Serviço Geológico Americano (USGS) (CHANDER; MARKHAM; HELDER, 2009).



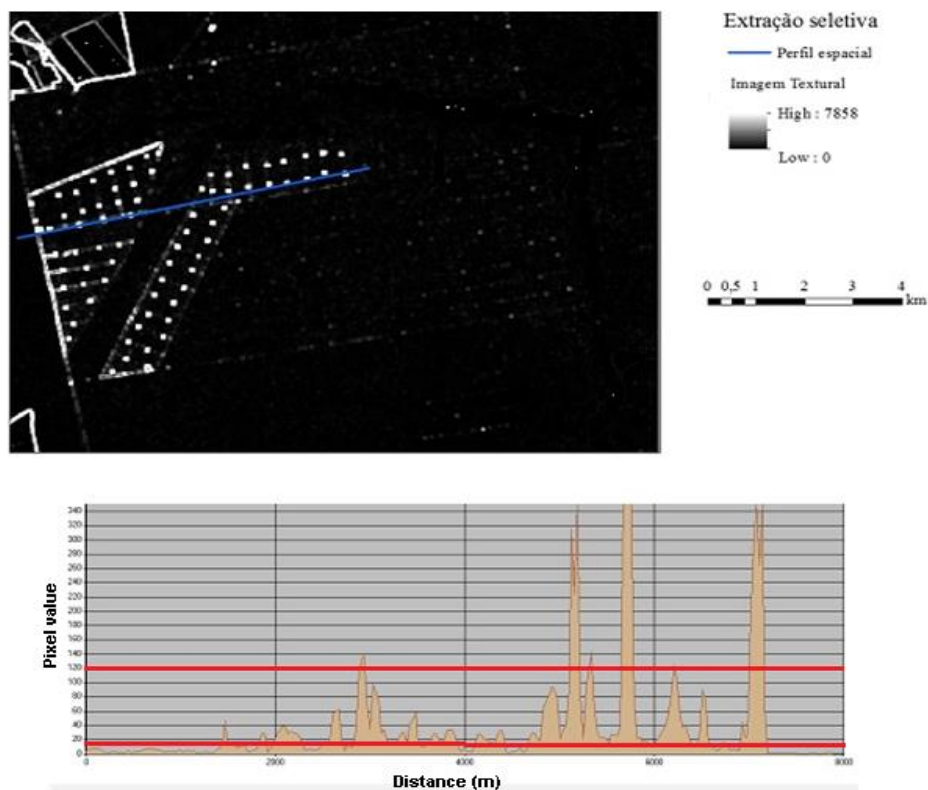
**Figura 3** - Processamento para correção das imagens do satélite Landsat, sensores TM e OLI com evidência de extração seletiva em Mato Grosso. O processamento consistiu na correção radiométrica e geométrica das imagens.

A correção geométrica foi feita apenas nas imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*). O procedimento consistiu em realizar correções em imagens ortorretificadas disponibilizada pela USGS. O registro foi feito a partir de pontos em comum entre a imagem ortorretificada e as imagens adquiridas no sítio do INPE e da USGS. Utilizaram-se seis pontos para retificação da imagem em polinômio de primeira ordem e reamostragem pelo método do vizinho mais próximo (DAI; KHORRAM, 1998; JENSEN, 2009).

### 2.2.4 Detecção das florestas impactadas pela extração seletiva de madeiras

Os dados vetoriais do desmatamento do PRODES foram reclassificados em não floresta (valor 1) e florestas (valor 2). Na classe não floresta foram incluídas áreas desmatadas, vegetação com fisionomia não florestal 1 e 2, desflorestamento, hidrografia, ruído e resíduo. Posteriormente, foi aplicada uma máscara com expansão de três pixels.

Em seguida, as áreas de extração seletiva foram mapeadas utilizando a análise semiautomática (filtro textura) após finalizar as correções geométricas e radiométricas. A análise de textura consiste na variação espacial de tons de cinza na imagem (HARALICK; SCHANMUGAN; DINSTEIN, 1973) e no uso de métodos estatísticos como variância, matriz de co-ocorrência e ondas curtas (LEFEBVRE; CORPETTI, 2017). A matriz de co-ocorrência de níveis de cinza é o método mais utilizado para o filtro textura. Nesse caso utiliza-se um conjunto de medidas estatísticas locais para representar uma imagem texturizada como média, variância, homogeneidade, contraste, segundo momento e correlação (MENESES; ALMEIDA, 2012).

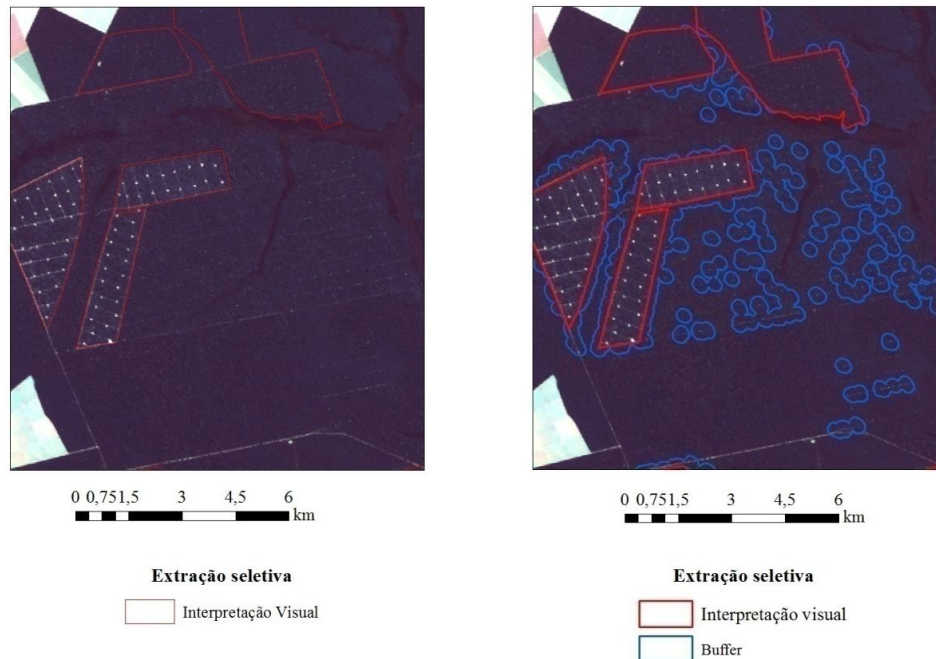


**Figura 4** - Extração seletiva e perfil espacial demonstrando o brilho do pixel aprimorado pelo algoritmo textura (variância) no canal infravermelho. Os valores de pixels derivados da imagem textura variaram entre 15 e 120 na cena 226/068, o qual realçou os pátios de estocagem e as estradas (b) em Mato Grosso.

Aplicou-se o algoritmo textura no canal do infravermelho próximo, utilizando janelas de 5 x 5 pixels na banda 6 do satélite Landsat para proporcionar melhor detecção dos pátios de estocagem e das estradas (Figura 4). Além disso, a técnica utiliza a segmentação da imagem e a classificação dos segmentos, originando bordas mais nítidas (MATRICARDI et al., 2005).



Ao redor dos pátios de estocagem identificados por meio da análise de textura foram construídas zonas (*buffers*) com 180 m de raio (Figura 5) para identificar as áreas de extração seletiva (MATRICARDI et al., 2007). O *buffer* também foi utilizado para estimar a área afetada pela extração seletiva não detectada nas imagens de satélite (SOUZA; BARRETO, 2000; MATRICARDI et al., 2005).



**Figura 5** - Composição dos canais do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho distante, destacando os polígonos com extração seletiva. Realce dos pátios de estocagem na cena 226/068 do satélite Landsat (à esquerda). Demonstração da união do polígono da interpretação visual com o *buffer* gerado a partir da imagem textura ao redor dos pátios de estocagem (à direita).

Este procedimento foi possível porque cada elemento de resolução no terreno, denominado "pixel" apresenta um valor digital correspondente a média de todos os alvos contidos na superfície de  $900 \text{ m}^2$ . Neste caso, houve uma tendência de prevalecer a resposta deste alvo em detrimento dos outros devido à alta reflectância do solo exposto. As áreas de extração seletiva tendem a se localizar nas proximidades de rodovias, devido à facilidade de acesso (WATRIN; ROCHA, 1992).

O critério utilizado para identificação das áreas de extração seletiva foi a interpretação visual utilizando os canais referentes ao infravermelho distante, próximo e vermelho (PINHEIRO et al., 2016), além da presença de pátios de estocagem e de estradas, que são perfeitamente visualizados na imagem, apesar da resolução espacial do sensor ser de 30 m. Outra técnica utilizada é o padrão semirregular de lacunas causadas pela extração das árvores

(TYUKAVINA et al., 2017). As feições representativas da atividade incluem a geometria em formato "espinha de peixe", no qual pátios de estocagem e clareiras provocadas pela queda de árvores apresentam-se na imagem como pontos brancos, enquanto as estradas aparecem como linhas brancas.

O modelo de extração seletiva convencional apresenta arranjo espacial simétrico, incluído impactos ao redor das estradas primárias e secundárias em imagens Landsat. O padrão de exploração ilegal apresenta um arranjo espacial anárquico e com altos danos no dossel florestal (TRITSCH et al., 2016).

A extração seletiva mapeada utilizando o filtro textura e a extração seletiva mapeada utilizando a interpretação visual foram unidas em único mapa com estrutura vetorial (formato *shapefile*). Posteriormente o mapa vetorial (interpretação visual e filtro textura) foram transformadas na estrutura matricial (operação matemática de matrizes). Ao final do processamento, todos os dados foram projetados para a projeção Sinusoidal, que é equivalente e muito utilizada para locais com mais de um fuso UTM (NELSON; CHOMITZ, 2011) como é o caso do estado de Mato Grosso (fusos 20, 21 e 22).

Os métodos utilizados conjuntamente (textura e interpretação visual) apresentaram acurácia global de 92.9% para Mato Grosso (MATRICARDI et al., 2007). A degradação da floresta por extração seletiva não visível nas imagens Landsat está associada a baixa intensidade de exploração e não foi detectada devido à baixa resolução do sensor (MATRICARDI et al., 2013).

Elaborou-se uma grade de polígonos de 625 km<sup>2</sup> de área, construída no ArcGIS®, versão 10.1, a fim de favorecer a visualização da extensão da extração seletiva em Mato Grosso. Em cada polígono foi calculada a porcentagem de extração seletiva de madeira presente. Além disso, os dados de extração seletiva foram sobrepostos aos vetores (*shapefiles*) de Unidades de Conservação e Terras Indígenas no intuito de observar a área degradada no interior destas áreas.

### **2.2.5 Análise estatística da extração seletiva**

Os dados de extração seletiva observados neste estudo foram submetidos à análise de tendência utilizando o Teste de Cox e Stuart, também conhecido como Teste dos sinais (COX; STUART, 1955; MORETTIN; TOLOI, 2006). O teste de Cox-Stuart é utilizado no melhoramento genético de plantas (NASCIMENTO et al., 2008), no aquecimento global utilizando séries de temperatura (TEIXEIRA-GANDRA et al., 2014), acumulação de carbono

(KÖHL; NEUPANE; LOTFIOMRAN, 2017) e poluição (NOGUEIRA; SÁFADI, 2000; COSTA; SÁFADI, 2010)

O Teste Cox e Stuart é recomendado para verificação de tendências monotônicas em séries temporais (TEIXEIRA-GANDRA et al., 2014). O objetivo de estudar relações monotônicas entre descritores quantitativos. Nessa relação, um dos descritores continua aumentando ou diminuindo a medida que o outro aumenta; o aumento (ou decréscimo) não é necessariamente linear ou suavemente curvelíneo (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). A sua principal característica é o cálculo das diferenças entre os pares formados por duas subamostras de mesmo tamanho, extraídas da amostra original. Uma amostra sem tendência contém o mesmo número de sinais positivos e negativos e estes devem ser considerado estatisticamente semelhante, sob um mesmo nível de significância. Nesse caso a hipótese nula (não existe tendência) deve ser aceita. Se o número de sinais positivos e negativos for diferente, aceita-se a hipótese alternativa (existe tendência) (TEIXEIRA-GANDRA et al., 2014).

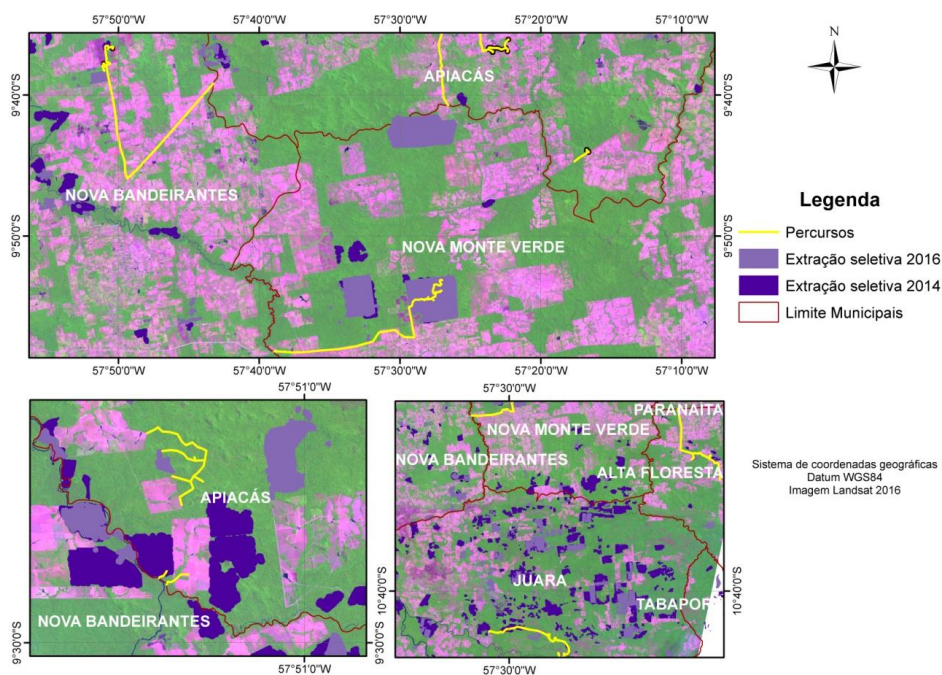
### **2.2.6 Identificação dos polos madeireiros no estado do Mato Grosso**

A identificação dos polos madeireiros foi feita utilizando a técnica de análise *Hot Spot*, o qual é identificado pelos locais com maior densidade de entidades geográficas diferentes estatisticamente. Os resultados podem ser apresentados em valores altos (*Hot Spot*) e baixos (*Cold Spot*). A técnica calcula o desvio padrão das feições de interesse na base de dados (*z-score*), a probabilidade (*p-value*) e a significância estatística (*Gbin*). A probabilidade resulta em valores  $<0,10$ ;  $<0,05$  e  $<0,01$ , indicando a probabilidade de 90%, 95% e 99%, respectivamente (ESRI, 2015).

O *Gbin*, similar ao *z-score*, baseia-se na distribuição normal, ou seja, considera uma matriz de pesos baseada nos valores atribuídos aos vizinhos. A soma de um polígono e de seus vizinhos é comparada proporcionalmente à soma total da área. Caso um polígono apresente valor *Gbin* alto e seus vizinhos também, então, esta área será classificada como *Hot Spot*. O resultado da técnica é a demarcação de áreas no mapa cujos valores altos ou baixos tendem a formar agrupamentos. Os valores variam entre  $\pm 3 \text{ bins}$ ,  $\pm 2 \text{ bins}$ ,  $\pm 1 \text{ bins}$  e  $0 \text{ bins}$ , o qual indicam probabilidade de 99%, de 95%, 90%, e zero quando o agrupamento não é estatisticamente significativo, respectivamente (ESRI, 2015).

### 2.2.7 Validação e checagem de campo

As áreas de extração seletiva foram validadas no campo, apenas nos dias 19 a 28 de julho de 2017, com o auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS) para aumentar a acurácia do mapeamento. Nesse caso foram observados os impactos causados pela exploração, como a extensão da abertura do dossel florestal, a mortalidade de plantas, a quantidade de material orgânico em florestas virgens; a infraestrutura; e as operações de colheita de madeira. Posteriormente, os dados de GPS foram cruzados com as áreas de extração seletiva e com os registros fotográficos (Figura 6).



**Figura 6** - Localização das áreas de extração seletiva nos municípios de Alta Floresta, Apiacás, Nova Monte Verde, Nova Bandeirantes e Paranaíta, no estado de Mato Grosso e percurso (em azul) utilizado para visitas e checagem em campo em 2017.

Percorreu-se todo o perímetro de manejo florestal, coletando 113 coordenadas geográficas dos limites, das áreas de preservação permanente, pátios de estocagem, esplanadas, estradas, ramais de arraste. Além disso, foram visitadas duas a três parcelas em cada área de manejo, onde foram verificados a altura e diâmetro, a nomenclatura das espécies classificadas como porta-semente, remanescente, abate e os tocos abatidos na floresta.

### **2.2.8 Verificação da revisitação das atividades de extração seletiva de madeiras**

Nesse caso, a extração seletiva de 1992 foi sobreposta com a extração seletiva de 1996, 1999, 2003, 2006, 2010, 2014 e 2016 para verificar se essas áreas de extração seletiva persistiram na imagem ou foram revisitadas no período de estudo. Considerou-se que o termo visitar a área de extração seletiva detectada em áreas de registros anteriores que se recuperou o suficiente para se tornar indetectável por um ou mais anos antes do retorno dos madeireiros (MATRICARDI et al., 2005). Em muitos casos, as áreas detectadas de forma recorrente nas imagens de satélite são florestas exploradas seletivamente que persistiram visíveis ou detectáveis por mais de 3 anos nas imagens de satélites (SOUZA JUNIOR; ROBERTS; COCHRANE, 2005).

Da mesma forma, a extração seletiva do ano de 1996 foi sobreposta com os anos de extração seletiva detectados em 1999, 2003, 2006, 2010 e assim sucessivamente até 2016. Este procedimento foi repetido para todos os anos em que ocorreu extração seletiva de madeiras em Mato Grosso (2003, 2006, 2010, 2014 e 2016) com demais anos. No total, foram analisadas 28 sobreposições de áreas de extração seletiva para analisar a ocorrência de visita ou persistência na área de estudo.

### **2.2.9 Estimativas das áreas líquidas de extração seletiva**

As florestas exploradas seletivamente podem ser detectadas por 3 a 4 anos após a exploração (SOUZA et al. 2005; MATRICARDI et al. 2010). Desta forma, florestas impactadas por atividades de extração seletiva detectadas nos anos de análise podem ter sido previamente exploradas ao ano de detecção ou ainda permanecerem visíveis ou detectáveis no ano subsequente de análise.

Assim, para estimar o incremento de florestas exploradas seletivamente no período de análise foi utilizado o percentual total de floresta degradada detectada por cena Landsat, que apresentava relação direta com a intensidade de exploração florestal (MATRICARDI et al. 2005). Segundo esses autores, as cenas que apresentaram áreas de extração seletiva maiores que 100 km<sup>2</sup>/ano foram classificadas como alta intensidade e áreas com menos de 100 km<sup>2</sup>/ano foram consideradas como exploração de impacto reduzido (corte de poucas árvores, menor quantidade de infraestrutura e de distúrbios detectados na floresta). Com base nestas intensidades, considerou-se o aumento médio de novas áreas de extração seletiva em 39,5% e 91,4%, indicando cenas com alto impacto e com baixo impacto, respectivamente (MATRICARDI et al. 2005).

Complementarmente, foram sobrepostos todos os polígonos de extração seletiva de florestas detectadas no presente estudo em cada ano no período de estudo. A partir dessa sobreposição, foram excluídas as intersecções de polígonos, utilizando para a estimativa do incremento das áreas de extração seletiva os demais polígonos (não intersectados) no período de análise. Nesse caso, as florestas detectadas em mais de um ano no período de análise, foram consideradas apenas no primeiro ano de detecção para evitar a contagem dupla das áreas.

### **2.2.10 Extração seletiva e desmatamento**

O padrão "*boom*" and "*colapse*" da extração seletiva na Amazônia apresenta relação com o desmatamento (SCHNEIDER; ARIMA; VERÍSSIMO; et al., 2000), uma vez que Mato Grosso é destaque na criação de gado e na agricultura. Para verificar a existência de padrão, as áreas de extração seletiva de madeiras foram sobrepostas aos polígonos de desmatamento de 1992, 1996 e 1999 e 2003, 2006, 2010, 2013 e 2016 produzidos pelo *Tropical Rain Forest Information Center* (TRFIC) e pelo PRODES (INPE, 2018), respectivamente. A extração seletiva desmatada após 2016 não foi avaliada, pois o período de análise deste capítulo foi de 1992 a 2016, ou seja, não foi verificado se a extração seletiva ocorrida em 2016 foi desmatada em 2017. O objetivo deste procedimento foi determinar se as áreas de extração seletiva de madeiras foram desmatadas após a exploração.

## **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **2.3.1 Observações e checagem de campo**

Com base nas observações durante as visitas em campo realizadas nesta pesquisa, observou-se que as áreas de florestas exploradas seletivamente apresentavam maior abertura de dossel florestal que as florestas não exploradas, causadas pela construção de estradas secundárias, pátios de estocagem e ramais de arraste (Figura 7A). Os pátios de estocagem apresentaram em média 20 m de comprimento e 15 m de largura (que são facilmente reconhecidos e identificados nas imagens de satélite). Observou-se a presença de resíduos vegetais nas bordas das áreas exploradas (Figura 7B).

Nas áreas visitadas de florestas exploradas seletivamente há mais de um ano, observou-se um intenso processo de regeneração natural, com destaque na presença de indivíduos de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake (Figura 7C), principalmente nas

bordas das estradas de acesso (Figura 7D). Nessas florestas, foi observada também, menor abertura no dossel florestal nos ramais de arraste quando comparado aos locais de exploração florestal mais recente. Este mesmo efeito da regeneração natural foi observado em locais de corte e derrubada de árvores na floresta (Figuras 7E e 7F). Os tocos foram cortados com altura superior a 0,60 m para maior aproveitamento da madeira e no solo foram observados resíduos de árvores mais secos (Figuras 7C e 7D). As árvores destopadas e seccionadas em partes menores foram encontradas nas bordas das estradas e pátios de estocagem.



**Figura 7-** Manejo Florestal 2016/2017 no município de Paranaíta, Mato Grosso: Pátio de estocagem e estrada (ambos com 32 x 21 m) (A), ramal de arraste (3,5 m de largura) com material vegetal verde (B). Manejo Florestal 2015/2016 no município de Nova Bandeirantes: Medição da largura da estrada (3,50 m) (C), estrada com regeneração natural com *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake (D), toco abatido com regeneração natural (E) e local de queda da árvore (F).

Nas áreas com extração seletiva de madeira mais antiga (3 anos ou mais do período de exploração) e atualmente em pousio, observou-se o dossel florestal mais fechado e a ocorrência do processo de regeneração florestal, principalmente nos ramais de arraste. Entretanto, nas estradas principal e secundária, o dossel florestal ainda estava aberto, indicando a maior intensidade e extensão dos impactos das atividades de extração seletiva de madeiras na floresta (Figura 8A). Nessas áreas de floresta com exploração florestal mais antiga, a regeneração natural, estava composta com maior quantidade de palmeiras quando comparado com as áreas de exploração florestal mais recentes (Figura 8B e 8C).



**Figura 8** - Manejo Florestal 2014 no município de Nova Monte Verde: Dossel florestal visível na estrada (A), regeneração natural em estado avançado (B) e toco abatido (C).

A capacidade da floresta de se autorregenerar após a extração seletiva também foi observada em uma floresta explorada em Tapurá, Mato Grosso em 1990, na qual foi encontrada maior concentração (84,9%) de árvores com diâmetros variando entre 19 a 23 cm em 2014 (ROCHA et al., 2017). A abertura de estradas e o aumento do número de clareiras aumentam a susceptibilidade da floresta aos incêndios e à fragmentação florestal (ASNER et al., 2005; WALKER et al., 2013)



### 2.3.2 Estimativa do desmatamento

Com base nos resultados deste estudo, estima-se que pelo menos 482.814 km<sup>2</sup> e 364.337 km<sup>2</sup> estavam cobertos por florestas nativas no estado do Mato Grosso em 1992 e 2016, respectivamente. Neste período de estudo, houve a redução de 24,5% (Tabela 3) da cobertura florestal natural no Estado. Apesar disso, com base na série de dados anuais de desmatamento (Tabela 3), observou-se comportamento linear e o teste de Cox-Stuart (1955) indica que há tendência ( $0,006348 < 0,01$ ) de redução da quantidade anual de desmatamento de florestas nativas no período e na área de estudo.

**Tabela 2** - Florestas nativas e desmatamento anual entre 1992 e 2016 no estado de Mato Grosso.

Ano	Florestas Nativas (km <sup>2</sup> )	Desmatamento anual (km <sup>2</sup> )
1992 (*)	482.815	4.674
1993	476.595	6.220
1994	470.375	6.220
1995	459.984	10.391
1996 (*)	453.441	6.543
1997	448.170	5.271
1998	441.704	6.466
1999 (*)	434.741	6.963
2000	428.372	6.369
2001	420.669	7.703
2002	412.776	7.892
2003 (*)	402.371	10.405
2004	390.557	11.814
2005	383.412	7.145
2006 (*)	379.079	4.333
2007	376.603	2.476
2008	373.345	3.258
2009	372.296	1.049
2010 (*)	371.425	871
2011	370.305	1.120
2012	369,548	757
2013	368.409	1.139
2014 (*)	367.334	1.075
2015	365.826	1.508
2016 (*)	364.337	1.489

Fonte: Projeto PRODES-INPE (2018); \* Anos analisados para extração seletiva de madeiras

A redução nas taxas de desmatamento na Amazônia brasileira é atribuída ao aumento na quantidade de áreas protegidas, diminuição nos preços das commodities no mercado internacional e controle governamental (NEPSTAD et al., 2009). Além disso, a estrutura agrária atual utilizando alta tecnologia, a apropriação de terras por grandes propriedades e a implementação de embargos também contribuíram para a diminuição da área desmatada (SOUZA; MIZIARA; MARCO JUNIOR, 2013).

A área de estudo compreendeu 24 cenas do satélite Landsat, representando 247.034 km<sup>2</sup> de florestas nativas em 2016, correspondendo a 67,8% da área florestal nativa. Desse total, 5,2% da área apresentou degradação florestal causada pela extração seletiva (Tabela 3).

### 2.3.3 Estimativa das áreas de florestas exploradas seletivamente

Foram detectados uma média total de aproximadamente 12.426 km<sup>2</sup> de florestas nativas exploradas seletivamente em cada ano analisado entre 1992 e 2016 (Tabela 3). Isto indica que a atividade de extração seletiva de madeiras impactou diretamente em média 152% a mais de florestas quando comparado com o desmatamento a corte raso no período e área de estudo.

**Tabela 3** - Área total de extração seletiva localizada em Mato Grosso entre 1992 e 2016.

Extração seletiva	Área de extração seletiva de madeira (km <sup>2</sup> )							
	1992	1996	1999	2003	2006	2010	2014	2016
Total	3.002,4	4.183,1	12.625,7	15.820,2	15.729,6	14.945,3	20.334,6	12.769,27
UC	6,39	5,98	67,52	42,43	8,03	14,61	51,45	234,4
TI	27,51	58,3	524	1.204	569,8	1.067	2.045	937,2
Assentamento Rural	78,14	183,80	478,99	505,98	193,93	200,23	188,35	318,67

A análise da série de dados das áreas de florestas exploradas seletivamente (Tabela 3) analisada para a área de estudo tem comportamento linear e o teste de Cox-Stuart (1955) indica que não há tendência ( $0,625 > 0,05$ ) nos dados. Deste modo, é esperado que as taxas anuais de florestas exploradas seletivamente no Mato Grosso persistam para os próximos anos similarmente aos padrões observados no período analisado neste estudo, sem tendência de redução ou crescimento, caso sejam mantidas as condições atuais de extração seletiva.

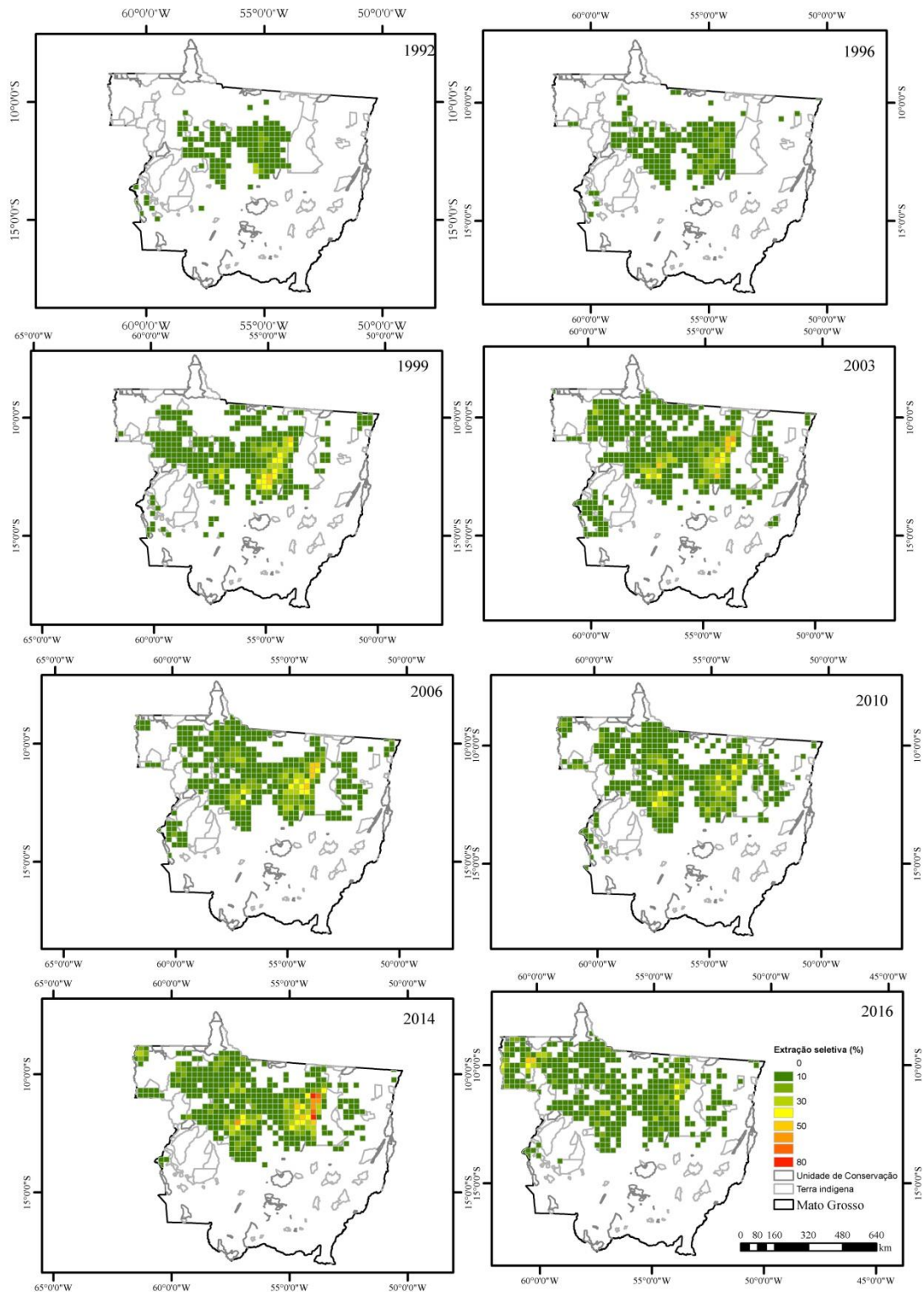
Os fatores que contribuíram para a manutenção de grandes áreas de florestas com extração seletiva de madeira depois de 1996 foram mudanças nas leis e a demanda por

matéria prima das florestas nativas (MATRICARDI et al., 2007). Em 1996, o Código Florestal do Brasil foi alterado para estipular que 80% e não 50% anteriormente aprovados, de florestas em propriedades particulares deveriam ser protegidos. A maioria dos desmatamentos é precedido de atividades de extração seletiva de madeiras, como forma de aproveitamento do potencial econômico de várias espécies florestais e suporte financeiro no início da ocupação dos imóveis rurais na Amazônia (MARGULIS, 2004; ASNER et al., 2009a).

A redução do limite máximo da propriedade passível de desmatamento (BRASIL, 1996b) levou também a redução de matéria-prima (madeira em tora) dessa fonte (desmatamento) (LAWSON, 2010). Com isso, houve a necessidade de ampliar as áreas de extração de madeiras em áreas de florestas submetidas ao manejo florestal ou de extração seletiva ilegal (MATRICARDI et al., 2007; NEPSTAD et al., 2014).

As clareiras abertas pela atividade de extração seletiva são queimadas e posteriormente substituídas por pastagens. No Pará, a extração de madeira é facilitada pelo desenvolvimento de estradas, tanto regionalmente quanto localmente (interior de fazendas), para remoção de toras e transporte das toras para as serrarias. Nesse caso, a extração é realizada de forma rápida. A extração seletiva funciona como capital para promover o desenvolvimento das pastagens, após a queimada das clareiras abertas para retirada de madeira. Nesse contexto, as decisões econômicas de um setor poderiam ser responsáveis pela degradação de outros ecossistemas (UHL; BUSCHBACHER, 1985).

As áreas de exploração seletiva de madeiras detectadas no período de análise deste estudo estavam localizadas em sua maior parte na Mesorregião Central do estado do Mato Grosso durante a década de 1990. A partir dos anos 2000, as florestas exploradas seletivamente foram detectadas na Mesorregião Norte e Noroeste, sempre na fronteira do arco do desmatamento do Estado (Figura 9).



**Figura 9** - Distribuição espacial das florestas exploradas seletivamente no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016.

O *boom* da extração seletiva iniciou na década de 1990, sendo que a extração de madeira era proveniente de áreas recém-abertas e ocupadas e também de áreas de floresta que seriam convertidas em roças e pastos. As áreas de exploração pertenciam geralmente ao

próprio madeireiro ou aos colonos que moravam ao longo das estradas e vendiam as árvores. Os grandes proprietários de terra contratavam trabalhadores para fazer o trabalho de extração de toras. Outros fazendeiros faziam negócios diretamente com uma serraria ou madeireira para desmatar a área sem a interferência do madeireiro (ROS-TONEN, 2007). Com base na Figura 9, o aumento da intensidade de extração seletiva na região central do estado de Mato Grosso em 2014 ocorreu devido á extração seletiva de madeiras em áreas de florestas recém-abertas ou de áreas de florestas que serão convertidas em agricultura ou pastagens.

### **2.3.4 Extração seletiva de madeiras e áreas protegidas**

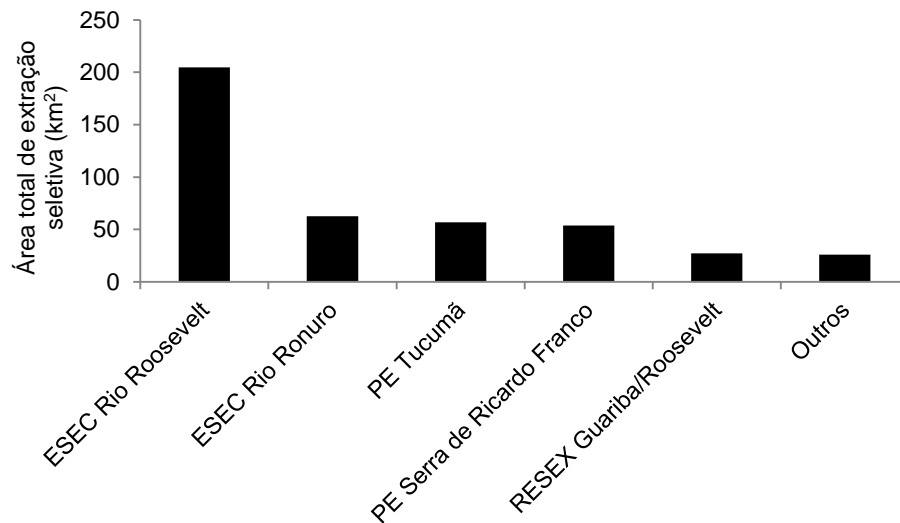
As áreas de extração seletiva de madeiras localizadas dentro de Unidades de Conservação (UC) e Terras Indígenas (TI) totalizaram 6.863,2 km<sup>2</sup>, correspondente a 6,9% de toda floresta explorada seletivamente detectada no estado do Mato Grosso no período de análise (Tabela 3). As áreas protegidas consistem em instrumentos legais mais efetivos de conservação das florestas na região de estudo (NOLTE et al., 2013) e servem como barreira ao avanço da degradação florestal (VINCENT, 1992).

A análise da série de dados das áreas de florestas exploradas seletivamente (Tabela 4) dentro de áreas protegidas analisada para a área de estudo tem comportamento linear e o teste de Cox-Stuart (1955) indica que não há tendência ( $0,625 > 0,05$ ) nos dados para ambos os casos (UC e TI). Embora não tenham sido observadas tendências de crescimento na série de dados, as áreas de extração seletiva detectadas no interior das UC aumentaram durante o período de estudo (Figura 9 e Tabela 3). Esse comportamento crescente de degradação florestal no interior de unidades de conservação tem sido relatado na Amazônia brasileira indicando que as áreas protegidas estão cada vez mais expostas às atividades madeireiras e desmatamento (PEDLOWSKI et al., 2005).

As áreas de extração seletiva foram detectadas principalmente nas unidades de conservação classificadas na categoria de proteção integral. Apesar dessas unidades de conservação apresentarem maior restrição em comparação às de uso sustentável, são as que estão sob maior pressão antrópica na Amazônia (NOLTE et al., 2013).

A degradação por extração seletiva em áreas protegidas provoca a perda da biodiversidade e vários outros impactos ambientais (LAURANCE; USECHE; JULIO RENDEIRO, 2012). A ESEC do Rio Roosevelt, a ESEC Rio Ronuro, o PE Tucumã, e a RESEX Guariba/Roosevelt foram as Unidades de Conservação com 89% das áreas

impactadas por atividades de extração seletiva de madeiras no período de 1992 a 2016 (Figura 10).



PE = Parque Estadual. RESEX = Reserva Extrativista. ESEC = Estação Ecológica.

**Figura 10** - Área total de extração seletiva de madeiras detectadas dentro de Unidades de Conservação no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016.

As UC são consideradas alvo fácil da ilegalidade de exploração da floresta. Segundo GORE; RATSIMBAZAFY; LUTE (2013), as áreas protegidas ainda possuem espécies florestais de alto valor comercial, que são grandes atrativos para ilegalidade; e isso favorece a entrada de madeireiros para cortá-las e comercializá-las com documentos falsos para parecer legítimas.

Uma possível explicação para a maior parte da extração seletiva dentro de UC é que sua proximidade com áreas desmatadas faz com que os agentes da extração ilegal entrem na área e estabelecem contratos verbais com os posseiros para explorar os recursos madeireiros, o que fornece renda e capital para reinvestir em novos desmatamentos florestais. A interação entre esses agentes resulta na construção de estradas ilegais para extração de recursos madeireiros, invadindo as UC com infraestrutura em estradas e vias de acesso (PEDLOWSKI et al., 2005).

Em Rondônia, por exemplo, os madeireiros utilizam maquinário pesado como *skidders*, *bulldozer* e caminhões para extraírem madeira e se locomoverem rápido pela área da UC (PEDLOWSKI et al., 2005). Espera-se que exista um vínculo entre extração ilegal e a legal, estabelecendo uma relação entre as indústrias madeireiras que operam legalmente, ou seja, um sinergismo entre exploração ilegal, posseiros e municípios vizinhos.

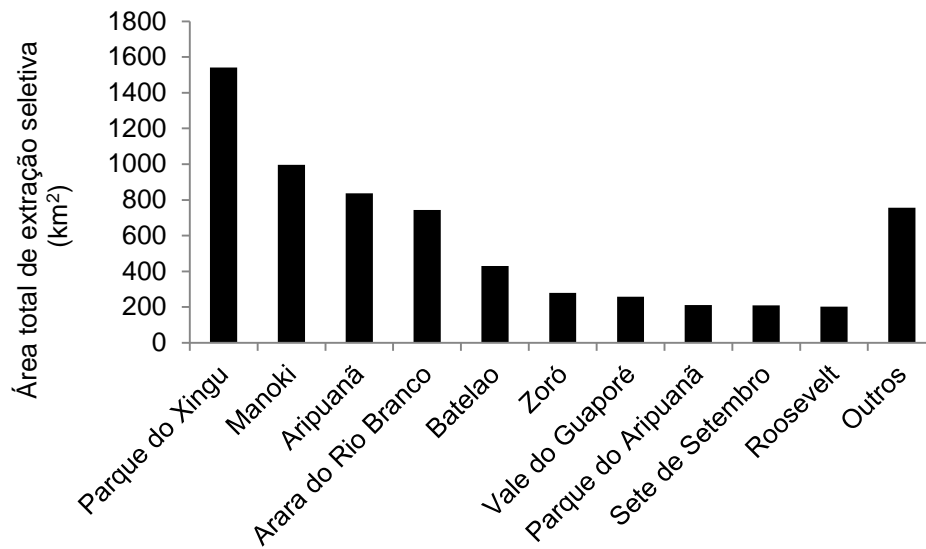
Segundo Pedlowski et al. (2005), esta crença é reforçada pelo fato dos municípios Buritis e Alto Paraíso localizarem nos limites da unidade de conservação Bom Futuro em Rondônia tornaram-se pontos focais para serrar madeira. Além disso, neste Estado foram observadas serrarias dentro da UC sem autorização do IBAMA. Estas operações clandestinas podem expandir para outras UC e outros municípios próximos á UC Bom Futuro, caso não haja fiscalização ambiental dos órgãos competentes.

" Nós acreditamos que exista sinergismo entre a extração ilegal, posseiros e setor madeireiro nos municípios localizados nas últimas fronteiras do estado de Mato Grosso. Esperamos também que essas operações clandestinas se expandam e influenciem outros municípios vizinhos localizados próximos a essas áreas de extração seletiva de madeiras."

No caso das TI, observou-se uma rápida expansão da extração seletiva até 2003 e 2014, com redução em 2006 e 2016 (Tabela 3). As TI abrigam as florestas ainda intactas, porém aumentaram as pressões externas pela exploração florestal nestes espaços. O setor madeireiro celebra acordos com lideranças indígenas para autorizar a extração ilegal de toras valiosas em suas terras, principalmente devido a escassez de madeira nas florestas nativas de Mato Grosso e Rondônia. Os indígenas enfrentam outras pressões para o uso de recursos naturais como minérios, construção de hidrelétricas, agricultura e entre outros (ABI-EÇAB, 2011), muitas vezes sendo assediados por madeireiros ilegais e recebendo preço muito baixo pela madeira extraída.

As maiores áreas de florestas exploradas seletivamente foram detectadas dentro da TI Parque do Xingu (21%), seguida das TI Manoki (14%), Aripuanã (12%) e Arara do Rio Branco (10%), totalizando 43% entre 2006 e 2016. As outras TI contribuíram com 57% da área total extraída seletivamente detectada neste estudo (Figura 11).

Observou-se que a Sete de Setembro contribuiu com 3% da área total de extração seletiva dentro de TI. Segundo ABI-EÇAB (2011), a extração ilegal de madeira tem sido observada dentro nesta aldeia desde a década de 1980.



**Figura 11** - Área total de extração seletiva (km<sup>2</sup>) localizada em terras indígenas, no estado de Mato Grosso no período de 1992 a 2016.

A extensão das áreas de florestas exploradas seletivamente dentro das TI foi maior (6.002 km<sup>2</sup>) quando comparada com as UC (431,2 km<sup>2</sup>). Matricardi et al. (2007) observaram de forma similar que a maior parte das áreas de extração seletiva de madeira detectadas entre 1992 e 1999 dentro de áreas protegidas na Amazônia, estavam localizadas dentro de Terras Indígenas, a maioria considerada atividade ilegal.

Em 2015, existiam 77 terras indígenas em Mato Grosso, sendo 68 áreas demarcadas e nove estão em processo de legalização em Mato Grosso (SEPLAN, 2016). As principais ameaças às terras indígenas envolvem a ilegalidade da madeira e a corrupção pública e a privada, o aluguel de terras e a contratação dos índios para plantio da soja; a remuneração e participação dos lucros em aluguéis de pastagens (ABI-EÇAB, 2011). Isso implica a destruição da sua cultura originária.

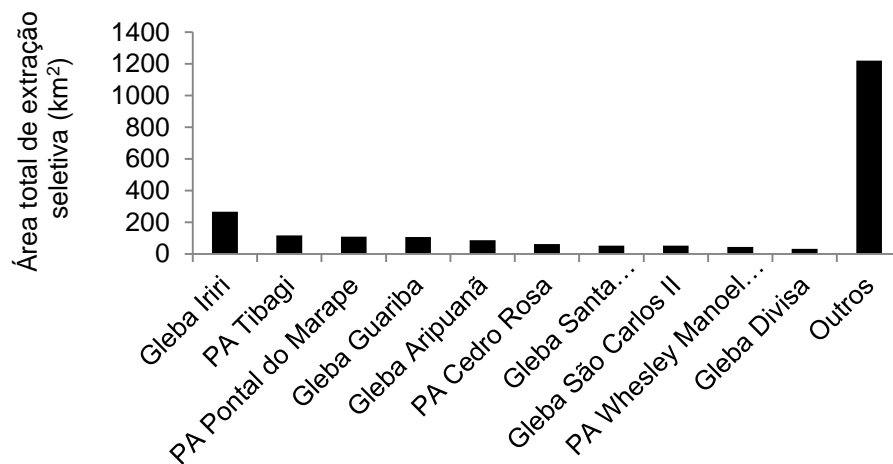
A extração seletiva também foi detectada em assentamentos rurais em Mato Grosso. No presente estudo, observou-se oscilações de áreas detectadas de extração seletiva de madeira dentro de assentamentos rurais em todo o período de estudo (Tabela 3). Houve o predomínio de extração seletiva de madeiras em Projetos de Assentamento (PA) e, em menor concentração, em Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS) em Mato Grosso no período avaliado.

No período de 2006 a 2016, foram detectadas maiores áreas de florestas exploradas seletivamente dentro dos assentamentos Gleba Iriri, PA Tipagi, Pontal do Marape, Gleba Guariba, Gleba Aripuanã, PA Cedro Rosa, Gleba Santa Terezinha e Gleba São Carlos II apresentaram maior evidência de extração seletiva de madeira (Figura 12). Segundo ABI-



EÇAB (2011), os assentados recebem o lote de terra do órgão responsável, retiram e comercializam as árvores valiosas e em seguida desmatam e vendem os lotes.

A falta de titulação emitida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para regularização fundiária é um dos motivos da extração ilegal, pois sem a titulação definitiva torna-se mais difícil obter autorização para extrair madeira. Nesse caso, exige-se comprovação do domínio da propriedade (matrícula ou certidão de inteiro teor do imóvel, escritura pública de compra e venda, contrato particular de compra e venda) ou da posse da propriedade (certidão emitida pelo INTERMAT, INCRA ou FUNAI, decisão judicial e ação usucapião, escritura pública de cessão de direitos possessórios) em nome do proprietário (MATO GROSSO, 2013, 2014b, a). Além disso, os assentados são obrigados a apresentar o cadastro ambiental rural para obter a autorização de exploração florestal, no entanto, este cadastro é responsabilidade dos órgãos fundiários: Federal e Estadual (MATO GROSSO, 2017).

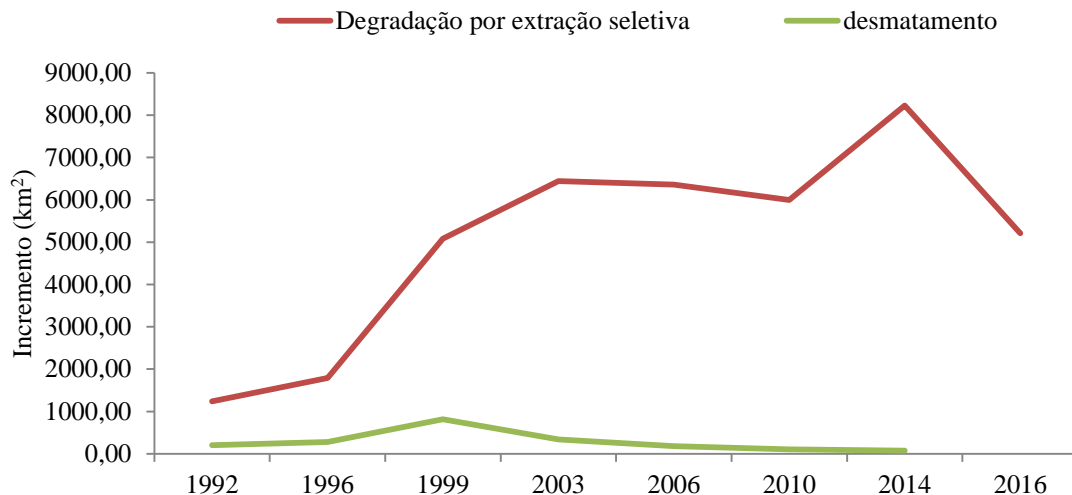


**Figura 12** - Área total de extração seletiva (km<sup>2</sup>) localizada em Assentamento Rural, Mato Grosso no período de 1992 a 2016.

### 2.3.5 Incremento médio das florestas exploradas seletivamente

O incremento da extração seletiva de madeiras foi calculado utilizando as taxas sugeridas por Matricardi et al. (2005). Estes autores estimaram o incremento de florestas exploradas seletivamente na Amazônia utilizando duas médias de extração seletiva, sendo 39,5% de incremento para áreas com mais de 100 km<sup>2</sup> de florestas exploradas seletivamente e 91,4% de incremento para áreas com menos de 100 km<sup>2</sup> de florestas exploradas seletivamente. Além disso, as áreas de florestas exploradas seletivamente desmatadas, foram excluídas da estimativa do incremento em cada ano desta análise.

Com base na estimativa de incremento proposta por Matricardi et al. (2005), as novas áreas de degradação por extração seletiva foi de 40.370 km<sup>2</sup>, uma média de 1.682,1 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup> entre 1992 e 2016 (Figura 13). A curva de crescimento da extração seletiva de madeira apresentou comportamento exponencial, indicando que as áreas de extração seletiva tendem a aumentar a extensão nos próximos anos.



**Figura 13** - Incremento de áreas de extração seletiva localizadas em Mato Grosso em 1992, 1996, 1999, 2003, 2006, 2014 e 2016.

Em 1996, a Lei 4.771/1965 foi alterada para permitir a conversão de 20% das florestas localizadas nas propriedades rurais particulares para outros usos da terra (desmatamento), e não mais 50% anteriormente aprovados (BRASIL, 1996b). Então, menos áreas de florestas ficaram disponíveis para serem desmatadas, resultando em menor quantidade de madeira extraída das florestas e conseqüentemente na redução da ilegalidade da madeira (LAWSON, 2010; SANTANA; SANTOS; OLIVEIRA, 2010). A madeira extraída a partir de 1996 está sendo retirada em maior quantidade das áreas de manejo florestal comparadas com áreas de extração seletiva que foram desmatadas a partir de 1996 em Mato Grosso. O aumento da extração seletiva no ano de 2014 traz como conseqüência a diminuição da umidade no interior da floresta, fazendo com que o material vegetal fique mais seco, formando combustível, favorecendo a ocorrência de incêndios posteriores na floresta (UHL; BUSCHBACHER, 1985).

O incremento da extração seletiva também foi analisado individualmente para cada cena do satélite Landsat. Observou-se que a cena 226/68 apresentou incremento de 11.616,3 km<sup>2</sup> durante o período de análise, principalmente em 2014. Em seguida, foram as cenas

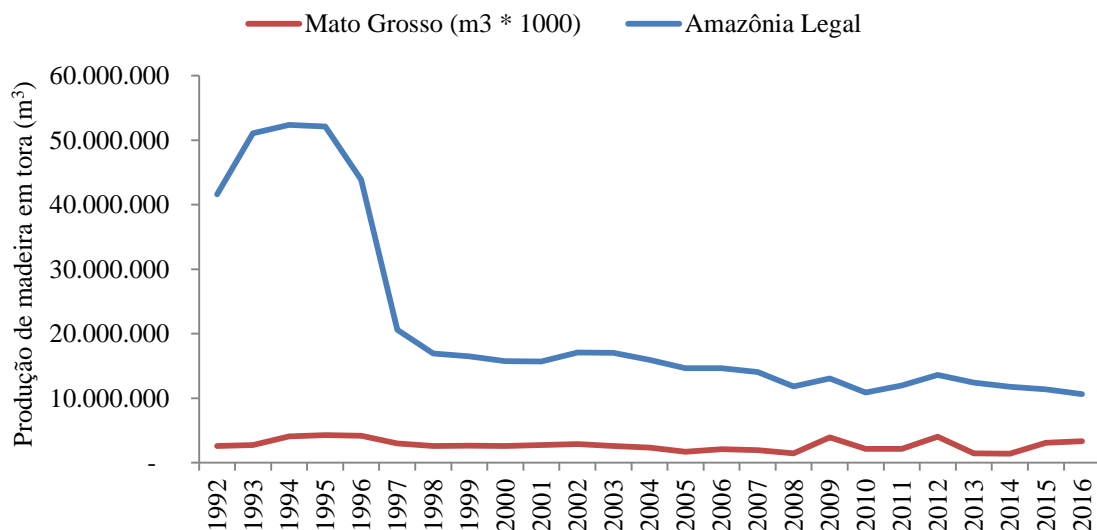
227/68 com 4.121,3 km<sup>2</sup> e as cenas 228/68, 227/69 e 228/67, com 2.677,7 km<sup>2</sup>, 2.571,6 km<sup>2</sup> e 2.556,1 km<sup>2</sup>, respectivamente (Apêndice G).

O incremento da área de floresta explorada seletivamente na cena 226/68 foi de 1.079 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup> de 1993 a 2001 (8.632 km<sup>2</sup>) (MATRICARDI et al., 2005). No período de análise, o incremento desta cena observado foi de 484,41 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>, indicando que houve redução na detecção de novas extrações seletivas de madeiras.

Complementarmente, estimou-se o incremento de florestas exploradas seletivamente a partir da sobreposição dessas áreas com as áreas detectadas por satélite em cada ano de análise, excluindo as áreas intersectadas do cálculo do incremento. Nesse caso, a área de extração seletiva estimada totalizou 41.926 km<sup>2</sup> de novas áreas de extração seletiva entre 1992 e 2016, equivalente a uma média anual de 1.747 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Com base em dados da SEMA (2018), a maior fonte atual de madeira de Mato Grosso é oriunda da extração seletiva em florestas nativas. O aumento do incremento médio das áreas de florestas exploradas seletivamente a partir de 1999 indica a tendência de utilizar as florestas nativas como a principal fonte de matéria-prima para indústria madeireira no Estado.

Com base em dados históricos (1992 a 2016) do IBGE (2018), observou-se o maior aumento na produção de madeira em tora entre 2009 e 2013 e após 2014 no estado de Mato Grosso (IBGE, 2018). Na Amazônia legal, por outro lado, foi observada a redução na produção de tora entre 2012 e 2016 (Figura 14).



**Figura 14** - Produção de madeira em tora (m<sup>3</sup>) em Mato Grosso e na Amazônia legal no período de 1992 a 2016.

### 2.2.6 Análise de *hotspots* de extração seletiva de madeira no Mato Grosso

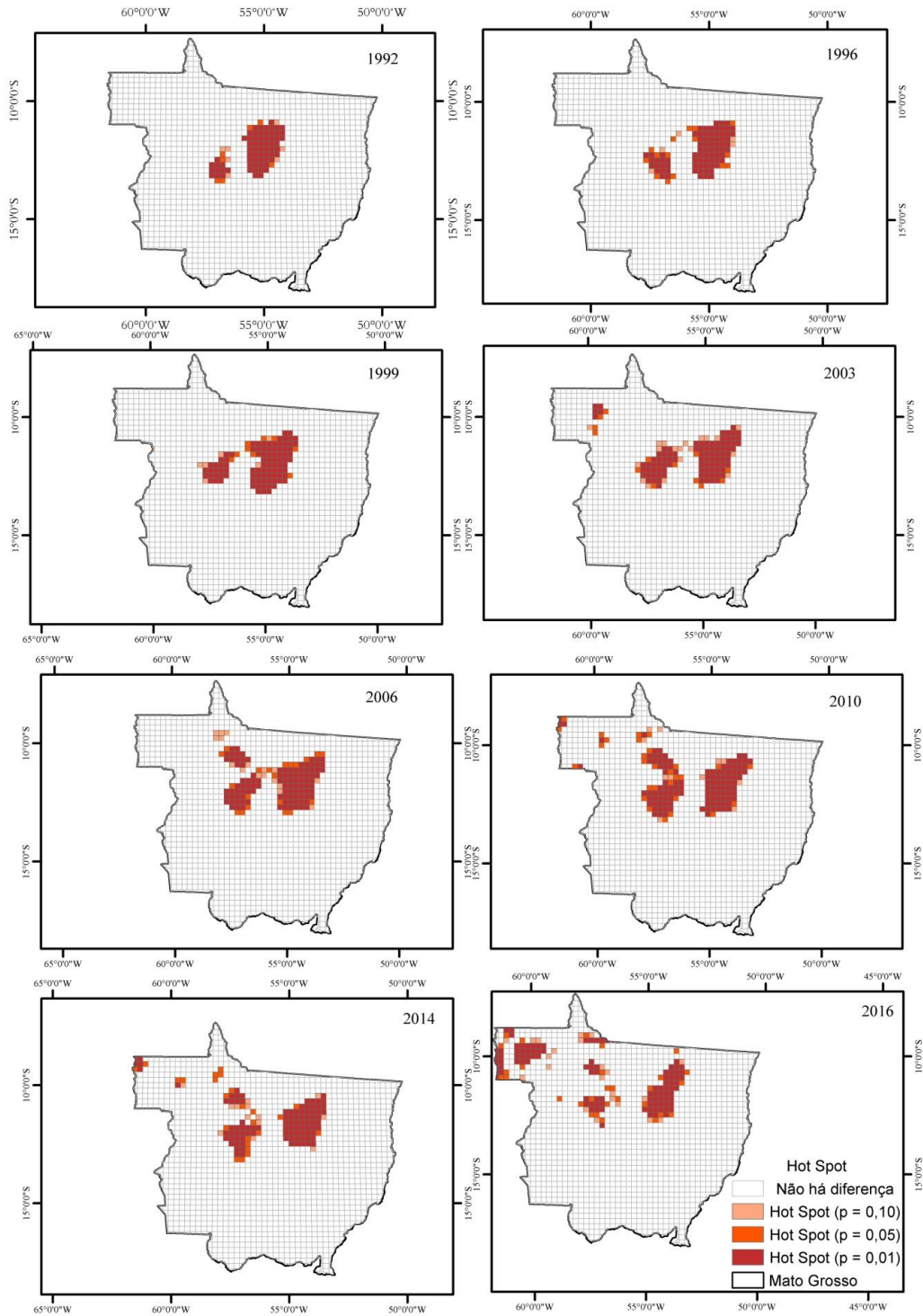
Os resultados da análise de *hotspots* de extração seletiva de madeira indicaram a formação de *hotspots* primeiramente na região médio norte de Mato Grosso no período de 1992-1999, depois expandindo-se ao Norte e Oeste do Mato Grosso entre 2003 e 2006 (Figura 15). Entre 2010 e 2016, os *hotspots* migraram do centro-norte (colapso das atividades madeireiras) para a região mais ao extremo norte e oeste, consideradas as novas regiões de expansão (*boom*) das atividades madeireiras. Este fenômeno é conhecido como “*boom and colapse*” (Ápice e colapso) das atividades do setor madeireiro de florestas nativas.

O padrão “*boom*” e “*colapse*” explica o rápido crescimento do setor florestal nos primeiros anos, seguido de um declínio severo nos anos seguintes (Tabela 3), como já ocorreu nos municípios de Sinop/MT e Paragominas/PA. Essas regiões caracterizam as antigas fronteiras madeireiras da Amazônia.

O *colapse* ocorre a partir do momento em que as espécies madeireiras mais valiosas começam a se esgotar na floresta (PINEDO-VASQUEZ et al., 2001; VERÍSSIMO et al., 2002; SEARS; PADOCH; PINEDO-VASQUEZ, 2007). Segundo Ângelo et al (2004), as indústrias madeireiras ao apresentarem dificuldades para extrair as madeiras “valiosas” deixam de operar na região ou migram para outros lugares, caracterizando um perfil extrativista. Esse comportamento ocorre em toda a Amazônia Legal. De acordo com a literatura, a extração seletiva está migrando para outros estados da Amazônia como Acre, Rondônia, Amapá, Pará e Amazonas (COSTA et al., 2018), formando outro arco do desmatamento.

O *boom* da extração seletiva pode ser causado por mudança nas espécies extraídas das florestas de acordo com a demanda do mercado de madeira. Se a demanda de madeira por uma determinada espécie aumenta, os madeireiros se veem obrigados a procurar novas áreas de floresta a procura dessa espécie, iniciando o período de *colapse*. As espécies com menor valor comercial somente são exploradas quando as espécies de maior valor econômico estiverem esgotadas na floresta (RICHARDSON; PERES, 2016). Muitas “madeiras brancas” que não tinham expressão no mercado passaram a ser aceitas na indústria de móveis em função das mudanças de coloração das pranchas quando expostas ao sol e outras espécies que antes eram destinadas à indústria de laminados e compensados, passaram a ser utilizadas na indústria de artefatos e da construção civil. Este momento criou a oportunidade para a comercialização de novas espécies de madeira algumas vezes desconhecidas (SANTANA; SANTOS; OLIVEIRA, 2010). Analisando os dados de madeira transportada no estado de

Mato Grosso, observou-se que nas antigas fronteiras madeireiras eram explorados a espécie mogno, e atualmente são explorados espécies novas que antes não eram exploradas como cambará, cedrinho, ipê e entre outras (SEMA, 2018).



**Figura 15** - Distribuição espacial de *Hotspots* de florestas exploradas seletivamente no estado do Mato Grosso entre 1992 e 2016.

As áreas de extração seletiva de madeiras localizada nos municípios de Mato Grosso apresentaram períodos de crescimento positivo e negativo ao longo do tempo. Sinop foi

considerado principal polo madeireiro entre 1990 e 2003 e a partir desta data a atividade madeireira foi menos expressiva. A vegetação predominante na região é de floresta ombrófila aberta, e por isso contém menor densidade de espécies comerciais e é localizada em zonas de clima seco, o qual favorece a agricultura (SCHNEIDER; ARIMA; VERÍSSIMO; et al., 2000). No entanto, Sinop ainda é um dos principais polos madeireiros da Amazônia devido à agregação de valor ao produto florestal, melhoria da tecnologia empregada na remoção de árvores e no processamento de madeira (PEREIRA et al., 2010).

A expansão da extração seletiva em direção a Marcelândia ocorreu em 1996 e 1999. Itaúba, por exemplo, apresentou maior atividade madeireira em 1999, e reduziu a partir deste ano. Enquanto isso, Nova Ubiratã apresentou os maiores valores entre 1992 e 2014. No caso de Juara, esta apresentou pontos quentes de extração seletiva apenas em 2006 (Figura 15).

Em Nova Bandeirante, por exemplo, os *hotspots* ocorreram em 2010, o que indica a mudança de sentido da extração seletiva em direção a região Norte de Mato Grosso. Enquanto que Nova Canaã do Norte apresentou maior concentração de extração seletiva em 2010, não sendo mais expressiva a partir de 2014 (Figura 15).

Ainda com relação à extração seletiva municipal de madeiras, observou-se a mudança da atividade no Médio Norte do Estado (União do Sul, Santa Carmem, Feliz Natal, Cláudia e Marcelândia) e nos municípios de Itanhangá, Ipiranga do Norte, Porto dos Gaúchos e de Nova Maringá para a região Noroeste (Aripuanã, Colniza e Rondolândia) a partir de 2003. Observou-se também a migração da extração seletiva de madeiras do município de Peixoto de Azevedo em direção ao estado do Pará em 2016 (Figura 13).

O avanço da agricultura como a de soja e algodão no estado de Mato Grosso influenciou a variação na distribuição espacial das áreas de florestas exploradas seletivamente entre 2005 a 2009 e entre 2010 a 2013, respectivamente, na região Central do Estado. A produção de soja se expandiu em direção a região Norte entre 2016 e 2017 (KASTENS et al., 2017), com aumento da área plantada em 16,9% e da área colhida em 2,2% (IBGE, 2018).

### 2.3.7 Recorrência e persistência das atividades de extração seletiva de madeiras detectadas nas imagens Landsat

A partir da sobreposição das áreas de extração seletiva de madeira detectadas em 1992 com os demais anos, estimou-se que 56.672 km<sup>2</sup> de extração seletiva de madeiras foram considerados recorrentes ou persistentes nas imagens de satélite durante o período de estudo. As áreas revisitadas foram as florestas exploradas seletivamente detectadas no primeiro

registro e que se regenerou o suficiente para se tornar indetectável. Após um determinado período de tempo (três a quatro anos), ocorreu uma nova exploração nesse local, ocorrendo um segundo registro. As áreas de florestas exploradas seletivamente foram classificadas como persistentes quando foram detectadas em intervalos maiores. Nesse estudo, as áreas de extração seletiva não foram quantificadas e classificadas como recorrentes ou persistentes entre 1992 e 2016.

As recorrências ou persistências tendem a ocorrer em intervalos menores de tempo entre a primeira e segunda detecção (Tabela 4), pois as florestas exploradas seletivamente por persistir detectáveis nas imagens de satélite por um período de 3 a 4 anos (SOUSA JUNIOR et al. 2005; MATRICARDI et al. 2013). Quando as florestas exploradas seletivamente são detectadas recorrentemente em intervalos maiores, podem indicar uma revisita da atividade de extração seletiva.

**Tabela 4** - Áreas de extração seletiva (km<sup>2</sup>) recorrentes ou persistentes localizadas em Mato Grosso nos anos de 1996, 1999, 2003, 2006, 2010, 2014 e 2016.

		Área de extração seletiva (km <sup>2</sup> )						
		1996	1999	2003	2006	2010	2014	2016
Ano de recorrência	1992	215,52	477,58	279,45	78,13	230,78	310,46	99,43
	1996	-	1.642,72	698,78	767,19	557,82	596,16	214,39
	1999	-	-	2.932,33	2.459,01	1.888,18	2.381,32	951,87
	2003	-	-	-	5.006,29	3.268,71	4.049,39	1.520,36
	2006	-	-	-	-	5.760,53	5.295,82	1.860,53
	2010	-	-	-	-	-	5.905,60	2.057,20
	2014	-	-	-	-	-	-	5.166,27
	2016	-	-	-	-	-	-	-

Com base em observações de campo conduzidas neste estudo, verificou-se que os impactos das atividades de extração seletiva de madeiras podem persistir visíveis nas imagens por 2 a 4 anos, dependendo da intensidade da exploração. Além disso, existem casos de revisitação das áreas para extração de outras espécies florestais comercialmente viáveis, especialmente em anos mais próximos (2 a 3 anos) da primeira exploração para aproveitar a infraestrutura de exploração florestal remanescente. Após quatro anos da exploração florestal, a regeneração natural com espécies secundárias é bem mais intensa, dificultando o acesso ao interior da floresta.

Nos anos em que a recorrência da extração seletiva é maior (477,58 km<sup>2</sup> em 1999) que a área de recorrência no ano anterior (251,52 km<sup>2</sup> em 1996) indica o aparecimento de áreas novas de florestas exploradas seletivamente durante o intervalo de análise (1997 e 1998) e somente foram detectadas por satélite em 1999 (Tabela 4). Este mesmo comportamento foi verificado para a recorrência da extração seletiva nos anos de 2010 e 2014. As áreas de

floresta explorada seletivamente e detectadas por satélite na região central no estado de Mato Grosso persistiram detectáveis durante todo o período de estudo (1992 a 2016).

As florestas podem ser revisitadas várias vezes à medida que os madeireiros retornam a área para extração de espécies florestais adicionais que se tornam lucrativas com o desenvolvimento dos mercados regionais de madeira (UHL et al., 1997; SCHNEIDER; ARIMA; VERISSIMO; et al., 2000). Essas florestas se tornam muito degradadas, podendo ter entre 40-50% de sua cobertura de copa removida durante as operações de exploração madeireira (UHL; VIEIRA, 1989; VERISSIMO et al., 1992). Com isso, ocorre o aumento significativo da fragmentação florestal e a paisagem se torna completamente desmatada (BROADBENT et al., 2008; RONDON; CUMMING; COSSIO; et al., 2012). Segundo Sist et al. (2005), a frequência com que as áreas exploradas são revisitadas influencia os serviços ambientais e a capacidade de resiliência da floresta.

### **2.3.8 Desmatamento de áreas de florestas exploradas seletivamente**

Alguns autores afirmaram que a extração seletiva fornece capital para o desmatamento em anos posteriores à exploração (ASNER et al., 2005; ASNER et al., 2006; TOLLEFSON, 2008; JOSHI et al., 2015; FAO, 2016). Com base nos resultados desta pesquisa, observou-se que 95% das áreas de florestas exploradas seletivamente entre 1992 e 2014 ainda permanecem na região de estudo. Portanto, não se pode afirmar que a degradação pela extração seletiva foi precursora do desmatamento, pois 1.998 km<sup>2</sup> de floresta explorada seletivamente foram desmatadas na área e período de estudo. Os resultados indicam também que as áreas de extração seletiva foram desmatadas em maior extensão (50,6%) por um período máximo de seis anos após a exploração madeireira.

O interessado pode manejar a floresta e optar por não desmatar ou extrair a madeira seletivamente e desmatar a área posteriormente para implantar outra atividade econômica. Na Amazônia, as toras com menores diâmetros são extraídas com a finalidade de adquirir capital para implantar outras atividades ou para usar na própria propriedade. Além disso, a madeira pode ser armazenada para ser comercializar posteriormente. Em alguns casos, nas clareiras abertas pela extração das árvores é utilizado fogo para implantação de pastagem (UHL; BUSCHBACHER, 1985; GERWING, 2002), indicando um sinergismo entre extração seletiva e fogo (COCHRANE et al., 1999; MONTEIRO et al., 2004).

Observou-se que os incrementos de desmatamento reduziram a partir de 2005 (Figura 13). Isto pode estar relacionado com a iniciativa de comando e controle dos governos federal



e estadual, como o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm). A segunda fase do PPCDAm (2009 a 2011) parece ter sido responsável pela redução do desmatamento através do aumento da fiscalização ambiental e combate ao crime organizado (MMA, 2016). Outro fator que pode ter contribuído para a redução do desmatamento foi a criação de áreas protegidas e de mecanismos de restrição (AGUIAR et al., 2016), principalmente de acesso a créditos (NEPSTAD et al., 2014).

A intensidade da extração seletiva influencia no tamanho dos fragmentos degradados pela atividade madeira. Os polígonos apresentaram em média  $3,65 \text{ km}^2$  entre 1992 e 2016. Os fragmentos aumentaram de tamanho de 1992 até 2014, reduzindo em 2016. Polígonos maiores indicam alta intensidade de extração de madeira e polígonos menores indicam baixa intensidade de extração. O crescimento de pequenos fragmentos na área de estudo indica que está ocorrendo fragmentação da região e conseqüentemente maior efeito de borda, diminuindo a umidade no interior da floresta, fazendo com que o material vegetal fique mais seco, aumentando a quantidade de material combustível para a ocorrência de novos incêndios florestais (COCHRANE; SCHULZE, 1998).

## 2.4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados desta pesquisa, estimou-se que  $41.926 \text{ km}^2$  de florestas nativas foram exploradas pelo menos uma vez entre 1992 e 2016 no estado de Mato Grosso, uma média de  $1.747 \text{ km}^2 \cdot \text{ano}^{-1}$ . Nesta série de dados de incremento de extração seletiva não apresentaram tendências significativas ( $p < 0,05$ ) de aumento de novas áreas de extração seletiva. Entretanto, o maior aumento (420%) das áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas por satélite foi observado entre 1992 e 1999, provavelmente influenciado pela alteração do Código Florestal brasileiro em 1996, que aumentou de 50% para 80% os limites de reserva legal das propriedades privadas, ficando menor a área disponível para desmatar.

Foi detectada uma área de  $54$  e  $804 \text{ km}^2 \cdot \text{ano}^{-1}$  de florestas exploradas seletivamente dentro de UC e TI, respectivamente, entre 1992 e 2016. A porcentagem de extração seletiva dentro de UC foi de 1%, similar aos dados observados por Pedlowski et al (2005) para UC Bom Futuro em Rondônia. No caso das TIs, a porcentagem de extração seletiva observada dentro dessas áreas foi de aproximadamente 2%. Embora não tenham sido verificadas tendências significativas de aumento da extração madeireira na série de dados de áreas protegidas, tratam-se de atividades ilegais e, portanto, precisam ser devidamente consideradas e monitoradas. É esperado que a escassez futura de matéria-prima para o setor florestal de

madeiras nativas possa amplificar a pressão sobre os recursos naturais em áreas protegidas do estado de Mato Grosso.

Os polos de exploração seletiva de madeiras nativas migraram da região Centro-Norte de Mato Grosso para a região Noroeste e extremo Norte do Estado entre 1992 e 2016. Esta migração indica o início do ciclo do “*collapse*” na região Centro-Norte e início do período de “*boom*” dessas atividades na região Noroeste e extremo Norte de Mato Grosso, sendo a última fronteira de extração seletiva de madeiras nativas no Estado.

A extração seletiva recorrente impacta mais a floresta que a exploração inicial, pois explorações sucessivas na floresta aumentam a fragmentação da paisagem, fazendo com que o material vegetal torne mais seco, favorecendo a ocorrência de fogo. É preciso garantir o ciclo de corte nas florestas manejadas para a devida regeneração da floresta e evitar impactos florestais mais severos, como o aumento da susceptibilidade da floresta à ocorrência de fogo.

Neste estudo, não foi possível afirmar que a extração seletiva é precursora do desmatamento, pois a maior parte da floresta explorada seletivamente ainda permanece na área estudada. No entanto, não foram analisadas as condições (nível de degradação) em que as florestas exploradas seletivamente permaneceram degradadas na área de estudo. Diante disso, sugerem-se novos estudos para verificar essa afirmação utilizando uma série temporal mais robusta e técnicas de avaliação de intensidade de degradação florestal.

Os resultados deste estudo permitem identificar os locais prioritários para a implementação de políticas públicas para o manejo dos recursos florestais e monitorar as mudanças na paisagem florestal. Algumas iniciativas foram criadas para estocar carbono da floresta como o REDD<sup>+</sup>. Para isso, os resultados desta pesquisa também podem contribuir para as estimativas de emissões de carbono a partir do conhecimento das áreas impactadas pela exploração seletiva de madeiras na área de estudo.

## **CAPÍTULO 3 - PRODUÇÃO DE MADEIRA NATIVA EM TORA NO ESTADO DE MATO GROSSO NO PERÍODO DE 2006 A 2016**

### **RESUMO**

A extração seletiva de madeiras nativa é uma importante atividade econômica em Mato Grosso pela geração de empregos, renda e suas características de sustentabilidade ambiental. As atividades de extração seletiva de madeiras, entretanto, provocam degradação florestal, aumentando a fragmentação e, a vulnerabilidade das florestas ao fogo. No entanto, as atividades envolvem várias etapas desde a extração na floresta até o seu destino junto ao consumidor, com oportunidades para a ilegalidade em parte deste setor produtivo. Estas atividades devem ser bem conhecidas e devidamente controladas e monitoradas para reduzir a exploração ilegal de madeiras feitas sem a aplicação das técnicas apropriadas de manejo florestal. A metodologia consistiu na análise da produção de madeira nativa legal e ilegal em Mato Grosso, usando dados da produção de madeiras reportados pelo órgão ambiental estadual e a área de extração seletiva de madeiras detectada por satélite para estimar a produção legal e ilegal de madeiras nativas em Mato Grosso entre 2006 e 2016. A ilegalidade da produção de madeira em tora estimada foi de 145% da produção legal (36.863.249 m<sup>3</sup>) reportada pela SEMA entre 2006 e 2016. Houve tendência significativa de crescimento da taxa da produção total de madeira (8,5% a.a) e da taxa de crescimento da produção ilegal (14,77% a.a) no período analisado. O incremento de áreas de extração seletiva detectadas por imagens de satélite (33.272 km<sup>2</sup>) e sobrepostas às autorizações de manejo florestal e de plano de exploração florestal válidas emitidas pela SEMA (17.329 km<sup>2</sup>), um total de 1.314 km<sup>2</sup> dessas áreas não aparentam ter sido efetivamente exploradas. Acrescido a isso, 15.904 km<sup>2</sup> de extração seletiva do total detectado entre 2006 e 2016 foram explorados e não foram autorizados na área de estudo, correspondendo a 48% de ilegalidade em relação aos dados georreferenciados oficialmente reportados e detectados neste estudo.

**Palavras-Chaves:** Produção madeireira. Extração ilegal. Mato Grosso.

## ABSTRACT

Selective logging is an important economic activity in the state of Mato Grosso to create jobs, increase incomes, and it is considered environmentally sustainable. Selective logging activities, however, cause forest degradation, increase forest fragmentation and consequently, vulnerability to wild fires. Those activities involve several stages from forest logging to their destination with the consumers and, therefore, there are several opportunities for illegal business along that production process. Those activities should be well known and fully monitored and tracked to reduce illegal selective logging activities enforced without appropriated forest management techniques. In this Chapter, I conducted an analysis of the production of native illegal logging in the state Mato Grosso by using data provided by the State Environmental Agency (SEMA) and a dataset based on selectively logged forests detected using satellite imagery to estimate the legal and illegal round wood production in the State of Mato Grosso between 2006 and 2016. I estimated that illegal round wood production is 145% of the legal wood production (36,863,249 m<sup>3</sup>) reported by SEMA between 2006 and 2016. There was a significant growth trend of total wood production rate (8.5% p.a.) and illegal timber production (14.77% p.a.) during the analyzed period. By overlapping selectively logged forests detected by using satellite imagery (33,272 km<sup>2</sup>) with polygons of the forest management and forest exploitation plans properly approved by the SEMA (17,329 km<sup>2</sup>), I estimated that 1.134 km<sup>2</sup> of those areas did not have been effectively selectively logged. Additionally, I estimated that 15,904 km<sup>2</sup> of selectively logged forests detected using satellite imagery between 2006 and 2016 were not properly approved in the study area, which correspond to 48% of illegal logging areas by comparing the official data reported by the SEMA and those detected in this study.

**Keywords:** Timber Production. Illegal logging. State of Mato Grosso.

## 3.1 INTRODUÇÃO

A exploração de madeiras nativa ocorre basicamente de duas maneiras: a primeira é feita a partir de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) e a segunda por Plano de Exploração Florestal (PEF) (BRASIL, 2012b; MATO GROSSO, 2014a). Nesse último caso, a extração seletiva constitui uma etapa que precede o desmatamento da floresta para outros usos da terra. O PMFS é um documento elaborado por um responsável técnico, o qual fornece as diretrizes e procedimentos para a administração das florestas (SFB; MMA, 2013). Além

disso, visa obter benefícios ambientais (manutenção da cobertura florestal), econômicos e sociais, respeitando os mecanismos de apoio ao ecossistema (ANGELO et al., 2014; MELO et al., 2015). Os objetivos do PEF são iguais ao do PMFS, porém, a exploração ocorre em áreas de supressão localizadas em outras áreas, exceto dentro de Reserva Legal. O PEF é caracterizado pela extração de todas as árvores de interesse econômico e as demais são derrubadas e queimadas para possibilitar a implantação de outros sistemas de produção ou uso da terra, como a agricultura ou a pecuária (MELO et al., 2015).

As atividades de extração seletiva de madeiras oriundas de manejo florestal e de desmatamento são licenciadas e monitoradas pelo órgão ambiental. Após aprovação do projeto, são liberados documentos contendo as autorizações (AUTEX e AEF). Estas possuem informações referentes ao volume de madeira (crédito), área aprovada para a extração e o detentor da atividade (MELO et al., 2015). O comprovante de liberação de crédito florestal (CLCF) é lançado no SISFLORA e o produto florestal é transportado por caminhão. Cada veículo é obrigado a apresentar a GF e a nota fiscal correspondente no posto fiscal (MATO GROSSO, 2010).

Paralelamente a todo o processo legal de extração de madeira, existe a ilegalidade na exploração, seja em áreas destinadas ao desmatamento ou a exploração seletiva sem a derrubada subsequente de toda a floresta. A definição de ilegalidade da madeira é bastante abrangente, incluindo desde a violação das leis nacionais ou subnacionais (SMITH et al., 2003) de manejo florestal/desmatamento; até do descumprimento de acordos entre os órgãos públicos ou entre proprietários rurais. O termo ilegal também inclui a violação dos direitos de populações tradicionais; das leis de transporte, das leis do comércio de madeira, leis do processamento da madeira e o não cumprimento das leis relacionadas às operações de financiamento e taxas (TACCONI; BOSCOLI; BRACK, 2003; TACONNI, 2007).

A extração ilegal ocorre quando a atividade é realizada em desacordo as normas de exploração de madeira ou quando o corte das árvores é realizado em local não autorizado pelo órgão ambiental competente. Esta última se refere às ações realizadas dentro de unidades de conservação e terras indígenas, em encostas íngremes, em áreas de preservação permanente e fora das áreas de concessão florestal (GUTIERREZ-VELEZ; MACDICKEN, 2008).

A extração ilegal deixa a floresta susceptível a outras práticas ilícitas, já que o acesso as áreas é facilitado (SOUZA JUNIOR; ROBERTS; COCHRANE, 2005). Muitas vezes, as estradas são abertas em áreas onde concentram as árvores com valor comercial, pois a exploração dessas espécies torna a construção das estradas viáveis financeiramente. Para acesso a esses indivíduos, os madeireiros abrem “carreadores”, com largura suficiente para

passar um trator ou caminhão, porém são de difícil detecção por satélites, devido à remoção de pouca cobertura vegetal (NELEMANN, 2012). Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), a extração ilegal de madeira é uma das causas do desmatamento (FAO, 2016).

Os impactos da extração ilegal, conduzida sem plano de manejo aprovado é uma das causas da perda de arrecadação de impostos governamentais; do desenvolvimento ineficiente de setores econômicos relacionados à atividade; no trabalho informal, o que gera riscos mais altos e menores benefícios para os trabalhadores da floresta; aumento dos conflitos entre madeireiros e comunidades tradicionais sobre o uso da terra (ASNER et al., 2009a). Além disso, é uma das causas da perda significativa da biodiversidade; e do aumento na susceptibilidade da floresta ao fogo (NEPSTAD et al., 1999).

No Brasil, o setor de manejo florestal tem sofrido crises ao longo dos anos. Há fatores envolvidos no investimento na atividade de manejo a longo prazo devido a ambientes políticos muitas vezes instáveis, além do regime inseguro de posse da terra que levam as indústrias madeireiras a operar causando maiores danos ao meio ambiente e no padrão *boom e colapse*. Esses fatores, aliados à pressão para expansão da atividade agrícola, foram responsáveis pela subvalorização das florestas e crescimento da extração ilegal de madeira e do desmatamento ilegal, correspondendo a 56% da produção florestal em 2003. (BANERJEE; ALAVALAPATI, 2010).

A extensão da atividade de extração seletiva de madeira é difícil de ser estimada, sendo ainda mais difícil delimitar a extração ilegal. O sensoriamento remoto e o Sistema de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas utilizadas para detectar crimes florestais (incêndio doloso, invasão de terras e uso ilegal), utilizando as técnicas estatísticas de regressão ponderada geograficamente e dos mínimos quadrados ordinários (INPE, 2015; SUNDSTROM, 2016; PAK; GULEI; OKUMUY, 2018).

Os estudos existentes sobre a ilegalidade da madeira foram localizados internacionalmente na Bolívia (GUTIERREZ-VELEZ; MACDICKEN, 2008), Estados Unidos (LEIPOLD; WILKEL, 2016), Gana (HANSEN; DAMNYAG; OBIRI, 2012), Honduras, Nicarágua (RICHARDS et al., 2003), Indonésia (OBIDZINSKI et al., 2014), Rússia (FEDERMAN, 2009) e Turquia (PAK; GULEI; OKUMUY, 2018). No Brasil, são disponibilizados relatórios técnicos sobre este tópico desenvolvidos por Órgãos Governamentais, trabalhos acadêmicos e ONG.

A maior parte dos estudos sobre a ilegalidade do setor florestal na Amazônia foi baseada em dados secundários da produção florestal e em entrevistas (SMITH et al., 2003),

estimativas de volume baseadas em observações em veículos carregados de madeira (HANSEN; DAMNYAG; OBIRI, 2012) e uso de modelos matemáticos (LI et al., 2008). O presente estudo inova utilizando dados espaciais das florestas exploradas seletivamente e dados sobre as áreas de manejo florestal, desmatamento e produção de madeiras declarados junto ao órgão ambiental estadual. Os resultados deste estudo contribuem para o melhor entendimento de vários aspectos da ilegalidade na exploração de florestas nativas em Mato Grosso e consiste na primeira iniciativa de estimar a ilegalidade da produção de madeiras nativas a partir de dados georreferenciados comparados com dados oficiais do IBGE e SEMA.

No presente Capítulo, buscou-se entender a produção de madeira nativa legal e ilegal no estado de Mato Grosso entre 2006 e 2016. Nesse caso, estimou-se a produção de madeira em tora (legal e ilegal) em Mato Grosso e verificou-se tendências de crescimento da madeira nativa utilizando dados georreferenciados (extração seletiva detectada por imagens de satélite; polígonos contendo as autorizações de exploração florestal emitidas pela SEMA).

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Produção de madeira em tora reportada pela SEMA e pelo IBGE**

Os dados utilizados neste Capítulo referem-se à produção de madeira legal em Mato Grosso. A produção de madeira legal foi obtida a partir dos dados de volume de madeira, autorizado pela SEMA, e transportado para o interior de Mato Grosso no período de 2006 a 2016. Os dados estão disponíveis em relatórios referentes a Guia Florestal (GF), modelo 1, do Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais (SISFLORA) Auditoria no período de 2006 e 2016.

A GF1 engloba a madeira em tora que foi transportada desde a origem (floresta sob manejo florestal ou plano de exploração florestal) até a indústria (MATO GROSSO, 2006b). Os dados de produção em tora 2006 estavam incompletos, pois coincidiram com a transferência do controle de inspeção e monitoramento de PMFS e PEF do IBAMA para o órgão ambiental estadual (SEMA). A detecção das florestas exploradas seletivamente foi apresentada em detalhes no Capítulo 2 (Apêndice I) desta Tese.

A produção de madeira em tora obtida pela SEMA foi comparada com os dados obtidos a partir dos Anuários Estatísticos do IBGE e do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), e da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) no período de 2006 a 2016. Selecionou-se este período de estudo pelo ano que a SEMA iniciou o controle e comando dos planos de manejo florestal e plano de exploração florestal.

### 3.2.2 Estimativa da produção de madeira em tora com base na área de extração seletiva detectada por satélite

No presente estudo foi elaborado um fluxo das atividades (legal e ilegal) de extração seletiva de madeiras nativas no setor florestal de Mato Grosso. Estimou-se a variável produção total (PT) com base nas áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas utilizando dados de satélite (Apêndice I). Dessa forma, foram utilizadas a média de 27,14 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de madeira nativa em tora exploradas seletivamente em todas as florestas detectadas por satélite (Apêndice J). Esta média corresponde a intensidades mais adotadas em Planos de Manejo, conforme previsto na legislação florestal em vigor, e representam o potencial cenário de intensidade de exploração florestal detectadas por satélite. As áreas detectadas por satélite incluem as florestas exploradas seletivamente em planos de manejo (legal) com maior intensidade e as demais áreas de florestas exploradas ilegalmente. Conforme observado por Matricardi et al. (2010), as áreas de florestas com impactos leves (baixa intensidade) não são facilmente detectadas nas imagens Landsat.

A madeira nativa em tora reportada pela SEMA foi disponibilizada no SISFLORA. Sendo em seguida utilizadas para determinar a origem da madeira extraída em Mato Grosso (manejo ou desmatamento). Outras descrições estão expostas no item 3.2.1.

O critério utilizado para determinar a intensidade de exploração em Mato Grosso foi o levantamento do volume médio de madeira autorizada pela SEMA. Nesse caso utilizou-se 206 AUTEX emitidas pela SEMA no período de 2006 a 2016 e disponível no SIMLAM Público. O volume autorizado foi sancionado pela média +/- desvio padrão e o coeficiente de variação (%) +/- 10% para eliminar valores extremos. Nesse caso a média correspondeu a 140 AUTEX

A variável produção total de madeira nativa foi obtida a partir da produção de madeira ilegal e da produção legal (Equação 1).

$$PT = PI + PL \quad (1)$$

Da equação 1 deriva-se a produção ilegal (PI) (Equação 2):

$$PI = PT - PL \quad (2)$$

onde:

PI = Produção ilegal de madeira;

PT = Produção total de madeira;

PL = Produção legal de madeira.



### 3.2.3 Estimativa das áreas de exploração legal e ilegal de madeiras nativas em Mato Grosso baseada em dados georreferenciados autorizados pela SEMA

As áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas com base em imagens de satélite foram sobrepostas com as bases digitais oficiais contendo os polígonos de planos de manejo e de exploração florestal (Tabela 7). As bases incluíram autorizações de exploração florestal, UC, TI e assentamentos rurais.

As áreas de extração seletiva de madeiras foram classificadas em dois tipos: produção legal e produção ilegal. As áreas legais foram aquelas que apresentaram autorização de exploração válida se: existia extração seletiva no ano 1 (por exemplo: 2014) e a autorização possui vencimento no ano 1, então a extração seletiva de madeiras do ano 1 é válida. Como a autorização pode ser prorrogada por mais um ano, então a extração seletiva no ano 1 e no ano 2 foram calculadas juntas.

**Tabela 5** – Dados vetoriais (*shapefiles*) utilizados para detecção de florestas exploradas seletivamente em Mato Grosso

Dados	Descrição	Sistema de Referência Geodésico
Desmatamento 2013 e 2016	Desmatamento de Mato Grosso utilizando o PRODES	WGS84
Autorizações de exploração florestal	UPA, AEF, PEF, AUTEX, RAUTEX, RAEF cadastradas no SIMLAM	SIRGAS 2000
Unidades de conservação	UC estaduais e federais obtidas na base digital da SEMA	SIRGAS 2000
Terras indígenas	TI obtidas na SEPLAN	<i>South American Datum 1969</i>
Assentamento Rural	Assentamento Rural obtido do INTERMAT e do INCRA	<i>South American Datum 1969</i>

RESEX: Reserva Extrativista; UPA: Unidade de Produção Anual, AEF: Área de Exploração Florestal, PEF: Plano de Exploração Florestal; AUTEX: Autorização de Exploração Florestal, RAUTEX: AUTEX Renovada, RAEF: AEF renovada.

Por outro lado, as áreas de extração seletiva ilegal englobaram todos os polígonos de extração seletiva que não apresentaram autorização de exploração dos órgãos oficiais de controle, ou estavam localizados no interior de UC e TI (Tabela 6). As florestas exploradas seletivamente que apresentaram AUTEX e AEF fora da validade também foram consideradas ilegais.

**Tabela 6** - Critérios para classificação das áreas de extração seletiva em "legal" e extração seletiva "ilegal" em Mato Grosso no período de 2006 a 2016.

Critérios de classificação das áreas de extração seletiva legal e ilegal	
Extração Seletiva Legal	Com autorização de exploração (AUTEX/AEF) dentro da data da validade
	Sem autorização de exploração (AUTEX/AEF)
Extração seletiva Ilegal	Com autorização de exploração (AUTEX/AEF) fora da data da validade
	Em Terras Indígenas
	Em Unidades de Conservação

A variável área de extração seletiva total foi a área de extração seletiva detectada por satélite em Mato Grosso no período de 2006 a 2016 e dos polígonos georreferenciados com autorização florestal disponível no Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM) pela SEMA. A produção total está descrita na Equação 3.

$$AT = AI + AL \quad (3)$$

Da equação 1 deriva-se a área de extração seletiva ilegal (AI) (Equação 4):

$$AI = AT - AL \quad (4)$$

onde:

AI = Área de extração seletiva ilegal;

AT = Área de extração seletiva total;

AL = Área de extração seletiva legal.

### 3.2.4 Análise do comportamento e Tendências

A análise do comportamento da produção de madeira nativa em tora (legal, ilegal e total) foi realizada por gráficos de produção no período de 2006 a 2016. Com o objetivo de compreender o comportamento observado na produção nacional foi necessário recorrer à análise da produção no estado de Mato Grosso. Com o objetivo de verificar se os dados de produção foram estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ), aplicou-se o teste de comparação de médias, utilizando o teste de Tukey e a tabela com os nível "t" de Student (LUND; LUND, 1983; COPENHAVER; HOLLAND, 1988).

Os dados de produção de madeira também foram transformados em números índices. Essa análise é expressa em porcentagem e faz comparações entre as situações de um ou mais fenômenos, tomados em épocas ou localizações diversas (MUNHOZ, 1989). Nessa pesquisa, o número índice foi utilizado para determinar a porcentagem de aumento da produção de madeira em relação a um ano de referência ou base (100%). Nesse caso estabeleceu-se o ano

base de 2007 para o cálculo do número índice. Este ano foi escolhido por ser o primeiro ano de registro anual completo de comercialização de madeira registrado pelo SISFLORA no estado de Mato Grosso, após a alteração da competência de análise dos planos de manejo florestal do IBAMA para a SEMA em maio de 2006

O objetivo da análise (número índice) é obter variáveis representadas por grandes números, de difícil memorização ou cuja compreensão exigiria acentuado esforço; seriam transformadas em formas de representação mais simples. O número índice é utilizado para variáveis econômicas como preço, quantidade e valor (MUNHOZ, 1989). Por fim, o número índice foi calculado através da seguinte fórmula (2):

$$I_t^0 = \frac{X_{it}}{X_{i0}} * 100 \quad (2)$$

Onde:

$I_0$  = número índice no período  $i$ , em relação a uma base 100 no ano 0;

$x_i$  = valor observado de produção no ano  $i$  na série disponível;

$x_0$  = valor observado de produção no ano 0 na série observada (base do índice).

Na análise de tendência da produção de madeira e na área de extração seletiva apresentadas no período de 2006 a 2016 foi utilizado o método descrito por Gujarati (2006), no qual a tendência linear de uma variável pode ser ajustada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Este método tem origem no cálculo dos juros compostos (Equação 4)

$$Y_t = Y_0 (1 + r)^t \quad (4)$$

onde:

$Y_t$  = valor da produção de madeira ou área de extração seletiva ao longo do tempo  $t$ ;

$Y_0$  = valor da produção inicial de madeira ou área de extração seletiva ao longo do tempo  $t$ ;

$r$  = taxa composta ou geométrica, ao longo do tempo, de  $Y$

$t$  = período

Ao fazer o logaritmo natural da Equação 4 é gerada a equação 5:

$$\ln Y_t = \ln Y_0 + t \ln (1+r) \quad (5)$$

Sendo  $\beta_0 = \ln Y_0$  e  $\beta_1 = \ln (1+r)$ , ao adicionar o termo de perturbação  $u$  pode-se reescrever a equação 6 para se obter os modelos semi-logarítmico representados pelas Equações 6, 7 e 8.

$$\ln PT = \beta_0 + \beta_1 T + u \quad (6)$$

$$\ln PL = \beta_0 + \beta_1 T + u \quad (7)$$

$$\ln PI = \beta_0 + \beta_1 T + u \quad (8)$$

$$\ln AT = \beta_0 + \beta_1 T + u \quad (9)$$

$$\ln AL = \beta_0 + \beta_1 T + u \quad (10)$$

$$\ln AI = \beta_0 + \beta_1 T + u \quad (11)$$

Onde:

PT = produção total de madeira no ano;

PL = produção legal de madeira no ano;

PI = produção de madeira ilegal no ano;

AT = área de extração seletiva total no ano;

AL = área de extração seletiva legal no ano;

AI = área de extração seletiva ilegal no ano;

$\beta_0$  = parâmetro a ser estudado;

$\beta_1$  = parâmetro a ser estudado;

t = variável tendência expressa em ano;

u = termo de perturbação.

Os coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$  medem a variação relativa constante para uma dada variação absoluta (instantânea) no valor do regressor t (tendência) (VALERIUS; SILVA, 2017). Nesse estudo, utilizou-se o valor de probabilidade (*p-value*) a 95% e nível de significância de 0,05.

As principais infrações ambientais relacionadas a extração seletiva de madeira em Mato Grosso foram obtidas através de dados embargos e entre outros fornecidos pelo setor de fiscalização de flora da SEMA e no sitio da SEMA ([www.sema.mt.gov.br](http://www.sema.mt.gov.br)), intitulado SEMA transparência.

### 3.2.5 Cálculo das Taxas de Crescimento

A partir dos parâmetros das tendências (T) obtiveram-se taxas anuais médias de crescimento (r) da produção de madeira ou área de extração seletiva de madeira ao longo do período total (GUJARATI, 2006), demonstrada na Equação 9:

$$r = [(\text{antiln } \beta_1 - 1)] * 100 \quad (12)$$

onde:

r = taxa de crescimento da produção de madeira

antiln = antilogaritmo do logaritmo neperiano ou natural

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Estimativa da produção de madeira em tora nativa com base em dados da SEMA e do IBGE

A produção de madeira nativa a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi de 26.934.715 m<sup>3</sup> entre 2006 e 2016 (Tabela 7). No mesmo período, a produção legal (PL) estimada com base nos documentos de transporte de madeira registrados pelo SISFLORA (Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais) da Secretaria de Meio Ambiente do Mato Grosso (SEMA) foi de 36.863.250 m<sup>3</sup> ou 3.351.204 m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>. Ambas as estimativas foram consideradas como produção legal de madeira nativa (Tabela 7). Portanto, os dados do IBGE foram subestimados (9.928.535 m<sup>3</sup>) em relação aos dados da SEMA no mesmo período. A diferença entre os dados do IBGE e do SEMA está relacionado à forma de coleta dos dados, envolvendo um sistema de amostras estatísticas (IBGE) (IBGE, 2016) e outro um sistema de monitoramento e controle da atividade florestal (SEMA) no Estado (MATO GROSSO, 2006a).

A SEMA emite uma autorização de exploração florestal e libera um volume de madeira (créditos), baseado em inventários florestais, a ser extraído e transportado durante um determinado período. Quando ocorre o transporte da madeira, o madeireiro digita o volume de madeira a ser transportado na Guia Florestal, e esse volume é debitado daquele volume constante na autorização florestal. O volume a ser transportado por GF é limitado a 80 m<sup>3</sup> por viagem. No IBGE, a produção de madeira em tora é estimada a partir de entrevistas e questionários aplicados para representante da indústria, comércio e órgãos ambientais do setor florestal no âmbito estadual.

**Tabela 7** - Produção de madeira em tora (m<sup>3</sup>) registrada pelo SISFLORA e estimada pelo IBGE em Mato Grosso no período entre 2006 e 2016.

Anos	Produção de madeira em tora (m <sup>3</sup> )		
	IBGE	SISFLORA	Diferença
2006	2.109.740 <sup>ns</sup>	160.555,92 <sup>ns</sup>	1.949.184
2007	1.952.947 <sup>ns</sup>	3.617.436 <sup>ns</sup>	(1.664.490)
2008	1.469.083 <sup>ns</sup>	3.602.155 <sup>ns</sup>	(2.133.072)
2009	3.920.627 <sup>ns</sup>	3.479.049 <sup>ns</sup>	(441.578)
2010	2.124.346 <sup>ns</sup>	4.711.327 <sup>ns</sup>	(2.586.981)
2011	2.153.468 <sup>ns</sup>	3.879.841 <sup>ns</sup>	(1.726.373)
2012	4.050.383 <sup>ns</sup>	3.887.176 <sup>ns</sup>	163.207
2013	1.441.082 <sup>ns</sup>	3.569.325 <sup>ns</sup>	(2.128.243)
2014	1.379.790 <sup>ns</sup>	3.615.647 <sup>ns</sup>	(2.295.857)
2015	3.069.198 <sup>ns</sup>	3.093.106 <sup>ns</sup>	(23.909)
2016	3.324.051 <sup>ns</sup>	3.247.629 <sup>ns</sup>	76.422
Volume total (m <sup>3</sup> )	26.934.715	36.863.250	(9.928.535)
Volume médio (m <sup>3</sup> )	2.454.065	3.351.204	-902.594

ns: dados não significativos (p>0,05)

Observaram-se que as médias da produção de madeira do IBGE e da SEMA não apresentaram diferenças significativas a 95% de probabilidade (Tabela 7). Nos anos de 2009, 2012, 2015 e 2016, verificou-se menor diferença entre a produção de madeira em tora entre os dois sistemas. As possíveis razões para essa menor diferença foi a intensificação da fiscalização e do monitoramento do setor florestal brasileiro nestes anos, a crescente substituição de madeira nativa por madeira plantada e a crise econômica mundial que reduziu a demanda e as exportações de madeiras nativas (SFB; IMAZON, 2010a).

### 3.3.2 Estimativa da produção de madeira em tora com base na área de extração seletiva detectada por satélite

A intensidade de extração seletiva observada neste estudo (27,14%) foi a média das produtividades de florestas exploradas seletivamente e autorizadas em Mato Grosso no período de análise. Este valor apresentou semelhança à intensidade observada na literatura para o Estado e na Amazônia. Broadbent et al. (2008), observaram que a floresta explorada seletivamente perde de 10 a 60% de seu dossel, dependendo da intensidade de exploração. Matricardi et al. (2010) estimou a perda média de 5% do dossel de florestas exploradas seletivamente na região de Sinop, Mato Grosso, em uma análise conduzida entre 1992 e 2004 utilizando imagens de satélite. Quando a extração seletiva estava combinada com a ocorrência

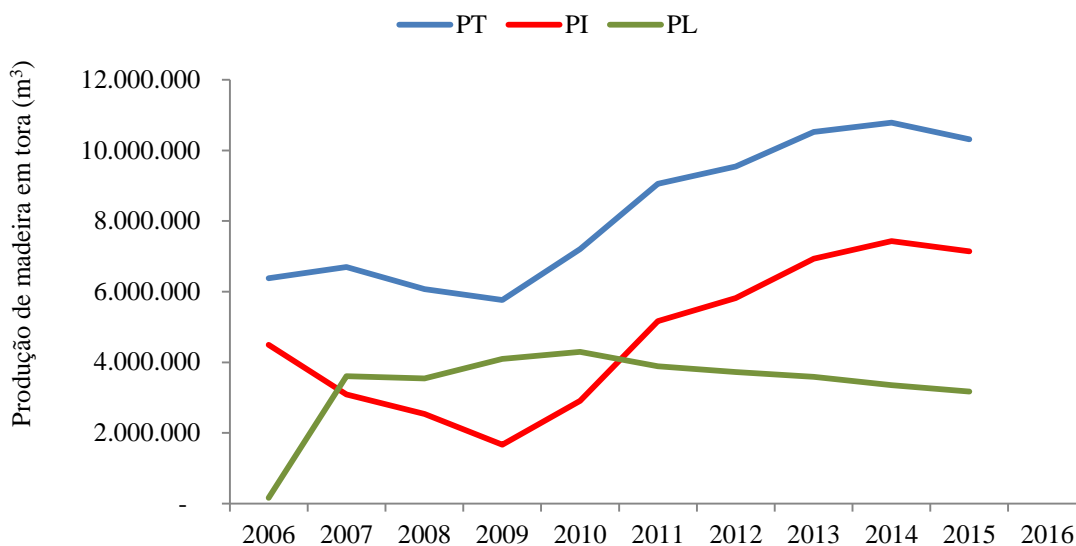
de fogo, as florestas perderam uma média de 35,6% do dossel florestal. No manejo localizado em Nova Monte Verde-MT, obteve-se a intensidade de exploração  $13,65 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  em 2015 (BONA et al., 2015).

Em outro estudo para toda a Amazônia, Matricardi et al. (2013) estimaram a perda média de 1,6% do dossel florestal em áreas exploradas seletivamente, detectadas usando imagens Landsat adquiridas em 1992, 1996 e 1999. A intensidade de extração seletiva na Floresta Nacional do Jamari, RO variou  $14,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  a  $9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  entre 2010 e 2011 (PINAGÉ et al., 2016). Outros autores estimaram que a magnitude da exploração varia entre  $1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  e  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (PUTZ; AL, 2001; BURIVALOVA; SEKERCIOGLU; KOH, 2014) e entre 5 a  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (ASNER et al., 2005). A maior parte da exploração florestal na Amazônia está centrada no corte seletivo de espécies comerciais (BARBOSA et al., 2001).

A participação relativa da produção ilegal de madeiras nativas oscilou no decorrer do período de análise. Houve períodos em que a produção ilegal foi superior (2011 a 2016) que a produção legal (Figuras 16 e 17). Os prováveis fatores da redução da ilegalidade nos anos de 2007 e 2011 parecem estar relacionados à crise econômica no país e às medidas de comando e controle (maior fiscalização) implementados entre 2005 e 2010 (Operação Curupira em 2005, Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia, em 2004).

A produção total de madeira em tora apresentou em média de  $8.234.163 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  entre 2006 e 2016 utilizando a estimativa de produção baseada na produtividade de  $27,14 \text{ m}^3$  por hectare (Figura 16) do total de florestas exploradas seletivamente ( $41.926 \text{ km}^2$ ) detectado por satélite neste estudo. No mesmo período, a produção ilegal foi de  $4.718.250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , assumindo o a mesma intensidade de exploração ( $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), a produção de madeira legal reportada pela SEMA totalizou  $3.343.071 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  de toras transportadas (Figura 16).

Com base nos critérios de intensidade de exploração assumidos nesta pesquisa ( $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), a produção legal representou 47% (Figura 16) em relação a estimativa de produção total baseada nas áreas de florestas detectadas por satélite entre 2006 e 2016. A produção ilegal estimada foi de 59% em relação à produção total estimada no mesmo período.



**Figura 16** - Produção Total (PT), Produção Legal (PL) e Produção Ilegal (PI) em Mato Grosso entre 2006 e 2006, estimadas a partir da área de florestas exploradas seletivamente detectadas, usando imagens de satélites e três intensidades de exploração:  $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$

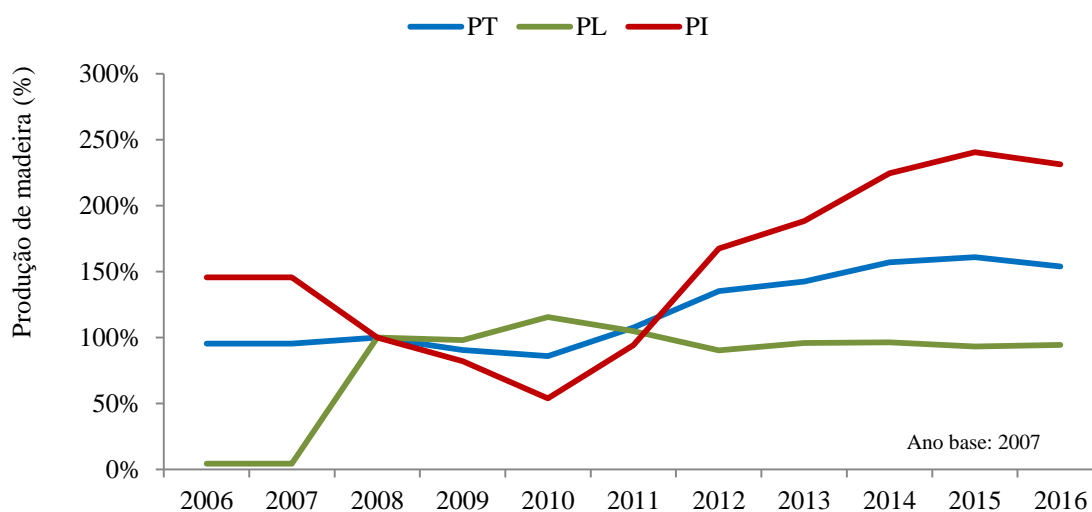
O aumento da produção total de madeira após 2011 pode ser ocasionado pelo aumento da madeira extraída por desmatamento. Nesse caso, o interessado retira as toras de menores diâmetros com o objetivo adquirir capital para implantar outras atividades como limpeza de área com uso de fogo (UHL; BUSCHBACHER, 1985), agricultura e pecuária.

A avaliação do aumento ou redução da produção de madeira entre 2006 e 2016 foi feita assumindo o ano de 2007 como o período inicial de análise (ano base), equivalendo a 100% da produção total. Nesse caso, todos os anos de análise foram comparados com o ano base. Portanto, a produção ilegal de madeira apresentou períodos de crescimento (2011 a 2017) e redução (2007 a 2010) na produção de madeira. O ano de 2010 apresentou maior redução na ilegalidade madeireira, correspondendo a 6% da produtividade ilegal em relação ao ano de referência (Figura 17).

Ao observar a produção legal de madeira, verificou-se um comportamento de estabilização no período de 2006 a 2016. Os períodos de menor produção ocorreram nos anos de 2009, 2012 e 2015, com redução de 2%, 10% e 7%, respectivamente (Figura 17).

Em alguns períodos como os anos de 2011 e 2014, a produção de madeira ilegal apresentou maior porcentagem de crescimento em relação a produção legal. Nesse caso, a produção ilegal apresentou em média crescimento de 141% em 2014, em relação ao ano de referência (2007). Neste mesmo ano, a produção legal reduziu seu crescimento em 7% (Figura 17).





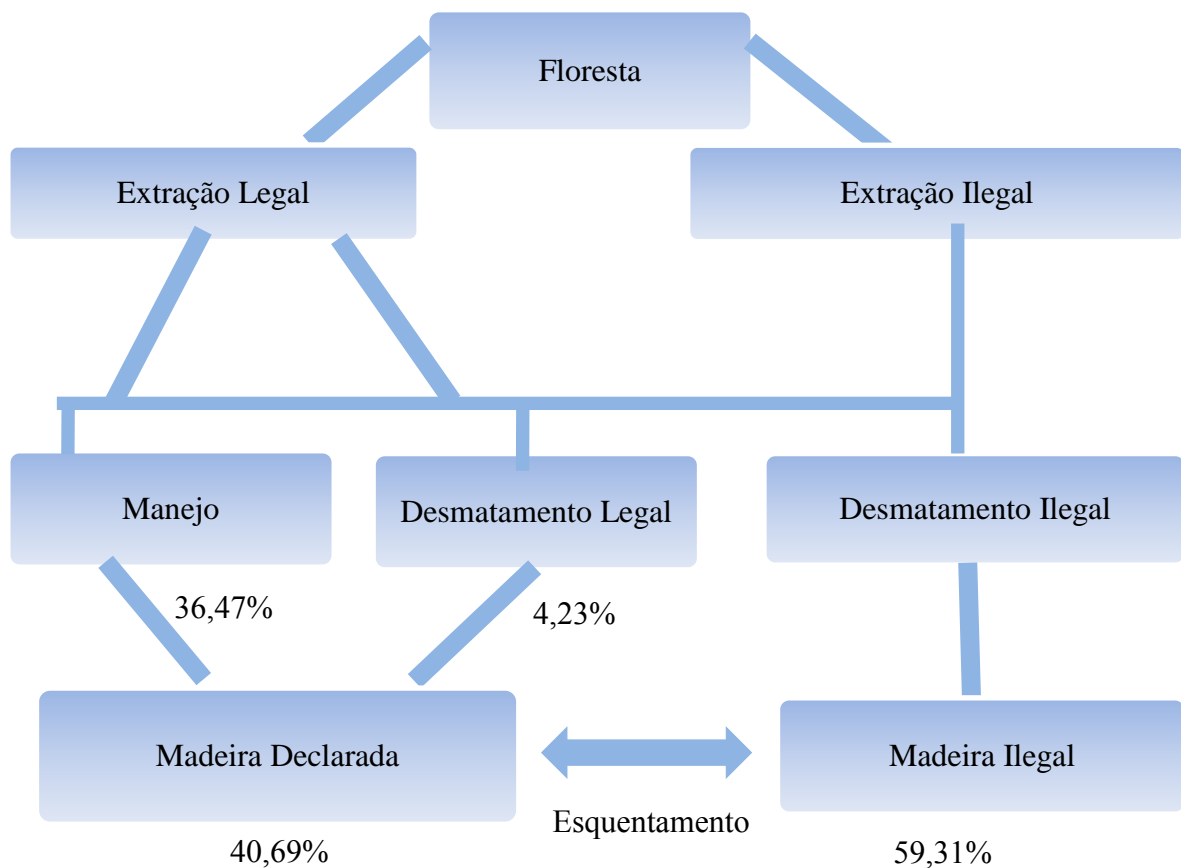
**Figura 17** – Número índice da produção de madeiras: Porcentagem da Produção Total (PT), % da Produção Legal (PL) e % da Produção Ilegal (PI) em Mato Grosso entre 2006 e 2016, estimadas a partir da área de florestas exploradas seletivamente detectadas usando imagens de satélites e intensidade de exploração:  $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$

A madeira que é extraída de forma ilegal pode permanecer ou não ilegal durante toda a cadeia de produção (extração, processamento e comercialização) (Figura 18). No caso da ilegalidade em todo o processo, a madeira é explorada, transportada, desdobrada e comercializada sem a devida declaração aos órgãos oficiais de controle e, portanto, não constam nas estatísticas do IBGE ou registro no SISFLORA. Em outros casos, a madeira é explorada ilegalmente e “legalizada” (processo também conhecido como “esquentamento”) na etapa de exploração ou processamento, utilizando créditos de origem e transporte de produtos florestais oriundos de Planos de Manejo aprovados pela SEMA-MT.

A madeira utilizada para “esquentar” um documento de transporte (“nota fria”) tem origem em outro local regularizado (NELLEMANN et al., 2016). Nesse caso, uma espécie extraída em área de manejo aprovado oficialmente, por exemplo, é utilizada para acobertar espécies florestais exploradas em áreas protegidas, florestas em propriedades privadas e desmatamentos ilegais. Pode ocorrer também o uso de créditos de transporte e exploração de produtos florestais oriundos de planos de exploração (desmatamento a corte raso) para esquentar madeiras exploradas sem a devida autorização do órgão oficial de controle florestal.

O volume das espécies de importância econômica pode ser superestimado durante os inventários florestais, de modo que as áreas consideradas “legais” possam atuar como centros de esquentamento de troncos extraídos de forma ilegal de outras áreas, inclusive de áreas protegidas (TRITSCH et al., 2016). Por esta razão, tornam-se necessários mais esforços para acompanhar e repreender as atividades ilegais no Estado.

Aproximadamente 41% da produção de madeira nativa proveniente de Mato Grosso foi declarada pelos órgãos de meio ambiente no período de 2006 e 2016 (Figura 18). A madeira é proveniente de áreas de manejo (36,47%) em sua maioria e aproximadamente 4% é proveniente de desmatamento. Apesar de ser reportado que 41% da madeira é proveniente de fontes legais, existe uma porcentagem que é comercializada ilegalmente, sendo difícil de ser estimada. A hipótese para o nível de esquentamento da madeira nativa em Mato Grosso proveniente de fontes legais é de 11%, pois a ilegalidade estimada por satélite foi de 59% e a ilegalidade utilizando dados georreferenciados da SEMA foi de 48%, então a diferença entre esses valores pode ser considerada esquentamento.



\*produção total estimada com base na intensidade de exploração de  $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$

**Figura 18** - Fluxo das atividades de extração seletiva de madeiras nativas (legal e ilegal) baseada na área de extração seletiva detectada por satélite e na madeira transportada e reportada pela SEMA proveniente de manejo ou desmatamento em Mato Grosso.

59,31%

A ilegalidade da madeira envolve várias fases do manejo florestal e a corrupção (suborno) entre atores públicos e privados e entre atores privados, a fim de garantir tratamento preferencial aos indivíduos ou então para legalizar as atividades ilegais. O suborno surge

durante a obtenção de uma licença de exploração ou de uma permissão para exportação de madeira (SUNDSTROM, 2016).

O crime da ilegalidade também acontece quando a madeira é exportada. Nesse caso a madeira ilegal torna-se autorizada quando recebe um documento oficial pela prática de suborno, por exemplo. A madeira acaba se misturando com a madeira legal quando exportada para outro país. Para corroborar com este fato, em 2009 no estado do Pará, ocorreu uma investigação envolvendo aproximadamente 3.000 empresas estavam usando madeira ilegal para ser esquentada como madeira certificada e em seguida exportada para os mercados americano, europeu e asiático. Em geral, compradores internacionais muitas vezes pagam uma tarifa extra ou prêmio por madeira com certificação, enquanto essas operações (certificação) envolvem falsificação e fraude (NELLEMANN et al., 2016).

A estimativa do volume ilegal deve prever que a madeira extraída de uma área, pode não ser comercializada no mesmo ano ou não se é conhecida a data de extração realizada em uma determinada área. Deve-se ainda levar em consideração a Resolução nº 406/2009 do CONAMA (BRASIL, 2009b), a qual determina que 10% das espécies devem ser deixadas intactas na floresta (porta semente) visando preservar a biodiversidade. Além disso, devem-se considerar as espécies proibidas de corte como a *Bertholletia excelsa* e as diferenças naturais entre as florestas.

A exploração ilegal de madeira pode ser minimizada utilizando vários mecanismos como a criação de áreas de concessão florestal (BANERJEE; ALAVALAPATI, 2010). Além disso, a presença de maior fiscalização no interior das áreas protegidas faz com que os madeireiros fiquem alerta e com receio de receber punições ao explorarem as florestas seletivamente de maneira ilegal (POHNAN; OMPUSUNGGU; WEBB, 2015).

### **3.3.2.1 Práticas ilegais na cadeia de produção da madeira ocorridas em Mato Grosso**

Com base nas observações feitas em campo na área de estudo e registros de autuações da SEMA, as maiores causas de apreensões de madeira ilegal oriunda de desmatamento ocorreram em áreas exploradas sem autorização ou extraídas de local não autorizado (APP e UC da categoria de proteção integral). Além de descumprir o termo de embargo da propriedade/empresa e desmatamento em local indevido.

As irregularidades de exploração florestal foram o abate de seis árvores sem autorização de uma área de manejo florestal (AMF). Entre 2010 e 2014, foram lavrados autos

de infração correspondentes a 14.605 hectares de área de extração seletiva exploradas irregularmente.

Outros exemplos incluem a superestimação do volume de madeira nos inventários florestais, classificação erroneamente das espécies no inventário, espécies classificadas erroneamente como ipês por exemplo, porém eram espécies que não tinham sido incluídas na autorização de exploração por não serem valiosas. Dessa forma, conclui-se que a identificação errada das espécies pode estar servindo para esquentar espécies valiosas derrubadas ilegalmente de locais não autorizados.

Conforme informações da SEMA as áreas de extração seletiva geralmente utilizadas para esquentar madeira estão localizadas próximas a outras áreas de desmatamento (corte raso), o facilita o transporte de madeira entre essas localidades. As vezes a exploração não é realizada pelo detentor do manejo, mas sim por empresas, dificultando localizar o autor da infração ambiental cometida.

Os casos de ilegalidades florestais relacionados à produção de madeira ocorreram com o transporte de madeira em tora. Exemplo desse tipo de infração é o caminhão transportando carga de madeira com volume maior ou menor do volume informado no documento de transporte (Guia Florestal), na nota fiscal, com carga de madeira sendo transportada sem documentos de transporte no caminhão, com documentos de transporte vencido ou transportando espécie proibida de corte por lei. Algumas espécies irregulares são escondidas dentro de cargas de madeira transportadas legalmente.

As práticas ilegais nas indústrias de madeira foram relacionadas à prestação de informações falsas sobre a identificação espécies armazenadas e transportadas em Mato Grosso, ao volume de madeira existente no pátio ou depósito. Geralmente, a volumetria de madeira existente no pátio no momento da vistoria é diferente do volume aprovado e disponibilizado no SISFLORA. Em outros momentos a madeira é armazenada em local sem autorização ou a indústria entra em operação sem licença de funcionamento. Além disso, empreendedores tentam dificultar a ação de fiscalização em Mato Grosso.

Além disso, foi observada durante os trabalhos de campo desta pesquisa a extração seletiva em local indevido, execução inadequada do manejo florestal e exploração sem planejamento. Houve também relatos de ocorrências de furto de madeira em áreas de extração seletiva próximas a assentamentos rurais e furto de toras no interior de áreas protegidas como APP e Unidades de Conservação, entre outros.

### 3.3.3 Análise de tendências da produção de madeira nativa em tora estimada no estado de Mato Grosso entre 2006 e 2016

A produção total e ilegal de madeira em tora no estado de Mato Grosso apresentou tendência de crescimento de 8,53% a.a e 14,56%, respectivamente, a 95% de probabilidade (Tabela 8). No entanto, a produção legal de madeiras nativas não apresentou tendência de crescimento no período analisado, indicando que a produção apresentou comportamento estável entre 2006 e 2016, e conduz com os resultados observados nas Figuras 16 e 17.

**Tabela 8** - Parâmetros da regressão e taxa de crescimento anual referente a produção total, a produção legal e a produção ilegal em Mato Grosso entre 2006 a 2016.

Produção de madeira nativa (tora)	Parâmetros da regressão					r (a.a%)
	$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$	T	F	
Total (PT)	15,484	0,082	0,89	7,67	58,87	8,53*
Ilegal (PI)	14,56	0,138	0,65	3,67	13,50	14,77*

r (%): taxa de crescimento anual da produção de madeira em porcentagem. \*significativo a 95% de probabilidade

### 3.3.4 Análise espacial das áreas de extração seletiva de madeiras nativas (detectadas por satélite e autorizadas oficialmente)

As áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas usando imagens Landsat foram sobrepostas com os polígonos dos planos de manejo florestal e de exploração florestal aprovados pelo órgão oficial. A área autorizada para extração seletiva de madeiras pela SEMA totalizou 17.329,93 km<sup>2</sup> (Tabela 9) e a área de florestas exploradas seletivamente detectadas por satélite totalizou 33.272 km<sup>2</sup>. Desta maneira, 17.218 km<sup>2</sup> foram explorados ilegalmente, equivalente a aproximadamente 52% do incremento de florestas exploradas seletivamente entre 2006 e 2016.

**Tabela 9** - Área de extração seletiva detectada por imagens de satélite Landsat com autorização de exploração florestal válida (extração legal) e vencida (extração ilegal) em Mato Grosso, entre 2006 a 2016

Anos	Extração total (km <sup>2</sup> )	Extração legal (km <sup>2</sup> )	Extração ilegal (km <sup>2</sup> )
2006	2.066	304	1.761
2007	2.640	425	2.214
2008	2.295	546	1.749
2009	2.180	668	1.513
2010	2.066	789	1.277
2011	3.246	1.092	2.154
2012	3.426	1.396	2.030
2013	3.607	1.700	1.907
2014	4.148	2.003	2.144
2015	3.800	3.378	422
2016	3.800	3.753	47
Total (km <sup>2</sup> )	33.272	16.055	17.218

Observou-se que o incremento da área de floresta explorada seletivamente aumentou 1.180 km<sup>2</sup> na área de estudo entre 2006 e 2011, enquanto que a área de extração legal aumentou 788 km<sup>2</sup> o mesmo período. A produção total de madeira apresentou de 61% (3.382 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>) entre 2010 e 2015 (Tabela 9). Por outro lado, a área de extração seletiva ilegal apresentou redução de 15% a partir de 2014.

A partir da sobreposição dos dados de áreas autorizadas para exploração seletiva (Manejo Florestal e Plano de Exploração Florestal) e das áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas por satélite, estima-se que 1.314 km<sup>2</sup> não foram efetivamente explorados. Acrescido a isso, 15.904 km<sup>2</sup> de incremento de florestas exploradas seletivamente entre 2006 e 2016 foram explorados sem autorização da SEMA na área de estudo, correspondendo a 48% de ilegalidade em relação a produção total.

### **3.3.5 Análise de tendências das áreas de extração seletiva de madeira (detectada por satélite) e autorizadas oficialmente pela SEMA no estado de Mato Grosso entre 2006 e 2016**

Ao analisar a tendência de crescimento da área de extração seletiva de madeira no estado de Mato Grosso, verificou-se que a produção total apresentou tendência de crescimento

significativa de 7,63% a.a. para o cenário de intensidade de exploração de 27,14 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e a produção de madeira legal apresentou tendência de crescimento de 27,91% (Tabela 10).

No entanto, a tendência de crescimento da área de extração seletiva de madeira ilegal observada nas séries de dados desta pesquisa não foi significativa a 95% de probabilidade, conforme descrito na Tabela 10. Isto indica que houve comportamento estável na série de dados de produção legal de madeiras nativas entre 2006 e 2016.

**Tabela 10** - Parâmetros da regressão e taxa de crescimento anual referente a área de extração seletiva total, legal e ilegal em Mato Grosso entre 2006 a 2016.

Área de extração seletiva de madeira (tora)	Parâmetros da regressão					r (a.a%)
	$\beta_0$	$\beta_1$	R <sup>2</sup>	T	F	
Total (AT)	7,585	0,074	0,81	5,82	33,85	7,63%*
Legal (AL)	5,646	0,246	0,99	43,7	1917	27,91*

r (%): taxa de crescimento anual da produção de madeira em porcentagem. \*significativo a 95% de probabilidade

### 3.4 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa indicam que a produção ilegal de madeiras nativas em Mato Grosso foi de aproximadamente 59% comparados com a produção total estimada a partir de áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas por satélite entre 2006 e 2016. O manejo florestal foi responsável pela maior parte da madeira legalizada no Estado (36,4%) enquanto a produção total declarada oriunda de áreas autorizadas ao desmatamento foi de 4,2%. Do mesmo modo, aproximadamente 48% das áreas de florestas exploradas seletivamente no Mato Grosso não foram devidamente autorizadas pelo órgão ambiental entre 2006 e 2016. Dessa forma, estima-se que 11% da madeira nativa declarada pode ter sido "esquentada" durante toda a cadeia de extração, beneficiamento e industrialização da madeira.

A análise da série de dados da extração seletiva de madeiras indica que houve crescimento da produção total (8,53% a.a.) e da produção ilegal (14,77% a.a.) de madeiras nativas significativo entre 2006 e 2016. Porém, não houve tendência de crescimento significativo ( $\alpha = 0,05$ ) da produção legal.

A análise da série de dados das áreas de extração seletiva de madeira nativa detectadas por satélite e autorizadas pela SEMA em Mato Grosso indica que houve tendência de crescimento das áreas de extração seletiva legal e total de 7,63% a.a e 27,91% a.a, respectivamente.

## CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 4.1 Estudo no contexto global

As florestas localizadas nos Trópicos estão diminuindo ao longo do tempo. Os principais motivos para a perda florestal nos trópicos foram o desmatamento e a degradação florestal por extração seletiva e fogo, causando conseqüentemente ao aumento da emissão de carbono para a atmosfera. O desmatamento e a degradação florestal são atualmente responsáveis pela emissão de 7 a 14% do total de emissões de carbono provenientes de atividades humanas (ACHARD et al., 2014).

Em Mato Grosso, as florestas apresentaram 482.814 km<sup>2</sup> em 1992 e diminuíram para 364.337 km<sup>2</sup> em 2016. No entanto, o desmatamento apresentou diminuição no período de estudo, sendo 4.674 km<sup>2</sup> em 1992 para 1.489 km<sup>2</sup> em 2016 (INPE, 2018).

Este estudo englobou 24 anos de análise no período de estudo de 1992 a 2016, no qual foram mapeados a degradação florestal por extração seletiva em Mato Grosso. O estudo envolveu 24 cenas do satélite Landsat 5 e 8, sensores TM e OLI, respectivamente para os anos de 1992, 1996, 1999, 2003, 2006, 2010, 2014 e 2016. Este estudo foi mais abrangente que outros estudos prévios de degradação em Mato Grosso, pois incluiu um extenso período de análise. Este também é a primeira vez que buscou entender a ilegalidade da madeira utilizando dados georreferenciados (detecção e polígonos contendo autorizações de exploração) de florestas exploradas seletivamente.

Os resultados encontrados no presente estudo mostraram um aumento expressivo da degradação florestal por extração seletiva em Mato Grosso, de 3.002 km<sup>2</sup> em 1992 para 12.769 km<sup>2</sup> em 2016. Com média de 12.426 km<sup>2</sup>. Ano<sup>-1</sup>. O incremento de extração seletiva foi de 41.926 km<sup>2</sup>, com média de 1.747 km<sup>2</sup>. Ano<sup>-1</sup>.

A extração seletiva emite carbono. De acordo com Aguiar et al. (2016) a regeneração dessas florestas pode compensar parcialmente essas emissões. Portanto, a redução das emissões de carbono provenientes de degradação e também de desmatamentos constituem importantes estratégias para mitigação do clima, principalmente na Amazônia que representa uma floresta extensa inserida em um país em desenvolvimento (ARIMA et al., 2014).

Na literatura, é discutido a hipótese de que a extração seletiva parece ser precursora do desmatamento, porém isto não foi possível afirmar nestes estudos, pois foram observadas que 95% das florestas exploradas seletivamente ainda não foram



completamente desmatadas no período e local de estudo. No entanto, este fato gera grande preocupação, uma vez que a floresta tropical pode levar mais de 200 anos para recuperação após distúrbios severos

A implementação de REDD<sup>+</sup> torna-se importante estado de Mato Grosso, devido a dimensão da floresta Amazônia, do aumento da degradação florestal no período de análise e o alto potencial para seqüestro de carbono. Além disso, o REDD<sup>+</sup> apresenta potencial para melhora do manejo florestal nos Trópicos (PELLETIER; KIRBY; POTVIN, 2012).

Os resultados também mostraram que a produção total de madeira nativa correspondeu a 90.300.767 m<sup>3</sup>. Enquanto a produção legal e ilegal foi de 36.863.247 m<sup>3</sup> e 53.437.720 m<sup>3</sup>, respectivamente. A ilegalidade da produção total correspondeu a 59% da produção total de madeira. Porém se analisarmos a área de extração seletiva ilegal, encontramos que 48% da madeira extraída não são proveniente de fontes legais. Notamos que uma porcentagem da madeira autorizada no estado de Mato Grosso é esquentada de fontes ilegais de extração de madeira.

## **4.2 Revisita das questões de pesquisa**

### **4.2.1 Qual a dinâmica espaço-temporal da degradação florestal por extração seletiva de madeiras no estado de Mato Grosso entre 1992 e 2016?**

Os resultados deste estudo indicam que os polos de exploração seletiva de madeiras nativa se deslocaram nos últimos anos desta análise para a última fronteira florestal nativa de Mato Grosso. Os novos polos madeireiros passaram a ocupar a microrregião de Colíder e Aripuanã e as regiões do extremo norte do Estado, mais próximas ao estado do Pará. Esta tendência de expansão pode levar em um futuro próximo, o surgimento de novos arcos do desmatamento em Mato Grosso e na Amazônia.

Estima-se que 41.926 km<sup>2</sup> de florestas nativas foram exploradas pelo menos uma vez entre 1992 e 2016 no estado de Mato Grosso, uma média de 1.747 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>. Observou-se também que uma média de 18 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup> e 268,18 km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup> de florestas foram exploradas seletivamente dentro de UC e TI, respectivamente, entre 1992 e 2016. Não foi observada tendência de redução das atividades de exploração de madeiras em áreas protegidas no período analisado

#### **4.2.2 A extração seletiva foi precursora do desmatamento no período e área de estudo?**

O conhecimento científico convencional sobre a extração seletiva de madeiras define esta atividade como precursora do desmatamento na região Amazônica (NEPSTAD et al., 1999; ASNER et al., 2006). Os resultados desta pesquisa indicam que este fenômeno (extração seletiva) não foi possível determinar que a extração seletiva preceda o desmatamento. No entanto, este acontecimento não elimina os efeitos negativos da degradação em florestas nativas e nem os impactos causados nas florestas. Em alguns anos, o incremento da extração seletiva foi 111 vezes o incremento do desmatamento. Foram observadas que esta atividade ocorre ilegalmente dentro de áreas protegidas. Além disso, a extração seletiva de madeiras na Amazônia pode aumentar a suscetibilidade ao fogo, uma vez que deixa abertura no dossel e grande quantidade de material vegetal seco (UHL et al., 1997; COCHRANE; SCHULZE, 1998), colabora com o aumento do processo de fragmentação dos habitats e do efeito de bordas (BROADBENT et al., 2008).

#### **4.2.4 Qual a estimativa da ilegalidade da extração seletiva de madeira no estado do Mato Grosso? Há alguma tendência de aumento?**

Com base em estimativas da produção de madeira na área de estudo, a produção ilegal de madeiras nativas em Mato Grosso foi de 59% comparados com a produção total estimada a partir de áreas de florestas exploradas seletivamente detectadas por satélite entre 2006 e 2016. Quando considerados apenas os dados georreferenciados, aproximadamente 52% das áreas de florestas exploradas seletivamente no Mato Grosso não foram devidamente autorizadas pelo órgão ambiental entre 2006 e 2016.

Com base nas séries de dados de produção de madeira nativa no Mato Grosso entre 2006 e 2016, houve tendência de crescimento significativo ( $\alpha = 0,05$ ) das produções total e ilegal de 8,53% a.a e de 14,77% a.a, respectivamente. No entanto, não foi verificado tendência de crescimento da produção legal de madeiras. Isto indica a estagnação nos patamares observados neste estudo da ilegalidade e legalidade no setor.

### 4.3 Revisita das hipóteses da pesquisa

Neste estudo foram analisados uma série histórica de 24 anos de degradação florestal (1992 a 2016) em Mato Grosso. Além disso, realizou-se uma análise circunstanciada do setor florestal de Mato Grosso, enfocando produção de madeira em tora classificada em total, legal e ilegal e produção de madeira nativa processada no mercado Estadual, Nacional e Externo.

**4.3.1 - Hipótese 1:** A extração seletiva de madeiras nativas é precursora do desmatamento no estado Mato Grosso.

Não foi possível afirmar que as áreas de florestas exploradas seletivamente no estado de Mato Grosso foram precursoras do desmatamento neste período de estudo. Os dados indicam que pequenas extensões de florestas impactadas pelas atividades de extração seletiva de madeiras detectadas por satélite foram desmatadas nos anos subsequentes a exploração florestal entre 1992 e 2016.

**4.3.2 - Hipótese 2:** A extração seletiva ilegal de madeiras nativas consiste na maior parte da madeira explorada no estado do Mato Grosso, ocorrendo principalmente nas de novas fronteiras do Estado, dentro de Unidades de Conservação (UC) e Terras indígenas (TI).

Os resultados deste estudo indicam que 59% da produção de madeira em tora correspondeu a ilegalidade observada em Mato Grosso entre 2006 e 2016, de acordo com a intensidade da exploração florestal de  $27,14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha} \cdot \text{ano}^{-1}$ . A análise dos dados georreferenciados indicou que aproximadamente 48% das áreas de florestas exploradas seletivamente no Mato Grosso foram feitas de forma ilegal entre 2006 e 2016. Podemos também concluir que 11% da madeira ilegal foi esquentada em algum momento de áreas reportadas legalmente através de manejo florestal e plano de exploração florestal (59%).

Além disso, foram detectados  $431 \text{ km}^2$  e  $6.433 \text{ km}^2$  de florestas exploradas seletivamente dentro de UC e TI, respectivamente, entre 1992 e 2016. Entretanto, não foram verificadas tendências significativas de aumento da extração madeireira na série de dados de áreas protegidas. No entanto, essas áreas poderão sofrer maior pressão para

exploração, devido a escassez de matéria-prima para o setor florestal de madeiras nativas em Mato Grosso.

**4.3.3 - Hipótese 3:** A produção de madeira em tora em Mato Grosso tem a tendência de decréscimo entre 2006 e 2016.

A produção de madeiras nativas em tora classificadas em total e ilegal apresentou tendência de crescimento significativa ( $\alpha = 0,05$ ) em Mato Grosso entre 2006 e 2016. Com relação a produção legal, podemos considerar ocorreu estagnação da produção no período analisado (2006 a 2016).

#### **4.4 Estudos Futuros**

A extração seletiva não foi considerada precursora do desmatamento nesta pesquisa. Portanto, o desmatamento parece ter seus próprios fatores socioeconômicos que necessitam ser investigados profundamente. Com relação à extração seletiva classificada como ilegal, tornam-se necessários novos estudos com maior nível de detalhamento espacial e temporal e realizado para toda a Amazônia Legal.

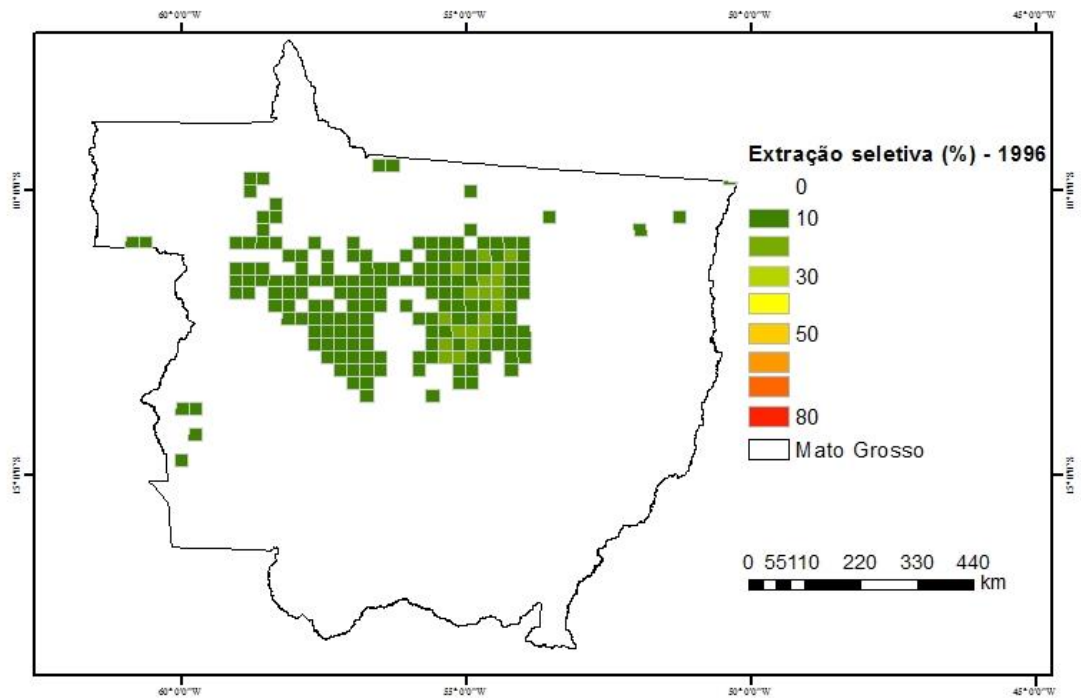
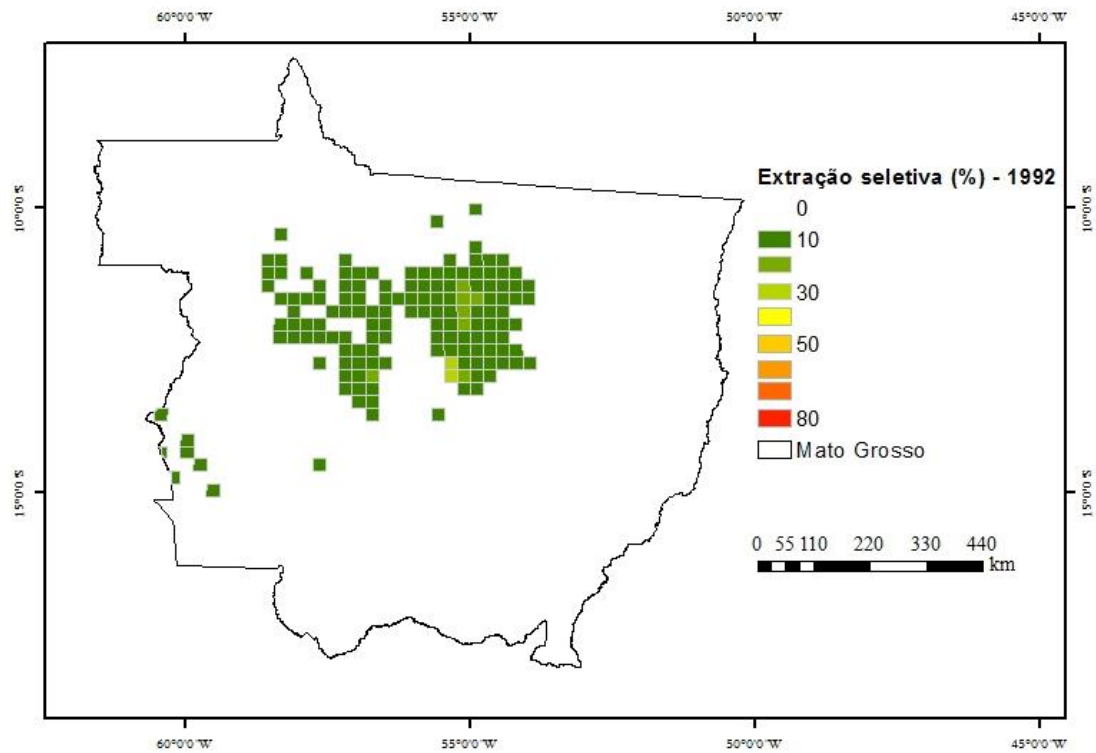
Sugere-se que novos estudos que envolvam melhor resolução temporal, espacial e espectral para serem úteis no mapeamento da degradação por extração seletiva que não foi detectada na pesquisa. Nesse caso, deve ser incluída a utilização de novas tecnologias como o Lidar, o radar e o uso de Drones.

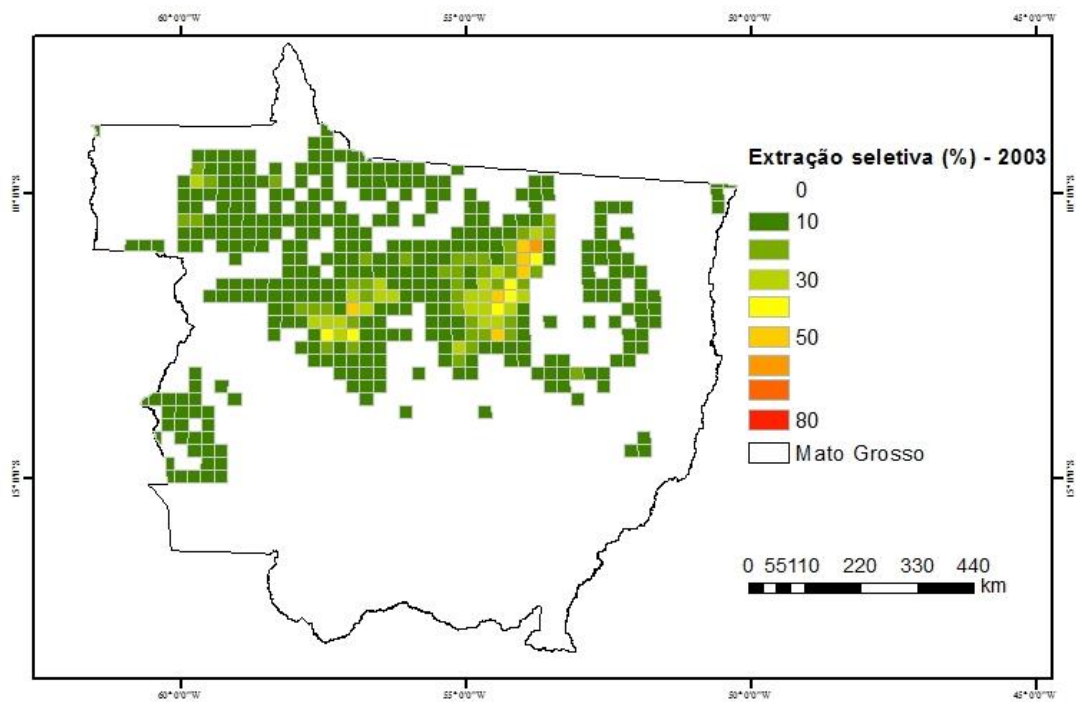
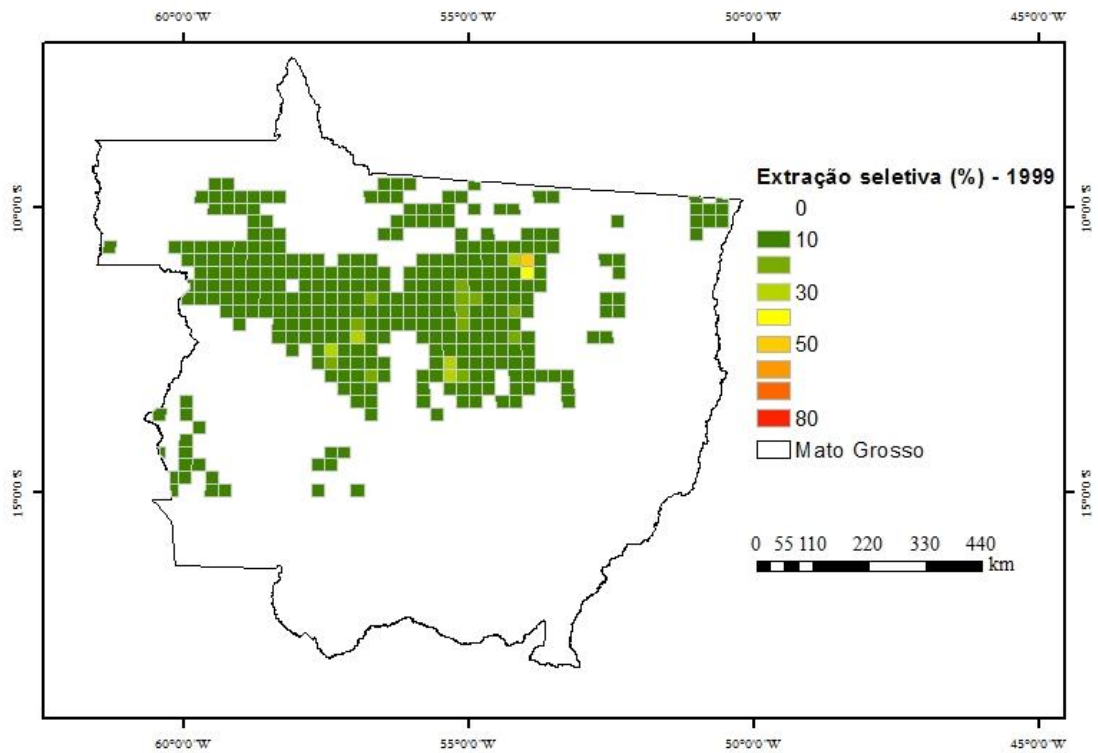
Espera-se que os resultados desta pesquisa sejam úteis para apoiar a definição de estratégias e de políticas públicas com a finalidade de garantir a sustentabilidade do setor florestal em Mato Grosso. O mapeamento da extração seletiva ilegal subsidiará o monitoramento da degradação e para a diminuição dos índices de desmatamento no Mato Grosso. Além disso, é possível definir as áreas com maior aptidão ao desenvolvimento da atividade e proporcionar o menor impacto ambiental e o maior retorno econômico.

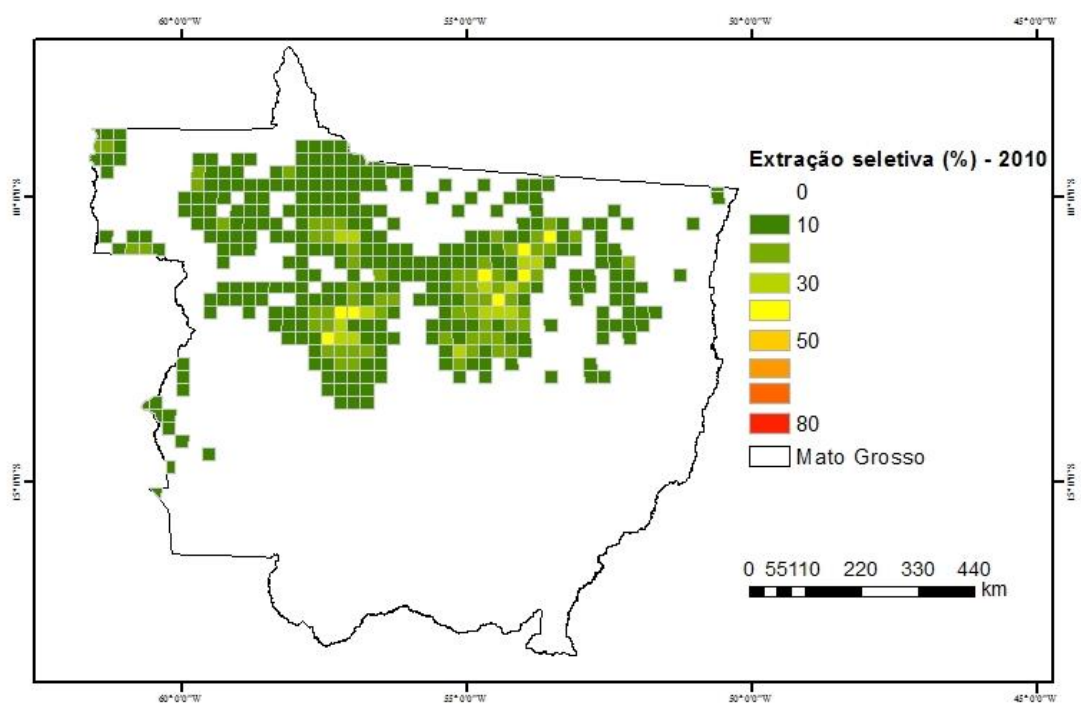
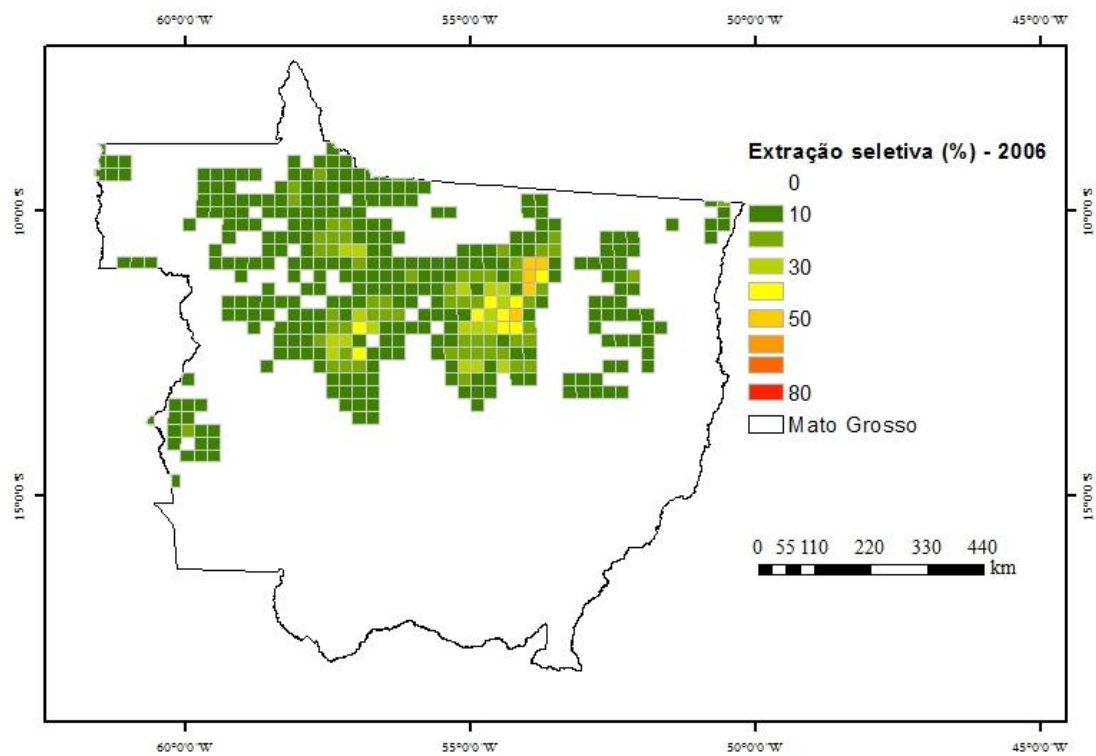
## 5 APÊNDICES

**Apêndice A** - Pontos, órbitas e data das imagens do satélite Landsat em Mato Grosso nos anos de 2003, 2006, 2010, 2014 e 2016.

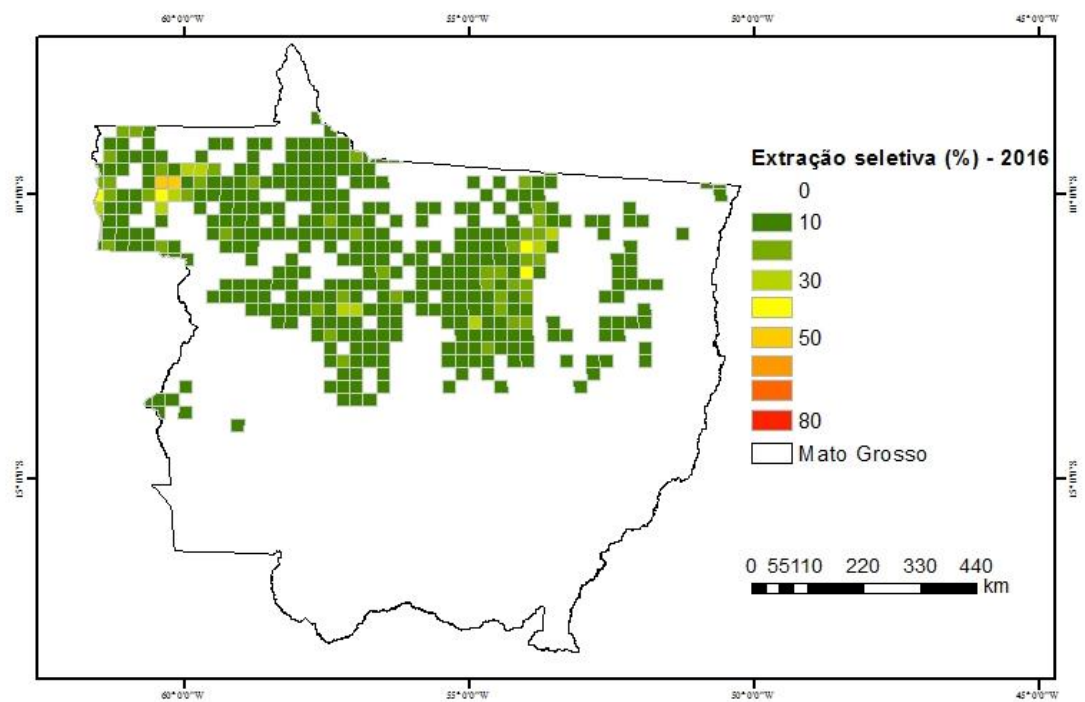
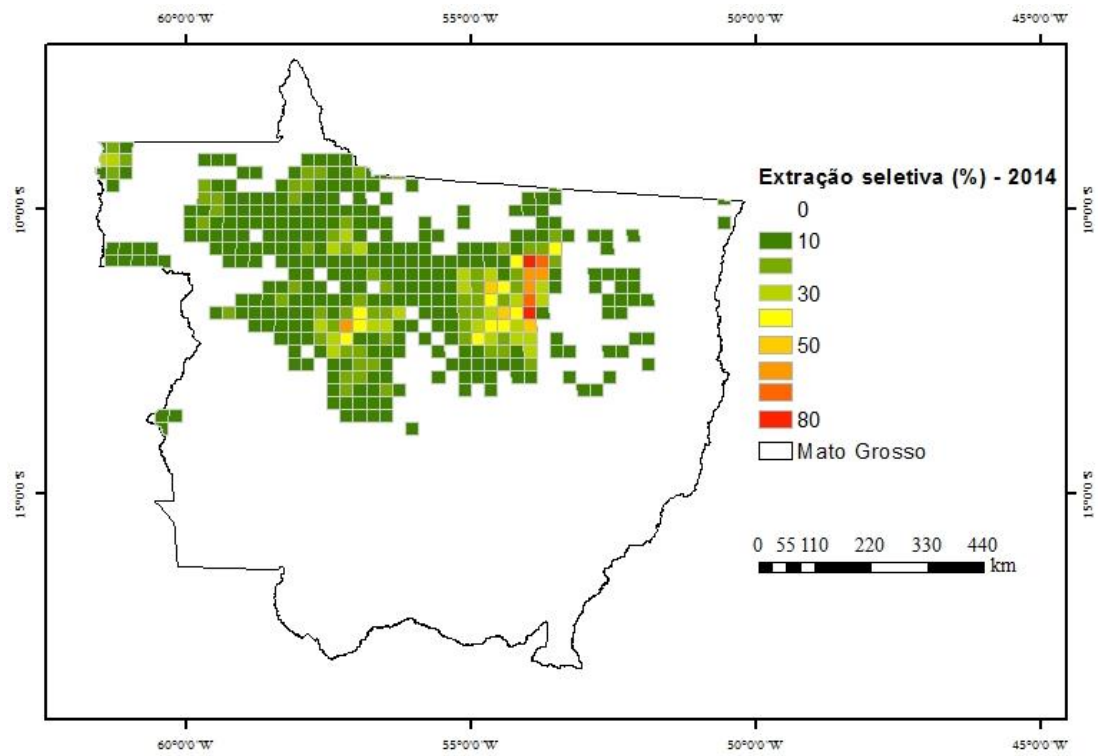
Ponto/Órbita	Data de aquisição				
	2003	2006	2010	2014	2016
224/066	07/jul	13/jun	21/jun/09	28/dez	-
224/067	07/jul	31/jul	08/jun	28/dez	10/jul
224/068	07/jul	17/set	23/mai	28/dez	10/jul
224/069	23/jul	31/jul	31/jul	28/dez	11/ago
225/067	23/jul	22/jul	22/jul	16/out	17/jul
225/068	15/8/04	22/jul	22/jul	31/jul/2015	1/jul
225/069	30/6/04	22/jul	22/jul	16/out	1/jul
226/066	21/jul	27/jun	27/jun	22/jun	9/ago
226/067	06/ago	27/jun	27/jun	22/jun	9/ago
226/068	21/jul	27/jun	27/jun	22/jun	9/ago
226/069	21/jul	27/jun	27/jun	22/jun	19/abr
227/066	28/jul	5/ago	13/jun	13/jun	31/jul
227/067	28/jul	18/jun	31/jul	31/jul	31/jul
227/068	13/ago	18/jun	29/jun	29/jun	31/jul
227/069	26/jun	18/jun	29/jun	29/jun	31/jul
228/066	04/ago	25/jun	3/jul/09	21/10	8/set
228/067	28/ago	28/ago	28/ago	21/10	8/set
228/068	05/set	25/jun	24/jun	21/10	23/ago
228/069	19/jul	25/jun	20/jun	21/10	23/ago
229/067	26/jul	18/jul	20/jun	12/10	29/jul
229/068	11/ago	03/ago	27/jun	10/10	29/jul
229/069	11/ago	03/ago	27/jun	9/ago	23/ago
230/068	15/jun	23/jun	04/jul	17/set	21/jul
230/069	15/jul	23/jun	04/jul	1/set	5/ago
231/066	24/jul	30/jun	25/jun	1/set/15	12/ago

**Apêndice B - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 1992 e 1996**

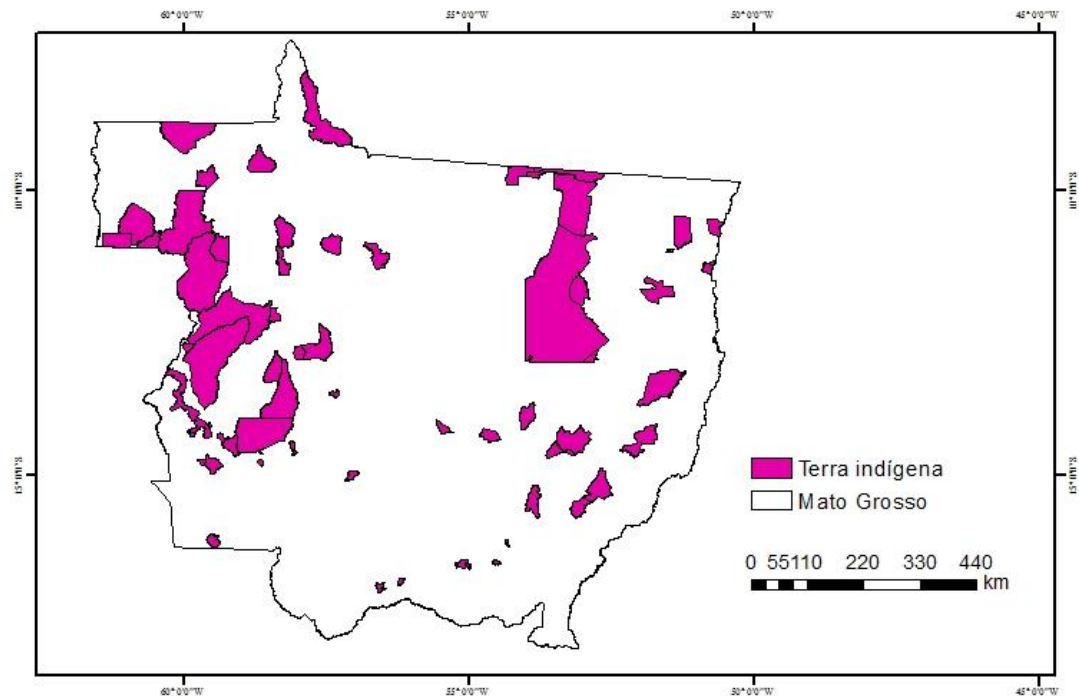
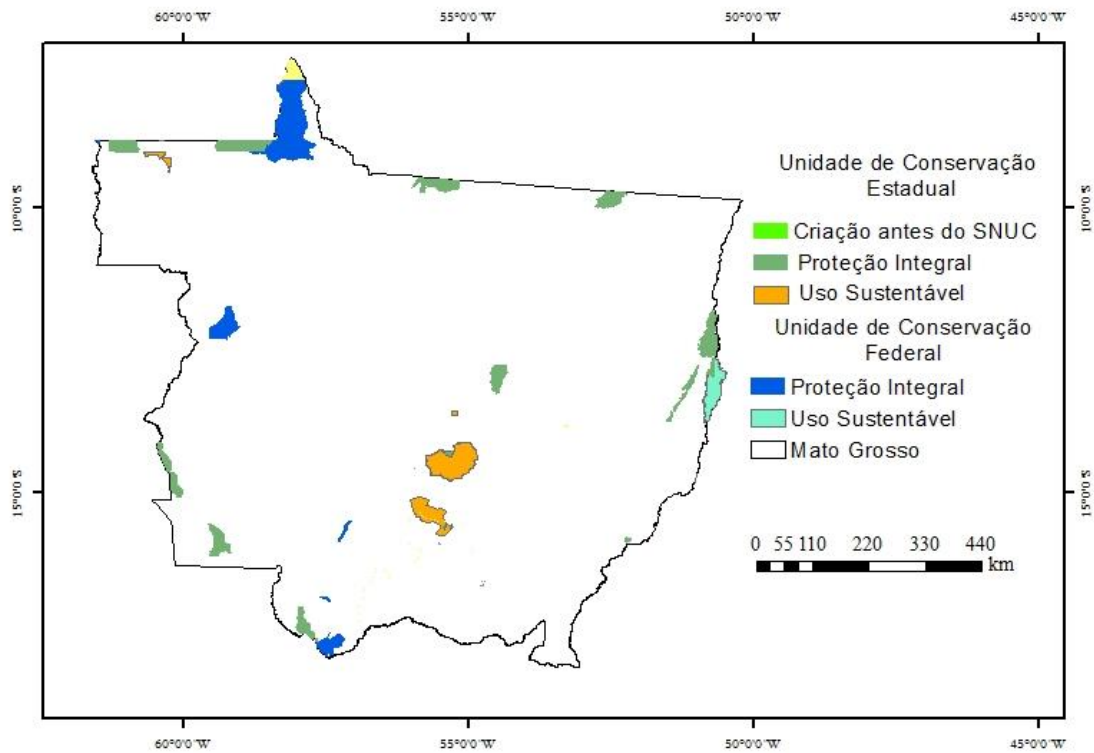
**Apêndice C - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 1999 e 2003**

**Apêndice D - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 2006 e 2010**



**Apêndice E - Área de extração seletiva (%) em Mato Grosso nos anos de 2014 e 2016**

## Apêndice F - Áreas protegidas existentes no estado de Mato Grosso até 2016



**Apêndice G - Incremento da área de extração seletiva (km<sup>2</sup>) desmatada para o Estado de Mato Grosso no período de 1992 a 2016.**

Cenas Landsat	Incremento da área de degradação em extração seletiva (m <sup>3</sup> )								Total/cena
	1992	1996	1999	2003	2006	2010	2014	2016	
223/67	-	1,93	-	7,73	0,49	-	-	-	10,16
224/67	-	6,32	46,64	49,53	91,21	19,59	9,22	18,68	241,21
224/68	-	0,06	13,06	73,26	92,70	78,74	52,23	91,34	401,42
224/69	-	-	-	70,36	39,91	33,98	25,17	62,27	231,71
224/70	-	-	-	64,43	-	-	-	-	64,43
225/67	-	9,04	45,43	153,86	114,22	211,22	150,73	146,42	830,95
225/68	-	30,84	43,86	344,03	321,081	273,37	519,41	170,28	1.702,89
225/69	3,90	-	52,09	112,06	77,0811	72,39	159,97	76,56	554,09
225/70	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,02
226/67	15,92	43,33	170,45	274,12	194,21	247,79	408,35	373,30	1.727,50
226/68	496,70	694,97	1.769,34	1.929,80	2.046,38	1.381,44	2.429,37	868,26	11.616,26
226/69	333,43	429,96	1.221,91	481,13	549,61	420,62	241,77	171,07	3.849,54
226/70	-	0,58	7,94	2,36	-	-	-	-	10,89
227/67	4,01	14,71	59,49	70,11	72,125	54,02	62,295	51,23	388,01
227/68	117,38	125,33	498,92	830,15	729,19	690,59	804,83	324,90	4.121,32
227/69	142,31	162,21	302,49	412,94	357,44	431,46	563,81	198,87	2.571,58
227/70	0,30	0,57	12,67	1,24	-	0,88	1,56	-	17,25
228/66	-	-	-	60,00	42,23	96,06	120,01	174,16	492,49
228/67	-	3,421	11,58	101,26	705,27	662,22	748,39	323,92	2.556,09
228/68	54,48	86,56	317,83	430,72	337,72	414,88	726,02	309,46	2.677,70
228/69	18,48	39,57	145,67	197,35	158,34	222,68	99,16	53,757	935,04
228/70	1,83	0,1063	0,76	4,22	1,11	-	-	1,7177	9,76
229/66	9,46	-	-	10,98	6,66	24,24	83,27	49,53	184,17
229/67	14,33	81,82	106,67	439,31	117,53	269,4	457,07	328,26	1.814,42

Continua...

Cenas Landsat	Incremento da área de degradação em extração seletiva (m <sup>3</sup> )								Total/cena
	1992	1996	1999	2003	2006	2010	2014	2016	
229/68	3,95	33,26	167,64	67,13	64,90	86,63	81,28	88,20	593,02
229/69	20,52	0,35	12,20	26,12	36,05	26,23	8,205	19,52	149,24
229/70	-	26,29	49,59	99,07	72,27	37,63	4,633	15,45	304,96
229/71	-	-	1,50	-	-	0,90	-	-	2,42
230/66	-	-	-	41,15	21,79	26,75	67,814	135,33	292,85
230/67	-	0,11	-	70,63	29,59	65,04	117,02	811,52	1.093,93
230/68	-	2,76	24,82	17,59	14,20	47,96	88,78	82,36	278,51
230/69	-	-	0,30	0,52	6,63	4,64	-	5,43	17,54
231/66	-	-	-	3,91	63,79	96,46	191,114	90,0369	445,33
231/67	-	-	-	-	-	2,22	10,5788	170,948	183,76
Total	1.237,05	1.794,18	5.082,96	6.447,22	6.363,85	6.000,17	8.232,18	5.212,88	40.370,49

**Apêndice H** - Área de extração seletiva que foi desmatada nos anos posteriores a exploração (km<sup>2</sup>) em Mato Grosso no período de 1992 a 2016.

Anos	Área de extração seletiva desmatada (km <sup>2</sup> )							Total
	1992	1996	1999	2003	2006	2010	2014	
1996	1,18	x	x	x	x	x	x	1,18
1999	3,64	4,04	x	x	x	x	x	7,68
2003	139,65	176,06	509,97	x	x	x	x	825,68
2006	12,77	36,58	103,47	140,60	x	x	x	293,42
2010	11,11	13,09	41,67	42,92	24,92	x	x	133,71
2014	13,39	23,67	77,70	57,67	57,67	46,87	x	276,98
2016	22,46	26,64	84,21	98,72	98,72	55,27	73,61	459,63
Total (km <sup>2</sup> )	204,19	280,08	817,02	339,92	181,32	102,14	73,61	1998,28

**Apêndice I** - Área de extração seletiva total e extração seletiva líquida (km<sup>2</sup>) mapeada para o estado de Mato Grosso no período de 1992 a 2016.

Anos	Área de extração seletiva total (km <sup>2</sup> )	Extração seletiva líquida (km <sup>2</sup> )
1992	3.014,35	215,91
1993	3.310,55	370,00
1994	3.606,74	390,55
1995	3.902,94	411,11
1996	4.199,13	472,78
1997	7.024,45	3.070,08
1998	9.849,76	3.231,66
1999	12.675,08	3.393,25
2000	13.460,53	2.411,98
2001	14.245,97	2.545,98
2002	15.031,42	2.679,98
2003	15.816,86	3.081,97
2004	15.788,22	3.573,30
2005	15.759,59	3.573,30
2006	15.730,95	2.065,73
2007	15.422,23	2.639,54
2008	15.113,52	2.295,25
2009	14.804,80	2.180,49
2010	14.496,08	2.065,73
2011	15.955,71	3.245,91
2012	17.415,35	3.426,23
2013	18.874,98	3.606,56
2014	20.334,61	4.147,55
2015	16.551,94	3.799,65
2016	12.769,43	3.799,65
<b>Total</b>	<b>315.155,00</b>	<b>62.694</b>

\*Extração seletiva líquida é a extração seletiva que ocorreu apenas naquele ano.

Se existe extração seletiva no ano dois e não existe no ano um, logo a extração seletiva ocorreu somente no ano dois.

Se existe extração seletiva no ano dois e existe no ano um, logo a extração seletiva corresponde aos dois anos, então não existe extração líquida.

Se existe extração seletiva no ano um e não existe extração no ano dois, então a extração seletiva corresponde ao ano um.

Se não existe extração seletiva no ano um e no ano dois, logo não existe extração seletiva.

**Apêndice J** - Produção de madeira total (tora) estimada em 27,14 m<sup>3</sup>/ha e sua respectiva produção ilegal e produção legal em Mato Grosso no período de 2006 a 2016.

Anos	Produção Total (m <sup>3</sup> )	Produção Legal (m <sup>3</sup> )	Produção ilegal (m <sup>3</sup> )
2006	5.606.378	160.555	5.445.822
2007	7.163.705	3.617.436	3.546.269
2008	6.229.309	3.602.155	2.627.154
2009	5.917.843	3.479.049	2.438.794
2010	5.606.378	4.711.327	895.051
2011	8.809.390	3.879.841	4.929.549
2012	9.298.800	3.887.176	5.411.624
2013	9.788.211	3.569.325	6.218.886
2014	11.256.442	3.615.647	7.640.795
2015	10.312.257	3.093.106	7.219.151
2016	10.312.257	3.247.629	7.064.628

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI-EÇAB, P. C. Principais ameaças ao meio ambiente em terras indígenas. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 3, p. 01-07, 2011.

ACHARD, F., BEUCHLE, R., MAYAUX, P., STIBIG, H.J., BODART, C., BRINK, A., CARBONI, S., DESCLEE, B., DONNAY, F., EVA, H.D., LUPI, A., RASI, R., SIMONETTI, D. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. **Global Change Biology**, v. 20, p. 2540-2554, 2014.

ADEODATO, S., MONZONI, M., BERTIOL, L. S., VILELLA, M. **Madeira de ponta a ponta: o caminho desde a floresta até o consumo** São Paulo: FGV Era: 128 p. 2011.

AGUIAR, A. P. D., VIERA, I. C. G., ASSIS, T. O., DALLA-NORA, E. L., TOLEDO, P. M., SANTOS JUNIOR, R. A. O., BATISTELLA, M., COELHO, A. S., SAVAGET, E. K., ARAGÃO, L. E. O. C., NOBRE, C. A., OMETTO, J. N. P. H. Land use change emission scenarios: anticipating a forest transition process in the Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 22, p. 1821-1840, 2016.

ALMEIDA, A. N. D., ÂNGELO, H., SILVA, J. C. G. L. D., NUÑES, B.E.C. Análise econométrica do mercado de madeira em tora para o processamento mecânico no Estado do Paraná. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 377-386, 2009.

AMARAL, P., VERISSÍMO, A., BARRETO, P., VIDAL, E. Floresta para sempre: um manual para a produção de madeira na Amazônia. **IMAZON**, p. 141, 1998.

ANDERSEN, H. E., REUTEBUCH, S. E., MCGAUGHEY, R. J., D'OLIVEIRA, M. V. N., KELLER, M. Monitoring selective logging in western Amazonia with repeat lidar flights. **Remote Sensing of Environment**, v. 151, p. 157-165, 2014.

ÂNGELO, H., SILVA, G. F., SILVA, V. S. M. E. Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: o caso do pólo de Sinop, MT. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 91-101, 2004.

ANGELO, H., SILVA, J. C. D., ALMEIDA, A. N. D., POMPERMAYER, R. D. S. Análise estratégica do Manejo Florestal na Amazônia Brasileira. **Floresta**, v. 44, p. 341-348, 2014.

ANON. Action plan for cooperation in combating illegal logging and the trade of illegally logged timber and wood products between the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan and the Ministry of Forestry of the Republic of Indonesia. **Japan Lumbar Journal**, v. 44, 2003.

ANWAR, S., STEIN, A. Detection and spatial analysis of selective logging with geometrically corrected Landsat images. **International Journal of Remote Sensing**, v. 33, n. 24, p. 7820-7843, 2012.



ARAÚJO, R. M. D. A Urbanização da Amazônia e do Mato Grosso no século XVIII Povoações civis, decorosas e úteis para o bem comum da coroa e dos povos. **Anais do Museu Paulista**, v. 20, n. 1, p. 41-76, 2012.

ARIMA, E. Y., BARRETO, P., ARAÚJO, E., SOARES-FILHO, B. Public policies can reduce tropical deforestation: lessons and challenges from Brazil. **Land Use Policy**, v. 41, p. 465-473, 2014.

ASNER, G. P. Satellites and phychology for improved forest monitoring. **Proceedings of the National Academy of Science of the United State of America**, v. 111, p. 567-568., 2014.

ASNER, G. P., BROADBENT, E. N., OLIVEIRA, P. J. C., KELLER, M., KNAP, D. E., SILVA, J. N. M. Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Science of the United State of America**, v. 103, n. 34, p. 4, 2006.

ASNER, G. P., KELLER, M., LENTINI, M., MERRY, F., SOUZA JUNIOR, C. Extração seletiva de madeira e sua relação com o desmatamento. **Amazonia and Global Change Geophysical Monography**, 2009a, 17 p.

ASNER, G. P., KELLER, M., LENTINI, M., MERRY, F., SOUZA JUNIOR, C. Selective logging and its relation to deforestation. **Amazonia and Global Change**, p. 25-42, 2009b.

ASNER, G. P., KELLER, M., PEREIRA, R., ZWEEDE, J. C. Remote sensing of selective logging in Amazonia assessing limitations based on detailed field observations, Landsat ETM+, and textural analysis. **Remote Sensing of Environment**, v. 80, p. 483-496, 2002.

ASNER, G. P., KNAPP, D. E., BROADBENT, E. B., OLIVEIRA, P. J. C., KELLER, M., SILVA, J. N. Selective logging in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 310, p. 479-482, 2005.

AULD, G., GULBRANDSEN, L. H., MCDERMOTT, C. L. Certification schemes and the impacts on forest and forestry. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 33, p. 187-2011, 2008.

AZEVEDO, A., PASQUIS, R., BURSZLYN, M. A reforma do Estado, a emergência da descentralização e as políticas ambientais. **Revista do Serviço Público**, v. 58, n. 1, 2007.

BANERJEE, O., ALAVALAPATI, J. Illicit exploitation of natural resources: The forest concessions in Brazil. **Journal of Policy Modeling**, v. 32, n. 4, p. 488-504, 2010.

BARBOSA, A. P., VIANEZ, B. F., VAREJÃO, M. D. J., ABREU, R. L. S. D. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias Estratégicas**, n. 12, 2001.

BARRETO, P., ARAÚJO, E., BRITO, B. **A impunidade de crimes ambientais federais na Amazônia** Belém: Imazon: 56 p. 2009.

BASSO, V. M., JACOVINE, L. A. G., ALVES, R. R., NARDELLI, Á. M. B. Contribuição da certificação florestal ao atendimento da legislação ambiental e social no estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 747-757, 2012.

BASSO, V. M., JACOVINE, L. A. G., ALVES, R. R., VIEIRA, S. L. P. Influência da certificação florestal no cumprimento da legislação ambiental e trabalhista na região amazônica. **Acta Amazonica**, v. 4, p. 69-76, 2011.

BLAS, D. E. D., PÉREZ, M.R. Prospects of reduced impact logging in Central African logging concessions. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 1509-1516, 2008.

BONA, D. A. O., SILVA, D. A., PINHEIRO, L. L., SILVA, E. F., CHICHORRO, J. F., BASSO, M. Receita/custo da atividade de exploração florestal em um plano de manejo florestal sustentável na Amazônia – Estudo de caso. **Nativa**, n. 3, p. 50-55, 2015.

BORGES, L. A. C., REZENDE, J. L. P. D., PEREIRA, J.A.A. Evolução da legislação ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 2, p. 447-466, 2009.

BRANDT, J. S., NOLTE, C., AGRAWAL, A. Deforestation and timber production in Congo after implementation of sustainable forest management policy. **Land Use Policy**, v. 52, p. 15-22, 2016.

BRASIL. **Código Criminal Lei de 16 de dezembro de 1830**. Manda executar o Código Criminal 1830.

BRASIL. **Decreto nº 4.887, de 05 de fevereiro de 1872**. Concede á Companhia Florestal Paranaense autorização para funcionar e aprovação de seus estatutos: Coleção de Leis do Império do Brasil - 1874: 43 p. 1872.

BRASIL. **Decreto nº 847 de 11 de outubro de 1890. Dispõe sobre o Código Penal dos Estados Unidos do Brasil**: Senado Federal. Governo Provisório 1890.

BRASIL. Decreto nº 23.672, de 2 de janeiro de 1934. Aprova o Código de Caça e Pesca.: **Diário Oficial (da República Federativa do Brasil)** 1934a.

BRASIL. Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal que com este baixa Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**: 2.882 p. 1934b.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas. Rio de Janeiro: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**: 28 p. 1934c.

BRASIL. Decreto-lei nº 3.124, de 19 de março de 1941. Cria o Instituto Nacional do Pinho. Rio de Janeiro: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1941.

BRASIL. Decreto-Lei nº 4.813, de 8 de outubro de 1942. Reorganiza o Instituto Nacional do Pinho Rio de Janeiro: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1942.

BRASIL. Lei 4.771 de 05 de fevereiro de 1965. Cria o Novo Código Florestal. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1965.

BRASIL. **Lei nº 5.173 de 27 de outubro de 1966.** Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia; extingue a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), cria a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial (da República Federativa do Brasil) 1966.

BRASIL. Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973. Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente SEMA, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, 1973.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1981.

BRASIL. Lei nº 7.511, de 07 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal. Brasília: Diário Oficial da União 1986.

BRASIL. Decreto nº 96.944, de 12 de outubro de 1988. Cria o Programa de Defesa do Complexo de Ecossistemas da Amazônia Legal e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1988.

BRASIL. Lei nº 7.732, de 14 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de autarquias federais e dá outras providências Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1989a.

BRASIL. Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1989b.

BRASIL. **Portaria nº 44-N de 06 de abril de 1993.** Dispõe sobre a autorização para transporte de produto de florestal - ATPF e dá outras providências 1993.

BRASIL. Decreto nº 1.182 de 19 de outubro de 1994. Regulamenta os arts. 15, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1994.

BRASIL. Portaria nº 48, de 10 de julho de 1995. Dispõe sobre a preservação florestal na Bacia Amazônica: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1995.

BRASIL. Instrução Normativa nº 001, de 05 de setembro de 1996. Dispõe sobre a Reposição Florestal Obrigatória e o Plano Integrado Florestal Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1996a.

BRASIL. Medida Provisória nº 1.511, de 25 de Julho de 1996. Dá nova redação ao art. 44 da Lei nº 4.771, de 15 set. 1965, e dispõe sobre a proibição do incremento da conversão de áreas florestais em áreas agrícolas na região Norte e parte da Norte da Centro Oeste Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1996b.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Lei dos crimes ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 1998.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 06, de 15 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a reposição florestal e o consumo de matéria-prima florestal, e dá outras providências Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 2006a.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 11 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - Brasília: **Diário Oficial (da República Federativa do Brasil)**, 2006b.

BRASIL. **Portaria nº 112 de 21 de agosto de 2006.** Documento de Origem Florestal-DOF. 2006c.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal SustentávelPMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Brasília: **Diário Oficial [da Republica Federativa do Brasil]** 2009a.

BRASIL. Resolução nº 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 2009b.

BRASIL. Instrução Normativa nº 15, de 06 de dezembro 2011. Estabelece os procedimentos para a exportação de produtos e subprodutos madeireiros de espécies nativas oriundos de florestas naturais ou plantadas. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. 234: 66-67 p. 2011.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nos 1/1992 a 68/2011, pelo Decreto Legislativo nº 186/2008 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/1994. Brasília: Editora da Câmara dos Deputados: 434 p. 2012a.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 12 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** 2012b.

BROADBENT, E. N., ASNER, G. P., KELLER, M., KNAPP, D. E., OLIVEIRA, P. J. C., SILVA, J. N. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1745-1757, 2008.

BURIVALOVA, Z., SEKERCIOGLU, Ç. H., KOH, L. P. Thresholds of logging intensity to maintain Tropical Forest Biodiversity. **Current Biology**, n. 24, p. 1893-1898, 2014.

CARVALHO, P. E. R. *Árvore do conhecimento: espécies arbóreas Brasileiras*. Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica, Brasília, 2018. Disponível em: < [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies\\_arboreas\\_brasileiras/arvore/CON T000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CON T000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html) >. Acesso em: 11 jul. 2018.

CASTELO, T. B. Legislação Florestal Brasileira e políticas do governo de combate ao desmatamento na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, v. XVIII, p. 221-242, 2015.

CELENTANO, D., MIRANDA, M. V. C., MENDONÇA, E. N., ROUSSEAU, G. X., MUNIZ, F. H., LOCH, V. D. C., VARGA, I. V. D., FREITAS, L., ARAÚJO, P., NARVAES, I. D. S., ADAMI, M., GOMES, A. R., RODRIGUES, J. C., KAHWAGE, C., PINHEIRO, M., MARTINS, M. B. Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi" - A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 92, p. 315-339, 2018.

CHANDER, G., MARKHAM, B. L., HELDER, D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM<sup>+</sup>, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n. 5, p. 893-903, 2009.

CHIMELI, A. B., SOARES, R.R. The use of violence in illegal markets: Evidence from Mahogany trade in the Brazilian Amazon. **American Economic Journal: Applied Economics**, v. 9, n. 4, p. 30-57, 2017.

CHIU, W. Y., COULOIGNER, I. Evaluation of incorporating texture into wetland mapping from multispectral images. **EARSel e Proceedings**, v. 3, p. 363-371, 2004.

CIPEM. Dados do setor. 2015. Disponível em: < <http://www.cipem.org.br/dados-do-setor/> >. Acesso em: 20 ago. 2018.

COCHRANE, M. A., ALENCAR, A., SCHULZE, M. D., SOUZA JUNIOR, C. M., NEPSTAD, D.C., LEFEBVRE, P., DAVIDSON, E. A. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forest. **Science**, v. 284, p. 1832-1835, 1999.

COCHRANE, M. A., SCHULZE, M. D. Forest fires in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, v. 12, n. 5, p. 948-950, 1998.

CONTRERAS-HERMOSILLA, A. People, governance and forest - the stumbling blocks in forest governance reform in Latin America. **Forest**, v. 2, p. 168-199, 2011.

COPENHAVER, M. D., HOLLAND, B. Computation of the distribution of the maximum studentized range statistic with application to multiple significance testing of simple effects. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, v. 30, n. 1, p. 1-15, 1988.

CORRÊA, A. **Justificativa do projeto de lei nº 3058/2002**. EMENTA: Obriga a reposição florestal aos consumidores de matéria-prima florestal, e dá outras providências 2002.

COSTA, F. M. D., SÁFADI, T. Comparação estatística de duas séries de material particulado (MP10) na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 28, n. 3, p. 23-38, 2010.

COSTA, O. B., MATRICARDI, E. A. T., PEDLOWSKI, M. A., MIGUEL, E. P. Selective logging detection in the Brazilian Amazon. **Revista Floresta e Ambiente**. Aceito para publicação, 2018.

COWELL, A. **Histórias da Amazônia** - 50 anos de audiovisual. Goiás, 2018. Disponível em: <<http://imagensamazonia.pucgoias.edu.br/index.html>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

COX, D. R., STUART, A. Some quick tests for trend in location and dispersion. **Biometrika**, v. 42, p. 80-95, 1955.

CRUZ, H., SABRAYROLLES, P., KANASHIRO, M., AMARAM, M., (org.). **Relação empresa/comunidade no contexto do manejo florestal comunitário e familiar: uma contribuição do Projeto Floresta em Pé**. Belém: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 2011. 318 p.

DAI, X., KHORRAM, S. The Effects of Image Misregistration on the Accuracy of Remotely Sensed Change Detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 36, n. 5, p. 1566-1577, 1998.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DEPUTADOS, C. D. **Projeto de Lei nº 1.876-E de 1999**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15

de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Sala de seções: 65 p. 1999.

DEPUTADOS, C. D. **Constituição da República Federativa do Brasil** Brasília: Edições Câmara: 455 p. 2015.

DING, Y., ZANG, R., LU, X., HUANG, J. The impacts of selective logging and clear-cutting on woody plant diversity after 40 years of natural recovery in a tropical montane rain forest, south China. **Science of the Total Environment**, v. 579, p. 1683-1691, 2017.

DYKSTRA, D. P. **Reduced impact logging: concepts and issues**. International Conference Proceeding Kuching, Malaysia: FAO: 526 p. 2001.

ELHADI, E. M., ZOMRAWU, N. Object-based land use/cover extraction from Quick-Bird image using decision tree. **Nature and Science**, v. 7, n. 10, p. 32-36, 2009.

EMBRAPA. O estado de Mato Grosso. Brasília, 2018. Disponível em: < <http://www.qmdmt.cnpem.embrapa.br/714.htm> >. Acesso em: 20 jul. 2018.

ESCOBAR, F. B., PIMENTEL, R.L., TELLO, J. C. R. Avaliação da degradação de uma área da usina de Balbina como subsídio para recuperação e conservação ambiental, na Amazônia. **Caminhos da Geografia**, v. 18, n. 62, p. 1-12, 2017.

ESRI. **Optimized Hot Spot Analysis (Spatial Statistics)**: ArcGis 2015.

FAO. **Best practices for improving Law Compliance in the forest sector** Rome: FAO Forestry paper 2005.

FAO. Global forest resources assessment 2015. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, p. 253, 2015.

FAO. **El estado de los bosques del mundo. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades em relación con el uso de la tierra** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations 2016.

FEDERMAN, A. Borderlands Illegal logging threatens Russia's Last Great Wilderness. **Earth Island Journal**, p. 39-43, 2009.

FELTON, A. M., FELTON, A., RUMIZ, D. I., VILLAROEL, N., CHAPMAN, C. A., LINDENMAYER, D.B. Commercial harvesting of Ficus timber – An emerging threat to frugivorous wildlife and sustainable forestry. **Biological Conservation**, v. 159, p. 96-100, 2013.

FERREIRA, J., BLANC, L., KANASHIRO, M., LEE, A. C., BOURGOIN, C., FREITAS, J. V. D., GAMA, M. B., LAURENT, F., MARTINS, M. B., MOURA, N., D'OLIVEIRA, M. V., SOTTA, E. D., SOUZA, C. R. D., RUSCHEL, A. R., SCHWARTZ, G., ZWERTS, J., SIST, P. Degradação florestal na Amazônia: como ultrapassar os limites conceituais, científicos e técnicos para mudar esse cenário. **Embrapa Amazônia Oriental**, n. 413, p. 2015.

FERREIRA, M. B. M., SALLES, A. O. T. Política ambiental brasileira: análise histórico-institucionalista das principais abordagens estratégicas. **Revista de Economia**, v. 43, n. 2, 2016.

FIEMT. Indicadores econômicos & Fomento a indústria: Base Florestal. 2017. Disponível em: <[http://www.fiemt.com.br/arquivos/2594\\_indicador\\_economico\\_n\\_01\\_-\\_base\\_florestal\\_26-06-17.pdf](http://www.fiemt.com.br/arquivos/2594_indicador_economico_n_01_-_base_florestal_26-06-17.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2017.

FIGUEIREDO, G. J. P. D., LEUZINGER, M. D. Anotações acerca do processo legislativo de reforma do código florestal. **Revista de Direito Ambiental**, p. 83-91, 2010.

FOLEY, J. A., ASNER, G. P., COSTA, M. H., COE, M. T., DEFRIES, R., GIBBS, H. K., HOWARD, E. A., OLSON, S., PATZ, J., RAMANKUTTY, N., SNYDER, P. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. **Frontier Ecology Environment**, v. 5, n. 1, p. 25-32, 2007.

FREY, K. Políticas Públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, p. 211-259, 2000.

GARRIDO FILHA, I. Manejo Florestal: questões econômico-financeiras e ambientais. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 91-106, 2002.

GATTI, R. C., CASTALDI, S., LINDSELL, J. A., COOMES, D. A., MARCHETTI, M., MAESANO, M., PAOLA, A. D., PAPARELLA, F., VALENTINI, R. The impact of selective logging and clearcutting on forest structure, tree diversity and above-ground biomass of African tropical forests. **Ecological Research**, v. 30, n. 1, p. 119–132, 2015.

GERWING, J., VIDAL, E., VERÍSSIMO, A., UHL, C. **O rendimento no processamento de madeira no estado do Pará**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2000.

GERWING, J. J. Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon **Forest Ecology and Management**, v. 157, p. 131-141, 2002.

GERWING, J. J., JOHNS, J. S., VIDAL, E. Reducing waste during logging and log processing: Forest conservation in eastern Amazonia. **UNASYLVA - FAO**, p. 17-25, 1996.

GORE, M. L., RATSIMBAZAFY, J., LUTE, M. L. Rethinking corruption in conservation crime: insights from Madagascar. **Conservation Letters**, v. 4, p. 430-438, 2013.

GRECCHI, R. C., BEUCHLE, R., SHIMABUKURO, Y. E., ARAGÃO, L. E. O. C., ARAI, E., SIMONETTI, D., ACHARD, F. An integrated remote sensing and GIS approach for monitoring areas affected by selective logging: a case study in northern Mato Grosso, Brazilian Amazon. **International Journal of Obs Geoinformation**, v. 61, p. 70-80, 2017.



GREENPEACE. **Partners in mahogany crime: Amazon at the mercy of "gentlemen's agreements"**. Greenpeace International Amsterdam, The Netherland: 18 2001.

GROGAN, J., BARRETO, P., VERÍSSIMO, A. **Mogno na Amazônia Brasileira: Ecologia e Perspectivas de Manejo**: IMAZON: 42 p. 2002.

GUIMARÃES, N. M. S. **Evolução da legislação ambiental no manejo dos recursos naturais das florestas da Amazônia Brasileira, com enfoque dos recursos madeireiros no estado do Pará**. 2003. 133p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciências Florestais). Universidade Rural da Amazônia, Belém, 2003.

GUJARATI, D. **Econometria básica**. Ed.4. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GUTIERREZ-VELEZ, V. H., MACDICKEN, K. Quantifying the direct social and government costs of illegal logging in the Bolivian, Brazilian, and Peruvian Amazon. **Forest Ecology and Economics**, v. 10, p. 248-256, 2008.

HANSEN, C. P., DAMNYAG, L., OBIRI, B. D. Revisiting illegal logging and the size of the domestic timber market: the case of Ghana. **International Forestry Review**, v. 14, p. 34-39, 2012.

HARALICK, R. M., SCHANMUGAN, K., DINSTEN, I. H. Texture feature for image classification. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, p. 610-621, 1973.

HOARE, A. Trackling illegal logging and the related trade. **Chatham House - The Royal Institute of International Affairs**, p. 79, 2015.

HOMMA, A. K. O. Madeia na Amazônia: Extração, manejo ou reflorestamento? **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 7, p. 147-161, 2011.

HOMMA, A. K. O. **Extratativismo vegetal na Amazônia** Brasília: Embrapa: 408-423 p. 2014.

IBAMA. Reposição florestal., 2016. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/reposicao-florestal> >. Acesso em: 20 ago. 2018.

IBGE. **Folha SC. 21 Juruena; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1: 1-220 p. 1986.

IBGE. **Estados**: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2011**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. 55p.

IBGE. Downloads. 2015. Disponível em: < [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm) >. Acesso em: 18 nov. 2015.

IBGE. **METATBD banco de metadados**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2016.

IBGE. SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. 2018. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br> >. Acesso em: 27 set. 2017.

IMAZON. Pólos madeireiros - localização dos polos de produção de madeira processada na Amazônia. 2013. Disponível em: < <http://www.imazongeo.org.br/doc/downloads.php> >. Acesso em: 26 out. 2017.

INCRA. I3Geo Download Geodados. 2017. Disponível em: < <http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/geodownload/geodados.php?cn=cmVwbHk%3D> >. Acesso em: 20 ago. 2018.

INPE. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e queimadas 2007-2008** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Ministério da Ciência e Tecnologia 2008.

INPE. Monitoramento da degradação florestal na Amazônia Brasileira DEGRAD., 2015. Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/degrad/> >. Acesso em: 20 ago. 2018.

INPE. Grade Landsat 5. 2016. Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/> >. Acesso em: 20 ago. 2018.

INPE. Projeto Prodes - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite. 2018. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

INTERMAT. Assentamento Rural. 2010.

IPCC. **Good practice guidance for land use, land use change and forestry**. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Hayama, Japan 2003.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Ed.2. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

JOSHI, N., MITCHARD, E. T., WOO, N., TORRES, J., MOLL-ROCEK, J., EHAMMER, A., COLLINS, M., JEPSEN, M. R., FENSHOLT, R. Mapping dynamics of deforestation and forest degradation in tropical forests using radar satellite data. **Environmental Research Letters**, v. 10, p. 14, 2015.

KASTENS, J. H., BROWN, J. C., COUTINHO, A. C., BISHOP, C. R., ESQUERDO, J. C. D. M. Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil. **PLOS One**, v. 12, n. 4, 2017. 21 p.

KENGEN, S. **A política florestal brasileira: uma perspectiva histórica**. I SIAGEF - Simpósio Ibero-Americano de Gestão e Economia Florestal Porto Seguro: IPEF: 18 - 35 p. 2001.

KIM, M., MADDEN, M., WARNER, T. A. Forest type mapping using object-specific texture measures from multispectral Ikonos imagery: segmentation quality and image classification issues. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 75, n. 7, 2009. 10 p.

KLOCZKO, C., ZAQUE, L.A.M., TAVARES, S. G., MELO, R.R.D., NETO, A. D. P. M., PEDROSA, T. D. Análise da produção e comercialização brasileira de madeira serrada (1993-2013). **Nativa**, v. 5, p. 563-557, 2017.

KÖHL, M., BALDAUF, T., PLUGGE, D., KRUG, J. Reduced emissions from deforestation and forest degradation (REDD): a climate change mitigation strategy on a critical track. **Carbon Balance and Management**, v. 4, n. 10, p. 1-10, 2009.

KÖHL, M., NEUPANE, P. R., LOTFIOMRAN, N. The impact of tree age on biomass growth and carbon accumulation capacity: A retrospective analysis using tree ring data of three tropical tree species grown in natural forest of Suriname. **PLOS One**, 2017.

KOLTUNOV, A., USTIN, S. L., ASNER, G. P., FUNG, I. Selective logging changes forest phenology in the Brazilian Amazon: Evidence from MODIS image time series analysis. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n. 11, p. 2431-2440, 2009.

LACERDA, A. C. D., BOCCHI, J. I., REGO, J. M., BORGES, M. A., MARQUES, R. M. **Economia Brasileira** São Paulo: Saraiva Educação 2018.

LACOMBE, A. L. M. Algumas considerações sobre os incentivos fiscais. **Revista de Administração de empresas**, v. 9, n. 4, p. 107-117, 1969.

LAPOLA, D. M., MARTINELLI, L. A., PERES, C. A., OMETTO, J. P. H. B., FERREIRA, M. E., NOBRE, C. A., AGUIAR, A. P. D., BUSTAMANTE, M. M. C., CARDOSO, M. F., COSTA, M. H., JOLY, C. A., LEITE, C. C., MOUTINHO, P., SAMPAIO, G., STRASSBURG, B. B. N., VIEIRA, I. C. G. Pervasive transition of the Brazilian Land-use system. **Nature Climate Change**, v. 4, p. 25-35, 2014.

LAURANCE, W. F., USECHE, D. C., JULIO RENDEIRO, E. A. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. **Nature**, v. 489, n. 7415, p. 290-294, 2012.

LAWSON, S. Illegal logging and related trade: indicators of the global response. **Royal Institute of International Affairs**, p. 1-8, 2010.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. 446p.

LEFEBVRE, A., CORPETTI, T. Monitoring the morphological transformation of Beijing Old City using Remote Sensing Texture Analysis. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 10, n. 2, p. 539-548, 2017.

LEGENDRE, P., LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Amsterdam: Elsevier Science, 1998.

LEIPOLD, S., WILKEL, G. Divide and conquer - Discursive agency in the politics of illegal logging in the United States. **Global Environmental Change**, v. 36, p. 35-45, 2016.

LENTINI, M., VERÍSSIMO, A., PEREIRA, D. **A expansão madeireira na Amazônia.**: IMAZON 2005.

LI, R., BUONGIORNO, J., TURNER, J. A., ZHU, S., PRESTEMON, J. Long-term effect of eliminating illegal logging on the world forest industries, trade, and inventory. **Forest Policy Economics**, v. 10, p. 480-490, 2008.

LORIS, E. M. Na trilha do manejo científico da floresta tropical: indústria madeireira e florestas nacionais **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi**, v. 3, n. 3, p. 289-389, 2008.

LUND, H. G. A "forest" by any other name. **Environmental Science and Policy**, v. 2, n. 2, p. 125-133, 1999.

LUND, R. E., LUND, J. R. Algorithm AS 190: Probabilities and upper quantiles for the studentized range. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 32, n. 2, p. 204-210, 1983.

MACPHERSON, A. J., CARTER, D. R., SCHULZE, M. D., VIDAL, E., LENTINI, M. W. The sustainability of timber production from Eastern Amazonian Forests. **Land Use Policy**, v. 29, p. 339-350, 2012.

MARCHANT, A. **Do escambo a escravidão: as relações econômicas de portugueses e índios na colonização do Brasil, 1500-1580**. Coleção Brasileira São Paulo: Editora Nacional. 225 1980.

MARENCO, J. A., NOBRE, C. A., CHOU, S. C., TOMASELLA, J., SAMPAIO, G., ALVES, L. M., OBREGÓN, G. O., SOARES, W. R. **Dangerous climate change in Brazil: a Brazil-UK analysis of climate change and deforestation impacts in the Amazon**. Brazil: INPE, 2011. 56 p.

MARGULIS, S. **Causes of deforestation of the Brazilian Amazon**: The World Bank 2004.

MARQUESE, R.D.V. A dinâmica da escravidão no Brasil. **Novos Estudos**, p. 107-123, 2006.

MARTIN, R.M. Deforestation, land-use change and REDD. **Unassylva** 230, v. 59, p. 2008.

MATO GROSSO, E. Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a Política Florestal do Estado de Mato Grosso e dá outras providências. **Cuiabá: Diário Oficial [de Mato Grosso]** 2005.

MATO GROSSO, E. Decreto nº 8.188, de 10 de outubro de 2006. Regulamenta a gestão florestal do Estado de Mato Grosso, e dá outras providências Cuiabá: **Diário Oficial [de Mato Grosso]** 2006a.

MATO GROSSO, E. Decreto nº 8.189, de 10 de outubro de 2006. Disciplina a utilização, o preenchimento e a emissão da Guia Florestal (GF) para o transporte de produtos e/ou subprodutos de origem florestal do Estado de Mato Grosso, e dá outras providências Cuiabá: **Diário Oficial [de Mato Grosso]**: 6 p. 2006b.

MATO GROSSO, E. Portaria nº 96 de 18 de junho de 2010. Estabelece padrões de classificação e coeficientes de rendimento volumétricos para os produtos e subprodutos florestais de acordo com o grau de beneficiamento e define a padronização das dimensões das peças produzidas, possibilitando a integração da tabela de produtos nos sistemas eletrônicos de controle florestal. Cuiabá: **Diário Oficial [do estado de Mato Grosso]** 2010.

MATO GROSSO, E. Lei Complementar nº 523, de 30 de dezembro de 2013 Cuiabá: **Diário Oficial [de Mato Grosso]** 2013.

MATO GROSSO, E. **Decreto nº 2.152, de 12 de fevereiro de 2014**. Regulamenta a Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro de 2005 no que diz respeito aos procedimentos de elaboração, análise e acompanhamento dos Planos de Manejo Florestal Sustentável Madeireiro no Estado de Mato Grosso. Cuiabá, MT: Governo de Mato Grosso 2014a.

MATO GROSSO, E. Instrução Normativa nº 005, de 02 de julho de 2014. Estabelece roteiros específicos para o Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS madeireiro Cuiabá: **Diário Oficial [de Mato Grosso]**. 26323 2014b.

MATO GROSSO, E. Decreto nº 1.031, de 02 de junho de 2017. Regulamenta a Lei Complementar nº 592, de 26 de maio de 2017, no que tange o Programa de Regularização Ambiental, o Sistema Matogrossense de Cadastro Ambiental - SIMCAR, a inscrição e análise do Cadastro Ambiental Rural Cuiabá: **Diário Oficial [de Mato Grosso]**, 2017.

MATRICARDI, E. A. T., SKOLE, D. L., COCHRANE, M. A., PEDLOWSKI, M., CHOMENTOWSKI, W. Multi-Temporal Assessment of Selective Logging in the Brazilian Amazon Using Landsat Data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, n. 1, p. 63-82, 2007.

MATRICARDI, E. A. T., SKOLE, D. L., COCHRANE, M. A., QI, J., CHOMENTOWSKI, W. Monitoring selective logging in Tropical Evergreen Forests using Landsat: multitemporal Regional analyses in Mato Grosso, Brazil. **Earth Interactions**, v. 9, 2005. 24 p.

MATRICARDI, E. A. T., SKOLE, D. L., PEDLOWSKI, M. A., CHOMENTOWSKI, W. Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, p. 1057-1086, 2013.

MATRICARDI, E. A. T., SKOLE, D. L., PEDLOWSKI, M. A., CHOMENTOWSKI, W., FERNANDES, L. C. Assessment of tropical forest degradation by selective logging and fire using Landsat imagery. **Remote Sensing of Environment**, v. 114, n. 5, p. 1117-1129, 2010.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. IX, p. 25, 2006.

MELO, R. R., PASTORE, K. C., MASCARENHAS, A. R. P., ACOSTA, F. C., PEDROSA, T. D., SOUZA JUNIOR, L. Vouchers for releasing forestry credit (CLCF) for Sinop, Mato Grosso, Brazil. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 36-43, 2015.

MENESES, P. R., ALMEIDA, T. D. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto** Brasília: Universidade de Brasília, CNPQ: 266 p. 2012.

MMA. REED + Brasil, PPCDam. 2016. Disponível em: < <http://redd.mma.gov.br/pt/acompanhamento-e-a-analise-de-impacto-das-politicas-publicas/ppcdam> >. Acesso em: 24 ago. 2018

MONTEIRO, A. L. S., SOUZA JUNIOR, C. M. D., BARRETO, P. G., PANTOJA, F. L. D. S., GERWING, J. J. Impactos da exploração madeireira e do fogo em florestas de transição da Amazônia Legal. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 11-21, 2004.

MORETTIN, P. A., TOLOI, C. M. D. C. **Modelos para previsão de séries temporais**. São Paulo: Editora Blucher, 2006.

MUNHOZ, D. G. **Economia aplicada: técnicas de pesquisa e análise econômica**. Editora UnB, 1989.

MURALT, M.V. A árvore que se tornou país. **Revista USP**, n. 71, p. 171-198, 2006.

NASCIMENTO, C., HOMMA, A. Amazônia: Meio Ambiente e Tecnologia Agrícola. **Embrapa - CPATU**, p. 282, 1984.

NASCIMENTO, M., CRUZ, C. D., PETERNELLI, L. A., CAMPANA, A. C. M., PINTO, D. S., FERREIRA, R. D. P. Teste dos sinais para tendência: uma aplicação em melhoramento de plantas. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 26, n. 4, p. 19-30, 2008.

NASCIMENTO, N. S. F., HAZEU, M. T. Grandes empreendimentos e contradições sociais na Amazônia: a degradação da vida no município de Barcarena, Pará. **Argumentum**, v. 7, n. 2, p. 288-301, 2015.

NAZARIO, F., DOMINGUES, R. Sema apreende 1,3 mil m<sup>3</sup> de madeira em Rondolândia. 2016. Disponível em: < <http://www.mt.gov.br/-/4251073-sema-apreende-1-3-mil-m-de-madeira-em-rondolandia> >. Acesso em: 01 jun. 2016.

NELEMANN, C. Green Carbon, Black Trade: Illegal Logging, Tax Fraud and Laundering in the Worlds Tropical Forests. **Apid Response Assessment. United**

**Nations Environment Programme, GRID- Arendal. INTERPOL Environmental Crime Programme, 2012.**

NELLEMANN, C., HENRIKSEN, R., KREIHUBER, A., STEWART, D., KOTSOVOU, M., RAXTER, P., MREMA, E., BARRAT, S. **The rise of environmental crime - a growing that threat to natural resources peace, development and security. A growing threat to natural resources, peace, development and secutity** Nairobi: PNUMA; INTERPOL: 108 p. 2016.

NELSON, A., CHOMITZ, K. M. Effectiveness of Strict vs. Multiple Use Protected Areas in Reducing Tropical Forest Fires: A Global Analysis Using Matching Methods. **PLOS One**, v. 6, n. 8, 2011, 14 p.

NEPSTAD, D., MCGRATH, D., STICKLER, C., ALENCAR, A., AZEVEDO, A., SWETTE, B., BEZERRA, T., DIGIANO, M., SHIMADA, J., MOITA, R.D., ARMIJO, E., CASTELLO, L., BRANDO, P., HANSEN, M.C., MCGRATH-HORN, M., CARVALHO, O., HESS, L. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014.

NEPSTAD, D., SOARES-FILHO, B. S., MERRY, F., LIMA, A., MOUTINHO, P., CARTER, J., BOWMAN, M., CATTANEO, A., RODRIGUES, H., SCHWARTZMAN, S., MCGRATH, D. G., STICKLER, C. M., LUBOWSKI, R., PIRIS-CABEZAS, P., RIVERO, S., ALENCAR, A., ALMEIDA, O., STELLA, O. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Police Forum**, v. 326, p. 1350-1351, 2009.

NEPSTAD, D. C., VERÍSSIMO, A., ALENCAR, A., NOBRE, C., LIMA, E., LEFBEVRE, P., SCHLESINGER, P., POTTER, C., MOUTINHO, P., MENDOZA, E., COCHRANE, M., BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, v. 398, p. 505-508, 1999.

NOGUEIRA, D. A., SÁFADI, T. Previsão de preços na bovinocultura de corte. **Revista de Administração da UFPA**, v. 2, n. 1, 2000.

NOGUEIRA, M. M., VIEIRA, V., SOUZA, A. D., LENTINI, M. W. Manejo de florestas naturais da Amazônia: corte, traçamento e segurança. **Instituto Floresta Tropical**, p. 144, 2011.

NOLTE, C., AGRAWALA, A., SILVIUS, K. M., SOARES-FILHO, B. S. Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. **PNAS**, v. 110, n. 13, p. 4956-961, 2013.

NORDER, L. A. As propostas de restauração de florestas nativas no Brasil (1912-1944). **História Revista**, v. 22, n. 2, p. 121-143, 2017.

NUMATA, I., COCHRANE, M., SOUZA JUNIOR, C. M., SALES, M. H. Carbon emissions from deforestation and forest fragmentation in the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 6, 2011, 7 p.

OBIDZINSKI, K., DERMAWAN, A., ANDRIANTO, A., KOMARUDIN, H., HERNAWAN, D. The timber legality verification system and the voluntary partnership agreement (VPA) in Indonesia: Challenges for the small-scale forestry sector. **Forest Policy and Economics**, v. 48, p. 24-32, 2014.

OCHIENG, R. M., VISSEREN-HAMAKERS, I. J., NKETIAH, K. S. Interaction between the FLEGT-VPA and REED+ in Ghana: recommendations for interaction management. **Forest Policy and Economics**, v. 32, p. 32-39, 2013.

OLIVEIRA, O. M. B. A. D., SILVA, V. L. D. O Processo de Industrialização do Setor Pesqueiro e a Desestruturação da Pesca Artesanal no Brasil a partir do Código de Pesca de 1967. **Sequência**, n. 65, p. 329-357, 2012.

OLIVER, R. Evaluation and scoping of EU timber importers and imports from South America. **Traffic**, p. 78, 2013.

OZDEMIR, I., MERT, A., OZKAN, U. Y., AKSAN, S., UNAL, Y. Predicting bird species richness and micro-habitat diversity using satellite data. **Forest Ecology Management**, v. 424, p. 483-493, 2018.

PAK, M., GULEI, S., OKUMUY, A. A study on the use and modeling of geographical information system for combating forest crime: an assessment of crimes in the eastern Mediterranean forests. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 190, n. 62, 2018, 14 p.

PEARSON, T. R. H., BROWN, S., CASARIM, F.M. Carbon emissions from tropical forest degradation caused by logging. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 3, 2014.

PEDDLE, D. R., FRANKLIN, S. E. Image texture processing and data integration for surface pattern discrimination. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 57, n. 4, p. 413-420, 1991.

PEDLOWSKI, M. A., MATRICARDI, E. A. T., SKOLE, D., CAMERON, S. R., CHOMENTOWSKI, W., FERNANDES, C., LISBOA, A. Conservation units: a new deforestation frontier in the Amazonian state of Rondônia, Brazil. **Environmental Conservation**, v. 32, n. 2, p. 149-155, 2005.

PELLEGRINI, F. Ibama desarticula esquema criminoso de madeireiros no Mato Grosso., 2015. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/noticias/ibama-desarticula-esquema-criminoso-de-madeireiros-no-mato-grosso/>>. Acesso em: 24 de ago. 2015.

PELLETIER, J., KIRBY, K. R., POTVIN, C. Significance of carbon stock uncertainties on emission reductions from deforestation and forest degradation in developing countries. **Forest Policy and Economics**, v. 24, p. 3-11, 2012.

PEÑA-BARRAGÁN, J. M., NGUGI, M. K., PLANT, R. E., SIX, J. Object- based crop identification using multiple vegetation indices, textural features and crop phenology. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 6, p. 1301-1316, 2011.



PEREIRA, D., SANTOS, D., VEDOVETO, M., GUIMARÃES, J., VERÍSSIMO, A. **Fatos Florestais da Amazônia 2010**. Belém: Imazon, 2010.

PEREIRA, M. D. P., BOTELHO, M. I. V., FERREIRA, S. C. Novo código florestal: uma análise para além dos interesses contrapostos **Impulso**, v. 25, p. 145-157, 2015.

PEREIRA, O. D. **Direito Florestal Brasileiro: Ensaio**. Rio de Janeiro: Borsoi, 1950.

PICKEL, D. B. J. O Pau Brasil. **Revista de História**, v. XVI, n. 33, p. 6, 1958.

PICOLI, F. **Amazônia: O Silêncio das árvores - Uma abordagem sobre a indústria de transformação de madeiras**. Sinop: Editora Fiorelo, 2004. 124p.

PINAGÉ, E. R., MATRICARDI, E. A. T., LEAL, F. A., PEDLOWSKI, M. A. Estimates of selective logging impacts in tropical forest canopy cover using RapidEye imagery and field data. **IForest Biogeosciences and Forestry**, v. 9, p. 461-468, 2016.

PINEDO-VASQUEZ, M., ZARIN, D.J., COFFEY, K., PADOCH, C., RABELO, F. Post-Boom Logging in Amazonia. **Human Ecology**, v. 29, n. 2, p. 219 -239, 2001.

PINHEIRO, T. F., ESCADA, M. I. S., VALERIANO, D. M., HOSTERT, P., GOLLNOW, F., MULLER, H. Forest Degradation Associated with Logging Frontier Expansion in the Amazon: The BR-163 Region in Southwestern Pará , Brazil. **Earth Interactions**, v. 20, 2016, 26 p.

POHNAN, E., OMPUSUNGGU, H., WEBB, C. Does tree planting change minds? Assessing the use of community participation in reforestation to address illegal logging in West Kalimantan. **Tropical Conservation Science**, v. 8, n. 1, p. 45-57, 2015.

POKORNY, B., ADAMS, M. Compatibilidade de conjuntos de critérios e indicadores para avaliar a sustentabilidade do manejo florestal na Amazônia Brasileira. **Biblioteca Nacional da Indonésia**, 2003, 143 p.

PRADO JUNIOR, C. **História Econômica do Brasil**. Brasil: Editora Brasiliense, 2006.

PUTZ et al. Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. **Conservation Biology**, v. 15, n. 1, p. 7-20, 2001.

PUTZ, F. E., ZUIDEMA, P.A., SYNNOTT, T., PEÑA-CLAROS, M., PINARD, M. A., SHEIL, D., VANCLAY, J. K., SIST, P., GOURLET-FLEURY, S., GRISCOM, B., PALMER, J., ZAGT, R. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forest: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, p. 296-303, 2012.

RADIN, J. C., SALINI, A. M. O Instituto Nacional do Pinho e a indústria madeireira no oeste Catarinense. **Revista Professare**, v. 4, n. 3, p. 21-46, 2015.

REMADE. Técnica permite produção florestal contínua. 2006. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=854&subject=Manejo](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=854&subject=Manejo)> Acesso em: 22 mai. 2016.

RIBEIRO, E. S., SOUZA, R. A. T. D. M., SOUZA, M. D., DORVAL, A., COSTA, R.B. Comercialização de Madeira de Florestas Naturais no Estado de Mato Grosso no Período de 2004 a 2009. **Floram**, n. 4, p. 365-375, 2011.

RIBEIRO, E. S., SOUZA, R.A. T. D. M. D., PAULA, M. H. D., MESQUITA, R. R. S. D., MOREIRA, E. L., FAZION, H. Espécies florestais comercializadas pelo estado de Mato Grosso. **Revista Biodiversidade Online**, v. 15, p. 2-20, 2016.

RICHARDS, M., WELLS, A., GATTO, F. D., CONTRERAS-HERMOSILLA, A., POMMIER, D. Impacts of illegality and barriers to legality: a diagnostic analysis of illegal logging in Honduras and Nicaragua. **International Forestry Review**, v. 5, p. 282–292, 2003.

RICHARDSON, V. A., PERES, C. A. Temporal Decay in Timber Species Composition and Value in Amazonian Logging Concessions. **PLOS One**, v. 11, n. 7, 2016.

RIST, L., SHANLEY, P., SUNDERLAND, T., SHEIL, D., NDOYE, O., LISWANTI, N., TIEGUHONG, J. The impacts of selective logging on non- timber forest products of livelihood importance. **Forest Ecology and Management**, v. 268, p. 57-69, 2012.

RIVERO, S., ALMEIDA, O. O dilema da produção madeireira sustentável na Amazônia. **Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, n. 18, p. 8-12, 2008.

ROCHA, K. J. D., SOUZA, É .C. D., FAVALESSA, C. M. C., CALDEIRA, S. F., MARTINEZ, D. T., BRONDANI, G. E. Effect of selective logging on floristic and structural composition in a forest fragment from Amazon Biome. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 2, p. 191-199, 2017.

RODRIGUES, K. F., RIPPEL, R. Desenvolvimento sustentável e técnicas de mensuração. **Revista de Gestão e Sustentabilidade**, v. 4, n. 3, p. 73-88, 2015.

RONDON, X. J., CUMMING, G. S., COSSIO, R. E., SOUTHWORTH, J. The Effects of Selective Logging Behaviors on Forest Fragmentation and Recovery. **International Journal of Forestry Research**, v. 2012, p. 10, 2012.

RONDON, X. J., CUMMING, G. S., COSSÍO, R. E., SOUTHWORTH, J. The Effects of Selective Logging Behaviors on Forest Fragmentation and Recovery. **International Journal of Forestry Research**, p. 10, 2012.

ROS-TONEN, M. Novas perspectivas para a gestão sustentável da floresta Amazônica: explorando novos caminhos. **Ambiente & Sociedade**, v. X, n. 1, p. 11-25, 2007.

SABOGAL, C., LENTINI, M., POKORNY, B., SILVA, J. N. M., ZWEED, J., VERISSIMO, A., BOSCOLO, M. Manejo Florestal Empresarial na Amazônia Brasileira: restrições e oportunidades. **CIFOR**, 2006, 72 p.

SALVINI, G., HEROLD, M., SY, V. D., KISSINGER, G., BROCKHAUS, M., SKUTSCH, M. How countries link REDD+ interventions to drivers in their readiness

plans: implications for monitoring systems. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 7, 2014, 29 p.

SANTANA, A. C., SANTOS, M. A. S. D., OLIVEIRA, C. M. D. Comportamento histórico da produção e comércio de madeira do estado do Pará nos mercados local e intenacional. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 6, 2010.

SANTANA, A. C. D., SANTOS, M. A. S. D., SANTANA, Á. L. D., YARED, J. A. G. O valor econômico da extração manejada de madeira no Baixo Amazonas, estado do Pará. **Revista Árvore**, v. 36, p. 527-536, 2012.

SANTOS, D. B., MARIN, R. E. A. Economia madeireira no Pará: análise da regulação a partir dos autos de infrações de flora. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 1, p. 263-286, 2016.

SANTOS JUNIOR, R. A. O. **Estudos que visam identificar, descrever e analisar os limites e alcances dos arcabouços jurídico institucional atual relativo as organizações criminosas e suas atividades** Belém: SENASP - Secretária Nacional de Segurança Pública: 36 p. 2005.

SANTOS, V. I. X. Contextualização da economia de Araputanga-MT. **Revista Equador (UFPI)**, v. 7, n. 1, p. 224-241, 2018.

SAUER, S. **Violação dos direitos humanos na Amazônia: conflitos e violência na fronteira paraense**. Curitiba: Comissão Pastoral da Terra - CPT, Justiça Global, Terra de Direitos, 2005.

SCHMINK, M., WOOD, C. H. **Contested frontiers in Amazonia** New York: Columbia University Press: 385 p. 1992.

SCHNEIDER, R. R., ARIMA, E., VERISSIMO, A., BARRETO, P., SOUZA JÚNIOR, C. **Amazônia Sustentável: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural**. Brasília: Banco Mundial, 2000.

SCHNEIDER, R. R., ARIMA, E., VERÍSSIMO, A., BARRETO, P., SOUZA JUNIOR, C. **Sustainable Amazon: limitations and opportunities for rural development** Brasília: World Bank and Amazon, 2000. 78 p.

SEARS, R. R., PADOCH, C., PINEDO-VASQUEZ, M. Amazon Forestry Tranformed: Integrating Knowledge for Smallholder Timber Managemet in Eastern Brazil. **Human Ecology**, v. 35, n. 6, p. 697-707, 2007.

SEMA. SISFLORA. 2018. Disponível em: < <http://www.sema.mt.gov.br/portalsisflora> >. Acesso em: 10 jul. 2018.

SEPLAN. Terras Indigenas. 2013. Disponível em: < [www.seplan.mt.gov.br/](http://www.seplan.mt.gov.br/) >. Acesso em: 01 dez. 2017.

SEPLAN. **Anuário Estatístico, 2016**: Secretaria de Estado de Planejamento 2016.

SFB. Panorama do setor florestal. **Gerência Executiva de Planejamento Florestal**, p. 11, 2014.

SFB., IMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados** Belém 2010a.

SFB., MMA. **Florestas do Brasil em resumo-2013: Dados de 2007-2012**. Serviço Florestal Brasileiro; Ministério de Meio Ambiente, 2013.

SILGUEIRO, V., THUAULT, A., MICOL, L., ABAD, R. **Mapeamento da ilegalidade na exploração madeireira entre agosto de 2012 e julho de 2013**. *Transparência Florestal Mato Grosso*. 5: 12 p. 2015.

SILVA, D. S. N. D., BORGES, L. A. C., SILVA, G.D.D.N.D. Gestão sustentável das florestas públicas no Brasil (Lei 11.284/06) **Forum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, p. 152-167, 2012.

SILVA, D. S. N. D., SILVA, G. D. D. N. D., NUNES, E.J.D.S., VENTURIN, N. Gestão sustentável das florestas públicas no Brasil (Lei 11.284/06) e a modalidade de destinação às comunidades locais. **Anap Brasil**, v. 5, p. 41-58, 2012.

SILVA, J. D. A. Regulamentação do manejo florestal no Brasil. **Floresta e Ambiente**, p. 151-154, 1996.

SIST, P. Reduced-impact logging in the tropics: objectives, principles and impacts. **The International Forestry Review**, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2000.

SIST, P., DYKSTRA, D., FIMBEL, R. Reduced-Impact Logging Guidelines for Lowland and Hill Dipterocarp Forests in Indonesia. **Center for International Forestry Research**, n. 15, p. 10, 1998.

SIST, P., RUTISHAUSER, E., PENA-CLAROS, M., ALEXANDER SHENKIN, B. H., BLANC, L., BARALOTO, C., BAYA, F., BENEDET, F., SILVA, K. E. D., DESCROIX, L., FERREIRA, J. N., GOURLET-FLEURY, S., GUEDES, M.C., HARUN, I. B., JALONEN, R., KANASHIRO, M., KRISNAWATI, H., KSHATRIYA, M., LINCOLN, P., MAZZEI, L., MEDJIBE, V., ROBERT NASI, M. V. N. D. O., OLIVEIRA, L. C. D., PICARD, N., PIETSCH, S., PINARD, M., PRIYADI, H., PUTZ, F. E., RODNEY, K., ROSSI, V., ROOPSIND, A., RUSCHEL, A. R., SHARI, N. H. Z., SOUZA, C. R. D., SUSANTY, F. H., SOTTA, E. D., TOLEDO, M., VIDAL, E., WEST, T. A. P., WORTEL, V., YAMADA, T. The Tropical managed Forests Observatory: a research network addressing the future of tropical logged forests. **Applied Vegetation Science**, v. 18, p. 171-17, 2015.

SMITH, J., OBIDZINSKI, K., SUBARUDI, K., SURAMENGGALA, I. Illegal logging, collusive corruption and fragmented governments in Kalimantan, Indonesia. **International Forestry Review**, v. 5, n. 3, 2003, 293 p.

SODRÉ, A. D. A. **Novo Código Florestal comentado: Lei 12.651/2012 - Lei nº 12.727 e Decreto nº 7.830, ambos de 17 de outubro de 2012**. Leme: JH Mizuno, 2013. 466 p.

SONG, X.P., HUANG, C., SAATCHI, S.S., HANSEN, M.C., TOWNSHEND, J.R. Annual carbon emission from deforestation in the Amazon Basin between 2000 and 2010. **PLOS One**, v. 10, n. 5, 2015, 21 p.

SOUZA, B. J. D. **O pau-brasil na história nacional**. Coleção Brasileira, de 1939 Brasília: Conselho da Justiça Federal; Centro de Estudos Judiciário. 162 1999.

SOUZA, C., BARRETO, P. An alternative approach for detecting and monitoring selectively logged forests in Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 1, p. 173-179, 2000.

SOUZA JUNIOR, C. M., ROBERTS, D. A., COCHRANE, M. A. Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. **Remote Sensing of Environment**, p. 329-343, 2005.

SOUZA JUNIOR, C. M., SIQUEIRA, J. V., SALES, M. H., FONSECA, A. V., RIBEIRO, J. G., NUMATA, I., COCHRANE, M. A., BARBER, C. P., ROBERTS, D. A., BARLOW, J. Ten-Year Landsat Classification of Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**, v. 5, p. 5493-5513, 2013.

SOUZA, R. A. D., MIZIARA, F., MARCO JUNIOR, P. D. Spatial variation of deforestation rates in the Brazilian Amazon: a complex theater for agrarian technology, agrarian structure and governance by surveillance. **Land Use Policy**, v. 30, p. 915-924, 2013.

SPATHELF, P., MATTOS, P. P. D., BOTOSSO, P. C. Certificação florestal no Brasil - uma ferramenta eficaz para a conservação das florestas naturais. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 373-379, 2004.

STONE, T. A., LEFEBVRE, P. Using multi-temporal satellite data to evaluate selective logging in Pará, Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v. 19, n. 13, p. 2517-2526, 1998.

SUCUPIRA, V. **Estado actual de la informacion sobre manejo florestal** Santiago, Chile: FAO: 226 p. 2002.

SUNDSTROM, A. Understanding illegality and corruption in forest governance. **Journal of Environmental Management**, v. 181, p. 779-790, 2016.

TACCONI, L. **Illegal Logging: law enforcement, livelihood and the timber trade**. London: Earthscan Forest Library, 2012. 320 p.

TACCONI, L., BOSCOLI, M., BRACK, D. National and International Policies to control illegal forest activities. A report prepared for the Ministry of Foreign Affairs of the Government of Japan **Center for International Forestry Research**, 2003, 69 p.

TACONNI, L. Illegal logging: Law enforcement, livelihood and the timber Trade. **Earthscan Publication**, p. 19, 2007.

TEIXEIRA-GANDRA, C. F. A., DAMÉ, R. D. C. F., SIMONETE, M. A., BACELAR, L. C. S., DISCONZ, P. B., SANTOS, J. P. D. Modelagem estocástica: previsão das temperaturas para a localidade de Pelotas/RS/Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 18-28, 2014.

THOMPSON, I. D., GUARIGUATA, M. R., OKABE, K., BAHAMONDEZ, C., NASI, R., HEYMELL, V., SABOGAL, C. An operational framework for defining and monitoring forest degradation. **Ecology and Society**, v. 18, n. 2, 2013, 20 p.

TOLLEFSON, J. Brasil goes to war against logging. **Nature**, v. 452, p. 134-135, 2008.

TRITSCH, I., SIST, P., NARVAES, I. D. S., MAZZEI, L., BLANC, L., BOURGOIN, C., CORNU, G., GOND, V. Multiple patterns of forest disturbance and logging shape forest landscape in Paragominas, Brasil. **Forests**, v. 7, n. 12, 2016.

TYUKAVINA, A., HANSEN, M.C., POTAPOV, P. V., STEHMAN, S. V., SMITH-RODRIGUEZ, K., OKPA, C., AGUILAR, R. Types and rates of forest disturbance in Brazilian Legal Amazon, 2000–2013. **Science Advances**, v. 3, n. 4, p. 1-15, 2017.

UFLA, Ed. **Curso de Capacitação para o Cadastro Ambiental Rural (SICAR)**: Universidade Federal de Lavras. 2014.

UHL, C., BARRETO, P., VERISSIMO, A., VIDAL, E., AMARAL, P., BARROS, A.C., SOUZA JUNIOR, C. M., JOHNS, J., GERWING, J. Natural Forest Management in the Brazilian Amazon. **BioScience**, v. 47, n. 3, p. 160-168, 1997.

UHL, C., BUSCHBACHER, R. A disturbing synergism between cattle ranch burning practices and selective tree harvesting in the Eastern Amazon. **Biotropica**, v. 17, n. 4, p. 265-268, 1985.

UHL, C., VIEIRA, I. C. G. Ecological Impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas region of the state of Para. **Biotropica**, v. 21, n. 2, p. 98-106, 1989.

USGS. USGS science for a changing world. 2017. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

VALERIUS, J., SILVA, J. C. G. L. D. Dinâmica das exportações brasileiras de molduras de madeira de coníferas entre 1998 e 2015. **Revista de Estudos Sociais**, v. 20, n. 39, p. 128-145, 2017.

VERISSIMO, A., BARRETO, P., MATTOS, M., TARIFA, R., UHL, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management**, v. 55, p. 169-199, 1992.

VERÍSSIMO, A., BARRETO, P., TARIFA, R., UHP, C. Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany. **Forest Ecology and Management**, v. 72, p. 39-60, 1995.

VERÍSSIMO, A., COCHRANE, M. A., SOUZA JUNIOR, C. M., SALOMÃO, R. Priority Areas for Establishing National Forests in the Brazilian Amazon **Conservation Ecology**, v. 6, n. 1, 2002, 10 p.

VIDAL, E., GERWING, J., BARRETO, P., AMARAL, P., JOHNS, J. **Redução de desperdícios na produção de madeira na Amazônia**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente, 1997.

VIEIRA, M. C., BRITO, E. O., GONÇALVES, F. G. Evolução econômica do painel compensado no Brasil e no Mundo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p. 277-285, 2012.

VINCENT, J. R. The Tropical Timber Trade and Sustainable Development **Science**, v. 256, n. 5064, p. 1651-1655, 1992.

WAINER, A. H. Legislação ambiental brasileira: evolução histórica do direito ambiental. **Revista de Informação Legislativa**, v. 30, n. 118, p. 191-206, 1993.

WALKER, R., ARIMA, E., MESSINA, J., SOARES-FILHO, B., PERZ, S., VERGARA, D., SALES, M., PEREIRA, R., CASTRO, W. Modeling spatial decisions with graph theory: logging roads and forest fragmentation in the Brazilian Amazon. **Ecological Applications**, v. 23, n. 1, p. 239-254, 2013.

WATRIN, O. D. S., ROCHA, A. M. Á. D. Levantamento de vegetação natural e do uso da terra no município de Paragominas (PA) utilizando imagens TM/LANDSAT. **Embrapa - CPATU**, p. 10, 1992.

WELLESLEY, L. Exploração florestal ilegal e comércio conexo: A resposta do Brasil. **Chatham House - The Royal Institute of International Affairs**, p. 38, 2014.

WOOD, E. M., PIDGEON, A. M., RADELOFF, V. C., KEULER, N.S. Image texture as a remotely sensed measure of vegetation structure. **Remote Sensing of Environment**, v. 121, p. 516-526, 2012.

YAMADA, T., HOSAKA, T., OKUDA, T., KASSIM, A.R. Effects of 50 years of selective logging on demography of trees in a Malaysian lowland forest. **Forest Ecology and Management**, v. 310, p. 531-538, 2013.

ZHANG, R., ZHU, D. Study of land cover classification based on knowledge rules using high-resolution remote sensing images. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 3647-3652, 2011.

ZHURAVLEVA, I., TURUBANOVA, S., POTAPOV, P., HANSEN, M., TYUKAVINA, A., MINNEMEYER, S., LAPORTE, N., GOETZ, S. Satellite-based primary forest degradation assessment in the Democratic Republic of the Congo, 2000–2010. **Environmental Research Letters**, v. 8, p. 13, 2013.