

WESLEI BUTTURI

**MAPEAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO
FLORESTAL NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2021

| | | | |
|--|----------------|----------------|-----------------|
| | | | |
| | WESLEI BUTTURI | Diss. MESTRADO | PPGBioAgro 2021 |



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

**FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



WESLEI BUTTURI

MAPEAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Augusto Morais

ALTA FLORESTA-MT

2021

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

| | |
|-------|--|
| B988m | <p>BUTTURI, Weslei. Mapeamento da Recomposição Florestal na Amazônia Meridional / Weslei Butturi - Alta Floresta, 2021. 93 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021. Orientador: Vinicius Augusto Morais</p> <p>1. Restauração Florestal. 2. Regularização Ambiental. 3. Distribuição Espacial. 4. Amazônia Matogrossense. I. Weslei Butturi. II. Mapeamento da Recomposição Florestal na Amazônia Meridional: .</p> <p>CDU 502/504(817.2)</p> |
|-------|--|

MAPEAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Weslei Butturi

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 29 de janeiro de 2021.



Prof^o Dr^o. Vinicius Augusto Moraes
Orientador - Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
PPGBioAgro



Prof^a Dr^a. Juliana Garlet
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
PPGBioAgro



Prof^o Dr^o. Julio Cesar Wojciechowski
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT



Prof^o Dr^o. Emanuel José Gomes de Araújo
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

DEDICATÓRIA

À DEUS, a minha esposa Patricia da Cruz Butturi, aos meus pais Lair Aparecido Butturi e Marlene Izabel Caioni Butturi, e a todos que acordam bem cedo todos os dias para a lida no campo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Deus todo poderoso, por me proteger, por me guiar, por me trazer esperança, por me fortalecer nos momentos de angustia, por me dar sabedoria nos momentos de decisões difíceis e pela saúde e disposição concedida do início ao fim deste trabalho.

A Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro) por conceder a oportunidade desta qualificação.

A todo Corpo Docente e colaboradores do PPGBioAgro pelo conhecimento compartilhado, incentivo, atenção e apoio dispendido durante a realização deste trabalho.

Ao Prof^o. Dr^o. Vinicius Augusto Moraes, pela orientação e ensinamentos recebidos, pela compreensão, confiança e autonomia concedida.

Ao Prof^o. Dr^o. Julio Cesar Wojciechowski, grande incentivador há muitos anos e que contribuiu muito para minha vida profissional, minha eterna gratidão a sua vida. Ao Prof^o. Dr^o Rubens Marques Rondon Neto pelas ricas contribuições científicas e a Prof^a Dr^a Juliana Garlet por acompanhar a construção deste trabalho do início ao fim, muito obrigado pelas excelentes contribuições.

Aos meus pais Lair Aparecido Butturi e Marlene Izabel Caioni Butturi, por me concederem a vida e me ensinarem a vive-la com respeito, honra e dignidade.

A minha esposa Patricia da Cruz Butturi, por sempre me apoiar incondicionalmente, por me ajudar na coleta dos dados em campo, na escrita, na apresentação e principalmente pela compreensão nos momentos de ausência e companheirismo nos momentos de angustia. Obrigado por me amar e me fazer feliz.

Aos meus amigos Rodolfo Pragma Moreira e Marcus Henrique Martins e Silva por todo apoio durante a construção deste trabalho, seja na parte escrita, na coleta de dados em campo, na discussão das idéias, na apresentação e também nos momentos de descontração que desfrutamos juntos.

A todos os produtores rurais da região, em especial a Fazenda Taquaruçu (Carlinda-MT), Fazenda Beira Rio (Paranaíta–MT) e Fazenda São Francisco (Paranaíta-MT) por permitirem o acesso a estes imóveis e pela confiança no trabalho.

Ao Instituto Centro de Vida (ICV) por não medir esforços no apoio para realização deste trabalho, minha eterna gratidão.

A todos os mestrandos da turma 2019 pela parceria, amizade e conhecimento construído nessa jornada.

“Sim, grandes coisas fez o Senhor por nós, e por isso estamos alegres”

Salmos 126: 4

SUMÁRIO

| | |
|--|-------|
| LISTA DE TABELAS | xi |
| LISTA DE FIGURAS | xiii |
| LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS..... | xiv |
| RESUMO | xvi |
| ABSTRACT..... | xviii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 20 |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 25 |
| 3. CAPÍTULOS | 29 |
| 3.1 MAPEAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL EM TRÊS MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE..... | 29 |
| Introdução..... | 32 |
| Material e Métodos..... | 34 |
| Área de estudo | 34 |
| Coleção de imagens orbitais..... | 37 |
| Composição e tratamento das cenas | 40 |
| Padrão de interpretação | 42 |
| Validação do mapeamento | 44 |
| Comparação entre ganho e perda de floresta..... | 49 |
| Resultados..... | 49 |
| Discussão..... | 54 |
| 3.2 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL EM TRÊS MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE | 66 |
| Introdução..... | 69 |
| Material e Métodos..... | 72 |
| Áreas de estudo | 72 |
| Base de dados utilizada | 73 |
| Resultados..... | 76 |
| Discussão..... | 84 |
| Conclusões | 88 |
| Referências..... | 89 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 92 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Perfil demográfico dos municípios que compõe a área de estudo..... | 34 |
| Tabela 2. Descrição dos satélites e sensores utilizados para cobertura da área e período de estudo. | 37 |
| Tabela 3. Descrição das órbitas/ponto, datas de imageamento e dia juliano de cada satélite/sensor utilizado..... | 38 |
| Tabela 4. Descrição das composições RGB, tamanho das cenas, bandas espectrais utilizadas e seus respectivos comprimentos de onda..... | 41 |
| Tabela 5. Características padrão para interpretação das áreas de recomposição florestal. | 43 |
| Tabela 6. Padrão de interpretação das áreas de recomposição florestal no período estudado..... | 44 |
| Tabela 7. Qualidade da classificação associada ao índice Kappa. | 48 |
| Tabela 8. Distribuição das áreas de recomposição florestal nos três municípios analisados..... | 50 |
| Tabela 9. Análise de variância (ANOVA) e teste de Scott Knott para as áreas de recomposição florestal nos três municípios analisados. | 50 |
| Tabela 10. Classes de altura (m), número de polígonos por classe e porcentagem de polígonos por classe analisada. | 52 |
| Tabela 11. Dados de desmatamento PRODES para a área e período do estudo.... | 53 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Distribuição dos imóveis rurais por classe de tamanho (MF) e por município. | 76 |
| Tabela 2. Número de polígonos de RF por classe de tamanho de imóvel e por município. | 77 |

| | |
|---|----|
| Tabela 3. Área em hectares de RF por classe de tamanho de imóvel e por município. | 78 |
| Tabela 4. Número de imóveis rurais onde houve incidência de RF por classe de tamanho e por município..... | 79 |
| Tabela 5. Número de polígonos e área (ha) de RF incidida sobre APP e RL por município. | 80 |
| Tabela 6. Passivo ambiental em APPD expresso em área (ha) e em número de polígonos para os três municípios no ano de 2016. | 81 |
| Tabela 7. RF incidida sobre APPD no período de 2016 a 2019, expresso em área (ha) e em número de polígonos para os três municípios analisados. | 81 |
| Tabela 8. Número de polígonos, área em hectares, e número de imóveis com incidência de RF beneficiados pelos projetos PRODAM e Nascentes do Buriti. | 83 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: o autor. | 35 |
| Figura 2. Fluxograma geral das etapas do trabalho de aquisição e análise das imagens orbitais. Fonte: o autor. | 36 |
| Figura 3. Validação das áreas de recomposição florestal. Fonte: o autor..... | 46 |
| Figura 4. Distribuição das áreas selecionadas para validação do mapeamento no Estado de Mato Grosso, Brasil. Fonte: o autor..... | 47 |
| Figura 5. Distribuição das áreas de recomposição florestal ao longo da área de estudo. Fonte: o autor..... | 51 |
| Figura 6. Desmatamento líquido verificado no período de 2008 a 2019 na área de estudo. Fonte: o autor..... | 53 |
| Figura 7. Supressão de área de recomposição florestal entre o ano de 2019 a 2020. Fonte: o autor..... | 56 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: o autor. | 73 |
| Figura 2. Base fundiária da área de estudo com subdivisão dos imóveis em cinco classes de acordo com o número de MF. Fonte: o autor..... | 74 |
| Figura 3. Etapas gerais do trabalho. Fonte: o autor..... | 75 |
| Figura 4. Relação entre a área de APPD e a área de RF em APPD no período de 2016 a 2019 nos três municípios. Fonte: o autor..... | 82 |
| Figura 5. Distribuição geográfica dos imóveis rurais beneficiados pelos projetos PRODAM e Nascentes do Buriti. Fonte: o autor..... | 83 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AML Amazônia Legal

APP Área de Preservação Permanente

APPD Área de Preservação Permanente Degradada

BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAR Cadastro Ambiental Rural

DGI Divisão de Geração de Imagem

FA Fundo Amazônia

FAO Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

GPS *Global Position System* (Sistema de Posicionamento Global)

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH Índice de Desenvolvimento Humano

ICV Instituto Centro de Vida

IMAZON Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

INCRA Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MF Módulo Fiscal

MMA Ministério do Meio Ambiente

MapBiomass Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil

NCF Novo Código Florestal

OEMA Órgão Estadual de Meio Ambiente

PLANAVEG Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa

PRODAM Projeto Olhos D'Água da Amazônia

PRA Programa de Regularização Ambiental

PRODES Sistema de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia

RL Reserva Legal

SAF Sistema Agroflorestal

SEMA Secretaria de Estado de Meio Ambiente

SECMA Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Alta Floresta MT

SEMMAT Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo de Carlinda MT

SICAR Sistema de Cadastro Ambiental Rural

SIMLAM Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental

SIMCAR Sistema Motogrossense de Cadastro Ambiental Rural

SIG Sistema de Informação Geográfica

TAC Termo de Ajustamento de Conduta

UFMT Universidade Federal de Mato Grosso

UNEMAT Universidade do Estado de Mato Grosso

USGS *United States Geological Survey* (Serviço Geológico dos Estados Unidos)

ha – hectare(s)

m – metro(s)

m² - metro(s) quadrado

km² - quilômetro(s) quadrado

RESUMO

BUTTURI, Weslei. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, janeiro de 2021. **Mapeamento da Recomposição Florestal na Amazônia Meridional**. Orientador: Vinicius Augusto Morais.

Poucas são as fontes de informação existentes sobre a vegetação secundária no Brasil, que consiste na vegetação oriunda de áreas que foram desmatadas em anos anteriores e posteriormente por abandono de uso se regeneraram e/ou foram recompostas por ação humana. No Mato Grosso, muitas áreas de passivo ambiental foram recompostas nos últimos anos, por exigências da legislação e/ou por abandono de uso. O objetivo do presente trabalho, foi mapear a recomposição florestal em três municípios no norte de Mato Grosso ocorrida no período de 2008 a 2019 e analisar sua distribuição espacial sobre a malha de imóveis rurais, sobre as Áreas de Preservação Permanentes (APPs), áreas de Reservas Legais (RLs) e sobre os imóveis rurais beneficiados por projetos financiados pelo Fundo Amazônia nos três municípios analisados. A área de estudo compreendeu os municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta que juntos somaram uma área total de 1.616.537 ha. O mapeamento foi realizado através da interpretação visual de imagens orbitais de livre acesso. A escala de vetorização foi de 1:25.000. A validação do mapeamento foi realizada através de amostragem sistemática a partir da seleção de 567 polígonos que se localizavam em um raio máximo de 50 metros do eixo da malha rodoviária dos municípios. Para aferir a acurácia do mapeamento foram utilizados os índices de Exatidão Global, Kappa Condicional e Tau. Foi calculado o desmatamento líquido subtraindo a área de recomposição florestal pela área de desmatamento PRODES/INPE. Para análise da distribuição espacial da recomposição florestal utilizou-se as bases cartográficas digitais dos limites dos imóveis, dos limites das áreas de APPs e dos limites dos imóveis beneficiados pelos projetos Olhos D'Água da Amazônia (PRODAM) e Nascentes do Buriti. Os imóveis rurais foram subdivididos em cinco classes de acordo com o número de módulos fiscais (MF) sendo: Até 1 MF; de 1 a 2 MF; de 2 a 4 MF; de 4 a 15 MF e acima de 15 MF. O tamanho do MF nos três municípios de acordo com o INCRA é de 100 ha. O quantitativo de recomposição florestal para o período e para área de estudo foi de 14.605,1 ha distribuídos em 7.302 polígonos. Os índices de acurácia (Exatidão Global, Kappa Condicional e Tau) apresentaram valores de 95,5%, 91,1% e 90,9%

respectivamente, com desempenho classificado como excelente. A altura média da vegetação florestal nas áreas amostrais foi de 7,11 metros. Alta Floresta apresentou o maior número de polígonos, 4.449, e a maior área, 9.975,4 ha de recomposição florestal. Carlinda apresentou o melhor saldo de desmatamento líquido -103,7 ha. Paranaíta teve menor desempenho tanto no quantitativo de recomposição florestal quanto no saldo de desmatamento líquido. A classe de imóveis rurais acima de 15 MF foi a que mais se destacou, com maior número de polígonos, maior área e maior porcentagem de imóveis com incidência de recomposição florestal. A recomposição florestal incidiu com maior intensidade sobre áreas de APP em comparação com RL. O passivo ambiental em APP foi de 22.328,69 ha em toda área de estudo até o ano de 2019. A incidência de recomposição florestal sobre as áreas de APPD entre os anos de 2016 a 2019 foi de apenas 7,9%. O projeto Olhos D'Água da Amazônia atingiu sua meta proposta inicialmente de recompor 1.200 ha de floresta, já o projeto Nascentes do Buriti até o momento alcançou 14,3% da meta proposta inicialmente de acordo com os dados deste mapeamento. Apesar dos esforços, os dois projetos contribuíram com 9,5% de toda recomposição florestal em toda área de estudo. O mapeamento se mostrou eficaz em quantificar e localizar o ganho de floresta no período e na área de estudo.

Palavras-chave: Restauração Florestal, Regularização Ambiental, Distribuição Espacial, Amazônia Matogrossense.

ABSTRACT

BUTTURI, Weslei. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, January of 2021. **Mapping Forest Rehabilitation in the Southern Amazon**. Adviser: Vinicius Augusto Morais.

Few sources of information exist about secondary vegetation in Brazil, which consists of vegetation originating from areas that were deforested in previous years and subsequently due to abandonment of use, have been regenerated and / or have been recomposed by human action. In Mato Grosso, many areas of environmental liabilities have been recomposed in recent years, due to legislation requirements and / or due to abandonment of use. The objective of the present work was to map the forest restoration in three municipalities in the north of Mato Grosso that occurred in the period from 2008 to 2019 and to analyze its spatial distribution on the network of rural properties, on the Permanent Preservation Areas (APPs), areas of Legal Reserves (RLs) and on rural properties benefited by projects financed by the Amazon Fund in the three municipalities analyzed. The study area comprised the municipalities of Alta Floresta, Carlinda and Paranaíta, which together totaled a total area of 1,616,537 ha. The mapping was performed through the visual interpretation of freely accessible orbital images. The vectorization scale was 1: 25,000. The validation of the mapping was carried out through systematic sampling from the selection of 567 polygons that were located within a maximum radius of 50 meters from the axis of the municipal road network. To assess the accuracy of the mapping, the Global Accuracy, Conditional Kappa and Tau indexes were used. Net deforestation was calculated by subtracting the area of forest restoration from the PRODES / INPE deforestation area. For the analysis of the spatial distribution of the forest restoration, the digital cartographic bases of the property limits, the limits of the areas of APPs and the limits of the properties benefited by the Olhos D'Água da Amazônia (PRODAM) and Nascentes do Buriti projects were used. Rural properties were subdivided into five classes according to the number of fiscal modules (MF) being: Up to 1 MF; from 1 to 2 MF; from 2 to 4 MF; 4 to 15 MF and above 15 MF. The size of the MF in the three municipalities according to INCRA is 100 ha. The amount of forest restoration for the period and for the study area was 14,605.1 ha distributed in 7,302 polygons. The accuracy indices (Global Accuracy, Conditional Kappa and Tau) presented values of 95.5%, 91.1% and 90.9% respectively, with performance

classified as excellent. The average height of forest vegetation in the sample areas was 7.11 meters. Alta Floresta had the highest number of polygons, 4,449, and the largest area, 9,975.4 ha of forest restoration. Carlinda had the best net deforestation balance - 103.7 ha. Paranaíta had lesser performance both in the amount of forest restoration and in the net deforestation balance. The class of rural properties above 15 MF was the one that stood out the most, with the highest number of polygons, the largest area and the highest percentage of properties with incidence of forest restoration. The forest recomposition focused more intensively on areas of APP compared to RL. The environmental liability in APP was 22,328.69 ha in the entire study area until the year 2019. The incidence of forest restoration on the areas of APPD between the years 2016 to 2019 was only 7.9%. The Olhos D'Água da Amazônia project reached its proposed goal of initially recomposing 1,200 ha of forest, while the Nascentes do Buriti project has so far reached 14.3% of the goal initially proposed according to the data in this mapping. Despite efforts, the two projects contributed 9.5% of all forest restoration in the entire study area. The mapping proved to be effective in quantifying and locating the forest gain in the period and in the study area.

Key-words: Forest Restoration, Environmental Regularization, Spatial Distribution, Matogrossense Amazon.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O mapeamento sistemático e periódico da perda de floresta primária por corte raso na Amazônia brasileira, acontece desde 1988 através do Sistema de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal - PRODES (ALMEIDA et al., 2009). No entanto, tal plataforma não leva em consideração o ganho de floresta ou vegetação secundária regenerada (ASSUNÇÃO; GANDOUR, 2017), que consiste na vegetação oriunda de áreas que foram desmatadas em anos anteriores e posteriormente abandonadas e/ou recompostas por ação humana, sendo uma informação dificilmente disponibilizada no Brasil (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2019).

Restaurar florestas consiste em restabelecer a vegetação nativa de forma que a mesma seja capaz de se autoperpetuar e não dependa constantemente de intervenções humanas (BRANCALION et al., 2010). No mundo todo, vários países têm se mobilizado para desenvolver ações visando a restauração de florestas degradadas. No Brasil, no ano de 2017, o governo federal criou o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG) com o objetivo de recuperar 12 milhões de hectares de vegetação nativa até o ano de 2030 (NUNES et al., 2017).

Em todo planeta, a área total de cobertura florestal é de 40,6 mil milhões de km², o que corresponde a 31% de toda área da superfície terrestre global. Esta proporção é equivalente a 0,52 ha por habitante, apesar das áreas de floresta não estarem bem distribuídas geograficamente entre os povos do mundo. Mais da metade delas (54%) estão somente em cinco países: Federação Russa, Brasil, Canadá, Estados Unidos da América e China (FAO, 2020).

O Brasil é um país continental, com uma extensão territorial de 8,51 milhões de km² (IBGE, 2019) o maior da América Latina, ao mesmo tempo abriga um dos maiores remanescentes florestais do mundo, com área de 4,97 milhões de km², o que corresponde a mais da metade (58%) de todo seu território (FAO, 2020). Pela sua vasta extensão e por apresentar diversas fitofisionomias, a vegetação nativa no Brasil é subdividida em seis biomas sendo: Floresta Amazônica, Cerrado, Floresta Atlântica, Caatinga, Pampa e

Pantanal (PÁDUA et al., 2009) que desempenham importantes serviços ecossistêmicos (ALMEIDA et al., 2010; CORSINI, 2018) e contribuem para a saúde pública e economia do país (METZGER et al., 2019).

O Estado de Mato Grosso, localizado na porção central do território brasileiro, é a terceira maior unidade da federação com área de 903.207 km² (IBGE, 2019). Reconhecido internacionalmente pelo agronegócio, Mato Grosso também se destaca por sua biodiversidade, sendo um dos poucos estados a abrigar três diferentes biomas (Floresta Amazônica, Cerrado e Pantanal) e mantém 62% de toda sua área com remanescentes de vegetação nativa (MAPBIOMAS, 2018). O setor florestal tem um papel de evidência em sua economia, gerando cerca de 100 mil empregos diretos e indiretos e é a quarta maior atividade econômica do Estado. Em nível nacional, Mato Grosso é o segundo maior fornecedor de madeira de espécies florestais nativas (SILGUEIRO et al., 2015).

A ocupação do Estado de Mato Grosso e da Amazônia Legal se intensificou na década de 1970 (FEARNSIDE, 2020; SELUCHINESK, 2008), incentivada pelo governo militar que temia uma possível invasão dos países vizinhos. Com a intensa conversão de áreas de floresta para áreas de uso alternativo do solo e o uso comum do fogo, houve grande destruição de importantes áreas para conservação, como as florestas de galeria, e se formou uma paisagem florestal altamente fragmentada (SANTOS, 2019).

O bioma Floresta Amazônica abrange a maior extensão de floresta úmida tropical do planeta, com área de quase 6 milhões de km², sendo que, 3,6 milhões (59%) pertencem ao território brasileiro (RAISG, 2015). Dados de monitoramento mostram que a Amazônia brasileira, até o ano de 2019, perdeu 649.386 km² de floresta, ou seja, 18% de toda sua área. Somente em Mato Grosso, foram 213.149 km² de desflorestamento, o que corresponde a 32,74% de todo desmatamento da Floresta Amazônica em território nacional (FEARNSIDE, 1993; INPE, 2019). Por outro lado, não se sabe, ao certo, o que foi adicionado, como área em restauração de vegetação no mesmo período neste bioma.

Buscando mitigar os danos causados pela exploração desordenada dos recursos naturais e evitar futuros desastres, o governo federal criou leis

para regular as formas de exploração e garantir a preservação e uso sustentável dos ambientes naturais (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009). A legislação ambiental no Brasil passou por diversas mudanças ao longo de sua história, sempre com embates entre o setor produtivo e os que defendem a conservação (PASSOS; JÚNIOR UGEDA, 2019).

No ano de 2012, o Congresso Nacional aprovou e o chefe do executivo sancionou a lei nº 12651/2012 intitulada oficialmente de Lei de Proteção da Vegetação Nativa, comumente conhecido como Novo Código Florestal (NCF) trazendo mudanças significativas na forma de uso do solo e preservação dos recursos naturais (BRANCALION et al., 2016).

Dentre as principais mudanças trazidas por esta lei, se destacam o conceito de área consolidada, que isenta os proprietários de imóveis rurais com área total abaixo de quatro módulos fiscais a realizarem a recomposição de áreas de vegetação nativa que foram convertidas para uso alternativo do solo até a data de 22 de julho de 2008, as novas regras para o cômputo da recomposição das Áreas de Preservação Permanentes (APP's) que levam em conta o número de módulos fiscais dos imóveis rurais e a obrigatoriedade do Cadastro Ambiental Rural (CAR) em todo território nacional (BRASIL, 2012).

Quanto à obrigatoriedade de retenção de Reserva Legal (RL) nos imóveis rurais, a exigência do NCF varia de 80% da área total da propriedade com vegetação nativa no bioma Floresta Amazônica, 35% na transição entre a Amazônia e o Cerrado e 20% nas demais regiões do país (Floresta Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Pampa) (METZGER et al., 2019). Para os imóveis rurais com área total maior que quatro módulos fiscais, há o benefício de compensação da RL em outros imóveis ou em unidades de conservação desde que a conversão destas áreas para uso alternativo do solo tenha ocorrido em data anterior a 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012).

O Mato Grosso é pioneiro na criação e implementação do CAR, em vigor desde o ano de 2008 através da Lei Complementar Estadual nº 343/2008. Esse instrumento de gestão ambiental integra a Política Estadual de Meio Ambiente como parte do Programa MT Legal e foi implementado pelo Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental de Mato Grosso (SIMLAM) (OLIVEIRA; SILGUEIRO; BUTTURI, 2018).

Com a revisão do Código Florestal Brasileiro em 2012, Mato Grosso tomou a decisão de mudar sua plataforma de cadastros no CAR, e em 2014 fez a migração de toda sua base de dados do SIMLAM para a plataforma federal SICAR. Em 2016, decidiu novamente pela retomada da gestão do instrumento de cadastramento e iniciou a construção de um novo sistema, o Sistema Matogrossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR) (OLIVEIRA; SILGUEIRO; BUTTURI, 2018).

Por ser pioneiro na implementação do CAR no Brasil, o Estado de Mato Grosso teve uma grande adesão dos seus imóveis rurais neste instrumento de cadastro. As propriedades rurais tiveram seus passivos ambientais mapeados, seguido da formalização juntamente com o Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). Tal documento tinha como principal objetivo responsabilizar o proprietário rural em recuperar os passivos ambientais da sua propriedade com prazos pré-estabelecidos.

No intuito de adquirir recursos financeiros para serem aplicados em atividades ligadas à conservação das florestas, uso sustentável dos recursos naturais e combate ao desmatamento, o governo federal no ano de 2007 durante a Conferência das Partes (COP 13) em Bali, na Indonésia, lançou uma proposta com o intuito de angariar fundos dos países que apoiam causas ligadas a conservação do meio ambiente. A proposta surtiu efeito e desta forma surgiu o Fundo Amazônia (FA) (LEMOS; SILVA, 2011).

Através do FA vários projetos receberam apoio financeiro para ações de mitigação do desmatamento, gestão ambiental, recomposição florestal e uso sustentável da floresta, inclusive na região norte de Mato Grosso, que recebeu apoio financeiro a dois projetos, sendo: projeto Olhos D'Água da Amazônia (PRODAM) no município de Alta Floresta com aprovação no ano de 2010 (SASSAKI, 2013) e Projeto Nascentes do Buriti no município de Carlinda com aprovação no ano de 2011 (MARTINHO, 2013).

Após quase uma década do início dos esforços pela conservação da Amazônia, muitas áreas de passivos ambientais foram recompostas no Estado de Mato Grosso, porém pouca informação existe sobre as mesmas, e as poucas que ainda existem estão em formato bibliográfico sendo muito difícil de

serem identificadas espacialmente. Neste sentido, o mapeamento destas áreas é fundamental para se avaliar o sucesso das ações de recomposição florestal, a avaliação da eficiência de implementação das leis ambientais e a consolidação de um banco de dados para planejamento de ações futuras ligadas ao tema, além de se ter informações seguras sobre o ganho de vegetação.

Nesse sentido, este trabalho, dividido em dois capítulos, abordou no primeiro capítulo o mapeamento das áreas de recomposição florestal em três municípios do norte de Mato Grosso no período de 2008 a 2019. E no segundo capítulo, avaliou-se a distribuição espacial da recomposição florestal sobre os imóveis rurais, sobre as áreas de APP's e RL's e sobre os imóveis beneficiados pelos projetos financiados pelo Fundo Amazônia, sendo eles: Olhos D'Água da Amazônia e Nascentes do Buriti, nestes três municípios.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. A.; VALERIANO, D. M.; ESCADA, M. I. S.; RENNÓ, C. D. Estimativa de área de vegetação secundária na Amazônia Legal Brasileira. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 2, 2010.

ALMEIDA, C. A.; PINHEIRO, T. F.; BARBOSA, A. M.; ABREU, M. R. B. S. de; LOBO, F. L.; SILVA, M.; GOMES, A. R.; SADECK, L. W. R.; MEDEIROS, L. T. B. de; NEVES, M. F.; SILVA, L. C. T. da; TAMASAUSKAS, P. F. L. F. Metodologia para mapeamento de vegetação secundária na Amazônia Legal. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**, p. 33, 2009.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C. Como Interpretar o Aumento da Regeneração Na Amazônia Brasileira?. **INPUT - Iniciativa para Uso da Terra**. Disponível em: https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2017/07/CPI_What_does_the_surge_in_Amazon_regeneration_mean_for-Brazil_Final.pdf. , 2017. Acesso em: 15 out. 2020.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A. Evolução da Legislação Ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 447–466, 2009.

BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAE, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação*, **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 14, p. 1–16, 2016.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos Legais Podem Contribuir para a Restauração de Florestas Tropicais Biodiversas. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p. 455-470, 2010.

BRASIL. **Código Florestal**. Brasil: Casa Civil - Presidência da República. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-

2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 10 ago. 2020.

CORSINI, C. R. **Análise multitemporal das mudanças de biomassa da vegetação secundária na Amazônia Brasileira**. 108 f. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2018.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global Forest Resources Assessment 2020: key findings**. p. 16, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.4060/ca8753en>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: quem tem razão nos cálculos - o INPE ou a NASA? **Ciência Hoje**, v. 16, p. 6–8, 1993.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências. *in: Fearnside, P. M. (ed.) Destruição da Floresta Amazônica*, Vol. 1. Editora INPA, v. 1, n. 3, p. 368 p., 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates>. Acesso em: 15 jul. 2020.

LEMOS, A. L. F.; SILVA, J. A. Desmatamento na Amazônia Legal : Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 1, p. 98–108, 2011.

MAPBIOMAS. **MAPBIOMAS** - Coleção 2018 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil. Disponível em: <<https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 11 set. 2020.

MARTINHO, H. M. **Fundo Amazônia - Nascentes do Buriti**. Mombak Ltda. Disponível em: <https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2013/11/Fundo_Amazonia_Evolucao_Recente_e_Perspectivas_Final.pdf#page=138>. , 2013. Acesso em: 11 set. 2020.

METZGER, J. P.; BUSTAMANTE, M. M. C.; FERREIRA, J.; FERNANDES, G. W.; LIBRÁN-EMBED, F.; PILLAR, V. D.; PRIST, P. R.; RODRIGUES, R. R.; VIEIRA, I. C. G.; OVERBECK, G. E.; Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 17, p. 104–116, 2019.

NUNES, S.; GATTI, G.; DIEDERICHSEN, A.; SILVA, D.; PINTO, A. Oportunidades para Restauração Florestal no Estado do Pará. 1. ed. IMAZON, 2017.

OLIVEIRA, A. L. A.; SILGUEIRO, V. F.; BUTTURI, W. Análise Temporal da Implementação do Cadastro Ambiental Rural nos Assentamentos Rurais do Estado de Mato Grosso. **Retratos de Assentamentos**, v. 21, n. 2, 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, L.; NUNES, S.; SOUZA JUNIOR, C.; KIRCHHOFF F.; SIQUEIRA, J. V. Análise comparativa do mapeamento de vegetação secundária dos projetos TerraClass e MapBiomias. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 1788–1791, 2019.

PÁDUA, J. A.; NOBRE, A. D.; BIELSCHOWSKY, R.; RIBEIRO, M. A.; VEIGA, J. E. da; ALMEIDA, J. R. N. de; DALLARI, P. **Desenvolvimento, Justiça e Meio Ambiente**. Peirópolis, 2009. Disponível em: <<https://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=rXKCCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=bielschowski+2012&ots=a0eaqYEokH&sig=EC8SXE43FJrSjKWWnJVSG2xcUMs>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

PASSOS, J. S.; JÚNIOR UGEDA, J. C. Contextualização do Cadastro Ambiental Rural e a Regularização Ambiental de Imóveis Rurais em Mato Grosso. **Geografia: Política e Democarcia 2**. 2. ed. Editora Atena, 2019. p. 120–133.

RAISG. Desmatamento na Amazônia (1970-2013). **Câmara Brasileira do Livro**. Disponível em: <www.raisg.socioambiental.org>. , 2015. Acesso em: 06 out. 2020.

SANTOS, R. C. **Conectividade da paisagem e o déficit florestal em matriz de pecuária e agricultura na Amazônia Legal**. 78 f. Dissertação (Mestrado

em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos). Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), 2019.

SASSAKI, A. H. **Projeto Olhos D'Água da Amazônia**. 2013. Disponível em: <<https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/Fundo-Amaz%C3%B4nia-Projeto-Olhos-D%C2%B4%C3%81gua-da-Amaz%C3%B4nia-III.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.

SELUCHINESK, R. D. R. **De heróis a vilões: imagem e auto-imagem dos colonos da Amazônia mato-grossense**. 263 f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental) . Universidade de Brasília - UnB, 2008.

SILGUEIRO, V. F.; THUAULT, A.; MICOL, L.; ABAD, R. M. M. **Mapeamento da ilegalidade na exploração madeireira**. Transparência Florestal Mato Grosso, v. 5, n. 4, p. 12, 2015. Disponível em: <http://www.midiaeamazonia.andi.org.br/sites/default/files/ilegalidade_na_exploracao_madeira_icv.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2020.

3. CAPÍTULOS

3.1 MAPEAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL EM TRÊS MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE

Resumo: No Brasil existem poucas fontes de informações sobre a vegetação secundária, que consiste na vegetação oriunda de áreas que foram desmatadas em anos anteriores e posteriormente por abandono de uso se regeneraram e/ou foram recompostas por ação humana. Em Mato Grosso, muitas áreas de passivo ambiental foram recompostas nos últimos anos. O objetivo do presente trabalho foi mapear a recomposição florestal no período de 2008 a 2019 em três municípios no norte de Mato Grosso. A área de estudo compreende os municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta que juntos somam uma área total de 1.616.537 ha. O mapeamento foi realizado através de interpretação visual de imagens orbitais. Foram utilizadas cenas de cinco satélites sendo eles: SPOT 5 sensor HRG, LandSat 5 sensor ETM+, ResourceSat-1 sensor LISS 3, LandSat 8 sensor OLI e Sentinel 2 sensor MSI. A escala de vetorização foi de 1:25.000. A validação do mapeamento foi realizada *in loco* por meio de amostragem sistemática a partir de 567 polígonos que se localizavam em um raio máximo de 50 metros do eixo da malha rodoviária dos municípios. Para aferir a acurácia do mapeamento foram utilizados os índices de Exatidão Global, Kappa Condicional e Tau. Foi calculado o desmatamento líquido subtraindo a área de recomposição florestal pela área de desmatamento PRODES/INPE. O quantitativo de recomposição florestal para o período e para área de estudo foi de 14.605,1 ha distribuídos em 7.302 polígonos. Os índices de acurácia (Exatidão Global, Kappa Condicional e Tau) apresentaram valores de 95,5%, 91,1% e 90,9% respectivamente, com desempenho classificado como excelente. A altura média da vegetação florestal nas áreas amostrais foi de 7,11 m. Alta Floresta apresentou o maior número de polígonos, 4.449, e a maior área, 9.975,4 ha de recomposição florestal. Carlinda apresentou o melhor saldo de desmatamento líquido -103,7 ha. Paranaíta teve o menor desempenho tanto no quantitativo de recomposição florestal quanto no saldo de desmatamento líquido. O mapeamento se mostrou eficaz em localizar e quantificar a recomposição florestal no período e na área de estudo.

Palavras-chave: Vegetação Secundária, Mapeamento de Floresta, Ganho de Floresta, Desmatamento Líquido.

Abstract: In Brazil, there are few sources of information on secondary vegetation, which consists of vegetation originating from areas that were deforested in previous years and later abandoned by use if they regenerated and / or were recomposed by human action. In Mato Grosso, many areas of environmental liabilities have been recomposed in recent years. The objective of the present work was to map the forest restoration in the period from 2008 to 2019 in three municipalities in the north of Mato Grosso. The study area comprises the municipalities of Alta Floresta, Carlinda and Paranaíta which together add up to a total area of 1,616,537 ha. The mapping was performed through visual interpretation of orbital images. Scenes from five satellites were used, namely: SPOT 5 HRG sensor, LandSat 5 ETM + sensor, ResourceSat-1 LISS 3 sensor, LandSat 8 OLI sensor and Sentinel 2 MSI sensor. The vectorization scale was 1: 25,000. The validation of the mapping was carried out in loco by means of systematic sampling from 567 polygons that were located within a maximum radius of 50 meters from the axis of the municipal road network. To assess the accuracy of the mapping, the Global Accuracy, Conditional Kappa and Tau indexes were used. Net deforestation was calculated by subtracting the area of forest restoration from the PRODES / INPE deforestation area. The amount of forest restoration for the period and for the study area was 14,605.1 ha distributed in 7,302 polygons. The accuracy indices (Global Accuracy, Conditional Kappa and Tau) presented values of 95.5%, 91.1% and 90.9% respectively, with performance classified as excellent. The average height of forest vegetation in the sample areas was 7.11 m. Alta Floresta had the highest number of polygons, 4,449, and the largest area, 9,975.4 ha of forest restoration. Carlinda had the best net deforestation balance - 103.7 ha. Paranaíta had the lowest performance both in terms of forest restoration and net deforestation. The mapping proved to be effective in locating and quantifying forest restoration in the period and in the study area.

Key-words: Secondary Vegetation, Forest Mapping, Forest Gain, Net Deforestation.

Introdução

No Brasil existem poucas fontes de informações sobre a vegetação secundária (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2019). Por outro lado, o Sistema de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal – PRODES realiza o mapeamento sistemático e periódico da perda de floresta primária por corte raso na Amazônia desde 1988 (ALMEIDA et al., 2009). Porém, esta plataforma não leva em consideração a recomposição florestal ou vegetação secundária (ASSUNÇÃO; GANDOUR, 2017), que consiste na vegetação oriunda de áreas que foram desmatadas em anos anteriores e posteriormente por abandono de uso se regeneraram e/ou foram recompostas por ação humana (MATO GROSSO, 2018).

O TerraClass e o MapBiomas são umas das poucas fontes de informação sobre a recomposição florestal no Brasil (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2019), porém as mesmas apresentam limitações. O TerraClass abrange toda extensão do bioma Amazônia, mas tem sua série temporal descontinuada com dados somente para o período de 2004 a 2014. O MapBiomas, por sua vez, mede a vegetação secundária para todo o território nacional no período de 1986 a 2019 (MAPBIOMAS, 2018), mas por ser um dado que cobre uma enorme extensão territorial, sua escala de mapeamento é limitada, sendo difícil de ser aplicada em imóveis rurais de menor extensão.

Buscando mitigar os danos causados pela exploração desordenada dos recursos naturais, evitar futuros desastres, e incentivar a manutenção e restauração das florestas, a partir da segunda década dos anos 2000, os governos federal e estadual criaram uma série de leis, projetos e programas dando destaque para o Cadastro Ambiental Rural (CAR), atualização da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12651/2012) e vários projetos de regularização ambiental financiados pelo Fundo Amazônia como por exemplo o projeto Olhos d'água da Amazônia executado em Alta Floresta e Nascentes do Buriti executado em Carlinda. (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009; PASSOS; JÚNIOR UGEDA, 2019; BRANCALION et al., 2016; BRASIL, 2012; METZGER et al., 2019; OLIVEIRA; SILGUEIRO; BUTTURI, 2018; LEMOS; SILVA, 2011; SASSAKI, 2013; MARTINHO, 2013).

Após quase uma década do início dos esforços pela conservação da Amazônia, muitas áreas de passivos ambientais foram recompostas no Estado de Mato Grosso, porém pouca informação existe sobre a localização e a quantificação destas áreas. O mapeamento das mesmas é fundamental para se avaliar o sucesso das ações de recomposição florestal, a avaliação da eficiência de implementação das leis ambientais e a consolidação de um banco de dados para planejamento de ações futuras ligadas ao tema, além de se ter informações seguras sobre o ganho de vegetação.

O uso de ferramentas de geotecnologias como séries temporais de imagens orbitais, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) entre outros produtos, permitem a realização de mapeamentos temáticos de feições de interesse que compõe a cobertura do solo (ROSA, 2005). A disponibilização de dados de acesso livre como as imagens orbitais, por exemplo, amplia a capacidade de mapeamento em larga escala e permite a realização de trabalhos nas mais diversas áreas do conhecimento.

Para validação de um mapeamento algumas regras são levadas em consideração como medidas de precisão e acurácia atestando assim a qualidade do mapeamento. A avaliação da acurácia pode ser obtida por meio de coeficientes de concordância expressos como concordância total ou por classes (FIGUEIREDO; VIEIRA, 2007). Ferreira; Dantas e Moraes (2007) afirmam que a escolha dos produtos utilizados como base para o mapeamento (sensor, resolução, faixa espectral) e a técnica de interpretação influenciam diretamente nas características do produto final.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi mapear a recomposição florestal no período de 2008 a 2019 em três municípios da Amazonia Legal, no norte do estado de Mato Grosso.

Material e Métodos

Área de estudo

A área deste estudo abrange 1.616.537 ha, compreendendo três municípios localizados no extremo norte do Estado de Mato Grosso, sendo: Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta (Tabela 1). Abriga uma população de 70.838 habitantes, com densidade demográfica média de 4,1 hab./km² e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) médio de 0,684. Este IDH é abaixo da média do Estado que é de 0,725 (IBGE, 2010) e do Brasil que é 0,759 (PNUD, 2020).

Os três municípios pertencem a microrregião de Alta Floresta (Figura 1) (FARIA, 2015). O clima da região é do tipo *Am* segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) com temperaturas médias entre 24 e 26°C, baixa amplitude térmica anual com apenas 3°C. As chuvas são abundantes, com mais de 2.500 mm/ano e no inverno a região pode receber frentes frias (BERNASCONI et al., 2009). Apresenta estação seca bem definida e umidade relativa do ar média de 80% (BANHEZA et al., 2012; FERREIRA, 2001).

Tabela 1. Perfil demográfico dos municípios que compõe a área de estudo.

| Município | Área Territorial Km ² | População 2010 | *População 2019 | Dens. Demográfica hab./km ² | IDH - 2010 |
|---------------|----------------------------------|----------------|-----------------|--|------------|
| Alta Floresta | 8.953,21 | 49.164 | 51.782 | 5,48 | 0,714 |
| Carlinda | 2.416,14 | 10.990 | 10.305 | 4,59 | 0,665 |
| Paranaíta | 4.796,01 | 10.684 | 11.225 | 2,23 | 0,672 |

Fonte: IBGE (2019) * População estimada em 2019

Os municípios são inseridos na região hidrográfica Amazônica, pertencendo a Bacia Hidrográfica do Tapajós e Sub-bacia do Rio Teles Pires (BERNASCONI et al., 2009). Território com presença de uma vasta rede de nascentes e cursos d'água, sendo o Teles Pires, seu principal rio.

A vegetação é constituída pelas Florestas Ombrófilas Aberta e Densa, Florestas Estacionais e Formações Secundárias (BRASIL, 2007; CAIONI et al., 2014). Apresenta uma fisionomia bem típica, caracterizada pelo envolvimento das árvores por lianas lenhosas e solo adaptado por um emaranhado de lianas herbáceas localizadas na faixa de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado (NOBERTO-IRMÃO et al., 2013; SELUCHINESK, 2008). O relevo é formado pelo Planalto Apicás-Sucunduri e a Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional (CAIONI et al., 2014; ROSS, 2005), sendo considerada pertencente a Amazônia Legal (SELUCHINESK, 2008).

A estrutura fundiária dos três municípios é composta por oito assentamentos rurais, sendo quatro federais (PAC Carlinda, PDS São Paulo, PA Pinheiro Velho e PA São Pedro) e quatro estaduais (PE Jacaminho, PE Vila Rural Nossa Senhora Aparecida, PE Vila Rural Julio Firmino Domingues e PE Boa Esperança), uma unidade de conservação estadual (Parque Estadual Cristalino) e os imóveis de propriedade privada.

Suas principais atividades econômicas são a pecuária de corte, pecuária leiteira, agricultura, exploração madeireira e mineração.

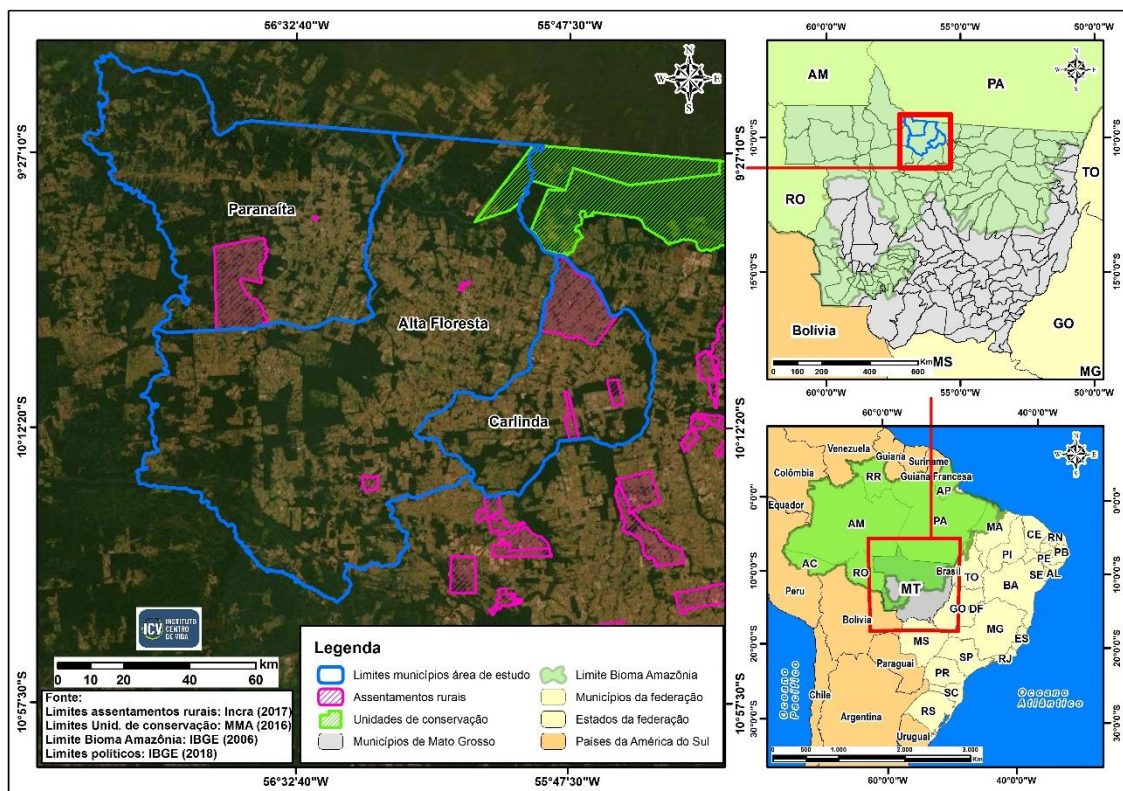


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: o autor.

Para realização deste trabalho foram utilizadas imagens orbitais de acesso livre, compostas em ambiente SIG e posterior vetorização das áreas de recomposição florestal pelo método de interpretação visual. A validação foi realizada com visitas em campo para verificar a presença ou ausência de vegetação florestal nas áreas mapeadas. Para aferir a acurácia do mapeamento foram utilizados os índices de Exatidão Global, Kappa Condicional e Tau. Foram adquiridos dados de desmatamento do programa PRODES/INPE e subtraído pela área de recomposição florestal para se obter o desmatamento líquido na área e no período analisado. A Figura 2 apresenta o fluxograma geral das atividades desenvolvidas.

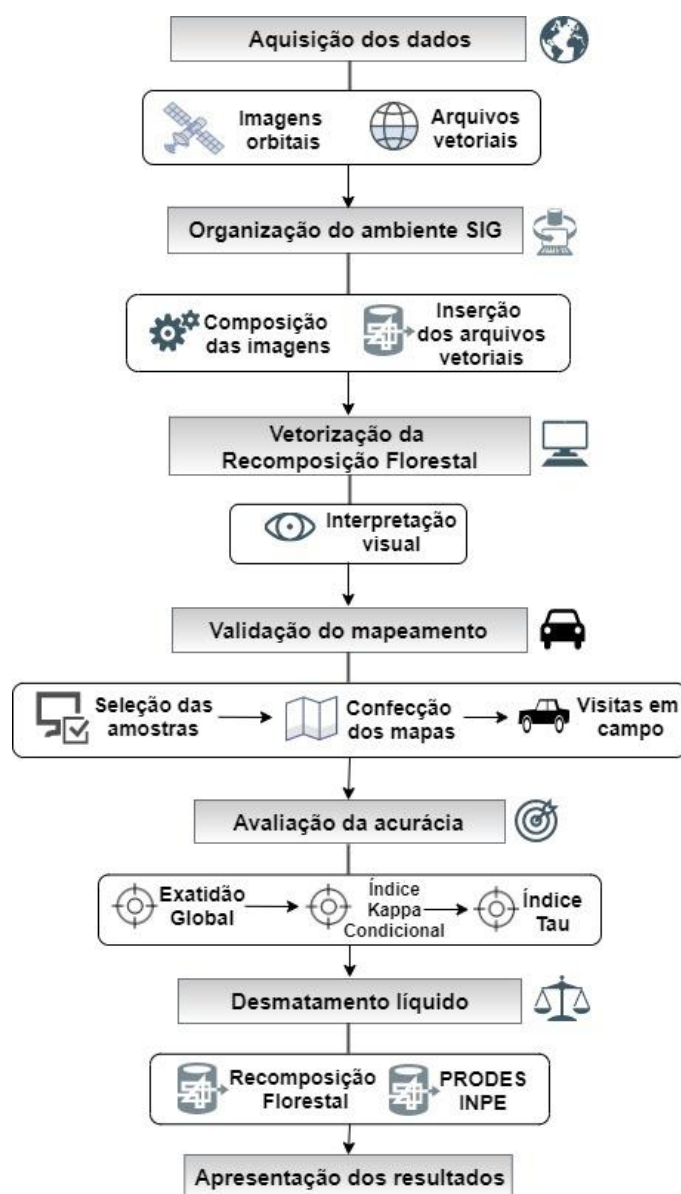


Figura 2. Fluxograma geral das etapas do trabalho de aquisição e análise das imagens orbitais. Fonte: o autor.

Coleção de imagens orbitais

Para cobrir toda área de estudo e todo período de tempo de avaliação, foram utilizadas cenas de cinco satélites sendo eles: SPOT 5 sensor HRG, LandSat 5 sensor ETM+, ResourceSat-1 sensor LISS 3, LandSat 8 sensor OLI e Sentinel 2 sensor MSI (Tabela 2). Buscou-se imagens de acesso livre e com melhor resolução espacial disponível.

As imagens foram adquiridas da base de dados da *United States Geological Survey* (USGS, 2020) e do catálogo de imagens da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020a) com exceção das imagens SPOT 5 que foram adquiridas pelo governo do Estado de Mato Grosso no ano de 2008 e disponibilizadas para Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA/MT) e alguns parceiros, como o Instituto Centro de Vida (ICV), para subsidiar os trabalhos com o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e demais atividades ligadas ao licenciamento ambiental.

Tabela 2. Descrição dos satélites e sensores utilizados para cobertura da área e período de estudo.

| Satélite | Sensor | Resolução Espacial | Nº de Bandas | Período de Cobertura |
|---------------|--------|--------------------|--------------|----------------------|
| SPOT 5 | HRG | 2,5 metros (fusão) | 3 bandas | 2008 |
| LandSat -5 | ETM+ | 30 metros | 7 bandas | 2008 - 2011 |
| ResourceSat-1 | LISS 3 | 23,5 metros | 4 bandas | 2012 |
| LandSat-8 | OLI | 15 metros (fusão) | 11 bandas | 2013 - 2020 |
| Sentinel-2 | MSI | 10 metros | 4 Bandas | 2016 - 2020 |

Fonte: INPE (2020b); ESA (2020a).

Para a escolha das datas dos imageamentos (Tabela 3), buscou-se selecionar cenas com a mínima incidência de nuvens para não prejudicar o processo de interpretação visual. Desta forma, as imagens foram adquiridas, em sua grande maioria, entre os meses de junho a agosto de cada ano, período este que corresponde a estação seca da região (CAIONE et al., 2011).

Tabela 3. Descrição das órbitas/ponto, datas de imageamento e dia juliano de cada satélite/sensor utilizado.

| Ano | Satélite | Sensor | Órbita/Ponto | Data do imageamento | Dia juliano |
|------|--------------|--------|--------------|------------------------|----------------|
| 2008 | LandSat-5 | ETM+ | 227/067 | 26/08/2008 | 239 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/067 | 17/08/2008 | 230 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/066 | 17/08/2008 | 230 |
| 2009 | LandSat-5 | ETM+ | 227/067 | 28/07/2009 | 209 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/067 | 03/07/2009 | 184 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/066 | 03/07/2009 | 184 |
| 2010 | LandSat-5 | ETM+ | 227/067 | 31/07/2010 | 212 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/067 | 03/05/2010 | 123 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/066 | 03/05/2010 | 123 |
| 2011 | LandSat-5 | ETM+ | 227/067 | 03/08/2011 | 215 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/067 | 25/07/2011 | 206 |
| | LandSat-5 | ETM+ | 228/066 | 25/07/2011 | 206 |
| 2012 | ResouceSat-1 | LISS 3 | 318/083 | 27/07/2012 | 209 |
| | ResouceSat-1 | LISS 3 | 318/084 | 27/07/2012 | 209 |
| | ResouceSat-1 | LISS 3 | 319/083 | 25/08/2012 | 238 |
| | ResouceSat-1 | LISS 3 | 319/084 | 25/08/2012 | 238 |
| | ResouceSat-1 | LISS 3 | 320/083 | 06/08/2012 | 219 |
| | ResouceSat-1 | LISS 3 | 320/084 | 06/08/2012 | 219 |
| 2013 | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 08/08/2013 | 220 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 14/07/2013 | 195 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 14/07/2013 | 195 |
| 2014 | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 11/08/2014 | 223 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 18/08/2014 | 230 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 18/08/2014 | 230 |
| 2015 | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 30/08/2015 | 242 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 05/08/2015 | 217 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 05/08/2015 | 217 |
| | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 15/07/2016 | 197 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 23/08/2016 | 236 |

| | | | | | |
|------|------------|-----|---------|------------|-----|
| 2016 | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 23/08/2016 | 236 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVK | 03/08/2016 | 216 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWK | 23/08/2016 | 236 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXK | 10/08/2016 | 223 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVJ | 23/08/2016 | 236 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWJ | 23/08/2016 | 236 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXJ | 31/07/2016 | 213 |
| 2017 | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 19/08/2017 | 231 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 26/08/2017 | 238 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 26/08/2017 | 238 |
| | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 22/08/2018 | 234 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVK | 08/08/2017 | 220 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWK | 08/08/2017 | 220 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXK | 04/09/2017 | 247 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVJ | 08/08/2017 | 220 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWJ | 04/09/2017 | 247 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXJ | 15/08/2017 | 227 |
| 2018 | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 12/07/2018 | 193 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 26/06/2018 | 177 |
| | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 09/08/2019 | 221 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVK | 23/08/2018 | 235 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWK | 23/08/2018 | 235 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXK | 26/07/2018 | 207 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVJ | 29/07/2018 | 210 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWJ | 03/08/2018 | 215 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXJ | 10/08/2018 | 222 |
| 2019 | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 15/07/2019 | 196 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 15/07/2019 | 196 |
| | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 15/07/2019 | 196 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVK | 28/08/2019 | 240 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWK | 28/08/2019 | 240 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXK | 16/07/2019 | 197 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVJ | 28/08/2019 | 240 |

| | | | | | |
|------|------------|-----|---------|------------|-----|
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWJ | 05/08/2019 | 217 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXJ | 30/08/2019 | 242 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/067 | 03/09/2020 | 247 |
| | LandSat-8 | OLI | 228/066 | 03/09/2020 | 247 |
| | LandSat-8 | OLI | 227/067 | 28/09/2020 | 272 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVK | 13/07/2020 | 195 |
| 2020 | Sentinel-2 | MSI | 21LWK | 09/08/2020 | 222 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXK | 19/08/2020 | 232 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LVJ | 13/07/2020 | 195 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LWJ | 13/07/2020 | 195 |
| | Sentinel-2 | MSI | 21LXJ | 09/08/2020 | 222 |

Fonte: o autor

Pelo fato das cenas do satélite SPOT 5 possuir mais de uma data, as mesmas não foram inseridas na Tabela 3. Desta forma, foram utilizadas 13 cenas do satélite SPOT 5, 18 cenas do LandSat-5, 6 cenas do ResourceSat-1, 21 cenas do LandSat-8 e 30 cenas do Sentinel-2, totalizando 88 cenas.

Composição e tratamento das cenas

As cenas foram compostas no software ArcGIS versão 10.7 através da ferramenta *composite bands*. Para cada satélite/sensor foi adotada uma composição que melhor destacasse as áreas de floresta (Tabela 4). Assim, utilizou-se bandas do espectro visível e infravermelho próximo para melhor representar tal feição (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

As cenas do satélite SPOT 5 se diferenciam das demais pelo fato desta se constituir de um mosaico, podendo assim ter mais de uma data dentro da mesma cena. Esta foi uma exigência do governo do Estado de Mato Grosso na aquisição de tais imagens. Para cobrir os locais onde havia cobertura de nuvens no ano de 2008, a empresa contratada removeu-os e preencheu com partes de cenas de anos anteriores, desta forma, algumas cenas ficaram com datas de 2008 e 2007.

Tabela 4. Descrição das composições RGB, tamanho das cenas, bandas espectrais utilizadas e seus respectivos comprimentos de onda.

| Satélite | Tamanho da cena (km) | Composição RGB – bandas e intervalos de comprimentos de onda (μm) |
|---------------|----------------------|--|
| SPOT 5 | 60 x 60 | R 1 Verde (0,50 – 0,59 μm) G 2 Vermelho (0,61 – 0,68 μm) B 3 Infravermelho Próximo (0,78 – 0,89 μm) PA-1 fusão (pancromática 0,51 – 0,73 μm) |
| LandSat -5 | 185 x 185 | R 5 Infravermelho médio (1,55 – 1,75 μm) G 4 Infravermelho próximo (0,76 – 0,90 μm) B 3 Vermelho (0,63 – 0,69 μm) |
| ResourceSat-2 | 141 x 141 | R 3 Vermelho (0,62 – 0,68 μm) G 4 Infravermelho próximo (0,77 – 0,86 μm) B 5 Infravermelho médio (1,55 – 1,70 μm) |
| LandSat-8 | 185 x 185 | R 6 Infravermelho médio (1,57 – 1,65 μm) G 5 Infravermelho próximo (0,85 – 0,88 μm) B 4 Vermelho (0,64 – 0,67 μm) Banda 8 fusão (pancromática 0,50 – 0,68 μm) |
| Sentinel-2 | 290 x 290 | R 4 Vermelho (0,65 – 0,68 μm) G 8 Infravermelho próximo (0,78 – 0,90 μm) B3 Verde (0,54 – 0,57 μm) R 4 Vermelho (0,65 – 0,68 μm) G 3 Verde (0,54 – 0,57 μm) B 2 Azul (0,45 – 0,52 μm) |

Fonte: ESA (2020b); PACE et. al., (2008); INPE (2020c); BROCHADO e MACARRINGUE (2014); ESA (2020c).

As imagens LandSat 5, LandSat 8 e Sentinel 2 foram obtidas pela USGS a qual realiza processamentos padrão para disponibilização das cenas, fato que dispensa o trabalho de correção geométrica para os usuários (ALVARENGA; MORAES, 2014). As imagens SPOT 5 também dispensam o trabalho de correção por apresentarem ótima qualidade geométrica como afirma Bacheга (2017).

Já as imagens ResourceSat 1, adquiridas pela DGI/INPE, precisaram passar pelo processo de georreferenciamento, que foram realizados no software ArcGIS versão 10.7, tendo como referência para correção as imagens SPOT 5 por apresentarem padrão de correção

geométrica “classe A” para a escala 1:25.000 (BACHEGA, 2017), portanto, compatível com as especificações deste estudo.

Padrão de interpretação

A Sema/MT (2017), através da Nota Técnica nº 01/2017, define área em recuperação como sendo aquela alterada para uso agrosilvopastoril que se encontra em processo de recomposição e/ou regeneração da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APPs), Uso Restrito e Reserva Legal (RL) com base no Decreto Estadual nº 1031/2017.

Neste trabalho, foi adotado o termo recomposição florestal para se referir as áreas que tiveram sua cobertura florestal suprimida para uso alternativo do solo até o ano de 2008 e que posteriormente, por abandono da área ou por ação direta do homem, se regeneraram ou se encontram em fase de regeneração até o ano de 2019. Neste mapeamento não foi possível separar quais polígonos tiveram sua vegetação nativa recomposta por regeneração natural ou artificial, ou seja, pela ação direta do homem através do plantio de mudas ou semeadura de sementes de espécies florestais nativas.

De posse da coleção de imagens descrita anteriormente, foram delimitadas as áreas de recomposição florestal em arquivo vetorial do tipo *shapefile* por meio de interpretação visual utilizando como base a escala de 1:25.000. Utilizou-se como *datum*, o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) com projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 21 sul. Como referência para os limites dos municípios, foi utilizada a base cartográfica digital em formato *shapefile* do IBGE versão 2018.

Para delimitação das áreas de recomposição florestal foi adotado um padrão de interpretação visual com base na composição das cenas disponíveis, levando em consideração cinco características do comportamento espectral desta feição (Tabela 5) adaptado do programa TerraClass INPE (ALMEIDA et al., 2009).

Tabela 5. Características padrão para interpretação das áreas de recomposição florestal.

| Classe | Cor | Tonalidade | Textura | Forma | Contexto |
|----------------------|-------|---------------|-----------------|----------------------|---|
| Vegetação secundária | Verde | Médio ou alto | Suave ou rugosa | Regular ou irregular | Áreas que tiveram sua cobertura florestal suprimida e que se encontram em fase de recomposição à partir de 2008 com presença de árvores e arbustos com altura maior ou igual a 3 metros e área de copa maior ou igual a 100m ² . |

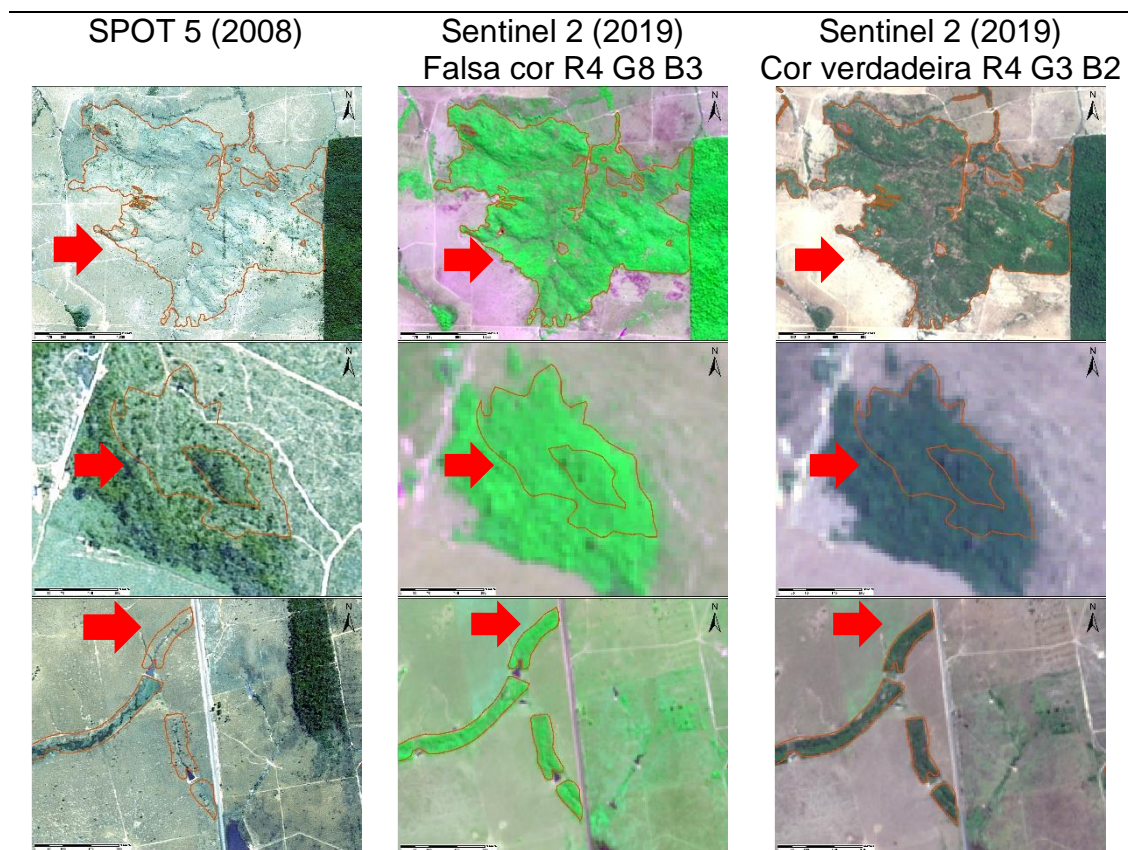
Fonte: Adaptado de ALMEIDA et al. (2009).

O método para interpretação da classe recomposição florestal consistiu em visualizar as imagens em ambiente SIG *software* ArcGIS versão 10.7 na data inicial, ano 2008 imagens SPOT 5 e LandSat 5 e, posteriormente, visualizar as imagens do ano de 2019, Sentinel 2 e LandSat 8 fusionada (Tabela 6). Havendo mudança na cobertura do solo e tais mudanças correspondessem aos padrões pré-estabelecidos na Tabela 5, a área era delimitada.

Para auxiliar no processo de interpretação visual, foi criado um grid com malha de 5 x 5 km e gerado um código sequencial para cada quadrante. Este grid auxiliou no processo de vetorização evitando que o analista se perdesse e mantivesse o foco durante o trabalho, além de contribuir para a localização rápida do local onde a vetorização foi finalizada e seria recomeçada no dia posterior. O grid também serviu para localização ágil de polígonos duvidosos.

As séries temporais de imagens orbitais serviram de auxílio na interpretação dos polígonos de recomposição florestal, de forma a evitar interpretações equivocadas e gerar erros de subestimativas e/ou superestimativas de áreas.

Tabela 6. Padrão de interpretação das áreas de recomposição florestal no período estudado.



Fonte: o autor

Validação do mapeamento

Para validação do mapeamento, foram realizadas visitas em campo nas amostras previamente mapeadas como recomposição florestal natural e artificial até o ano de 2019. Almeida (2009) destaca que, com a verificação “*in loco*” das informações, é possível estimar a exatidão do mapeamento.

A seleção das áreas amostrais buscou cobrir a maior abrangência espacial possível para aferir exatidão no mapeamento (ALMEIDA, 2009). A

escolha das amostras obedeceu ao método de amostragem sistemática, onde foram selecionados os polígonos de mapeamento que se localizavam há uma distância de no máximo 50 m do eixo das estradas. Este método foi escolhido a fim de otimizar o acesso ao maior número de amostras possíveis.

A seleção das amostras foi realizada no ambiente SIG através do *software* ArcGIS versão 10.7 por meio da ferramenta *Select by Location*. Desta forma cada polígono selecionado recebeu um código com um prefixo “RF” seguido de um número sequencial. Para cada polígono selecionado foi gerado um ponto de modo que o mesmo pudesse estar o mais próximo possível da margem da estrada. Deste ponto, foi extraído um par de coordenadas geográficas e inserido no GPS de navegação para auxiliar na localização destes polígonos em campo (OLIVEIRA et al., 2013). Foram utilizados também mapas físicos e digitais como apoio.

Para avaliação e controle das áreas amostrais, foi elaborada uma ficha de campo com as seguintes colunas: nº da RF; nº do ponto GPS; data da coleta; horário; altura estimada da vegetação e o tipo de cobertura do solo presente na área amostral.

Ao visitar cada área amostral foram coletadas fotografias buscando representar o perfil da floresta, além de uma coordenada geográfica com GPS de navegação do local onde as fotografias foram capturadas (Figura 3). Para determinação da altura da floresta, utilizou-se como referência, os cabos da rede elétrica, presente na maioria dos casos e que possuem uma altura padrão de 7 m conforme estabelecido na norma técnica NBR nº 15688 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

A cobertura do solo foi classificada como “floresta”, quando confirmada a presença de cobertura florestal com espécies florestais nativas, e “não floresta” quando não confirmada. Nos casos onde não houve confirmação, descreveu-se o tipo de cobertura do solo encontrado, exemplo: solo exposto, pastagem, agricultura entre outros.

As áreas identificadas na validação como pastagem e agricultura atribui-se o valor de 1 metro de altura e para as áreas identificadas como solo exposto atribuiu-se o valor de 0 metro de altura.

Após a validação do mapeamento em campo foi feito o *download* das imagens orbitais do ano de 2020 para verificar se nas áreas onde foram identificados usos agropecuários (agricultura e pastagem) e solo exposto houve supressão da vegetação florestal entre o período do fim do mapeamento (2019) e o período da validação em campo (2020).

Foi realizada análise de variância (ANOVA) para avaliar a ocorrência de diferença estatística significativa entre as áreas dos polígonos mapeados em cada município. Aplicou-se também o teste de comparação de médias de Scott Knott a 95% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

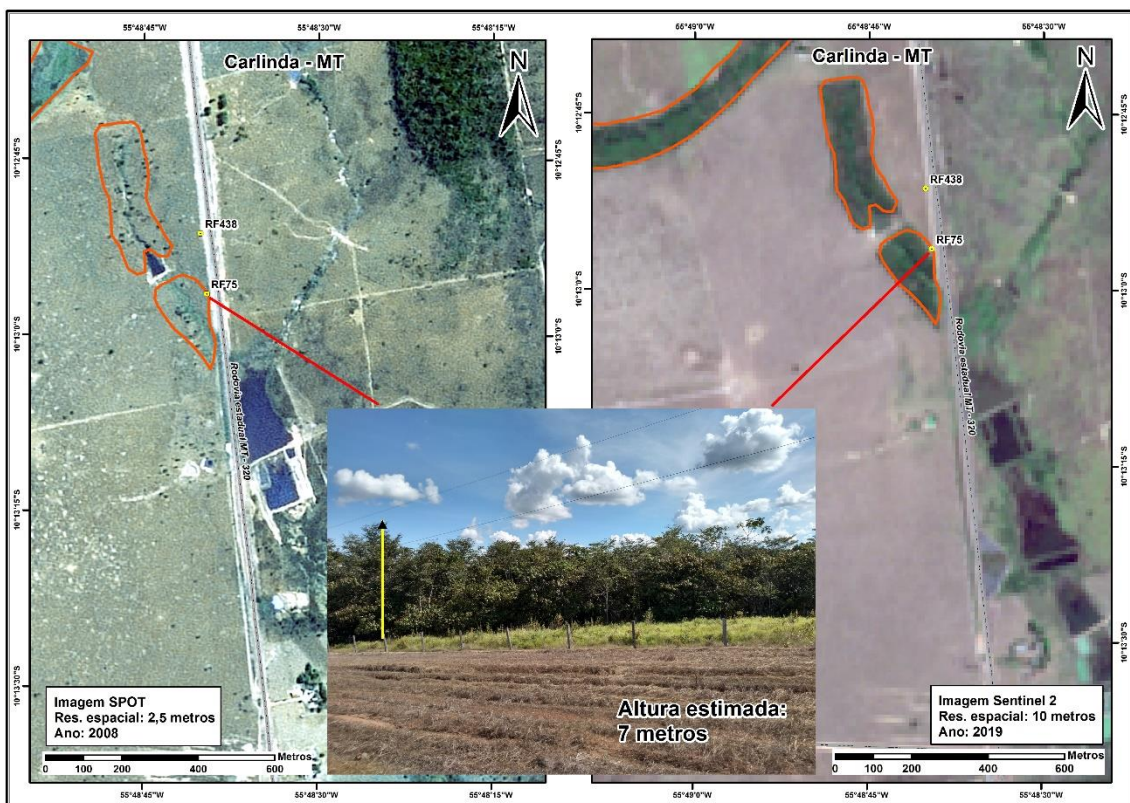


Figura 3. Validação das áreas de recomposição florestal. Fonte: o autor

Ao todo foram selecionadas 567 áreas (Figura 4) que foram amostradas para validação deste mapeamento. Todo o trabalho de campo foi realizado entre os meses de maio e junho do ano de 2020.

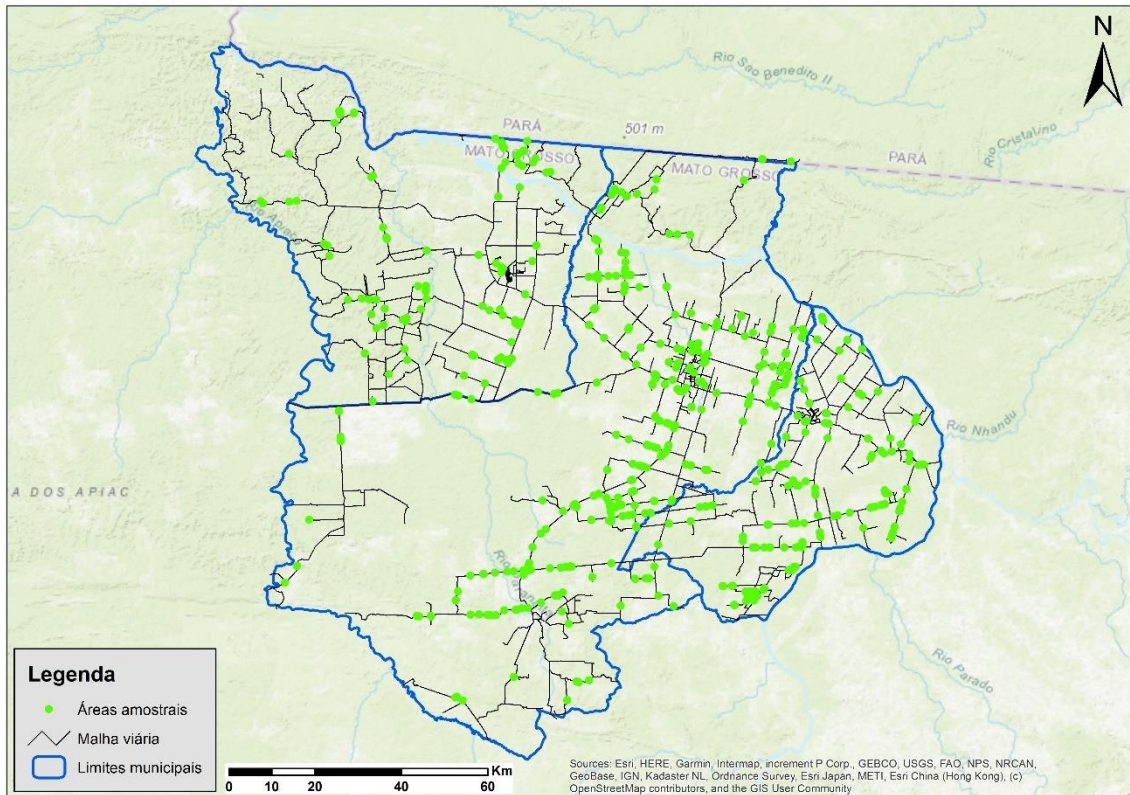


Figura 4. Distribuição das áreas selecionadas para validação do mapeamento no Estado de Mato Grosso, Brasil. Fonte: o autor

Para avaliar a acurácia do mapeamento, foram utilizados três índices sendo eles: Exatidão Global (P_0), Índice Kappa Condicional (K_i) e Índice Tau (T). A Exatidão Global (P_0) (Equação 1), consiste em dividir a soma das amostras classificadas corretamente pelo número total de amostras (PASSO, 2013).

$$P_0 = \frac{\sum_{i=1}^M n_{ii}}{N} \quad \text{Equação 1}$$

P_0 = Exatidão global;

M = número de categorias;

n_{ii} = elementos da diagonal principal;

N = número total de amostras.

O Índice Kappa Condicional (K_i) proposto por Rosenfield e Fitzpatrick (1986) é uma medida de precisão para uma classe individual que representa a concordância entre os dados da vetorização e as amostras de referência (dados de campo). Sendo calculado pela Equação 2 (VASCONCELOS, 2019).

$$K_i = \frac{\sum_{i=1}^M n_i + n_{+i}}{N^2} \quad \text{Equação 2}$$

K_i = Kappa Condicional;

N = número total de amostras;

n_{i+} = total de elementos classificados para uma categoria i ;

n_{+i} = total de elementos de referência amostrados para uma categoria i ;

M = número de classes.

O resultado do Índice Kappa é comparado aos índices de desempenho (Tabela 7) propostos por Landis e Koch (1977) adaptado por (PASSO, 2013).

Tabela 7. Qualidade da classificação associada ao índice Kappa.

| Índice <i>Kappa</i> | Desempenho |
|---------------------|------------|
| < 0 | Péssimo |
| 0 < k ≤ 0,2 | Ruim |
| 0,2 < k ≤ 0,4 | Razoável |
| 0,4 < k ≤ 0,6 | Bom |
| 0,6 < k ≤ 0,8 | Muito Bom |
| 0,8 < k ≤ 1,0 | Excelente |

Fonte: Landis e Koch (1977) adaptado por Passo (2013).

O Índice Tau (T) proposto por Ma e Redmond (1995), é um ajuste de percentual de concordância pelo número de categorias. À medida que este número aumenta, Tau se aproxima da porcentagem de concordância. O valor de Tau é calculado pela Equação 3 (BRITES; SOARES; RIBEIRO, 1996; PASSO, 2013).

$$T = \frac{Po - Pr}{1 - Pr} \quad \text{Equação 3}$$

T = coeficiente de Tau

Po = exatidão global

Pr = $1/M$

M = número de classes

Comparação entre ganho e perda de floresta

Foram obtidos dados de desmatamento através do Sistema PRODES/INPE para todo o período e área de estudo e calculado os valores para cada município.

Na sequência, foram comparados os valores da área ocupada pela recomposição florestal e pela área desmatada, podendo assim obter os valores do Desmatamento Líquido (DL).

Em trabalho publicado por Moura et al. (2017) são apresentados vários conceitos sobre o desmatamento líquido, dentre eles se destaca o conceito proposto pela *World Wide Funded For Nature* (WWF) que consiste na diferença entre o quantitativo de área desmatada e o quantitativo de área de floresta recomposta com vegetação nativa sem levar em consideração as áreas de florestas comerciais.

Todo banco de dados que suporta os resultados deste estudo está disponível abertamente na plataforma do ArcGIS online podendo ser acessado pelo link: <https://arcg.is/0qKjCi>.

Resultados

Foram mapeados 7.302 polígonos de áreas de recomposição florestal, somando uma área total de 14.605,1 ha (Tabela 8). No município de Alta Floresta foram identificados o maior número de polígonos, 4.449 somando a maior área com 9.975,1 ha, correspondendo a 68,3% da área total mapeada. Seguida por Paranaíta com segundo maior número de polígonos, 1.566, porém a menor área entre os três municípios analisados 2.167,5 ha, correspondendo a 14,8% da área total mapeada. O município de Carlinda, por sua vez, apresentou o menor número de polígonos entre os três analisados, 1.287, mas o segundo com maior área sendo 2.462,4 ha, 16,9% do total.

Com relação à amplitude dos tamanhos dos polígonos, houve maior diferença com relação ao tamanho máximo e desvio padrão com maior

destaque para Alta Floresta. Os três municípios apresentaram área mínima variando entre 1.000 a 2.000 m².

Tabela 8. Distribuição das áreas de recomposição florestal nos três municípios analisados.

| Município | Nº de polígonos | Área total (ha) | Área média (ha) | Área mínima (ha) | Área máxima (ha) | Desvio Padrão (ha) |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|
| Alta Floresta | 4.449 | 9.975,1 | 2,2 | 0,01 | 435,4 | 10,4 |
| Carlinda | 1.287 | 2.462,4 | 1,9 | 0,02 | 106,3 | 5,4 |
| Paranaíta | 1.566 | 2.167,5 | 1,4 | 0,01 | 70,9 | 3,5 |
| TOTAL | 7.302 | 14.605,1 | 2,0 | | | 8,56 |

FONTE: o autor

A análise de variância apontou diferença significativa ao nível de 5% de significância entre as áreas de recomposição dos municípios. Aplicou-se o teste de comparação de médias de Scott Knott, a 95% de probabilidade, o qual identificou diferenças entre as médias das áreas dos polígonos nos municípios analisados (Tabela 9).

Tabela 9. Análise de variância (ANOVA) e teste de Scott Knott para as áreas de recomposição florestal nos três municípios analisados.

| FV | SQ | gl | MQ | F | Valor-P | F crítico |
|-------------------|-----------|------|----------|--------|---------|-----------|
| Entre grupos | 864,4891 | 2 | 432,2446 | 5,9069 | 0,0027 | 2,9969 |
| Dentro dos grupos | 534.108,6 | 7299 | 73,17558 | | | |
| Total | 534973,1 | 7301 | | | | |

Área (ha)
Média

| | | |
|---------------|--------|---|
| Alta Floresta | 2,2421 | a |
| Carlinda | 1,9133 | a |
| Paranaíta | 1,3841 | b |

FONTE: o autor

Pela Tabela 9 podemos identificar que não houve diferença significativa entre as médias nos municípios de Alta Floresta e Carlinda, porém houve diferença entre a média de Paranaíta comparada com Alta Floresta e Carlinda.

A maior parte dos polígonos, ou seja, 5.959 apresentaram área menor que 2,0 ha, correspondendo a 81,6% do total de polígonos mapeados. Somadas as áreas de recomposição florestal e comparadas a área total dos três municípios, o ganho de floresta no período analisado correspondeu apenas 0,9% da área total de estudo. A distribuição geográfica das áreas de recomposição florestal se mostrou bem distribuída ao longo da área de estudo (Figura 5), não havendo concentração em nenhuma região específica.

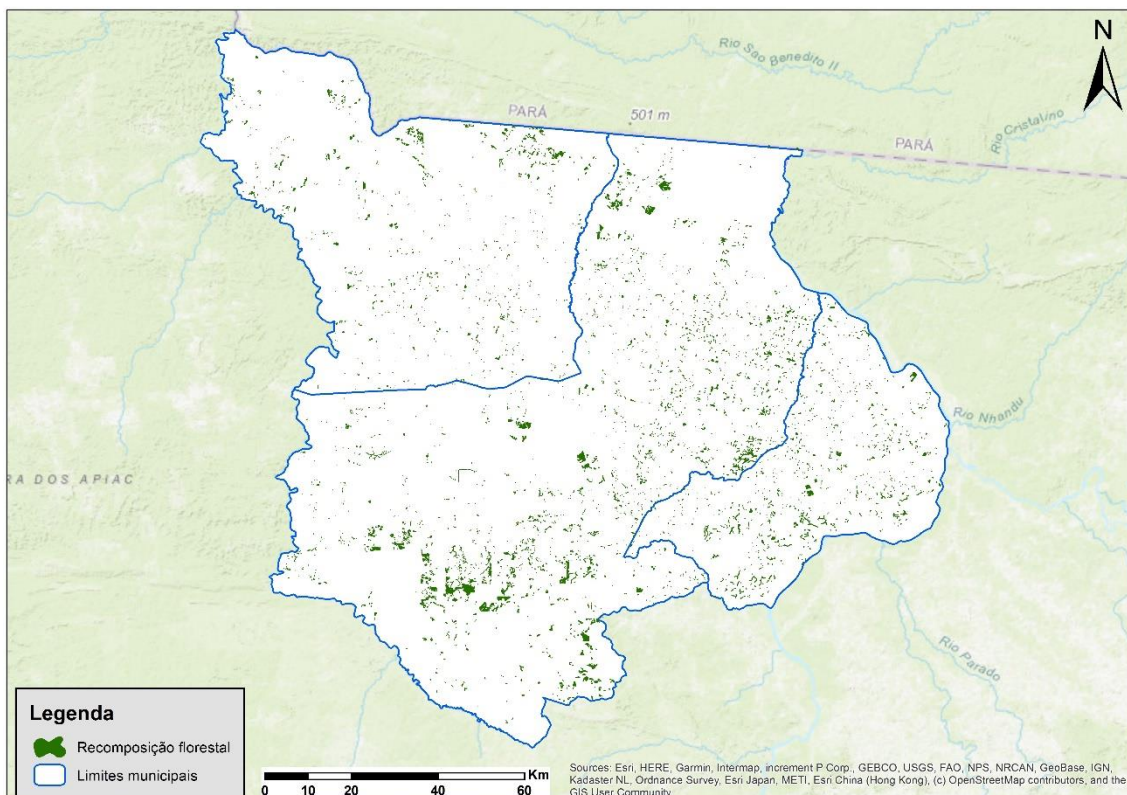


Figura 5. Distribuição das áreas de recomposição florestal ao longo da área de estudo. Fonte: o autor

Das 567 áreas selecionadas para validação foi possível amostrar 530, restando 37 não amostradas pelo fato de serem inacessíveis por via terrestre. Em 506 áreas foi confirmada a presença de recomposição florestal,

ou seja, cobertura do solo classificado como floresta, as outras 24 áreas restantes eram compostas respectivamente por: Sistema Agroflorestal (SAF) do tipo Silviagrícola 4 áreas, Sistema Agroflorestal do tipo Silvopastoril 2 áreas, Povoamentos Florestais Artificiais 3 áreas, Agricultura 2 áreas, Pastagem 9 áreas e Solo Exposto com 4 áreas.

As áreas de SAFs e os Povoamentos Florestais Artificiais, apesar de apresentarem o componente florestal em sua estrutura, não entraram no cômputo da recomposição florestal, por entender que as mesmas se destinam para fins comerciais e o foco deste trabalho foi contabilizar as áreas com fins de conservação.

Os valores dos coeficientes de concordância apresentados para os três índices analisados foram de 95,5% para Exatidão Global, 91,1% para Índice Kappa condicional e 90,9% para Índice Tau.

Os valores referentes a altura estimada da vegetação estão apresentados na Tabela 10. A classe de 5 a 9 metros comportou 76% do total de amostras.

Tabela 10. Classes de altura (m), número de polígonos por classe e porcentagem de polígonos por classe analisada.

| Classes de altura (m) das áreas amostrada | Número de polígonos | Porcentagem (%) |
|--|---------------------|-----------------|
| 0 a 4 | 52 | 9,8% |
| 5 – 9 | 403 | 76% |
| 10 – 14 | 68 | 12,8% |
| 15 - 20 | 7 | 1,3% |
| Total | 530 | 100% |

FONTE: o autor

Para análise da relação entre o ganho e a perda de floresta no período estudado, também conhecido como desmatamento líquido, obteve-se os dados de desmatamento através do Sistema de Monitoramento do Desflorestamento da Amazônia PRODES/INPE, para os três municípios (Tabela 11).

Tabela 11. Dados de desmatamento PRODES para a área e período do estudo.

| | Nº de Polígonos | Área Total (ha) | Área Média (ha) | Área Mínima (ha) | Área Máxima (ha) | Desvio Padrão (ha) |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|
| Alta Floresta | 515 | 10.228,1 | 19,9 | <0,01 | 373,5 | 29,9 |
| Carlinda | 137 | 2.565,5 | 18,7 | 0,88 | 272,7 | 30,2 |
| Paranaíta | 1.767 | 34.435,5 | 19,5 | <0,01 | 1.442,2 | 52,0 |
| TOTAL | 2.419 | 47.229,1 | 19,5 | | | 47,1 |

FONTE: PRODES/INPE (2020)

No gráfico da Figura 6, é apresentado o desmatamento líquido ocorrido na área de estudo, que resultou na subtração entre a área de recomposição florestal com a área de desmatamento ocorrido no período entre os anos de 2008 a 2019.

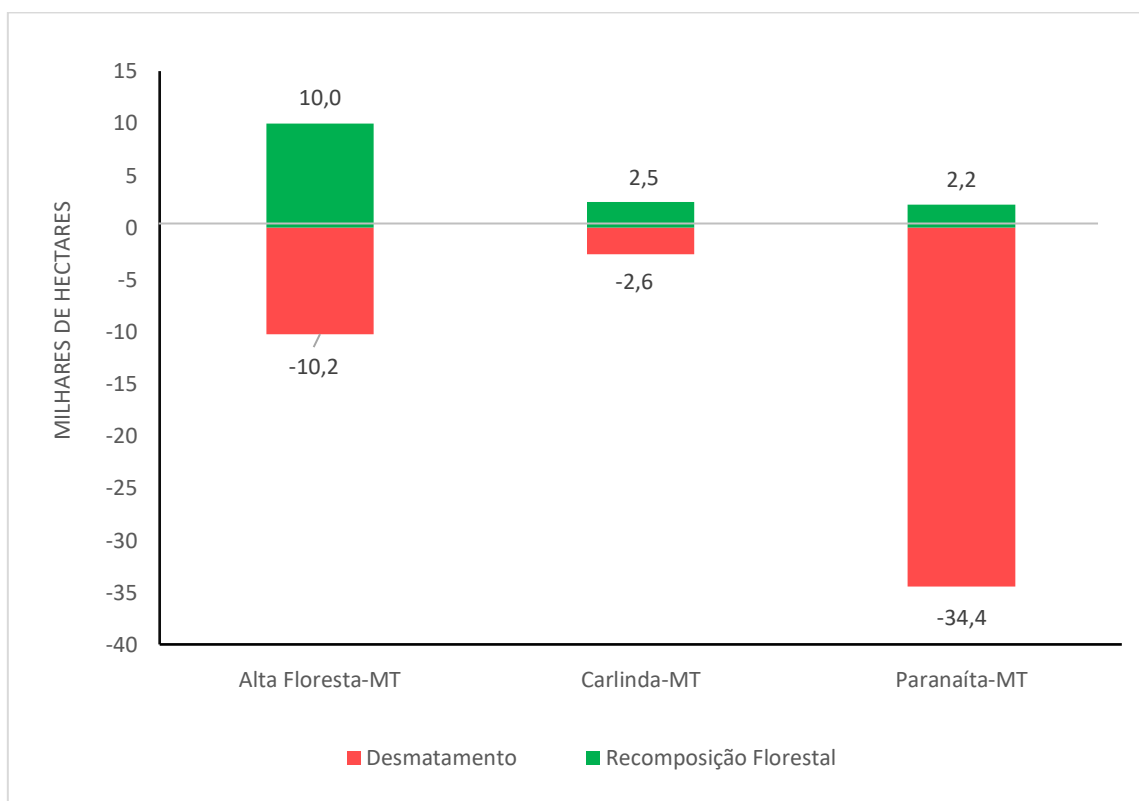


Figura 6. Desmatamento líquido verificado no período de 2008 a 2019 na área de estudo. Fonte: o autor

O desmatamento líquido apresentou saldo negativo nos três municípios analisados (Figura 6), porém com algumas particularidades. Em Alta Floresta e Carlinda os valores ficaram mais próximos de zero, sendo -252,92 ha em Alta Floresta e -103,07 ha em Carlinda. Já em Paranaíta, os valores foram discrepantes, com saldo de -32.268 ha. Em toda área e em todo período estudado, o saldo de desmatamento líquido foi de -32.623,99 ha.

Discussão

Os resultados deste estudo apontam que houve variação do ganho de floresta entre os municípios analisados. Em Alta Floresta o ganho médio foi de 227,60 m² para cada hectare de área aberta em 2008 (MAPBIOMAS, 2018), seguido de 155,07m²/ha em Carlinda e 110,40 m²/ha em Paranaíta. Assim, o ganho médio de floresta em Alta Floresta foi 47% maior em comparação com Carlinda e 106% maior em comparação com Paranaíta.

O fato de Alta Floresta ter apresentado melhor desempenho no ganho médio de floresta, comparado com os demais municípios, pode ser explicado pelo intenso trabalho desenvolvido pela secretaria municipal de meio ambiente conscientizando os produtores rurais sobre a necessidade de recuperar suas áreas degradadas, juntamente com o apoio financeiro fornecido pelo Fundo Amazônia e as exigências impostas pelas legislações estaduais e federais neste período (SECMA, 2014, 2016).

De forma semelhante, no município de Carlinda, apesar de apresentar resultados inferiores aos de Alta Floresta com relação ao ganho médio de floresta, apresentou o melhor saldo de desmatamento líquido. Assim como aconteceu em Alta Floresta, em Carlinda também houve um intenso trabalho de conscientização dos proprietários de imóveis rurais e apoio financeiro por parte do Fundo Amazônia (MARTINHO, 2013). Sasaki (2013) afirma que com recursos financeiros escassos e equipe técnica altamente reduzida nas secretarias municipais de meio ambiente destes municípios, as

ações de regularização ambiental não teriam sido possíveis sem os recursos do Fundo Amazônia.

O município de Paranaíta teve o menor desempenho entre os três analisados, tanto em ganho de floresta quanto em saldo de desmatamento líquido. Este fato pode ser explicado pela construção de duas usinas hidrelétricas, UHE Teles Pires e UHE São Manoel, em operação desde os anos de 2015 e 2018, respectivamente, que juntas suprimiram uma área de 22.263,77 ha para a construção de seus reservatórios (EPE, 2010; UHE SÃO MANUEL, 2020), o que corresponde a 64% de todo desmatamento ocorrido no município durante o período analisado. Além disso, o município não conseguiu acessar os recursos de apoio financeiro do Fundo Amazônia como ocorreu com os municípios de Alta Floresta e Carlinda.

O mapeamento das áreas de recomposição florestal por meio da interpretação visual em imagens de satélite de livre acesso se mostrou eficaz em quantificar e localizar o ganho de floresta no período e na área estudada. Rex et al. (2018) enfatizam a qualidade das imagens de livre acesso, principalmente dos satélites LandSat 8 e Sentinel 2, no mapeamento da cobertura de solo.

Os índices de avaliação de acurácia para este mapeamento apresentaram desempenho excelente de acordo com os parâmetros propostos por Landis e Koch (1977) e foram superiores em comparação aos valores encontrados por Ferreira, Dantas e Morais (2007) (Exatidão Global 91% e Índice Kappa 82%) quando avaliaram o mapeamento de fragmentos de floresta no município de Lavras, Minas Gerais utilizando imagens do satélite CBERS.

A maior parte dos polígonos de recomposição florestal mapeados, ou seja, 81,6% apresentaram área menor que 2,0 ha, evidenciando que tais áreas possuem pequena extensão territorial o que dificulta seu mapeamento com imagens orbitais de baixa resolução espacial. O tamanho mínimo dos polígonos mapeados foi de 0,01 ha (100 m²), o que corresponde com o tamanho do pixel da imagem Sentinel (10 x 10 m) utilizada como base para o mapeamento nos últimos anos do período de análise.

A maior parte das alturas estimadas da vegetação (76%) ficaram dentro do intervalo entre 5 e 9 m, o que indica ser uma vegetação jovem.

Nunes et al., (2020) apontam que a vegetação secundária com idade abaixo de 5 anos é mais susceptível a supressão por conta da dinâmica de uso do solo na região Amazônica.

Das 530 áreas amostradas, em 24 delas não se confirmou a presença de vegetação florestal para fins de conservação, sendo que em 15 delas foi verificado a presença de uso agropecuário (agricultura e pastagem) e solo exposto. Desta forma, pressupõem-se que em tais áreas houve supressão da vegetação.

Com base nas imagens adquiridas dos satélites Sentinel 2 e LandSat 8, identificou-se que em 10 áreas houve supressão da cobertura vegetal no período entre agosto de 2019 a agosto de 2020 (Figura 7). Nunes et al. (2020) mostram em seu trabalho de mapeamento da vegetação secundária para toda Amazônia brasileira entre os anos de 1986 a 2017, que 62% de toda vegetação secundária regenerada no período de estudo, foi novamente suprimida, o que comprova a grande dinâmica de uso das terras nesta região.

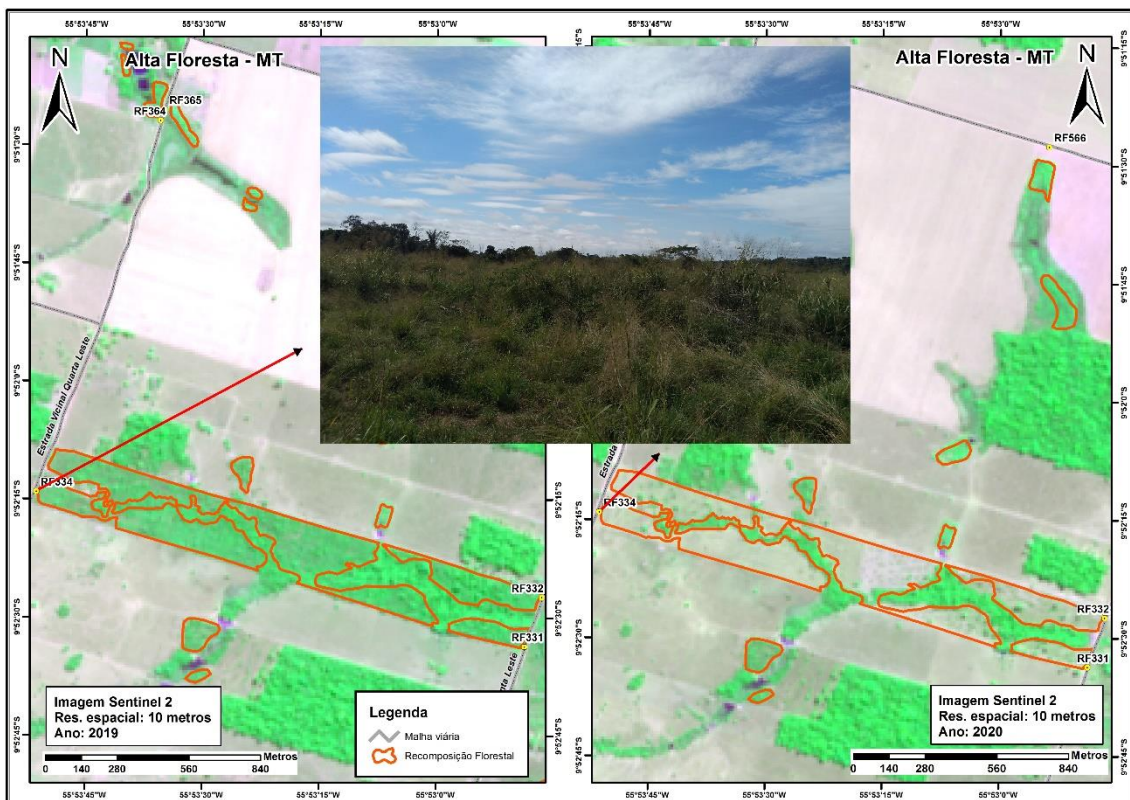


Figura 7. Supressão de área de recomposição florestal entre o ano de 2019 a 2020. Fonte: o autor

Verificou-se também que nove unidades amostrais, apresentaram cobertura florestal para fins comerciais, sendo, 4 áreas com cobertura do tipo SAFs Silviagrícola, 2 áreas com SAFs do tipo Silvopastoril e 3 áreas com Povoamentos Florestais Artificiais. Verificou-se que estas áreas apresentam características visuais muito semelhantes as áreas de recomposição florestal com vegetação nativa para fins de conservação, o que dificulta muito a separação das mesmas pelo método de interpretação visual. Crósta (1992) e Messias (2012) afirmam que estes erros são muito comuns de acontecerem entre classes cujas diferenças nas propriedades visuais são sutis, sendo muito difíceis de serem percebidas pelo operador.

Durante os trabalhos de validação em campo, algumas áreas não puderam ser acessadas por conta de restrições de acesso causadas por mudanças na malha viária dos municípios. Nas áreas mais remotas, ou seja, mais distantes dos centros urbanos, ocorre uma dinâmica na estrutura fundiária de forma que algumas localidades onde tempos passados haviam estradas de acesso público, por conta da comercialização de uma ou mais propriedades e a anexação das mesmas a grandes latifúndios pré-existentes, fazem com que algumas estradas se tornem particulares. Miranda (2019) em seu trabalho sobre os produtores rurais do Brasil, afirma que a realidade das bases territoriais em todo território nacional é complexa e dinâmica.

O saldo do desmatamento líquido nos três municípios apresentou valores distintos, sendo o melhor desempenho, ou seja, o menor saldo, foi alcançado pelo município de Carlinda. Diante das discussões sobre o controle do desmatamento, principalmente na Amazônia, tem surgido o termo Desmatamento Líquido Zero (DLZ) (TEZZA NETO, 2018).

De acordo com Moura et al. (2017) para alcançar o DLZ algumas medidas são essenciais, tais como: reduzir ao máximo o desmatamento, aumentar a eficiência agropecuária nas áreas já abertas e promover a restauração florestal nas áreas de passivo ambiental. Assunção e Gandour (2017) ressaltam que a vegetação secundária apesar de trazer grandes expectativas não são necessariamente equivalentes às florestas primárias em termos biológicos ou ecológicos.

No ano de 2015 o governo do Estado de Mato Grosso durante a Convenção do Clima (COP 21) realizada em Paris, lançou o programa PCI – Estratégia: Produzir, Conservar e Incluir, com o objetivo de captar recursos para serem investidos na melhoria da eficiência da produção agropecuária, florestal, conservação dos remanescentes de vegetação nativa, recomposição dos passivos ambientais, inclusão socioeconômica da agricultura familiar e redução das emissões de gases de efeito estufa no Estado (PCI, 2019).

Nesta estratégia, foram definidas 21 metas a serem cumpridas até 2030, dentre elas está a redução em 90% do desmatamento no Estado e a recomposição de 1 milhão de hectares de floresta em áreas de APP degradada. Para o cumprimento destas metas é fundamental o mapeamento da recomposição florestal para o monitoramento das mesmas.

Os dados deste mapeamento foram úteis para quantificar e localizar as áreas de recomposição florestal no período e na área de estudo, no entanto, existem algumas limitações como a não diferenciação entre as áreas recompostas por regeneração natural e artificial por exemplo. Também neste trabalho, não foi mapeada a idade da vegetação recomposta, sendo esta uma atividade que pode ser desenvolvida em outros trabalhos ligados ao tema. Para o cálculo do desmatamento líquido levou-se em consideração os valores obtidos pelo programa PRODES/INPE cuja área mínima mapeada é de 6,25 ha (ALMEIDA, 2009), desta forma, áreas menores do que esta não foram contabilizadas, podendo haver subestimativa dos valores de desmatamento e assim influenciar no saldo do desmatamento líquido.

O método de interpretação visual permite um eficiente controle por parte do analista sobre as áreas mapeadas e entrega um resultado final confiável como comprovado pelos valores dos coeficientes de concordância usados neste estudo, porém tal método demanda considerável tempo e esforço por parte do analista sendo limitada sua aplicação para extensões territoriais muito abrangentes como limites estaduais e biomas.

Conclusões

O mapeamento se mostrou eficaz em quantificar e localizar o ganho de floresta no período e na área de estudo. A validação do mapeamento se mostrou excelente por meio dos valores apresentados pelos coeficientes de concordância utilizados neste estudo.

O ganho de floresta apresentou resultados distintos entre os municípios analisados. Alta Floresta teve o melhor desempenho no ganho médio de floresta (227,60 m²/ha), Carlinda por sua vez, teve o melhor desempenho no saldo de desmatamento líquido (-103,07 ha) e Paranaíta teve o menor desempenho nos dois requisitos.

A intensa dinâmica de uso do solo na Amazônia contribui para que áreas em recomposição florestal, principalmente em estágios iniciais de desenvolvimento, sofram novamente supressão.

Apesar do mapeamento ter apresentado um alto índice de acurácia, o método de vetorização por interpretação visual demanda muito tempo e esforço para obtenção dos dados o que limita sua aplicação em grandes extensões territoriais como estados e biomas.

Referências

ALMEIDA, C. A.; PINHEIRO, T. F.; BARBOSA, A. M.; ABREU, M. R. B. S. de; LOBO, F. L.; SILVA, M.; GOMES, A. R.; SADECK, L. W. R.; MEDEIROS, L. T. B. de; NEVES, M. F.; SILVA, L. C. T. da; TAMASAUSKAS, P. F. L. F. **Metodologia para mapeamento de vegetação secundária na Amazônia Legal**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, p. 33, 2009.

ALMEIDA, C. A. DE. **Estimativa da Área e do Tempo de Permanência da Vegetação Secundária na Amazônia Legal por Meio de Imagens LandSat TM**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2009.

ALVARENGA, A. S.; MORAES, M. F. Utilização de Imagens LANDSAT – 8 Para Caracterização da Cobertura Vegetal. **MundoGEO**, v. 1, n. 1, p. 1–34, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15688: Redes de**

distribuição aérea de energia com condutores nus. 154 p. 2012.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C. **Como Interpretar o Aumento da Regeneração Na Amazônia Brasileira?** Rio de Janeiro INPUT - Iniciativa para Uso da Terra, 2017. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2017/07/CPI_What_does_the_surge_in_Amazon_regeneration_mean_for-Brazil_Final.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020.

BACHEGA, C. I. **Acurácia da imagem do SPOT 5 para georreferenciamento de vértices virtuais conforme a norma do INCRA.** 29 f. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), 2017.

BANHEZA, I. L. B.; LAVEZO, A.; BANHEZA, I. B.; KROETZ, H. I.; KOGA, P. S. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio na cultura de arroz de terras altas na região de Alta Floresta - MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 205–212, 2012.

BERNASCONI, P.; SANTOS, R. R. dos; MICOL, L.; RODRIGUES, J. A. **Avaliação Ambiental Integrada: Território Portal da Amazônia.** 2009. Disponível em: <https://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2013/08/177834165aai_portal_da_amazonia_icv_gestar.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P. DE; PEREIRA, J. A. A. Evolução da Legislação Ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 447–466, 2009.

BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação, Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 14, p. 1–16, 2016.

BRASIL. **Código Florestal. Lei Federal nº 12651 de 25 de maio de 2012, Casa Civil - Presidência da República** Brasília DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 10 agt. 2020.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. Programa de Zoneamento-Ecológico-Econômico. Caderno temático: biodiversidade no âmbito do zoneamento ecológico-econômico.** 2007.

BRITES, R. S.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S. Verificação da exatidão em classificações de uma imagem orbital mediante a utilização de três índices. **Revista Árvore**, v. 20, n. October 1996, p. 415–424, 1996.

BROCHADO, G. T.; MACARRINGUE, L. S. Uso de imagens do LISS-3 / Resourcesat-1 e do OLI / Landsat-8 no estudo espacial da queda do nível de água no lago de Furnas no ano de 2012. **Revista Ambiente e Água**, v. 9, n. 4, p. 1–12, 2014.

CAIONE, G.; CAIONE, W.; SILVA, A. F. da; LIMA, M. G. de. Avaliação Econômica da Atividade Apícola em Alta Floresta , Mt : Um Estudo de Caso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 59–69, 2011.

CAIONI, C.; CAIONI, S.; SILVA, A. C. S. da; PARENTE, T. L.; ARAÚJO, O. S. de. Análise da distribuição pluviométrica e de ocorrência do fenômeno climático ENOS no município de Alta Floresta - MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 10, n. 19, p. 2656, 2014.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas - SP: IG/UNICAMP, 1992.

EPE, E. DE P. E. **Relatório de Impacto Ambiental - UHE Teles Pires**. Paranaíta - MT, 2010. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20160806041831/http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Rimas/Rima - UHE Teles Pires.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2020.

ESA 2020A. **Agência Espacial Europeia. Sentinel**. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-si/resolutions/spatial.>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ESA 2020B. **Agência Espacial Europeia. SPOT 5**. Disponível em: <<https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/s/spot-5>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ESA 2020C. **Agência Espacial Europeia. Sentinel 2, Resoluções**. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/radiometric.>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

FARIA, A. M. DE M. Perspectivas de desenvolvimento local sustentável em Alta Floresta MT. **Revista DELOS, Desarrollo Local Sostenible**, v. 8, n. 22, p. 1–32, 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A Computer Analysis System to Fixed Effects Split Plot Type Designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dez. 2019. ISSN 1983-0823. disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 14 out. 2020.

FERREIRA, E.; DANTAS, A. A. A.; MORAIS, A. R. DE. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no município de Lavras, MG. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 1, n. 1999, p. 887–894, 2007.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e Seus Municípios**. Buriti, 2001.

FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA, C. A. O. Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 1, n. 1, p. 1–8, 2007.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=51&dados=8>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

INPE 2020A. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Divisão de Geração de Imagens DGI**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

INPE 2020B. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Documentação de Satélites**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

INPE 2020C. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Características técnicas do sensor LISS-3**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ir-p6.html>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **International Biometric Society**, v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.

LEMOS, A. L. F.; SILVA, J. D. A. Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 1, p. 98–108, 2011.

MA, Z.; REDMOND, R. L. Tau Coefficients for Accuracy Assessment of Remote Sensing Data. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 61, n. 4, p. 435–439, 1995.

MAPBIOMAS. **MAPBIOMAS - Coleção 2018 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. Disponível em: <<https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 11 set. 2020.

MARTINHO, H. M. **Fundo Amazônia - Nascentes do Buriti**. Mombak Ltda, 2013. Disponível em: <https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2013/11/Fundo_Amazonia_Evolucao_Recente_e_Perspectivas_Final.pdf#page=138>. Acesso em: 15 set. 2020.

MATO GROSSO. **Decreto No 1491 de 15 de maio de 2018. Regulamenta a Lei Complementar no 592, de 26 de maio de 2017, no tocante as formas de regularização ambiental de imóveis rurais e altera dispositivos do Decreto no 1031 de 02 de junho de 2017**, 2018. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360087>>. Acesso em: 17 jan 2021.

MESSIAS, C. G. Análise comparativa entre o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal utilizando imagens de média e alta resolução espacial. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, p. 1230–1243, 2012.

METZGER, J. P.; BUSTAMANTE, M. M. C.; FERREIRA, J.; FERNANDES, G. W.; LIBRÁN-EMBED, F.; PILLAR, V. D.; PRIST, P. R.; RODRIGUES, R. R.; VIEIRA, I. C. G.; OVERBECK, G. E. Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 17, p. 104–116, 2019.

MIRANDA, E. E. DE. Quem são e onde vivem os produtores rurais no Brasil? **Revista de Política Agrícola**, v. 1, n. 4, p. 5–6, 2019.

MOURA, R.; SANTOS, D.; VERÍSSIMO, A.; NUNES, S.; BRITO, B.; BARRETO, P.; MARTINS, H.; CELENTANO, D. **Desmatamento Zero no Pará: Desafios e Oportunidades**. IMAZON, 2017.

NOBERTO-IRMÃO, V.; VIEIRA, I.; PESSOA, M. J. G.; ROSSI, A. A. B. Anatomia foliar como ferramenta na identificação de *Curcuma zedoaria* (Zingiberaceae) utilizada medicinalmente e cultivada em quintais no município de Alta Floresta - MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 17, p. 2669–2685, 2013.

NUNES, S.; OLIVEIRA JUNIOR, L.; SIQUEIRA, J.; MORTON, D. C.; SOUZA JUNIOR, C. M. Unmasking secondary vegetation dynamics in the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 3, p. 40–57, 2020.

OLIVEIRA, A. L. A. DE; SILGUEIRO, V. DE F.; BUTTURI, W. Análise Temporal da Implementação do Cadastro Ambiental Rural nos Assentamentos Rurais do Estado de Mato Grosso. **Retratos de Assentamentos**, v. 21, n. 2, 2018.

OLIVEIRA, F. P. de; FERNANDES FILHO, E. I.; SOARES, V. P.; SOUZA, A. L. de. Mapeamento de fragmentos florestais com monodominância de aroeira a partir de classificação supervisionada de imagens RapidEye. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 151–161, 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, L.; NUNES, S.; SOUZA JUNIOR, C.; KIRCHHOFF F.; SIQUEIRA, J. V. Análise comparativa do mapeamento de vegetação secundária dos projetos TerraClass e MapBiomas. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 1788–1791, 2019.

PACE, F. T. DI; SILVA, B. B. da; SILVA, V. P. R. da; SILVA, S. T. A. da. Mapeamento do saldo de radiação com imagens Landsat 5 e modelo de elevação digital. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 1–9, 2008.

PASSO, D. P. **Análise da Qualidade de Classificadores para Identificação de Alvos Urbanos em Imagens de Alta Resolução Espacial - Uma Aplicação com Imagens do Satélite WorldView II**. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal de Brasília (UnB), 2013.

PASSOS, J. DE S.; JÚNIOR UGEDA, J. C. Contextualização do Cadastro Ambiental Rural e a Regularização Ambiental de Imóveis Rurais em Mato Grosso. *In: Geografia: Política e Democracia* 2. 2. ed. Belo Horizonte - MG: Editora Atena, 2019. p. 120–133.

PCI. **Estratégia: Produzir, Conservar e Incluir, Balanço das Metas Ano 3**: 1.Cuiabá, 2019. Disponível em: <[https://produceprotectplatform.com/img/matogrosso/docs/2019_Balanço_das_Metas_PCI_Ano_3_2015-2018_\(PT_EN\)_low.pdf](https://produceprotectplatform.com/img/matogrosso/docs/2019_Balanço_das_Metas_PCI_Ano_3_2015-2018_(PT_EN)_low.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2020.

PNUD. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**. 2020. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2ª ed. [s.l.] Oficina de Textos, 2012.

PRODES. **Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Brasileira**. INPE 2020. Banco de dados de arquivos vetoriais contendo as áreas de desmatamento na Amazônia Legal Brasileira. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/dadosn/>. Acesso em: 17 jul. 2020.

REX, F. E.; KÄFER, P. S.; DEBASTIANI, A. B.; KAZAMA, V. S. Potencial de Imagens MSI (Sentinel-2) para Classificação do Uso e Cobertura da Terra. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 15, n. 27, p. 219, 2018.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 81–90, 2005.

ROSENFELD, G. H.; FITZPATRICK-LINS, K. A. . A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 52, n. 1, p. 223–227, 1986.

ROSS, J. S. O relevo no processo do espaço. In: MORENO, G.; HIGA, T. C. S. In: **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. 1ª ed. Entrelinhas, 2005. p. 296.

SASSAKI, A. H. **Projeto Olhos D'Água da Amazônia**. 2013. Disponível em: <<https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/Fundo-Amaz%C3%B4nia-Projeto-Olhos-D%C2%B4%C3%81gua-da-Amaz%C3%B4nia-III.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.

SECMA. **Relatório Executivo | Projeto Olhos D'Água da Amazônia**. Quintino Gestão de Projetos, 2014.

SECMA. **Relatório Executivo Projeto Olhos D'Água da Amazônia Fase II - Parte 1** Alta Floresta - MT. Quintino Gestão de Projetos, 2016.

SELUCHINESK, R. D. R. **De heróis a vilões: imagem e auto-imagem dos colonos da Amazônia mato-grossense**. 263 f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental). Universidade de Brasília - UnB, 2008.

SEMA. **Nota Técnica nº 001/2017/CGMA/SRMA/SEMA-MT - Revisada: 01**. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/attachments/article/4420/Nota_Tecnica_n_01_-_2017_-_Uso_Consolidado.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

TEZZA NETO, J. B. **Compensação financeira no cenário de desmatamento líquido zero na Amazônia: uma análise de benefícios e viabilidade econômica**. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2018.

UHE SÃO MANUEL. **São Manuel Energia**. Disponível em:

<<https://www.saomanoenergia.com.br/pt-br/usina>>. Acesso em: 6 out. 2020.

USGS. **UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY**. Downloads de imagens Landsat-8, Landsat-5, ResourceSat e Sentinel. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 21 mar. 2020.

VASCONCELOS, K. A. V. **Imagens de satélite de alta resolução para avaliar a recuperação de áreas degradadas em minas de ferro a céu aberto**. Instituto Tecnológico Vale, 2019.

3.2 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL EM TRÊS MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE

Resumo: Estudos sobre a distribuição espacial visam encontrar padrões para melhor compreender como alguns eventos se comportam no espaço sobre o qual estão inseridos. A análise da distribuição das áreas de recomposição florestal (RF) ajuda a entender melhor a dinâmica da RF e fornece parâmetros para o planejamento de ações futuras. O objetivo do presente trabalho foi avaliar como as áreas de RF estão distribuídas ao longo de uma região da Amazônia Meridional, compreendendo os municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta que juntos somam uma área total de 1.616.537 ha. Utilizou-se as bases cartográficas digitais dos limites dos imóveis fornecido pelo ICV (2018), limites das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), limites dos imóveis beneficiados pelos projetos Olhos D'Água da Amazônia (PRODAM) e Nascentes do Buriti e limites das áreas de RF mapeadas entre os anos de 2008 a 2019 na escala 1:25.000. Os imóveis rurais foram subdivididos em cinco classes de acordo com o número de módulos fiscais (MF) sendo: Até 1 MF; de 1 a 2 MF; de 2 a 4 MF; de 4 a 15 MF e acima de 15 MF. O tamanho do módulo fiscal nos três municípios é de 100 ha. A análise dos dados consistiu em cruzar, por meio de geoprocessamento, os limites das áreas de RF com os limites dos imóveis rurais, APPs e limites dos imóveis beneficiados pelos dois projetos. A classe de imóveis rurais acima de 15 MF foi a que mais se destacou, com maior número de polígonos, maior área e maior porcentagem de imóveis com incidência de RF. A RF incidiu com maior intensidade sobre áreas de APP em comparação com RL. O passivo ambiental em APP foi de 22.328,69 ha em toda área de estudo até o ano de 2019. A incidência de RF sobre as áreas de APPD entre os anos de 2016 a 2019 foi de apenas 7,9%. O projeto PRODAM conseguiu alcançar sua meta proposta inicialmente de recompor 1.200 ha de floresta, já o projeto Nascentes do Buriti até o momento alcançou 14,3% da meta proposta inicialmente. Apesar dos esforços, os dois projetos contribuíram com menos de 10% de toda RF em toda área de estudo. Os resultados apontam para necessidade de mais ações de RF nos três municípios.

Palavras-chave: Ganho de floresta; Regularização ambiental; Distribuição geográfica; Amazônia matogrossense; Fundo Amazônia.

Abstract: Studies on spatial distribution aim to find patterns to better understand how some events behave in the space in which they are inserted. The analysis of the distribution of forest restoration (RF) areas helps to better understand the dynamics of the RF and provides parameters for planning future actions. The objective of the present work was to evaluate how the areas of RF are distributed over a region of the Southern Amazon, comprising the municipalities of Alta Floresta, Carlinda and Paranaíta which together add up to a total area of 1,616,537 ha. The digital cartographic bases of the property limits provided by the ICV (2018), the limits of the Permanent Preservation Areas (APPs), the limits of the properties benefited by the Olhos D'Água da Amazônia (PRODAM) and Nascentes do Buriti projects and the limits of the RF areas mapped between the years 2008 to 2019 at the 1: 25,000 scale. Rural properties were subdivided into five classes according to the number of fiscal modules (MF) being: Up to 1 MF; from 1 to 2 MF; from 2 to 4 MF; 4 to 15 MF and above 15 MF. The size of the fiscal module in the three municipalities is 100 ha. The data analysis consisted of crossing, through geoprocessing, the limits of the RF areas with the limits of the rural properties, APPs and limits of the properties benefited by the two projects. The class of rural properties above 15 MF was the one that stood out the most, with the highest number of polygons, the largest area and the highest percentage of properties with an incidence of RF. The RF focused more heavily on areas of APP compared to RL. The environmental liability in APP was 22,328.69 ha in the entire study area until the year 2019. The incidence of RF on the areas of APPD between the years 2016 to 2019 was only 7.9%. The PRODAM project was able to achieve its initially proposed goal of recomposing 1,200 ha of forest, while the Nascentes do Buriti project has so far reached 14.3% of the initially proposed goal. Despite efforts, the two projects contributed less than 10% of all RF across the study area. The results point to the need for more RF actions in the three municipalities.

Key-words: Forest gain; Environmental regularization; Geographic distribution; Mato Grosso Amazon; Amazon Fund.

Introdução

Estudos sobre a distribuição espacial visam encontrar padrões para melhor compreender como alguns eventos se comportam no espaço sobre o qual estão inseridos. Conhecer a distribuição geográfica da recomposição florestal (RF), ajuda a entender a dinâmica, auxilia a prever situações futuras e colabora na tomada de decisão em novas ações que poderão ser realizadas.

O processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais no Brasil, depende da compreensão de um complexo conjunto normativo que é a lei 12651/2012, comumente conhecida como Novo Código Florestal (NCF) brasileiro. Compreender com clareza quais são as obrigações impostas pelo NCF e saber como cumpri-las é o primeiro passo para a conformidade legal (CHIAVARI; LOPES, 2016).

Um dos grandes desafios para a implementação do NCF é a efetiva regularização dos passivos ambientais ligados às áreas de preservação permanente (APP) e reservas legais (RL) em imóveis rurais. Tal processo se inicia com a inscrição do imóvel no Cadastro Ambiental Rural (CAR) (SILGUEIRO et al., 2016).

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) consiste no levantamento das informações documentais e georreferenciadas do imóvel, onde devem ser declaradas no formato digital a situação atual da hidrografia, cobertura do solo e outras particularidades do imóvel caso exista. Como resultado, o proprietário, possuidor ou ocupante da área conhecerá a quantidade e distribuição espacial de seu passivo ambiental, sendo obrigado, segundo a legislação vigente, a promover a recomposição da vegetação nativa suprimida irregularmente (SILGUEIRO et al., 2017).

Em âmbito estadual, os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAS) são os responsáveis pela análise e validação dos projetos de CAR em suas respectivas unidades federativas. No estado de Mato Grosso, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA/MT) é o órgão responsável por esta atividade. Desta forma, após a declaração das informações do imóvel no sistema, o projeto CAR é analisado pela equipe técnica da SEMA e estando em conformidade com as normas, o mesmo é aprovado, ficando o proprietário ou

possuidor responsável por recuperar seu passivo ambiental, caso existir, através do Programa de Regularização Ambiental (PRA) dentro dos prazos pré-estabelecidos (MATO GROSSO, 2017).

Buscando angariar recursos para melhor gestão do meio ambiente, o governo brasileiro durante a Conferência das Partes (COP 13) no ano de 2007 lançou uma proposta com principal objetivo de captar recursos para serem utilizados em projetos de combate ao desmatamento e de promoção da conservação e uso sustentável no bioma Amazônia, nasceu assim o Fundo Amazônia (FA) (LEMOS; SILVA, 2011).

Este fundo é gerido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), responsável pela captação de recursos, contratação e monitoramento dos projetos e ações apoiadas. Os recursos que integram o FA são compostos das doações e das remunerações líquidas provenientes das aplicações de suas disponibilidades (LEMOS; SILVA, 2011).

No ano de 2010, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Alta Floresta (SECMA) foi contemplada com a aprovação do Projeto Olhos D'Água da Amazônia (PRODAM) financiado pelo FA com orçamento de 2,8 milhões de reais a serem executados em ações de regularização ambiental em imóveis rurais pertencentes a agricultura familiar nos anos de 2010 a 2012. Este mesmo projeto teve sua segunda fase aprovada no ano de 2013, com orçamento de 7,1 milhões de reais a serem executados durante os anos de 2013 a 2016 (SECMA, 2016).

Da mesma forma, o município de Carlinda, vizinho a Alta Floresta, também conseguiu aprovar no ano de 2011 um projeto financiado pelo FA denominado Projeto Nascentes do Buriti, com orçamento de 1,9 milhões de reais para serem executados entre os anos de 2011 a 2018, destinado a ações de recuperação de passivos ambientais em áreas de APPs nos imóveis rurais da agricultura familiar localizados em cinco micro bacias hidrográficas próximas ao perímetro urbano do município (FUNDO AMAZÔNIA, 2020).

Passados quase dez anos da contratação destes projetos pelo FA, o mapeamento da RF na área de abrangência dos municípios, vem evidenciar os resultados das ações de recuperação dos passivos ambientais podendo ser

avaliada a eficiência das mesmas e fornecer parâmetros para o planejamento de ações futuras.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a distribuição da recomposição florestal nos imóveis rurais, nas áreas de APP e RLs e nos imóveis beneficiados pelos projetos Olhos D'Água da Amazônia e Nascentes do Buriti em três municípios no norte de Mato Grosso.

Material e Métodos

Áreas de estudo

A área deste estudo compreende os municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta que juntos somam uma área de 1.616.537 ha. (IBGE, 2019), sendo considerados municípios jovens com data de emancipação nos anos de 1979, 1994 e 1986 respectivamente (IBGE, 2020).

Os três municípios pertencem a microrregião de Alta Floresta (Figura 1) (FARIA, 2015). O clima da região é do tipo *Am* segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) com temperaturas médias entre 24 e 26°C, baixa amplitude térmica anual, apenas 3°C. As chuvas são abundantes com mais de 2.500 mm/ano, no inverno, a região pode receber frentes frias (BERNASCONI et al., 2009). Apresenta estação seca bem definida e umidade relativa do ar média de 80% (BANHEZA et al., 2012; FERREIRA, 2001).

A estrutura fundiária é composta por oito assentamentos rurais, sendo quatro federais (PAC Carlinda, PDS São Paulo, PA Pinheiro Velho e PA São Pedro) e quatro estaduais (PE Jacaminho, PE Vila Rural Nossa Senhora Aparecida, PE Vila Rural Julio Firmino Domingues e PE Boa Esperança), uma unidade de conservação estadual (Parque Estadual Cristalino) e os imóveis de propriedade privada.

A vegetação é constituída pelas Florestas Ombrófilas Aberta e Densa, Florestas Estacionais e Formações Secundárias (BRASIL, 2007; CAIONI et al., 2014). Apresenta uma fisionomia bem típica, caracterizada pelo envolvimento das árvores por lianas lenhosas e solo adaptado por um emaranhado de lianas herbáceas localizadas na faixa de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado (NOBERTO-IRMÃO et al., 2013; SELUCHINESK, 2008). O relevo é formado pelo Planalto Apicás-Sucunduri e a Depressão Interplanáltica Amazônia Meridional (CAIONI et al., 2014; ROSS, 2005), sendo considerada pertencente a Amazônia Legal (SELUCHINESK, 2008).

Suas principais atividades econômicas são a pecuária de corte, pecuária leiteira, agricultura, exploração madeireira e mineração.

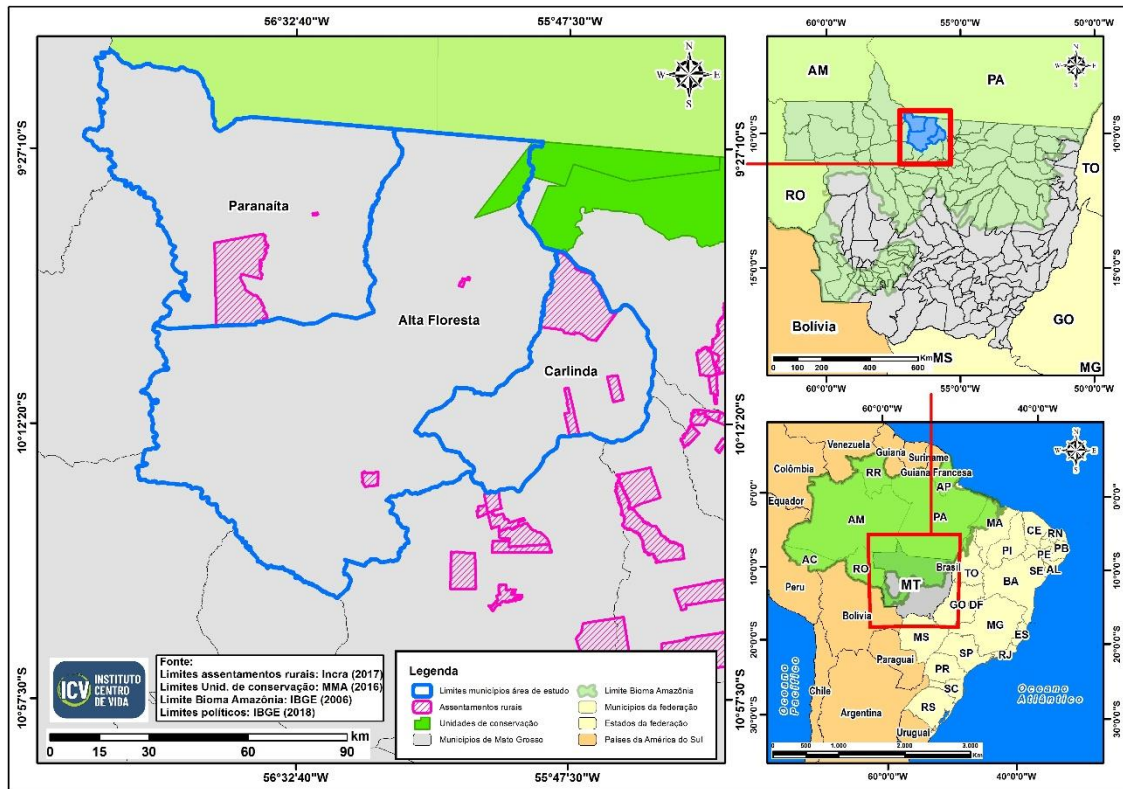


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: o autor.

Base de dados utilizada

Para a realização deste trabalho foi utilizada a base de dados geográfica digital contendo os limites dos imóveis rurais dos três municípios analisados fornecida pelo Instituto Centro de Vida (ICV) (Figura 2), com última atualização no ano de 2018. Esta base foi construída tendo como referência os imóveis rurais cadastrados no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), o Sistema Matogrossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR) da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA MT) e informações fundiárias de empresas colonizadoras da região além de dados coletados em campo, sendo possível cobrir toda área dos três municípios não havendo sobreposição entre os imóveis.

Para melhor análise, os imóveis rurais foram organizados em classes de acordo com o número de módulos fiscais (MF). O MF representa uma unidade de medida instituída pelo INCRA que indica a extensão mínima

de propriedade rural considerada produtiva e economicamente viável, esta medida depende do município sobre o qual cada imóvel está localizado (LANDAU et al., 2012). Em Mato Grosso o tamanho do módulo fiscal varia de 30 a 100 ha. (PASSOS; JÚNIOR UGEDA, 2019), para os três municípios analisados, o tamanho do módulo fiscal definido pelo INCRA (2013) foi de 100 ha.

Com a revisão do NCF, o tamanho dos módulos fiscais passou a ter importância como parâmetro legal para indicação da largura obrigatória de recomposição das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), situadas nas margens de cursos d'água naturais, bem como isentar propriedades rurais (até quatro módulos fiscais) da responsabilidade de ter que recompor áreas de Reserva Legal (RL) (LANDAU et al., 2012).

Desta forma, com base no NCF brasileiro, os imóveis rurais que compõe a área de estudo foram subdivididos em cinco classes de acordo com o número de módulos fiscais, sendo: imóveis rurais com área total de até 1 MF; de 2 a 4 MF; de 4 a 15 MF e acima de 15 MF (Figura 2).

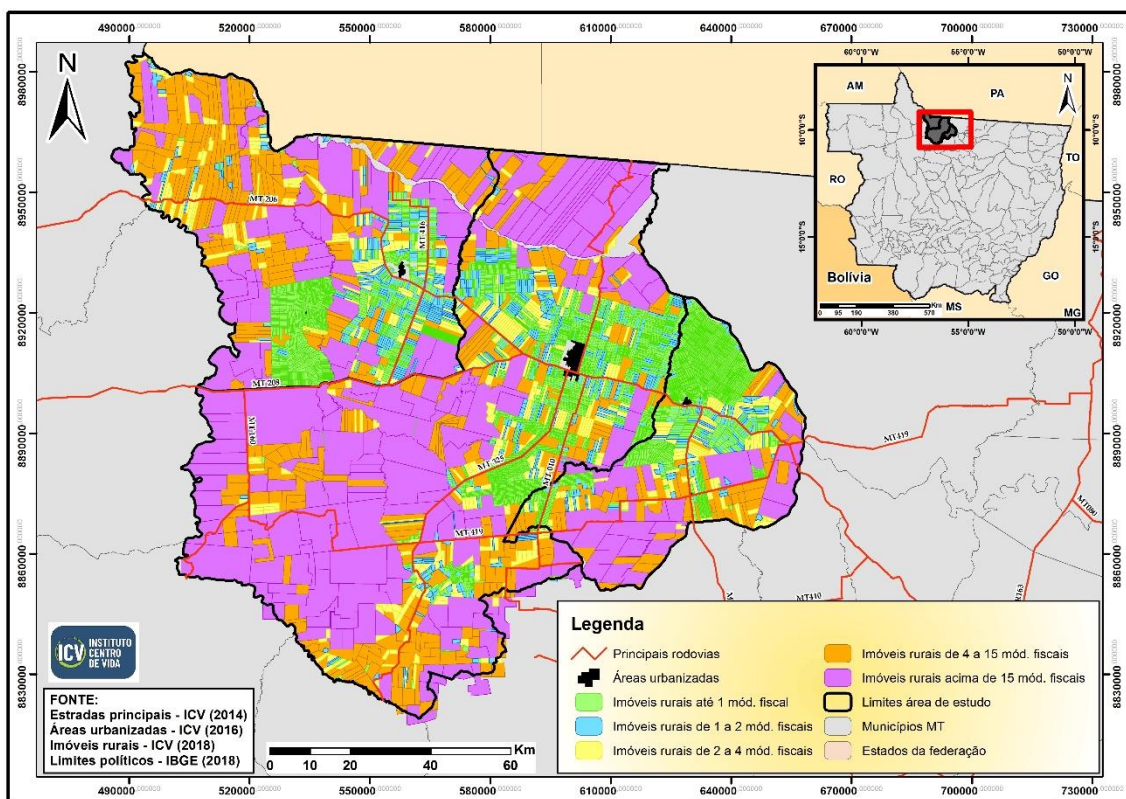


Figura 2. Base fundiária da área de estudo com subdivisão dos imóveis em cinco classes de acordo com o número de MF. Fonte: o autor.

Foi utilizada a base cartográfica digital contendo os limites das áreas de APPs, delimitadas de acordo com as regras do NCF brasileiro, conforme metodologia desenvolvida por Butturi et al. (2017). Utilizou-se também os limites dos imóveis beneficiados pelos projetos PRODAM e Nascentes do Buriti fornecidos pelas secretarias municipais de meio ambiente dos seus respectivos municípios, SECMA – Alta Floresta e SEMMAT – Carlinda.

Para delimitação dos limites municipais, foi utilizada a base cartográfica digital do IBGE versão 2018 e por fim, utilizou-se os limites das áreas de RF entre os anos de 2008 a 2019 vetorizadas através de interpretação visual em imagens orbitais na escala de 1:25.000.

Todo o banco de dados foi construído no formato de arquivo vetorial do tipo *shapefile* e projetado com *datum* Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) com projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 21 sul. A Figura 3 apresenta o fluxograma geral das atividades desenvolvidas.

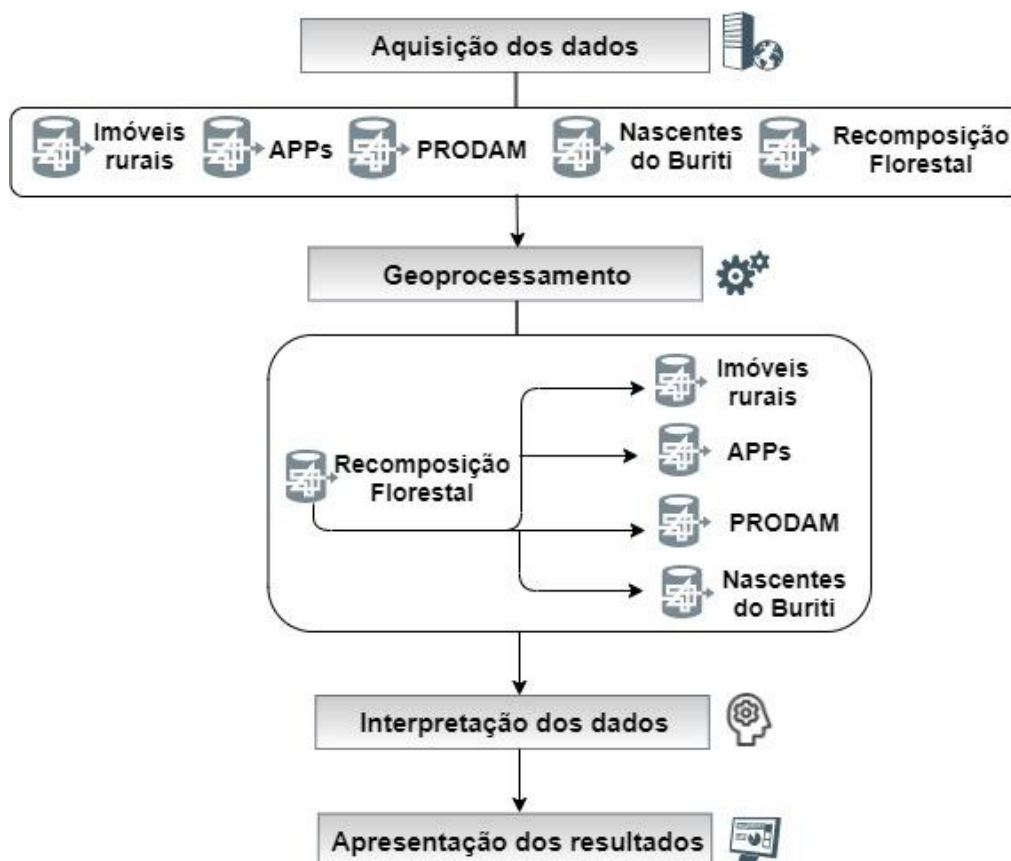


Figura 3. Etapas gerais do trabalho. Fonte: o autor.

Resultados

A partir da base fundiária fornecida pelo ICV, foi possível verificar a distribuição dos imóveis por classe de tamanho, número de MF, ao longo da área de estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos imóveis rurais por classe de tamanho (MF) e por município.

| Imóveis Rurais | Alta Floresta | | Carlinda | | Paranaíta | |
|----------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | Nº de imóveis | Área (ha) | Nº de imóveis | Área (ha) | Nº de imóveis | Área (ha) |
| Até 1 MF | 3.239 | 99.119,31 | 1.953 | 68.312,50 | 1.517 | 64.393,74 |
| 1 a 2 MF | 377 | 50.213,41 | 129 | 17.206,15 | 293 | 40.071,19 |
| 2 a 4 MF | 224 | 63.996,70 | 92 | 24.093,39 | 148 | 42.497,12 |
| 4 a 15 MF | 251 | 195.919,36 | 64 | 49.666,89 | 199 | 150.613,68 |
| > 15 MF | 130 | 488.883,32 | 24 | 72.175,55 | 57 | 167.612,01 |
| Total | 4.221 | 898.132,10 | 2.232 | 231.454,48 | 2.214 | 465.187,73 |

Nº = número; Fonte: o autor

Nos três municípios existem 8.697 imóveis rurais, que ocupam uma área de 1.594.774,32 ha. A partir dos dados apresentados na Tabela 1, podemos notar que o maior número de imóveis pertence a classe de até 1 MF nos três municípios, com maior percentual em Carlinda, 86% do total, ao passo que a classe de maior área, acima de 15 MF, contém o menor número de imóveis, variando entre 1 a 3%, e ao mesmo tempo ocupa a maior área nos três municípios analisados.

Com relação a área ocupada, a classe acima de 15 MF, mesmo sendo a que apresentou o menor número de imóveis, apresenta os maiores percentuais, com maior destaque para Alta Floresta, onde a mesma representa 54% de toda área dos imóveis rurais deste município. Em Carlinda e Paranaíta os percentuais foram menos expressivos, 31% e 36% respectivamente.

Os imóveis rurais pertencentes a agricultura familiar, ou seja, com área total menor ou igual 4 MF, representam a grande maioria do número de

imóveis em todos os municípios analisados. Sendo Carlinda o município com maior representatividade, com 2.174 imóveis o que corresponde a 96% do total. Alta Floresta foi o segundo com maior representatividade, com 3.840 imóveis e percentual de 91%, e por fim Paranaíta, com 1.958 imóveis e percentual de 88%. No geral a agricultura familiar representou 92% de todos os imóveis rurais com 7.972 estabelecimentos nos três municípios.

Por meio da intersecção dos limites dos imóveis rurais com os polígonos de RF, obteve-se a distribuição do número de polígonos de RF por classe de tamanho de imóvel em cada município da área de estudo (Tabela 2).

Tabela 2. Número de polígonos de RF por classe de tamanho de imóvel e por município.

| Imóveis Rurais | Alta Floresta | Carlinda | Paranaíta |
|----------------|---------------|----------|-----------|
| Até 1 MF | 1.114 | 368 | 293 |
| 1 a 2 MF | 333 | 106 | 108 |
| 2 a 4 MF | 276 | 143 | 164 |
| 4 a 15 MF | 799 | 305 | 516 |
| > 15 MF | 2.090 | 440 | 552 |
| Total | 4.612 | 1.362 | 1.633 |
| Total Geral | | 7.607 | |

Fonte: o autor

As classes com maior número de polígonos de RF foram de até 1 MF e acima de 15 MF em todos os municípios, com exceção de Paranaíta, onde o maior número ocorreu nas classes, de 4 a 15 MF e acima de 15 MF.

Unindo as classes que apresentaram maior destaque no número de polígonos de RF, juntas elas representaram 69,5% de todos os polígonos em Alta Floresta, seguido de 59,3% em Carlinda e 65,4% em Paranaíta. Estas classes representaram 66,8% de toda RF ao longo da área de estudo.

A classe menos expressiva foi a de 1 a 2 MF, nos três municípios analisados, a qual apresentou percentuais de 7,2% em Alta Floresta, 7,8% em Carlinda e 6,6% em Paranaíta. Com relação a área ocupada expressa em

hectares pelos polígonos de RF, a Tabela 3 apresenta os valores para cada classe de tamanho de imóvel em cada município analisado.

Tabela 3. Área em hectares de RF por classe de tamanho de imóvel e por município.

| Imóveis Rurais | Alta Floresta | Carlinda | Paranaíta |
|----------------|---------------|-------------|-------------|
| Até 1 MF | 1.150,12 ha | 444,35 ha | 255,98 ha |
| 1 a 2 MF | 322,78 ha | 199,20 ha | 59,45 ha |
| 2 a 4 MF | 494,04 ha | 151,11 ha | 222,51 ha |
| 4 a 15 MF | 1.469,05 ha | 785,16 ha | 781,55 ha |
| > 15 MF | 6.537,40 ha | 881,40 ha | 832,96 ha |
| Total | 9.928,38 ha | 2.461,22 ha | 2.152,45 ha |
| Total Geral | 14.542,05 ha | | |

Fonte: o autor

Analisando os dados da Tabela 3, constata-se que a área ocupada por RF na classe acima de 15 MF foi superior em comparação com as demais classes. Em números percentuais, o maior destaque foi no município de Alta Floresta, onde 65,8% de toda área de RF estava contido nesta classe, seguido de Paranaíta com 38,7% e Carlinda com 33,8%. Em toda área de estudo esta classe representou 57% de toda área de RF.

A classe que apresentou os menores valores para área de RF variou entre os municípios analisados, em Alta Floresta e em Paranaíta, a classe de 1 a 2 MF foi a que apresentou os valores menos expressivos 3,3% em Alta Floresta e 2,8% em Paranaíta. Em Carlinda, a classe menos representativa foi a de 2 a 4 MF, com 6,1% do total. Em toda área de estudo a classe de 2 a 4 MF foi a que apresentou valores menos expressivos, com percentual de 4% em relação a toda área de RF.

Para medir a contribuição de cada classe de imóvel rural na RF, selecionou-se os imóveis onde foi identificada a presença de pelo menos um polígono de RF em seu interior. Desta forma, a Tabela 4 apresenta o número de imóveis onde incidiram polígonos de RF por classe em cada município.

Tabela 4. Número de imóveis rurais onde houve incidência de RF por classe de tamanho e por município.

| Imóveis Rurais | Alta Floresta | Carlinda | Paranaíta |
|----------------|---------------|----------|-----------|
| Até 1 MF | 908 | 363 | 232 |
| 1 a 2 MF | 147 | 58 | 56 |
| 2 a 4 MF | 115 | 55 | 55 |
| 4 a 15 MF | 152 | 49 | 105 |
| > 15 MF | 111 | 23 | 46 |
| Total | 1.433 | 548 | 494 |
| Total Geral | | 2.475 | |

Fonte: o autor

Em números absolutos a classe de até 1 MF foi a que apresentou o maior número de imóveis rurais com incidência de RF, porém em termos percentuais estes valores se inverteram. A classe acima de 15 MF foi a que mais se destacou, com maior enfoque para Carlinda, onde 96% de todos os imóveis desta classe apresentaram alguma área de RF em seus limites, seguido de Alta Floresta com 85,4% e Paranaíta com 80,7%. No geral, 85% dos imóveis acima de 15 MF apresentam algum polígono de RF em toda área de estudo.

A classe que apresentou os menores percentuais foi a de até 1 MF, com 27% de seus imóveis com alguma incidência de RF em Alta Floresta, seguido de Carlinda com 18,6% e Paranaíta com 15,3%. Em toda área de estudo 22% dos imóveis desta classe apresentaram incidência de RF.

Do total de imóveis, em Alta Floresta 34% de todos seus imóveis apresentaram algum polígono de RF, seguido de Carlinda com 24% e Paranaíta com 22%. Em toda área de estudo 28,4% dos imóveis apresentaram incidência de RF.

Foi analisado o quantitativo de RF em número de polígonos e em área expressa em hectares, incidida sobre os limites de APP e RL em cada um dos municípios analisados (Tabela 5).

Tabela 5. Número de polígonos e área (ha) de RF incidida sobre APP e RL por município.

| | Alta Floresta | | Carlinda | | Paranaíta | |
|-------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de polígonos | Área (ha) |
| APP | 2.393 | 6.942,44 | 866 | 1.686,51 | 659 | 1.161,95 |
| RL | 2.056 | 3.032,95 | 421 | 775,93 | 907 | 1.005,55 |
| Total | 4.449 | 9.975,39 | 1.287 | 2.462,44 | 1.566 | 2.167,50 |

Nº = número; Fonte: o autor

Com base nos dados da Tabela 5, verificou-se que em número de polígonos, Alta Floresta apresentou quase a mesma quantidade de RF incidida sobre APP e RL, com uma leve superioridade em APP, apresentando um percentual de 53,8%. Com relação a área ocupada, percebe-se que a RF em APP expressou valor mais que o dobro (69,6%) em comparação com a área ocupada em RL (30,4%).

Em Carlinda, é nítida a diferença entre a RF incidida sobre APP e RL, tanto em número de polígonos quanto em área. O percentual do número de polígonos de RF em APP foi de 67,3% contra 32,7% em RL. Para área ocupada de RF em APP o valor foi de 68,5%, e em RL de 31,5%.

Em Paranaíta, os valores diferem um pouco dos apresentados pelos outros municípios, o número de polígonos de RF que incidiram sobre RL foi superior (57,9%) aos que incidiram sobre APP (42,1%). Com relação a área ocupada, os valores se inverteram, 53,6% da área de RF incidiu sobre APP e 46,4% sobre RL.

Considerando toda área de estudo, 67% da área de RF incidiu sobre APP e 33% em RL. Em número de polígonos, 53,7% incidiram sobre APP e 46,3% incidiram sobre RL.

Em trabalho publicado por Tambosi et al. (2016) foi possível obter os valores do passivo ambiental em APP, denominado APP Degradada (APPD), em número de polígonos e em área expressa em hectares, com base nas regras do NCF para o ano de 2016 nos três municípios analisados (Tabela 6).

Tabela 6. Passivo ambiental em APPD expresso em área (ha) e em número de polígonos para os três municípios no ano de 2016.

| | Alta Floresta | | Carlinda | | Paranaíta | |
|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de polígonos | Área (ha) |
| APPD | 15.244 | 14.631 | 6.503 | 4.031 | 9.161 | 5.581 |
| Total Área (ha) | 24.243 | | | | | |
| Total Polígonos | 30.908 | | | | | |

Nº = número; Fonte: adaptado de Tambosi et al. (2016)

Intersectando por meio de ferramentas de geoprocessamento as áreas de RF com as áreas de APPD, obteve-se o ganho de floresta sobre as áreas de APPD entre os anos de 2016 a 2019 (Tabela 7).

Tabela 7. RF incidida sobre APPD no período de 2016 a 2019, expresso em área (ha) e em número de polígonos para os três municípios analisados.

| | Alta Floresta | | Carlinda | | Paranaíta | |
|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de polígonos | Área (ha) |
| RF sobre APPD | 2.392 | 1.205,35 | 866 | 522,54 | 659 | 186,42 |
| Total Área (ha) | 1.914,31 | | | | | |
| Total Polígonos | 3.917 | | | | | |

Nº = número; Fonte: o autor

O ganho de floresta em área de APPD foi maior em Alta Floresta com 63% do total, seguido por Carlinda com 27,3% e Paranaíta com 9,7%. Em número de polígonos, os valores foram bem semelhantes, com aumento em Paranaíta, sendo 61% em Alta Floresta, 22% em Carlinda e 17% em Paranaíta.

Analisando a relação entre a área ocupada de RF sobre APPD e o total de passivo em APPD (Tabela 6), Carlinda apresentou melhor resultado, com 13% de ganho de floresta em relação ao total de APPD no município,

seguido de Alta Floresta com 8,2% e Paranaíta com 3,3%. Em toda área de estudo o ganho de floresta em APPD no período de 2016 a 2019 foi de 7,9%.

Correlacionando os valores de área (ha) de APPD (Tabela 6) com o ganho de floresta em APPD (Tabela 7), obteve-se o saldo do passivo ambiental em APPD nos três municípios (Figura 4).

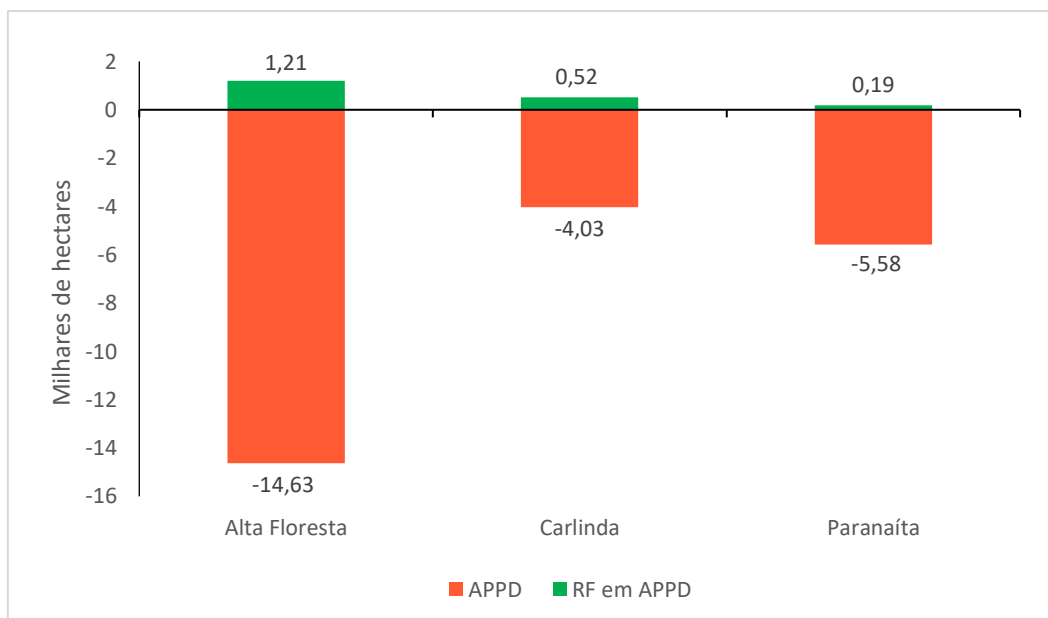


Figura 4. Relação entre a área de APPD e a área de RF em APPD no período de 2016 a 2019 nos três municípios. Fonte: o autor.

Alta Floresta apresentou o maior passivo ambiental em APPD (Figura 4) com 13.425,65 ha (60,1%), seguido de Paranaíta com 5.394,58 ha (24,2%) e Carlinda com 3.508,46 ha (15,7%). Em toda área de estudo o passivo em APPD no ano de 2019 foi de 22.328,69 ha.

A partir dos dados espacializados fornecidos pelas secretarias municipais de meio ambiente de Alta Floresta (SECMA) e Carlinda (SEMMAT) (Figura 5) foi possível quantificar o ganho de floresta nos imóveis beneficiados pelos projetos PRODAM e Nascentes do Buriti (Tabela 8).

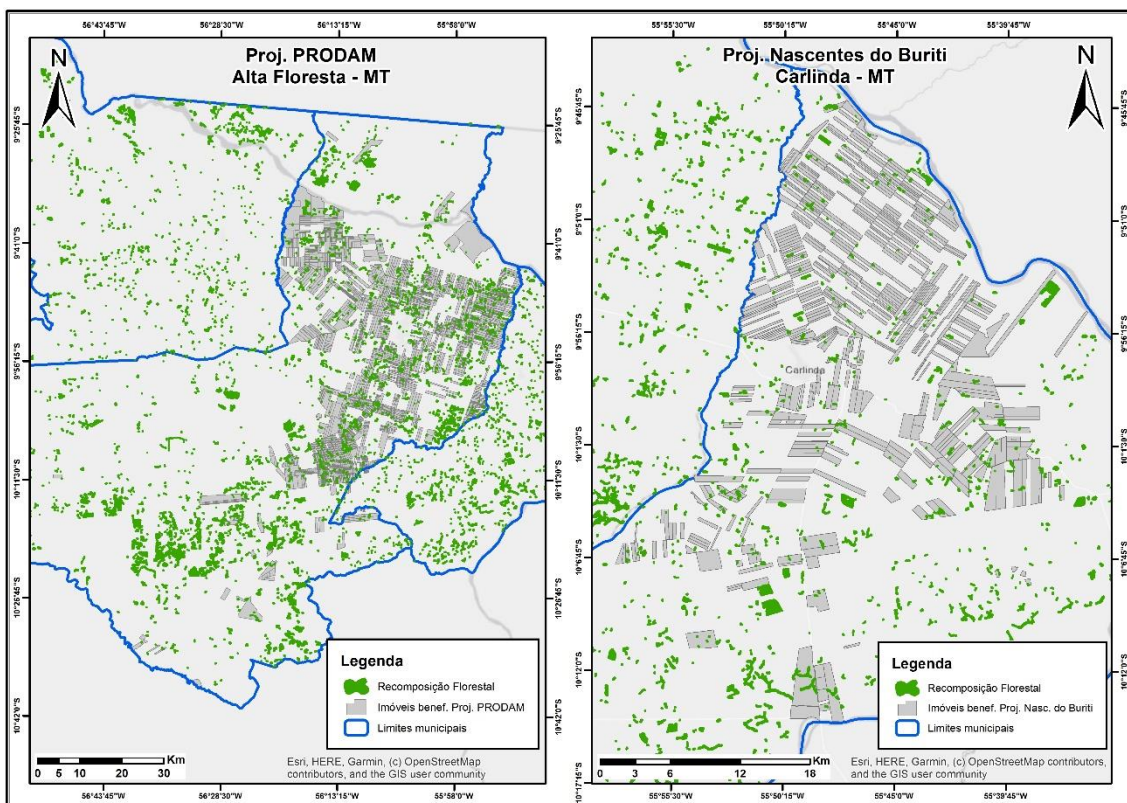


Figura 5. Distribuição geográfica dos imóveis rurais beneficiados pelos projetos PRODAM e Nascentes do Buriti. Fonte: o autor.

Tabela 8. Número de polígonos, área em hectares, e número de imóveis com incidência de RF beneficiados pelos projetos PRODAM e Nascentes do Buriti.

| | PRODAM | | | Nascentes do Buriti | | |
|-------|-----------------|-----------|---------------|---------------------|-----------|---------------|
| | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de imóveis | Nº de polígonos | Área (ha) | Nº de imóveis |
| APP | 727 | 659,69 | 626 | 150 | 180,62 | 108 |
| RL | 494 | 478,53 | 402 | 76 | 64,84 | 68 |
| Total | 1.221 | 1.138,22 | 1.028 | 226 | 245,45 | 176 |

Nº = número; Fonte: o autor

Os dois projetos financiados pelo FA auxiliaram milhares de produtores rurais a realizarem sua regularização ambiental. Analisando os dados da Tabela 8 temos que o número de polígonos de RF que incidiram sobre APP foi superior aos que incidiram sobre RL nos dois projetos. Nos imóveis beneficiados pelo PRODAM o percentual de RF sobre APP foi de 59,5% e no projeto Nascentes do Buriti foi de 66,4%.

Quanto ao número de imóveis com incidência de RF, dos 2.579 beneficiados pelo projeto PRODAM, 1.028 deles apresentaram incidência de RF, o que corresponde a 39,9% do total. Destes, 626 ou 60,9% apresentaram RF incidindo sobre APP, e os outros 402 ou 39,1%, com RF incidindo sobre RL.

No projeto Nascentes do Buriti, dos 517 imóveis beneficiados, 176 apresentaram incidência de RF, representando 34% do total. Destes, em 108 com RF incidindo sobre APP representando 61,4% e 68 incidindo sobre RL representando 38,6%.

A área ocupada por toda RF nos imóveis beneficiados pelo projeto PRODAM foi de 1.138,22 ha, sendo 659,69 ha (58%) em APP e 478,53 ha (42%) em RL. No projeto Nascentes do Buriti, o total de RF foi de 245,45 ha, sendo 180,62 ha (73,6%) em APP e 64,84 ha (26,4%) em RL.

Em Alta Floresta, os imóveis beneficiados pelo projeto PRODAM contribuíram com 11,5% de toda RF deste município. Em Carlinda, os imóveis beneficiados pelo projeto Nascentes do Buriti, contribuíram com 10% de toda RF do município. Nos dois projetos, 840,30 ha incidiram sobre APP, correspondendo a 60,7% do total e 543,36 ha incidiram sobre RL, correspondendo a 39,3% do total. Ao longo da área de estudo, os dois projetos contribuíram com 9,5% de toda RF mapeada.

Discussão

A maior parte da RF encontra-se nas grandes propriedades rurais, classe de imóveis acima de 15 MF. Esta classe apresentou o maior número de polígonos, a maior área e o maior percentual de imóveis com incidência de RF. Isto pode ser explicado pelo fato desta classe englobar proprietários com maior poder aquisitivo, e desta forma dispuserem de melhor acesso a assistência técnica e suporte (CASTRO; PEREIRA, 2017).

Há de se considerar também que grande parte destes imóveis (acima de 15 MF) iniciaram seu processo de regularização ambiental há mais tempo quando comparados aos imóveis de menor porte (AZEVEDO; SAITO,

2013), por conta de maiores exigências dos órgãos reguladores e da própria cadeia produtiva. Em contrapartida, os imóveis rurais de menor porte, em geral têm mais dificuldade de acesso a crédito, assistência técnica e mão-de-obra limitada, onde muitos necessitam de apoio do poder público para se regularizarem ambientalmente (CUNHA; LOPES; SOUSA, 2015).

O estudo apontou que a maior parte dos imóveis rurais em número, pertencem a classe abaixo de 1 MF, o que representa 77% de todos os estabelecimentos rurais nos três municípios, o que justifica a ação de projetos de apoio por parte do poder público para regularização ambiental nesta classe. Porém, estes ocupam uma área de apenas 15% de todo território. Por outro lado, os grandes imóveis (acima de 15 MF) apresentam situação totalmente contrária, ocupam 46% de todo território e 2% do número de imóveis, este valor se assemelha ao encontrado por Miranda et al. (2020) onde encontram percentual de 3,5% do total de imóveis acima de 15 MF para todo bioma Floresta Amazônica.

Os imóveis pertencentes a agricultura familiar, ou seja, com área total menor que quatro MF, corresponderam a 92% do total de imóveis em toda área de estudo. Este valor muito se assemelha ao encontrado por Miranda et al. (2020) onde os autores observaram percentual de 90%. Borges et al. (2017) afirmam que os imóveis pertencentes a esta classe foram os maiores beneficiados pelas regras do NCF brasileiro no que se refere a regularização ambiental.

A maior parte da RF mapeada, ou seja, 67% incidiram sobre áreas de APP, uma explicação para este alto percentual pode estar em como os proprietários de imóveis veem a recomposição florestal. Em geral, a RF de APPs é mais aceita entre os proprietários de imóveis por entenderem que tais áreas protegem os recursos hídricos presentes na propriedade e em seu entorno, e na visão deles, não reduzem, ou pouco reduzem a área produtiva do imóvel. Já a recomposição em RL, há uma maior resistência dos proprietários, por entender, na visão deles, que ao recompor tais áreas haverá uma redução muito expressiva da área produtiva do imóvel (SALOMON, 2016).

O NCF brasileiro estabelece que a recomposição do passivo ambiental em APPs deve ser realizado obrigatoriamente no local onde ocorreu

o dano, não havendo possibilidade de compensação em outra área como ocorre em certos casos de passivo em RL, onde o proprietário e/ou possuidor tem a opção de compensar ou adquirir cota de RL caso tenha convertido sua área para uso alternativo do solo antes de 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012). Esta exigência da lei contribui para que a maioria das ações de RF sejam realizadas nas áreas de APPs.

O estudo realizado por Tambosi et al. (2016) possibilitou quantificar o passivo de APPD em toda área de estudo no ano de 2016. Com base nos dados oriundos do cruzamento de RF com tais áreas, identificou-se que apenas 7,9% do total de passivo foi recomposto nestas áreas, restando 22.328,69 ha a serem recuperados em toda área de estudo no ano de 2019, valor este considerado muito elevado, maior que todo ganho de floresta contabilizado nos últimos 11 anos.

Este fato indica a necessidade de mais ações de RF nos três municípios, haja visto que tais áreas pelas regras do NCF não podem ser compensadas. Nunes et al. (2017) destacam a importância da realização de restauros florestais em larga escala haja visto a enorme demanda e os diversos benefícios que serão advindos através desta prática como segurança hídrica, conservação da biodiversidade, novas alternativas para a economia, mitigação e adaptação as mudanças climáticas entre outras.

O projeto PRODAM tinha como meta inicial recompor 1.200 ha de floresta nativa (SECMA, 2014), os dados do mapeamento da RF apontaram uma área 1.138,22 ha de RF (Tabela 8) presente nos imóveis beneficiados por este projeto, valor este muito próximo ao que foi proposto como meta, evidenciado que tal objetivo foi praticamente cumprido. Estima-se que a área de RF nos imóveis beneficiados seja ainda maior, haja visto que muitas áreas iniciaram seu processo de recomposição de forma tardia e/ou encontraram problemas técnicos prejudicando assim o desenvolvimento dos indivíduos e não sendo possível mapear a vegetação nestas áreas com os insumos disponíveis no período deste estudo. Outro indicativo é que apenas 39,9% dos imóveis beneficiados apresentaram incidência de RF.

No projeto Nascentes do Buriti a meta proposta inicialmente era de recompor 1.722 ha de floresta nativa em APP (MARTINHO, 2013), porém os

dados do mapeamento da RF indicaram 245,45 ha, valor este correspondente a 14,3% do que foi proposto inicialmente. Quanto a este fato, cabe levar em consideração que a meta estipulada inicialmente era baseada na legislação anterior ao NCF, onde as larguras das faixas exigidas para recomposição das APPs variavam de 30 a 500 m, dependendo da largura dos cursos d'água e 50 m de raio para as nascentes. Com o NCF estas exigências de recomposição variam de 5 m a no máximo 100 m em áreas consolidadas dependendo do tamanho do imóvel rural (TAMBOSI et al., 2016) e 15 m de raio para todas as nascentes em área consolidada. As novas regras do NCF reduziram drasticamente o passivo ambiental nos imóveis.

Da mesma forma como ocorreu no projeto PRODAM, muitas áreas de RF no projeto Nascentes do Buriti tiveram suas atividades realizadas de forma tardia prejudicando seu desenvolvimento. Assim muitas áreas de RF não tiveram desenvolvimento suficiente para serem contabilizadas no mapeamento até a data deste estudo. Apenas 34% dos imóveis beneficiados pelo projeto Nascentes do Buriti apresentaram incidência de RF.

Apesar do esforço e dos investimentos dispendidos pelo FA, nos dois projetos, a contribuição sobre a RF em toda área de estudo foi de apenas 9,5%. Este ganho de floresta obtido através das ações destes projetos pode ser atribuído a ação direta do homem (plantio) com mudas e sementes, condução da regeneração natural da vegetação nativa ou integração dos dois métodos. Porém, em toda área de estudo não foi possível diferenciar o quantitativo de RF realizado por ação direta ou por regeneração natural. Novos estudos poderão individualizar o quantitativo de RF realizado por ação direta e por regeneração natural.

Áreas de RF em estágios iniciais de recomposição, ou seja, com altura dos indivíduos inferior a 3 m e área de copa inferior a 100m², não foram mapeadas neste estudo pelo fato das mesmas não apresentarem desenvolvimento suficiente a ponto de serem identificadas pelo analista por meio das imagens orbitais disponíveis. Estudos futuros utilizando novas técnicas e novos insumos (imagens orbitais de melhor resolução) trarão mais detalhamento aos mapeamentos e permitirão estudos mais aprofundados sobre este assunto.

Conclusões

Este estudo evidenciou a distribuição espacial da RF ao longo dos três municípios analisados. Com relação aos imóveis rurais, a maior parte da RF foi encontrada nos grandes imóveis, pertencentes à classe acima de 15 MF, tanto em número de polígonos quanto em área ocupada.

Houve maior incidência de RF sobre as áreas de APP em comparação com as áreas de RL, onde 67% de toda área de RF incidiu sobre APP enquanto que 33% incidiu sobre RL.

O ganho de floresta sobre as áreas de passivo ambiental em APP (APPD) em toda área de estudo foi de apenas 7,9%. Apesar do período analisado ser de apenas quatro anos (2016 a 2019), período este onde havia informações disponíveis para análise, restando um passivo ambiental em APP a ser recuperado de 22.328,69 ha, o qual deve obrigatoriamente por lei ser recuperado *in loco*.

Nos imóveis beneficiados pelos projetos PRODAM e Nascentes do Buriti, a RF também incidiu em sua maior parte sobre áreas de APP em comparação com áreas de RL em ambos os projetos. Apesar do grande esforço e investimento, os dois projetos contribuíram com apenas 9,5% do total de RF em toda área de estudo.

As áreas de RF em estágios iniciais de desenvolvimento, com indivíduos apresentando altura menor que 3 m e cobertura de copa inferior a 100m², não foram contabilizadas neste mapeamento indicando uma subestimativa destas áreas.

As informações apresentadas neste trabalho cumpriram com o objetivo proposto inicialmente de apresentar a distribuição da RF ao longo da área de estudo e tais dados constituem uma fonte de informação pouco disponível até o momento.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013.

AZEVEDO, A. A.; SAITO, C. H. O perfil dos desmatamentos em Mato Grosso, após implementação do licenciamento ambiental em propriedades rurais. **Revista Cerne**, v. 19, n. 1, p. 111–122, 2013.

BANHEZA, I. L. B.; LAVEZO, A.; BANHEZA, I. B.; KROETZ, H. I.; KOGA, P. S. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio na cultura de arroz de terras altas na região de Alta Floresta - MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 205–212, 2012.

BERNASCONI, P.; SANTOS, R. R. dos; MICOL, L.; RODRIGUES, J. A. **Avaliação Ambiental Integrada: Território Portal da Amazônia**. 2009. Disponível em: <https://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2013/08/177834165aai_portal_da_amazonia__icv__gestar.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

BORGES, L. A. C.; MORAS FILHO, L. O.; MARQUES, R. T.; SILVA, C. C. da; SILVA, L. G. P. A Influência do Tamanho do Imóvel Rural Sobre as Áreas De Preservação Permanente de Corpos D'água. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 64, p. 444–453, 2017.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. Programa de Zoneamento-Ecológico-Econômico. Caderno temático: biodiversidade no âmbito do zoneamento ecológico-econômico**. 2007.

BRASIL. **Código Florestal. Lei Federal nº 12651 de 25 de maio de 2012, Casa Civil - Presidência da República**, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 04 Set. 2020.

BUTTURI, W.; SILGUEIRO, V. F.; SANTOS, B. D. C. dos; SILVA, E. P. da. Modelo para delimitação automática de áreas de preservação permanente conforme o Novo Código Florestal: aplicação em três municípios no Bioma Amazônia em Mato Grosso. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR**, p. 910–917, 2017.

CAIONI, C.; CAIONI, S.; SILVA, A. C. S. da; PARENTE, T. L.; ARAÚJO, O. S. de. Análise da distribuição pluviométrica e de ocorrência do fenômeno climático ENOS no município de Alta Floresta - MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 10, n. 19, p. 2656, 2014.

CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. **Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de Ater**. 1. ed. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2017. v. 1

CHIAVARI, J.; LOPES, C. L. Os Caminhos para a Regularização Ambiental:

Decifrando O Novo Código Florestal. In: **Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**. 1. ed. IPEA, 2016. p. 21–44.

CUNHA, J. C. DA; LOPES, T. S.; SOUSA, J. DA S. A Exigência de Regularização das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal e a Viabilidade de Recuperação para um Pequeno Proprietário Rural. **6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**, v. 1, n. 5, p. 449–455, 2015.

FARIA, A. M. DE M. Perspectivas de desenvolvimento local sustentável em Alta Floresta MT. **Revista DELOS, Desarrollo Local Sostenible**, v. 8, n. 22, p. 1–32, 2015.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e Seus Municípios**. Buriti, 2001.

FUNDO AMAZÔNIA. **Fundo Amazônia, Projeto Nascentes do Buriti - Carlinda MT**. Disponível em: <<http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Nascentes-do-Buriti/>>. Acesso em: 4 set. 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Histórico dos municípios**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/historico>>. Acesso em: 8 set. 2020.

INCRA. **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf>. Acesso em: 8 set. 2020.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. da; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M.; GUIMARÃES, D. P. **Varição Geográfica do Tamanho dos Módulos Fiscais no Brasil**. Documentos / Embrapa Milho e Sorgo. v. 146. 2012.

LEMO, A. L. F.; SILVA, J. D. A. Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 1, p. 98–108, 2011.

MARTINHO, H. M. **Fundo Amazônia - Nascentes do Buriti**. Mombak Ltda, , 2013. Disponível em: https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2013/11/Fundo_Amazonia_Evolucao_Recente_e_Perspectivas_Final.pdf#page=138. Acesso em: 22 set. 2020.

MATO GROSSO. Lei complementar nº 592, de 26 de maio de 2017. . 2017, p. 1–15.

MIRANDA, E. E. DE; MARTINHO, P. R. R.; CARVALHO, C. A. DE. **Nota Técnica Sobre Queimadas, Desmatamentos e Imóveis Rurais no Bioma Amazônia em 2019**: 1. Embrapa Territorial, , 2020.

NOBERTO-IRMÃO, V.; VIEIRA, I.; PESSOA, M. J. G.; ROSSI, A. A. B. Anatomia foliar como ferramenta na identificação de *Curcuma zedoaria* (Zingiberaceae) utilizada medicinalmente e cultivada em quintais no município de Alta Floresta - MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 17, p. 2669–2685, 2013.

NUNES, S.; GATTI, G.; DIEDERICHSEN, A.; SILVA, D.; PINTO, A. **Oportunidades para Restauração Florestal no Estado do Pará**. 1. ed. IMAZON, 2017.

PASSOS, J. DE S.; JÚNIOR UGEDA, J. C. Contextualização do Cadastro Ambiental Rural e a Regularização Ambiental de Imóveis Rurais em Mato Grosso. In: **Geografia: Política e Democarcia 2**. 2. ed. Editora Atena, p. 120–133, 2019.

ROSS, J. S. O relevo no processo do espaço. In: MORENO, G.; HIGA, T. C. S. In: **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. 1ª ed. Entrelinhas, 2005. p. 296.

SALOMON, M. M. R. **O Novo Código Florestal e a Regularização do Passivo Ambiental dos Imóveis Rurais: O Caso de Querência**. Universidade Federal de Brasília (UNB), 2016.

SECMA. **Relatório Executivo | Projeto Olhos D'Água da Amazônia**. Quintino Gestão de Projetos, 2014.

SECMA. **Relatório Executivo Projeto Olhos D'Água da Amazônia Fase II - Parte 1**. Quintino Gestão de Projetos, , 2016.

SELUCHINESK, R. D. R. **De heróis a vilões: imagem e auto-imagem dos colonos da Amazônia mato-grossense**. 263 f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental). Universidade de Brasília - UnB, 2008.

SILGUEIRO, V. F.; BONA, D. A. O. de.; BUTTURI, W.; SANTOS, B. D. C. dos; BRUGNARA, E. Análise da Paisagem para o Planejamento de Áreas de Preservação Permanente em Imóveis Rurais na Região de Alta Floresta - MT Visando a Constituição de Corredores Ecológicos. **Anais da IX Semana da Biologia - I Seminário do Núcleo de Agricultura Familiar e Agroecologia**, p. 1–6, 2016.

SILGUEIRO, V. F.; BUTTURI, W.; BRUGNARA, E.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; TAMBOSI, L. R. Identificação de áreas de preservação permanente prioritárias para restauração florestal visando a constituição de corredores ecológicos nos municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta em Mato Grosso. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR**, p. 1329–1336, 2017.

TAMBOSI, L. R.; SILGUEIRO, V. F.; BUTTURI, W.; VIDAL, M. M. **Uso das geotecnologias para o planejamento espacial e monitoramento da restauração florestal em áreas de preservação permanente degradadas (APPDs)**. 1. ed. Instituto Centro de Vida (ICV), 2016.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que o município de Paranaíta foi menos eficiente no ganho de floresta, além de apresentar a maior área de desmatamento no período analisado entre os três municípios. Isso indica a necessidade de mais ações de recomposição florestal e ao mesmo tempo redução do desmatamento para maior equilíbrio ambiental.

Apesar dos esforços, o saldo do desmatamento líquido nos três municípios analisados foi negativo, evidenciando que mais ações para aumentar a restauração florestal e diminuir o desmatamento ilegal precisam ser feitas para assim alcançar o desmatamento líquido zero.

O passivo ambiental em APP (APPD) foi calculado com base nos dados de cobertura do solo no ano de 2016 pelo trabalho publicado por Tambosi et al. (2016). O ganho de floresta sobre estas áreas foi possível de ser calculado apenas para os últimos quatro anos (2016 a 2019) o qual apresentou um quantitativo de RF de 1.914,31 ha, 7,9% do total. Porém, ainda existe um passivo de 22.328,69 ha que precisa ser recuperado *in loco*.

A RF ocorreu em sua maior parte nos grandes imóveis rurais, em contrapartida, os pequenos, apesar do apoio financeiro oriundo dos projetos financiados pelo FA, teve uma baixa contribuição na área total de RF e na porcentagem de imóveis com incidência de RF, indicando a necessidade de mais ações de recomposição nesta classe de imóveis.

A partir do banco de dados criado por este mapeamento será possível avaliar a eficácia das ações de restauração florestal e o cumprimento das exigências impostas pela legislação ambiental vigente.

Estes dados também se constituem de uma fonte de informação para gestores públicos, essenciais para tomada de decisão e planejamento de ações futuras ligadas ao assunto. A disponibilização dos dados em plataforma digital de acesso livre facilita e amplia a capacidade de estudos futuros.

Outras possibilidades de estudo podem ser realizadas visando a continuidade dos trabalhos neste tema, como: mapear a idade da vegetação; diferenciar a recomposição florestal realizada por regeneração natural e por ação direta do homem (plantio); diferenciar as diferentes coberturas florestais

como Povoamento Florestal Artificial, SAFs Silvopastoril, SAFs Silviagrícola e outras formas de cobertura florestal que possam existir. O mapeamento automatizado com escala de maior detalhamento, é essencial para abranger grandes extensões territoriais e servir como fonte de informação contínua e periódica.

Informações sobre a recomposição florestal contrapõe o conceito muitas vezes negativo, sobre a questão ambiental na região, que apesar de haver a necessidade de combate mais efetivo sobre os desmatamentos ilegais, mostra que ações positivas de recuperação dos passivos estão sendo realizadas, mitigando assim os efeitos da degradação causadas em períodos anteriores.