UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

DINÂMICA DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL EM UMA ÁREA DESTINADA A ASSENTAMENTO DA REFORMA AGRÁRIA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

RÔMULO SEDLACEK

Sinop, Mato Grosso
Fevereiro, 2018

RÔMULO SEDLACEK

DINÂMICA DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL EM UMA ÁREA DESTINADA A ASSENTAMENTO DA REFORMA AGRÁRIA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Orientador: Professor Dr. Marliton R. Barreto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.
Área de Concentração: Biodiversidade.

Sinop, Mato Grosso
Fevereiro, 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S449d Sedlacek, Rômulo.
DINÂMICA DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL EM UMA ÁREA DESTINADA A ASSENTAMENTO DA REFORMA AGRÁRIA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL/ Rômulo Sedlacek. -- 2018
54 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Dr. Marliton R. Barreto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, 2018.
Inclui bibliografia.

1. desmatamento. 2. ecologia da paisagem. 3. sensoriamento remote.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

Sinopse:

Estudou-se a a perda de habitat e fragmentação florestal em uma área destinada a assentamento da reforma agrária na Amazônia Meridional, comparando-a com um conjunto de outros imóveis não destinados a reforma agrária na mesma região, utilizando métricas de ecologia da paisagem, mensusradas por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geociências.

Palavras-chave:

Desmatamento; ecologia da paisagem; sensoriamento remoto.

MINISTÉRIO DA EDUCACÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUACÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
Avenida Alexandre Ferronato, nº 1.200 - Setor Industrial - Cep: 78557267 -Sinop/MT
Tel : 66 3531-1663/r. 206 - Email : ppgcam@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Dinâmica da fragmentação florestal em uma área destinada a assentamento da reforma agrária amazônia Meridional"

AUTOR : Mestrando RÔMULO SEDLACEK

Dissertação defendida e aprovada em 22/02/2018.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor(a) Marliton Rocha Barreto
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutor(a) JEAN REINILDES PINHEIRO
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Pós-Doutor(a) Laurimar Gonçalves Vendrusculo
Instituição : EMBRAPA

Examinador Suplente Doutor(a) Leandro Dênis Battirola
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

SINOP,22/02/2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e amor.

A minha família por sempre ter me apoiado em todas as decisões.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marliton Rocha Barreto, por ter me acolhido no programa de mestrado, por suas orientações, acompanhamento durante todo o percurso do mestrado e pelo esforço em buscar conhecimento de diversas áreas para auxiliar minha pesquisa.

À Dra. Laurimar Gonçalves Vendrusculo, da EMBRAPA Agrossilvipastoril, campus Sinop – MT, pelos aconselhamentos na fase final de organização e apresentação da pesquisa conduzida.

Aos colegas integrantes do Grupo “Mestrandos PPGCAM” do “*Whatssap”,* que estiveram sempre presentes para tirar as dúvidas uns dos outros sempre com bom humor e cordialidade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UFMT/Sinop, que contribuíram com seus conhecimentos e por sempre estarem de portas abertas para nos atenderem.

A aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, fica o sentimento de gratidão.

RESUMO

Políticas de gestão territorial influenciam a amplitude dos impactos ocasionados em ambientes naturais, sobretudo em ambientes inicialmente florestais. O sensoriamento remoto é uma ferramenta eficiente para diagnosticar e mensurar esses impactos ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fragmentação florestal ao longo de 20 anos (1996-2016) em uma área destinada a assentamento da reforma agrária na Amazônia meridional, comparando-a com imóveis não destinados a reforma agrária. Para isso, utilizou-se de técnicas de sensoriamento remoto, tal como a classificação de imagens de satélite e sistema de informação geográfica para delimitar os polígonos de remanescentes florestais. Para a imagem classificada de 13 de junho de 2016 foi realizada uma análise de acurácia com base em dados de campo, que resultou na exatidão total de 0,96, com índice Kappa de 0,70. A análise das implicações da fragmentação florestal foi realizada por meio de métricas da paisagem. A área ocupada por floresta no polígono do assentamento passou de 98,7% para 26,8% no período, enquanto que na área utilizada para comparação os valores foram de 73,7% para 50,3%. A área média dos fragmentos sofreu redução 284 vezes maior e a densidade de bordas teve aumento 2.590 vezes maior no assentamento quando comparada a margem direita. Os resultados mostraram que a perda de habitat e fragmentação florestal foi mais intensa no ambiente destinado a projeto de assentamento rural.

Palavras-chave: desmatamento; ecologia da paisagem; sensoriamento remoto.

ABSTRACT

Territorial management policies influence the magnitude of the impacts caused in natural environments, especially in initially forest environments. Remote sensing is an efficient tool to diagnose and measure these environmental impacts. The objective of this work was to evaluate the forest fragmentation over 20 years (1996-2016) in an area destined to settle agrarian reform in the southern Amazon, comparing it with real estate not intended for agrarian reform. For this, remote sensing techniques, such as classification of satellite images and geographic information system were used to delimit the polygons of forest remnants. For the classified image of June 13, 2016, an accuracy analysis was performed based on field data, which resulted in a total accuracy of 0.96, with a Kappa index of 0.70. The analysis of the implications of forest fragmentation was carried out using landscape metrics. The area occupied by forest in the settlement polygon went from 98.7% to 26.8% in the period, while in the area used for comparison, the values were from 73.7% to 50.3%. The average area of the fragments was 284 times larger and the border density increased by 2590 times in the settlement when compared to the right margin. The results showed that the loss of habitat and forest fragmentation was more intense in the environment destined to rural settlement project.

Keywords: deforestation; landscape ecology; remote sensing.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL....10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA....11
2.1 AMAZÔNIA MATOGROSSENSE....11
2.2.1 Desmatamento....11
2.2.2 Assentamentos rurais....12
2.2.3 Legislação ambiental....13
2.2 SENSORIAMENTO REMOTO DO AMBIENTE....13
2.2.1 Processamento digital de imagens....14
2.2.2 Tratamentos e pré-processamento....14
2.2.3 Classificação digital de imagens....15
2.3 ECOLOGIA DA PAISAGEM....17
REFERÊNCIAS....19
CAPÍTULO I....21
DINÂMICA DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL EM UMA ÁREA DESTINADA A ASSENTAMENTO DA REFORMA AGRÁRIA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL....21
DYNAMICS OF FOREST FRAGMENTATION IN AN AREA DESIGNED TO RURAL SETTLEMENT IN THE SOUTHERN AMAZON....21
INTRODUÇÃO....22
RESULTADOS....28
DISCUSSÃO....30
CONCLUSÃO....35
REFERÊNCIAS....36
ANEXO I - NORMAS DA REVISTA....38
ANEXO II – FOTOGRAFIAS DO LOCAL....45
ANEXO III – ANÁLISE DA CLASSIFICAÇÃO....49
ANEXO IV – CÁLCULOS DO ÍNDICE KAPPA....50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo no município de Sinop, estado de Mato Grosso (MT), Brasil. ME compreende os imóveis à margem esquerda do Rio Teles Pires (destinados a assentamento da reforma agrária); MD compreende o conjunto de imóveis situados na margem direita do Rio Teles Pires (não destinados a assentamento). 24

Figura 2. Imagens da área de estudo, capturadas durante conferência da classificação da imagem de satélite em campo. Área de regeneração de vegetação nativa após supressão (a); Imagem aérea de área suprimida (a frente) e remanescentes florestais (ao fundo) (b); Àrea de transição entre pasto e vegetação arbustiva (c); vegetação de porte arbustivo (d); vista aére de uma pastagem suja (e); imagem panorâmica da área de estudo (f). 27

Figura 3. Mapas da classe floresta nos dois ambientes estudados nos períodos selecionados. 29

Figura 4. Exemplo de um caso de erro de superestimativa da classe floresta em um local onde a vegetação não é de porte florestal. Mapa com a delimitação dos polígonos de floresta (a) com seta no local onde foi capturada a fotografia da vegetação existente (b). 31

Figura 5. Proporção da área coberta por floresta nativa de ME em relação a MD entre os anos de 1996 e 2016. ME = margem esquerda; MD = margem direita. 32

Figura 6. Evolução do número de fragmentos nas áreas analizadas entre os anos de 1996 e 2016. ME = margem esquerda; MD = margem direita. 33

Figura 7. Área média de todos os fragmentos à cada época nos ambientes analisados entre os anos de 1996 e 2016. ME = margem esquerda; MD = margem direita. 34

Figura 8. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta. .. 45

Figura 9. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta. .. 45

Figura 10. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta. 46

Figura 11. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta. 46

Figura 12. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta. 47

Figura 13. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta. 47

Figura 14. Área com vegetação arbórea classificada como não-floresta. 48

Figura 15. Imagem aérea utilizada como referência para geração da matriz de confusão para cálculo de acurácia. 48

1 INTRODUÇÃO GERAL

A região norte do estado de Mato Grosso teve sua colonização intensificada no final da década de 1970, baseada na exploração madeireira das florestas nativas e na conversão de novas áreas em pastagens e/ou lavouras. Essa colonização resultou em grandes áreas de lavoura e/ou floresta de propriedade de um ou poucos indivíduos.

O governo brasileiro buscou promover a igualdade social redistribuindo essas terras por meio dos projetos de assentamento, que se resumem na apropriação de grandes latifúndios por parte do Estado, divisão em glebas e distribuição à agricultura familiar. Por se tratar de uma política pública, o monitoramento e avaliação desses assentamentos frente aos objetivos iniciais é essencial e de interesse social.

Nesse âmbito, o sensoriamento remoto é uma ferramenta útil para estudos relacionados à avaliação e detecção de mudanças na cobertura da terra, especialmente quando se trata de grandes áreas e análises históricas. Além disso, atualmente há uma gama de produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite, por exemplo) disponíveis e sem custo algum.

Assim, o presente estudo visa avaliar a perda de ambiente florestal em uma área destinada a assentamento da reforma agrária na Amazônia Meridional (Projeto Wesley Manoel dos Santos), comparando-a com um conjunto de outros imóveis particulares da mesma região, utilizando métricas de ecologia da paisagem, mensuradas por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geociências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AMAZÔNIA MATOGROSSENSE

2.2.1 Desmatamento

De acordo com dados do INPE (2016), O estado do Mato Grosso, juntamente com o Pará, tem figurado entre os estados com maiores taxas de desmatamento no bioma Amazônia desde a década de 1980.

O desmatamento recente na Amazônia legal está associado a variação de preços agrícolas, em especial o preço da soja, e às políticas governamentais relacionadas (fiscalização, embargos, concessão de créditos, etc), no caso do Mato Grosso (FERREIRA e COELHO, 2015).

Além da soja, a pecuária é uma atividade que apresenta forte correlação com os dados de desmatamento na Amazônia, fato pelo qual as políticas públicas de redução de desmatamento devem estar alinhadas ao controle da expansão da fronteira agrícola, haja vista a projeção de crescimento nacional e internacional pela demanda de carne (RIVERO et al., 2009).

O acelerado processo de ocupação no estado de Mato Grosso para fins econômicos vem consequentemente promovendo um intenso processo de desmatamento e uma substituição das paisagens naturais por outros usos do solo (CUNHA et al., 2014).

Em uma região de Mato Grosso, analisando o período de 1984 a 2009, constatou-se que o desmatamento recente da floresta está sendo promovido pela atividade pecuária, e os solos descampados e erodidos do pasto têm sido usados para a cultura de soja. Ou seja, na região de Mato Grosso, a soja estabelece-se em áreas antes degradadas pelo gado, e não diretamente sobre as áreas de floresta desmatada (DOMINGUES e BERMANN, 2012).

Segundo YANAI et al. (2015), do total do desmatamento ocorrido na Amazônia Legal até 2013 (758.638 km²), no mínimo 21% (161.833 km²) ocorreram dentro de assentamentos

rurais cuja área total originalmente ocupada por vegetação nativa (396.689 km²) sofreu redução de 41% (161.833 km²). Deste total, 72% (117.028 km²) ocorreram em Projetos de Assentamento Federais (PA).

2.2.2 Assentamentos rurais

Assentamento rural é um conjunto de unidades agrícolas independentes entre si, instaladas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA onde originalmente existia um imóvel rural que pertencia a um único proprietário. A preferência na escolha de imóveis para desapropriação é para as grandes propriedades, improdutivas (ou subprodutivas), e que não cumpram a sua função social, a qual abrange o respeito a legislação ambiental vigente, tal como respeito às Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal (INCRA, 2016).

Os trabalhadores rurais que recebem o lote comprometem-se a morar na parcela e a explorá-la para seu sustento, utilizando exclusivamente a mão de obra familiar. Eles contam com créditos, assistência técnica, infraestrutura e outros benefícios de apoio ao desenvolvimento das famílias assentadas (INCRA, 2016).

Para barrar o fluxo de pessoas para novas áreas em busca de terra, a reforma agrária é necessária na Amazônia e nas áreas de onde vêm os imigrantes. E a disponibilidade de emprego alternativo nas áreas rurais e urbanas também está relacionada com esses fluxos populacionais (FEARNSIDE, 2005).

Segundo Le Tourneau e Bursztyn (2010), os assentamentos são, com frequência, instalados em áreas-chave para a progressão das atividades agropecuárias e eles, de certa forma, preparam o caminho ou fornecem a mão-de-obra necessária para outros empreendimentos.

O Estado de Mato Grosso possui 549 assentamentos rurais, os quais comportam 82.860 famílias e ocupam 6.048.948,91 hectares (INCRA, 2016).

2.2.3 Legislação ambiental

A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (lei de proteção da vegetação nativa), estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Para os locais de floresta abrangidos pelo perímetro da Amazônia Legal, o art. 12 dessa lei prevê o percentual mínimo de 80% de Reserva Legal, a ser mantido com cobertura de vegetação nativa.

2.2 SENSORIAMENTO REMOTO DO AMBIENTE

O sensoriamento remoto tem se desenvolvido desde a 2ª Guerra Mundial e atualmente é uma ferramenta indispensável para estudos de diagnóstico ambiental, pois permitem a detecção de fenômenos e alterações na cobertura da terra de forma imediata e em áreas extensas (JENSEN, 2009).

Uma dos benefícios do sensoriamento remoto é que este obtém um registro das feições da Terra num momento único no tempo. Registros múltiplos da mesma feição terrestre obtidos através do tempo podem ser úteis para identificar processo em desenvolvimento e fazer previsões (JENSEN, 2009).

Segundo, Ponzoni e Shimabukuro (2010), no Brasil, a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto no estudo da vegetação teve início com os primeiros mapeamentos temáticos realizados na década de 1940 a partir de fotografias aéreas. Talvez, um dos marcos mais significativos dessa aplicação tenha sido o Projeto RADAMBRASIL que teve como objetivo não só representar espacialmente classes fisionômicas da cobertura vegetal de todo o território nacional, como também os demais itens fundamentais de estudos sobre o meio ambiente e dos recursos naturais como geologia, geomorfologia e solos.

Para Oliveira et al. (2015), as geotecnologias são importantes ferramentas de auxílio na determinação de áreas propícias para a análise integrada da paisagem, bem como de áreas propícias para implantação de corredores, gerando um cenário alternativo para a recuperação ambiental, o zoneamento ecológico e a conservação ambiental.

Atualmente há várias fontes de dados geográficos. Jensen (2009) dedicou um apêndice do seu livro exclusivamente para informar uma lista de fontes de alguns desses dados. Nesse âmbito, o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – United States Geological Survey) disponibiliza vários produtos de sensoriamento remoto de várias regiões do planeta de forma gratuita, por meio do seu sítio de internet, disponível gratuitamente em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

2.2.1 Processamento digital de imagens

O processamento digital de imagens faz uso de muitos elementos de interpretação de imagens usando várias técnicas. Os principais tipos de processamento digital de imagens incluem o pré-processamento de imagens (correções radiométricas e geométricas), o realce das imagens, o reconhecimento de padrões usando estatísticas inferenciais, o processamento fotogramétrico de imagens usando imagens estereoscópicas, sistemas especialistas (árvores de decisão) e análises de imagens usando redes neurais, análises de dados hiperespectrais, e detecção de mudanças (JENSEN, 2009).

2.2.2 Tratamentos e pré-processamento

A comparação de imagens distanciadas no tempo requer alguns cuidados sob pena de invalidar as conclusões obtidas, dado o caráter acumulativo dos erros e sua independência da fonte. Quando a comparação foca na detecção de mudanças este problema se avulta, pois, os algoritmos empregados nestas técnicas não são capazes de evitá-los e na maior parte das situações, também não conseguem controlá-los, de forma que as estimações da ocorrência e da influência sobre os resultados dependerão em grande parte da experiência

do operador em se precaver, isolando as variáveis independentes o quanto puder (KIEL, 2008).

Neste caso, a principal questão que se coloca na detecção de mudanças no uso e cobertura do solo a partir de imagens de satélite, é a capacidade de se afirmar a veracidade das transformações detectadas e definir os intervalos de segurança de sua aplicabilidade conforme os dois tipos de erro que a estatística moderna utiliza: afirmar verdadeira uma informação falsa e afirmar falsa uma informação verdadeira. Em termos práticos, as próprias imagens são as maiores fontes de erro da detecção de mudanças e por tanto, deve ser assegurado que nelas, a menor parte possível dos dados tenha, realmente, algum potencial de representar mudanças (KIEL, 2008).

Isto acarreta o fato de que raramente é possível prescindir dos tratamentos de corretivos nas imagens, devido às diferenças que ocorrem naturalmente de uma data de aquisição para outra, na geometria, iluminação e condição dos alvos. O efeito aditivo dos processos de correção é o que permite a comparação das imagens, autorizando a obtenção de resultados confiáveis, aptos a interpretações, porém deve ser sempre considerado que nem todas as inconsistências dos processos comparativos entre imagens podem ser tratadas e mesmo dentro das passíveis de tratamento, o grau de sucesso é muito variável (KIEL, 2008).

2.2.3 Classificação digital de imagens

Os algoritmos de detecção de mudanças podem ser usados em classificações por pixel e orientados ao objeto (polígono). Infelizmente, ainda não há um método universalmente aceito para detecção de mudança ou para avaliação da exatidão dos produtos em mapas de detecção de mudança (JENSEN, 2009).

Pessoa et al. (2013) demonstraram a possibilidade do uso de imagens Landsat-5 como instrumento de identificação e elaboração do mapeamento temático de sete classes de uso e cobertura da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio - MT, sendo elas: a vegetação nativa, pastagem, cana-de-açúcar, massas d'água, áreas alagáveis, solo exposto e influência urbana.

Por meio do uso de imagens dos anos de 1991, 2001 e 2011 os autores conseguiram identificar a antropização e intensos processos sofridos pela vegetação nativa nos 20 anos anteriores ao estudo, com ênfase na substituição de elevados percentuais da vegetação nativa por pastagem e monocultura.

Amaral e Rios (2012) desenvolveram trabalho semelhante no alto da bacia hidrográfica do rio Piedade, um importante afluente do rio Paranaíba pela margem esquerda, na mesorregião do Triângulo Mineiro, no qual concluíram que a análise da evolução do uso e ocupação do solo, tomando por unidade de planejamento a bacia hidrográfica, contribui significativamente para o diagnóstico e consequente conhecimento de como os processos antrópicos se estabeleceram na bacia, fundamental para o estabelecimento de ações de planejamento socioambientais para a bacia hidrográfica.

Mello et al. (2012) avaliaram de técnicas de classificação digital de imagens LANDSAT em paisagens de fazendas de “Médio porte”, assentamentos no padrão “Espinha de peixe” e áreas de contato entre floresta e “Cerrado” no estado de Rondônia. A conclusão foi que os classificadores K-médias e MaxVer apresentaram resultados satisfatórios, sendo o método supervisionado (MaxVer) mais adequado na área “Espinha de peixe”.

Os resultados desse estudo também indicaram que escolha de um algoritmo deve considerar tanto a capacidade de discriminar várias assinaturas espectrais em diferentes padrões de paisagem quanto a relação custo/benefício decorrente das várias etapas do trabalho dos operadores que elaboram um mapa de cobertura e uso da terra. Este trabalho apontou a necessidade de esforço mais sistemático de avaliação prévia de várias opções de execução de um projeto específico antes de se iniciar o trabalho de elaboração de um mapa de cobertura e uso da terra (MELLO et al., 2012).

Visando avaliar a influência da resolução espacial na identificação de floresta, capoeira nova, capoeira madura e não-floresta, no município de Altamira – PA, chegou-se à conclusão que ocorrem perdas significativas na exatidão de mapas apenas ao utilizar imagens com mais de 200m de resolução espacial (PONZONI e REZENDE, 2002).

Kiel (2008) demonstrou que a pós-classificação supervisionada se manteve em um patamar muito bom de eficiência, corroborando sua dependência à alta acurácia das classificações.

Espírito-Santo e Shimabukuro (2005), ao realizarem trabalhos com mapa de cobertura vegetal, conduzido na Floresta Nacional dos Tapajós (PA), por meio de imagens multitemporais do satélite Landsat (1988, 1999, 1997, 2001) obtiveram um elevado índice de exatidão global (84%) e um índice Kappa 80,9%, validados por meio da integração de imagens de videografias aéreas e pontos de levantamento de campo.

Há limitações do método de classificação de imagens por pixel se comparada aquele por regiões e visual ao utilizar imagens CBERS, IRS e QuickBird para a classificação de estádios de sucessão florestal em região da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, principalmente pela dificuldade na separação dos estádios médio e avançado, devido a sua semelhança espectral, sendo os resultados considerados muito bons restritos apenas aos estádios iniciais de sucessão (AMARAL et al., 2009).

A utilização das imagens classificadas com o uso e a cobertura da terra para a detecção de mudanças permite inferir a intensidade dos processos produtivos no meio rural. Este método mostra potencial para ser utilizado como instrumento de apoio às decisões para as políticas públicas de desenvolvimento rural (KIEL et al., 2011).

2.3 ECOLOGIA DA PAISAGEM

A fragmentação das florestas tropicais é uma forma de degradação que tem contribuído significativamente para o aumento dos remanescentes isolados e diminuição da biodiversidade em todo o planeta (JESUS et al., 2015).

A ecologia da paisagem, através de indicadores também conhecidos como métricas da paisagem, possibilita que seja analisada a configuração dessa paisagem, diagnosticando

as condições dos fragmentos para que possíveis medidas sejam tomadas (JESUS et al., 2015).

Com índices numéricos, pode-se quantificar os atributos espaciais de uma paisagem, sendo útil para comparações entre paisagens, podendo-se avaliar as mudanças temporais, as diferenças de paisagens provocadas pelo uso de diferentes parâmetros na classificação de imagens, implicações das diferenças espaciais provocadas por diferentes fragmentos de uma paisagem (VOLOTÃO, 1998).

O uso do solo é um dos indicadores mais utilizados para determinar o grau de fragmentação de uma área de estudo ou de uma bacia hidrográfica (GOERL et al., 2011).

Para Castro e Ferreira (2009), o tamanho das manchas de vegetação é um fator muito importante na paisagem porque muitos processos ecossistêmicos necessitam de um mínimo de área contígua preservada para ocorrerem. A maior mancha pode ser considerada a maior fonte de biodiversidade regional, portanto, responsável pelo provimento de material genético às outras manchas menores (CASTRO e FERREIRA, 2009).

O índice de forma (Shape) é a medida da complexidade da forma dos fragmentos comparada a uma forma padrão, ao passo que quando este índice fica próximo de 1 a tendência é ter padrões arredondados, e esse valor tende aumentar com o aumento da forma irregular do fragmento, esse índice é útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos a perturbações, especialmente através do efeito de borda (CUNHA et al., 2014).

Na análise da fragmentação florestal as métricas NP (Número de fragmentos), MPS (Área média dos fragmentos em hectare) e Shape (Índice da forma dos fragmentos), possibilitam obter uma compreensão geral do estado de conservação da vegetação de uma área (CUNHA et al., 2014).

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. B.; RIOS, A. d. Geoprocessamento: mapeamento do uso e ocupação do solo no alto curso do Rio Piedade. Revista de Geografia, v. 2 n. 1, p. 1-8. 2012.

AMARAL, M. V.; de SOUZA, A. L., SOARES, V. P., SOARES, C. P., LEITE, H. G., MARTINS, S. V., LANA, J. M d. Avaliação e comparação de métodos de classificação de imagens de satélites para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. Revista Árvore, v. 33, n. 3, p. 575-582, 2009.

CASTRO, E. C. d.; FERREIRA, N. C. Diagnóstico do padrão de paisagem com métricas dos remanescentes de vegetação em Goiânia. Habitus, v. 7, n. 1, p. 229-247, 2009.

CUNHA, M. I.; MASSOLI Jr, E. V.; ALBERNAZ, N. d.; dos SANTOS, V. S. Métricas da Paisagem e Geotecnologias na avaliação da fragmentação da vegetação na microbacia da Casca, no estado de Mato Grosso. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande - MS., p. 609-621, 2014.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. Ambiente & Sociedade, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012.

ESPÍRITO-SANTO, F. D.; SHIMABUKURO, Y. E. Validação do mapeamento de uma área de floresta tropical com o uso de imagens de videografia aérea e dados de levantamento de campo. Revista Árvore, v. 29, n. 2, p. 227-239, 2005.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

FERREIRA, M. D.; COELHO, A. B. Desmatamento Recente nos Estados da Amazônia Legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. Rev. Econ. Social. Rural [online], v. 53, n. 1, 2015.

GOERL, R. F.; SIEFERT, C. A.; SCHULTZ, G. B.; DOS SANTOS, C. S.; DOS SANTOS, I. Elaboração e aplicação de índices de fragmentação e conectividade da paisagem para análise de bacias hidrográficas. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, n. 5, p. 1000-1012, 2011.

INCRA. Painel de Assentamentos INCRA. Acesso em 22 de 11 de 2016, disponível em http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Acesso em 29 de 08 de 2017, disponível em http://incra.gov.br/assentamento.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PROJETO PRODES - MONITORAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA POR SATÉLITE. Acesso em 21 de 11 de 2016, disponível em http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres ((Tradução da Segunda Edição) ed.). São José dos Campos, SP, Brasil: Parêntese, 2009.

JESUS, E. N. d.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I.; ROCHA, S. L. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Poxim - SE, como subsídio à restauração ecológica. Revista Árvore, v. 39 n. 3, p. 467-474, 2015.

KIEL, R. Detecção de mudanças no uso e na cobertura do solo em uma série temporal de imagens da região da campanha do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Porto Alegre, RS, Brasil: UFRGS, 2008.

KIEL, R.; SALDANHA, D. L.; DUCATI, J. R. Avaliação de impacto da reforma agrária no uso e na ocbertura da terra por índice de estabilidade e indicador de tendência de mudanças. Revista Brasileira de Cartografia, v. 63, n. 1, p. 171-177, 2011.

MELLO, A. Y. d.; ALVES, D. S.; LINHARES, C. A.; DE LIMA, F. B. Avaliação de técnicas de classificação digital de imagens LANDSAT em diferentes padrões de cobertura da terra em Rondônia. Revista Árvore, v. 36, n. 3, p. 537-547, 2012.

OLIVEIRA, A. P.; MIOTO, C. L.; PARANHOS FILHO, A. C.; GAMARRA, R. M.; RIBEIRO, A. A.; MELOTTO, A. M. Uso de geotecnologias para o estabelecimento de áreas para corredores de biodiversidade. Revista Árvore, v. 39, n. 4, p. 595-602, 2015.

PESSOA, S. P.; GALVANIN, E. A.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M.; NUNES, J. R.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do Rio Paraguai Médio-MT, Brasil. Revista Árvore, v. 37, n. 1, p. 119-128, 2013.

PONZONI, F. J.; REZENDE, A. C. Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação de elementos da paisagem em Altamira-PA. Revista Árvore, v. 26, n. 4, p. 403-410, 2002.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação (2010 ed.). São José dos Campos, SP, Brasil: Parêntese, 2010.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; AVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. Nova econ. [online], v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

VOLOTÃO, C. F. Trabalho de análise espacial - métricas do Fragstats. São José dos Campos - SP: Trabalho de análise espacial do curso de mestrado do INPE, 1998.

YANAI, A. M.; NOGUEIRA, E. M.; FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. Desmatamento e perda de carbono até 2013 em assentamentos rurais na Amazônia Legal. João Pessoa - PB: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remobo – SBSR, 2015.

Capítulo I

DINÂMICA DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL EM UMA ÁREA DESTINADA A ASSENTAMENTO DA REFORMA AGRÁRIA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

RESUMO – Políticas de gestão territorial influenciam a amplitude dos impactos ocasionados em ambientes naturais, sobretudo em ambientes inicialmente florestais. O sensoriamento remoto é uma ferramenta eficiente para diagnosticar e mensurar esses impactos ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fragmentação florestal ao longo de 20 anos (1996-2016) em uma área destinada a assentamento da reforma agrária na Amazônia meridional, comparando-a com imóveis não destinados a reforma agrária. Para isso, utilizou-se classificação de imagens de satélite e operações especiais em sistema de informação geográfica (SIG) para delimitar os polígonos de remanescentes florestais. A análise das implicações da fragmentação florestal foi realizada por meio de métricas da paisagem. Os resultados mostraram que a perda de habitat e fragmentação florestal foi mais intensa no ambiente destinado a projeto de assentamento rural. Evidencia-se assim o impacto que as políticas territoriais tem na preservação dos recursos naturais na Amazônia Legal.
Palavras-chave: desmatamento; ecologia da paisagem; sensoriamento remoto.

DYNAMICS OF FOREST FRAGMENTATION IN AN AREA DESIGNED TO RURAL SETTLEMENT IN THE SOUTHERN AMAZON

ABSTRACT *– Territorial management policies influence a range of impacts caused in natural environments, especially in initially forest environments. The available remote sensing tools are efficient for diagnosing and measuring these environmental impacts. The objective of this study was to evaluate forest fragmentation over 20 years (1996-2016) in two forest environments in the South Amazon region: one destination for agrarian reform settlement; and the other a set of particular properties. To do this, was used remote sensing techniques, such as satellite images and geographic information system. An analysis of the implications of forest fragmentation was performed using landscape metrics. The results showed that the loss of habitat and forest fragmentation was more intense in the environment destined to rural settlement project. Thus, the impact of*

territorial policies on the preservation of natural resources in the Legal Amazon region is evident.
Keywords: *deforestation; landscape ecology; remote sensing.*

INTRODUÇÃO

A região norte do estado de Mato Grosso teve sua colonização intensificada no final da década de 1970, baseada na conversão de áreas cobertas por florestas nativas em pastagens e/ou lavouras (FARIA, 2014). Essa colonização resultou em grandes áreas de lavoura e/ou floresta de propriedade de um ou poucos indivíduos.

Frente a esse fato, o governo brasileiro anunciou então uma política de redistribuição da propriedade fundiária em favor das pequenas e médias propriedades, por meio dos projetos de assentamento, que se resumem na apropriação de grandes latifúndios por parte do Estado, divisão em glebas e distribuição à agricultura familiar (NAKATANI et al., 2012).

Segundo Meneses e Almeida (2012), atualmente, a resolução espectral das imagens obtidas pelos sensores imageadores já ultrapassa centenas de bandas, e a resolução espacial de muitas imagens já é maior que 1 metro, possibilitando suas aplicações nas áreas de levantamentos de recursos naturais e mapeamentos temáticos, monitoração ambiental, detecção de desastres naturais, desmatamentos florestais, previsões de safras, cadastramentos multifinalitários, cartografia de precisão, defesa e vigilância, entre outras.

No entanto, Silveira et al. (2017) avaliaram o potencial de imagens de satélite com diferentes resoluções espaciais para caracterizar áreas cobertas por floresta e áreas sob ação antrópica, e de acordo com os resultados as imagens com resolução espacial de 30 metros são as mais adequadas para caracterização da heterogeneidade espacial da paisagem.

Para Brandão Júnior e Souza Júnior (2006), a perda de habitat florestal é uma tendência esperada com o advento da ocupação humana em uma determinada região. Entre 1997 e 2004 a taxa de desmatamento nos assentamentos (1,8% ao ano) foi quatro vezes maior se comparada à taxa média de desmatamento na Amazônia, sendo que um dos motivos desse rápido avanço do desmatamento pode ser o acesso de pequenos produtores aos recursos disponíveis pela reforma agrária, tais como: posse da terra e crédito subsidiado.

De acordo com Le Torneau e Bursztyn (2010), não existe um padrão homogêneo de desflorestamento nos assentamentos, podendo esta prática variar segundo fatores como: tipo de atividade produtiva, acesso ao mercado, padrões culturais dos assentados e tempo de instalação nos assentamentos.

Assim, o presente estudo visa avaliar a perda de ambiente florestal em uma área destinada a assentamento da reforma agrária na Amazônia Meridional (Projeto Wesley Manoel dos Santos), comparando-a com um conjunto de outros imóveis particulares da mesma região, utilizando métricas de ecologia da paisagem, mensuradas por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geociências.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A região do estudo está localizada no município de Sinop, na região Norte do Estado de Mato Grosso (Figura 1), na borda sul amazônica, em região de ecótono com o Cerrado, onde a vegetação predominante é denominada “Fse – Floresta Estacional Semidecidual Submontana” (IBGE, 2012). Segundo o IBGE (2012), a área possui entre 50% e 25% de ocupação por estabelecimentos agropecuários.

O clima é equatorial, quente, com média de temperaturas superiores a 18º C em todos os meses do ano, com 3 meses secos (IBGE, 2012), sendo indicado como Aw, segundo a classificação de Köppen. Os solos que ocorrem no local são classificados como FFc5 – Plintossolo pétrico concrecionário argissólico, textura indiscriminada,

médio com cascalho e LVAd66 – Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e plíntico, textura média (IBGE, 2016).

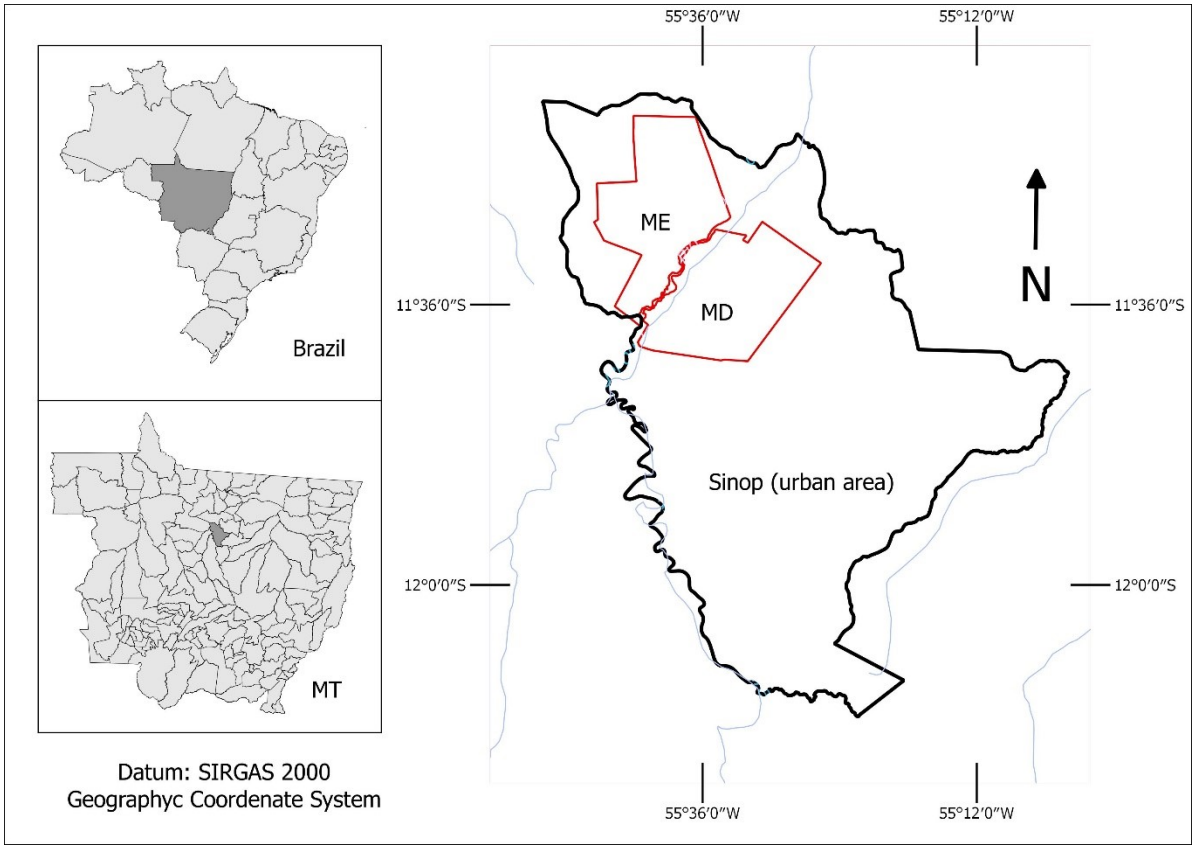

Figura 1. Localização da área de estudo no município de Sinop, estado de Mato Grosso (MT), Brasil. ME compreende os imóveis à margem esquerda do Rio Teles Pires (destinados a assentamento da reforma agrária); MD compreende o conjunto de imóveis situados na margem direita do Rio Teles Pires (não destinados a assentamento).

Análise estrutural da paisagem

Para avaliar os efeitos unicamente da destinação de uma área para compor assentamento da reforma agrária, foi selecionado – para fins de comparação - um conjunto de polígonos contíguos de imóveis não destinados à reforma agrária cuja soma se equiparasse à do assentamento e localizados na mesma região. Isso visa manter fatores de influência externa equiparados para ambos os locais, tais como proximidade de rodovias, grandes centros, demandas por recursos naturais e/ou expansão agrícola.

Representando a área de reforma agrária, utilizou-se o polígono de delimitação do Projeto de Assentamento “Wesley Manoel dos Santos”, criado em 26/11/1997, localmente conhecido como “Gleba Mercedes” em Sinop, na região de coordenadas

latitude entre 11º 19’ 40” S e 11º 37’ 20” S e longitude entre 55º 33’ 30” W e 55º 45’ 30” W, datum SIRGAS2000, à margem esquerda do Rio Teles Pires, denominado nesse estudo como Margem esquerda - ME.

Para a delimitação dessa parcela da área de estudo foi utilizado arquivo vetorial *shapefile* do polígono do Projeto de Assentamento, adquirido da base de dados oficial do INCRA na internet[1]. Esse assentamento possui mais de 38 mil hectares e seus lotes possuem aproximadamente 100 hectares.

Para fins de comparação, utilizou-se uma série de polígonos de propriedades rurais particulares existentes na mesma região, porém à margem direita do rio Teles Pires, cujos polígonos somassem área superficial e formato aproximados à do PA Wesley Manoel dos santos (38.930 hectares), denominado nesse estudo como Margem direita – MD. Ao todo, foram selecionados cerca de 50 polígonos de imóveis, com áreas de dimensões variadas (desde 38 hectares até pouco mais de 3.200 hectares) cuja média resultou em aproximadamente 750 hectares. Esses polígonos foram obtidos junto ao sítio de internet do Cadastro Ambiental Rural (CAR)[2].

Para a análise espaço temporal da cobertura da terra em ME e MD, foram adquiridas imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM), a bordo do satélite LANDSAT-5, com resolução espacial de 30 m, órbita 227, ponto 068, de 06 de junho de 1996 (período anterior à criação do assentamento), 03 de maio de 2001, 18 de junho 2006 e 16 de junho 2011. Para a análise do ano de 2016, foi adquirida imagem datada de 13 de junho de 2016 do sensor *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do satélite Landsat-8, com resoluções espacial e radiométrica semelhantes às imagens anteriores. Todas essas imagens foram adquiridas gratuitamente no sítio de *internet* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS)[3].

[1] Disponível em <http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/datadownload.htm>.
[2] Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>.
[3] Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

As imagens do satélite Landsat foram processadas no *software* QGIS, versão 2.18,. Inicialmente foi aplicada a correção atmosférica DOS1, por meio do *plugin* "*Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)*", disponível no QGIS. Em seguida as imagens foram reprojetadas para o Sistema de Coordenadas UTM, fuso 21, hemisfério Sul, *datum* SIRGAS2000. Posteriormente foi elaborado o recorte da área de interesse de todas as imagens, utilizando como máscara os arquivos vetoriais (*shapefile*) do Projeto de Assentamento para compor ME e do conjunto de imóveis que formaram o polígono denominado MD.

As imagens TM-Landsat-5 foram compostas nos canais de cores vermelho (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*) com as bandas 5, 4 e 3, respectivamente, e para as imagens OLI-Landsat-8 utilizou-se a composição R6-G5-B3.

Para auxiliar na vetorização dos remanescentes florestais foi realizada a classificação supervisionada de cada uma dessas imagens, por meio de treinamento (amostragem de classes de cobertura da terra), utilizando o método de máxima verossimilhança (MaxVer). Adotou-se a classificação dividida em 2 macroclasses de cobertura da terra: floresta e não floresta, de acordo com Costa et al. (2015).

Uma das imagens classificadas, a de 13 de junho de 2016, foi submetida a análise de acurácia, com objetivo de avaliar a qualidade da classificação. Para tanto, fez-se uso do registro fotográfico georreferenciado (obtido com auxílio do aparelho de receptor de sinal GPS da marca Garmin, modelo 60CSx) das constatações oriundas de visitas a campo nos dias 26 de fevereiro de 2016, 02 de setembro de 2016 e 05 de maio de 2017 (ver Figura 2).

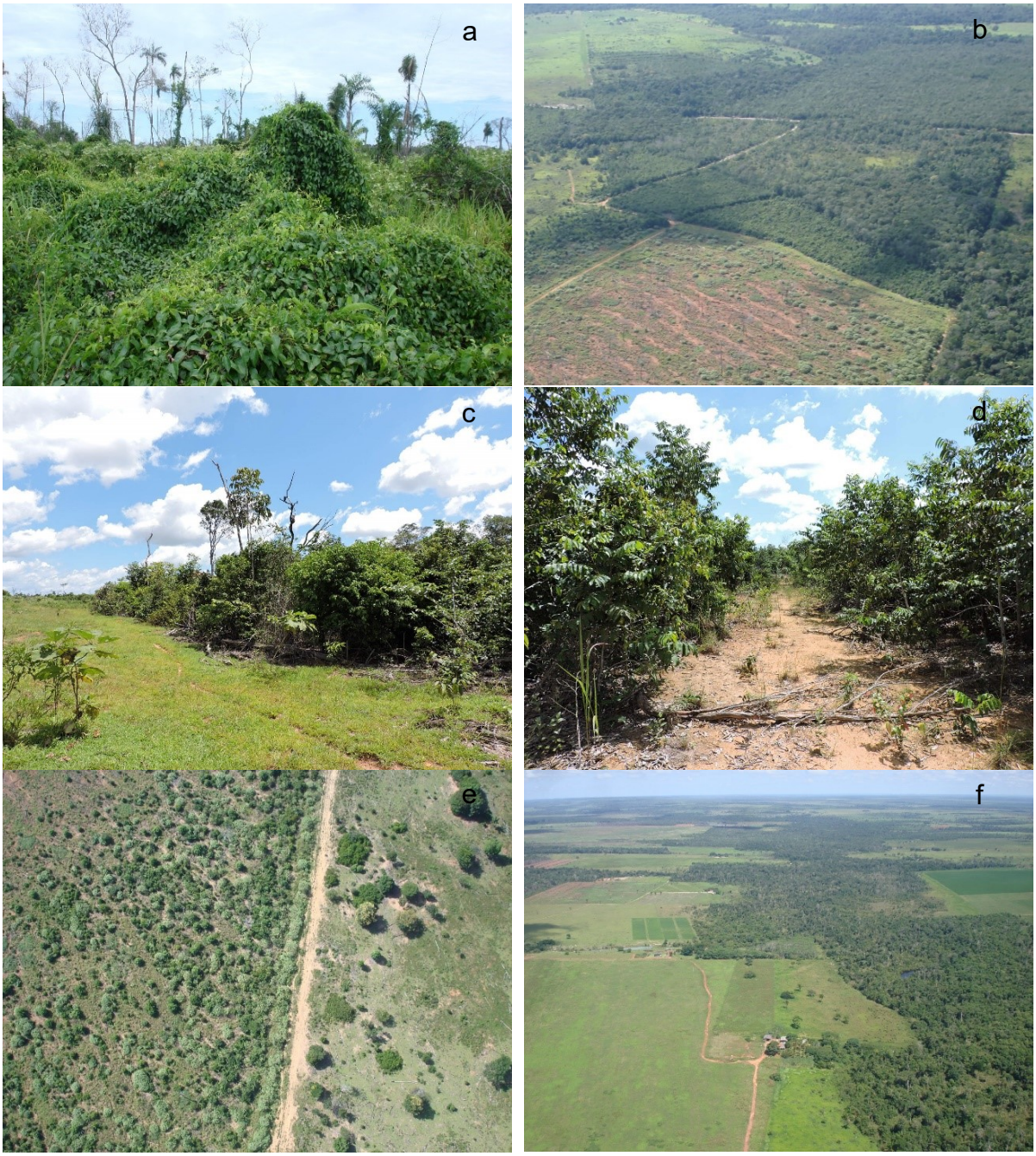

Figura 2. Imagens da área de estudo, capturadas durante conferência da classificação da imagem de satélite em campo. Área de regeneração de vegetação nativa após supressão (a); Imagem aérea de área suprimida (a frente) e remanescentes florestais (ao fundo) (b); Àrea de transição entre pasto e vegetação arbustiva (c); vegetação de porte arbustivo (d); vista aére de uma pastagem suja (e); imagem panorâmica da área de estudo (f).

A partir da matriz de confusão gerada, a acurácia da classificação foi avaliada por meio do índice Kappa, de acordo com Vieira and Garrett (2005). A área e perímetro de cada polígono de remanescentes florestais em cada uma das datas analisadas foi estimada pelo QGIS por meio da vetorização da imagem matricial classificada e inclusão

desses dados em colunas na tabela de atributos, seguindo a mesma metodologia utilizada por Cunha et al (2014).

Seleção de métricas para análise da paisagem

Para caracterizar a fragmentação florestal na área de estudo, foram utilizadas as seguintes métricas: Área da Classe; Porcentagem da classe na paisagem; Índice do maior fragmento; Número de fragmentos; Área média dos fragmentos; Densidade de bordas; e Índice de forma, conforme Cunha et al. (2014), Costa et al. (2015) e Calegari et al. (2010) (Tabela 1). As análises e gráficos das métricas da paisagem foram realizadas exportando-se o conteúdo da tabela de atributos gerada no QGIS para planilha do Microsoft Excel.

Tabela 1. Métricas utilizadas para avaliar a fragmentação florestal ocorrida de 1996 a 2016 no em área dentro e fora de assentamento de reforma agrária (ME e MD), no município de Sinop - MT, segundo metodologias descritas por: Cunha et al. (2014), Costa et al. (2015) e Calegari et al. (2010).

Métrica	Observação	Consequência
Área da classe (ha)	Somatório da área dos fragmentos florestais	Corresponde ao total da paisagem com cobertura florestal
Classe na paisagem (%)	Percentual	Índice de valor elevado indica maior preservação dos recursos florestais
Número de fragmentos	Número total de fragmentos florestais	Índice de valor elevado indica maior fragmentação de habitat.
Área média dos fragmentos (ha)	Área média de todos os fragmentos florestais	Fragmentos maiores tendem a apresentar maior diversidade e riqueza de espécies.
Densidade de bordas (m/ha)	Comprimento total de bordas dividido pela área total da paisagem	Índice de valor elevado implica em maior efeito de borda, causando impacto negativo à diversidade de espécies.
Índice de forma (médio) (m/m)	Média da razão entre o perímetro de cada fragmento e o perímetro de uma circunferência com área igual a área superficial desse mesmo fragmento.	Valor menor indica fragmento de formas mais próximas a um círculo, reduzindo efeito de borda, portanto, benéfico.

RESULTADOS

A área total da paisagem correspondeu a 38.761,7 ha em ME e a 38.930,2354 ha em MD. A classificação das imagens permitiu delimitar os polígonos de floresta para os anos de 1996, 2001, 2006, 2011 e 2016, nos dois ambientes (Figura 2).

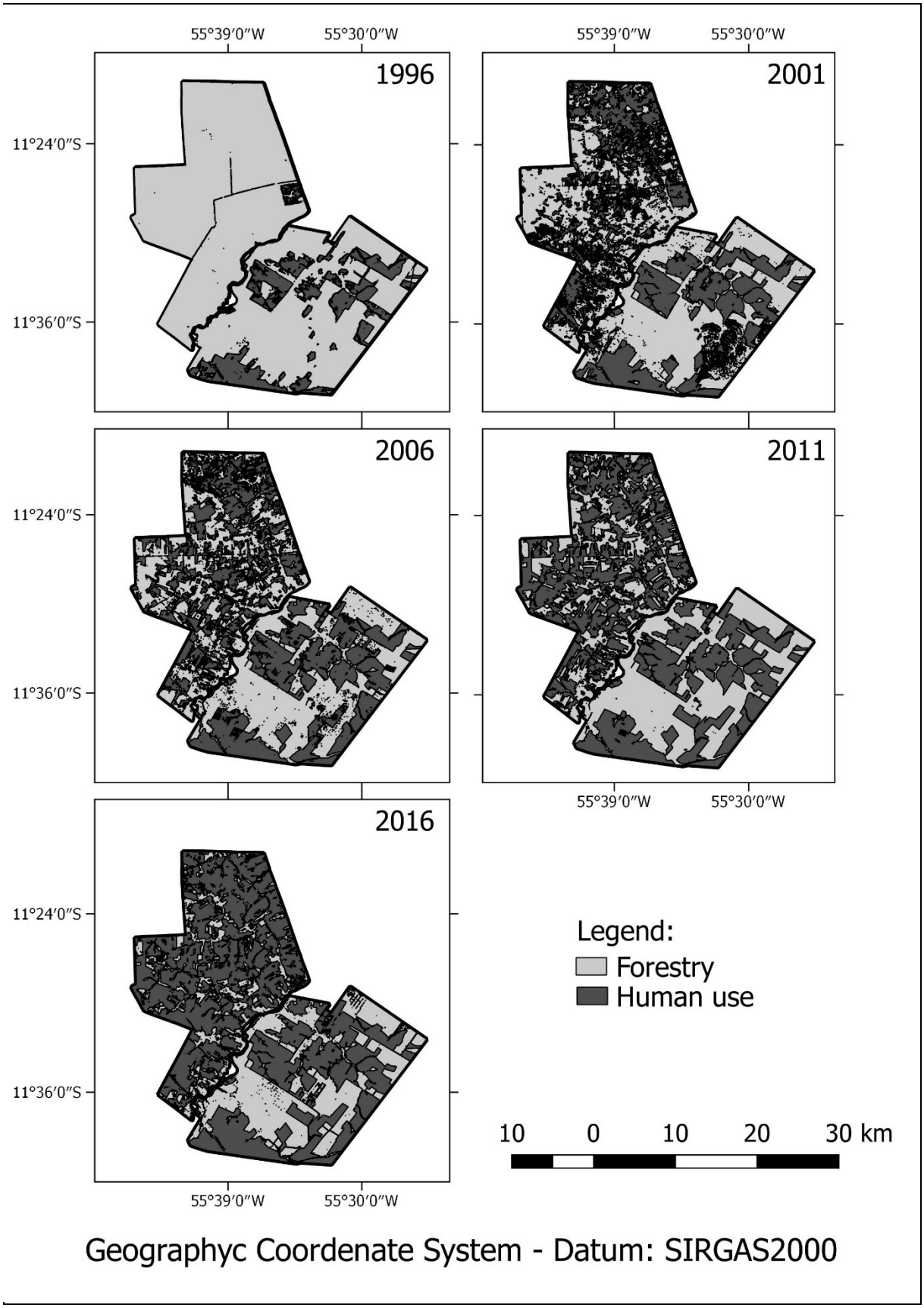

Figura 3. Mapas da classe floresta nos dois ambientes estudados nos períodos selecionados.

A matriz de confusão originada pelo confronto da imagem classificada de 13 de junho de 2016 e os dados de campo (Tabela 2) resultou na exatidão total de 0,96 (ou 96%), com índice Kappa de 0,70 (ver cálculos do índice Kappa no Anexo IV).

Tabela 2. Matriz de confusão gerada a partir da imagem classificada de 13 de junho de 2016 e as constatações in loco.

		Classificação		
		Floresta	Não-floresta	TOTAL
Campo	Floresta	**267**	82	349
	Não-floresta	128	**4981**	5109
	TOTAL	395	5063	5458

Com base nos polígonos de remanescentes florestais, o resultado das métricas da paisagem estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Métricas calculadas em cada período e ambiente analisado.

	1996		2001		2006		2011		2016	
Métrica	**ME**	**MD**	**ME**	**MD**	**ME**	**MD**	**ME**	**MD**	**ME**	**MD**
PCP (%)	98,7%	73,7%	60,2%	59,3%	56,6%	54,1%	43,4%	53,3%	26,8%	50,3%
NF	8	63	217	74	202	77	204	48	303	66
AMF (ha)	4782,9	453,4	107,6	310,7	108,7	272,5	82,6	430,4	34,3	295,2
DB (m/ha)	6,1	23,4	104,2	48,9	99,3	45,0	100,6	31,7	149,6	44,6
IF (médio)	2,4	2,1	2,3	2,5	2,4	2,6	2,3	2,4	2,4	2,3

ME = “Margem esquerda”; MD = “Margem direita”; PCP = “Porcentagem da classe na paisagem”; NF = “Número de fragmentos”; AMF = “Área média dos fragmentos”; DB = “Densidade de bordas”; IF = “Índice de forma”.

DISCUSSÃO

A periodicidade das imagens analisadas no presente estudo se mostrou satisfatória para a compreensão da dinâmica do desmatamento e fragmentação florestal nos ambientes analisados e está de acordo com os resultados realizados em Rondônia (COSTA et al., 2015), além de suprir as deficiências relatadas em estudo com intervalo de 37 anos, período no qual a regeneração da vegetação nativa pode macular a identificação de desmatamentos ocorridos nesse interstício (SAITO et al., 2016). De acordo com Castro e Ferreira (2009), a resolução espacial das imagens utilizadas, de 30 metros, é suficiente para uma análise de manchas de remanescentes de vegetação natural.

O método de classificação automática das imagens obteve exatidão global de 96%, corroborado pelo índice Kappa 0,70, que é considerado muito bom (FONSECA, 2000). A maioria dos erros foi obtido pela superestimativa da classe floresta, por meio da classificação de pixels erroneamente em locais cobertos por vegetação secundária em estágios iniciais a médios de regeneração (Figura 3).

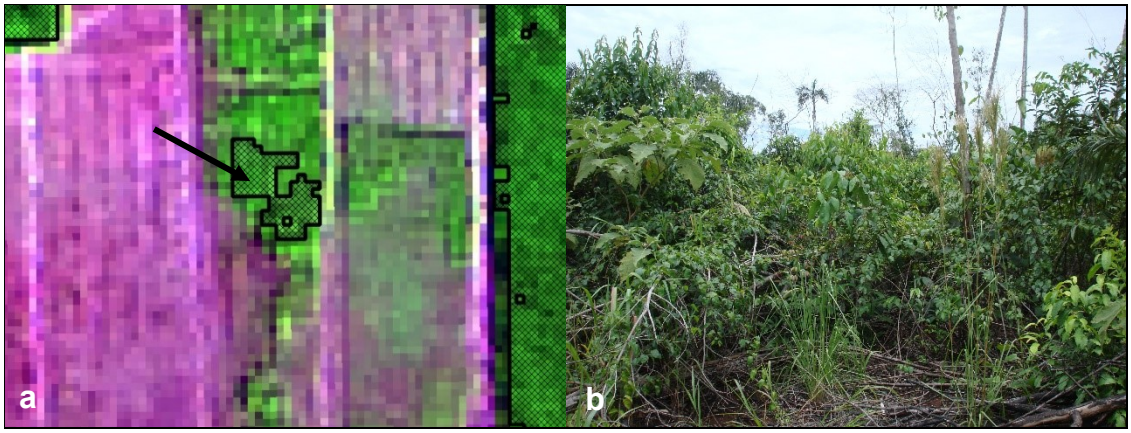

Figura 4. Exemplo de um caso de erro de superestimativa da classe floresta em um local onde a vegetação não é de porte florestal. Mapa com a delimitação dos polígonos de floresta (a) com seta no local onde foi capturada a fotografia da vegetação existente (b).

Esse resultado corrobora os resultados de Silveira et al. (2017), indicando o bom potencial de imagens de média resolução (em especial do sensor OLI a bordo do satélite LANDSAT-8) para a delimitação de áreas cobertas por florestas. Isso se deve ao fato de terem sido utilizadas apenas duas classes: floresta; e não-floresta. No entanto, o valor da acurácia diminuiria caso mais classes fossem utilizadas (COSTA et al., 2015).

Tanto ME quanto MD apresentaram desmatamento crescente da floresta nativa ao longo do período de análise. No entanto, é possível perceber que a intensidade dessa perda de habitat florestal foi maior em ME, onde foram observados os maiores índices de desflorestamento no período de 1996 a 2001 e de 2011 a 2016.

O local denominado ME possuía maior percentual de área florestada em relação a MD em 1996. Nos cinco anos seguintes houve um desflorestamento na ME da ordem de 14.932,29 ha, aproximadamente 24% superior em relação a MD. Todavia, em 2006, ME tem um leve aumento na área florestal de 1.5%. A partir de então, o desmatamento

volta a ser mais intenso em ME (Figura 4), cujo desmatamento teve índices mais elevados após 2006.

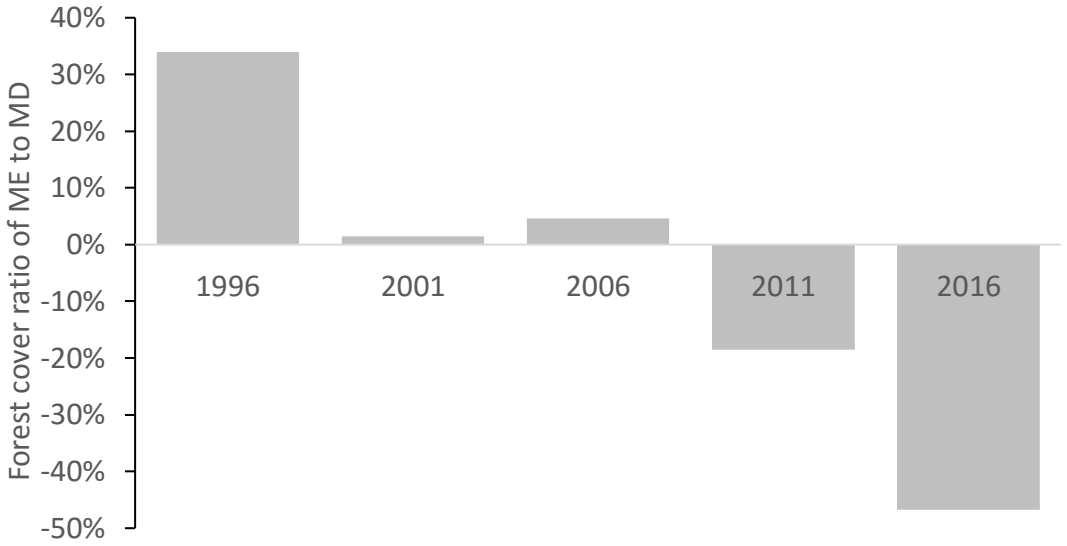

Figura 5. Proporção da área coberta por floresta nativa de ME em relação a MD entre os anos de 1996 e 2016. ME = margem esquerda; MD = margem direita.

Azevedo e Saito (2013), ao avaliar o histórico de desmatamento ocorrido em todo o estado de Mato Grosso, constataram que a maior parte das áreas atualmente desprovidas de vegetação nativa teve seu desmatamento anterior a 2006, muitos dos quais com autorização do governo. No presente estudo, nota-se que a área da margem direita correspondeu a esse padrão, fato não verificado no polígono do PA.

A partir de 2001 as duas paisagens analisadas já não atendiam ao mínimo de área para compor a Reserva Legal exigida pela legislação florestal desde então para o local (80%). No entanto, cabe ressaltar que atualmente muito dessa área já desmatada é considerada como área consolidada, conforme a Lei 12.651, especialmente aquelas com menos de quatro módulos fiscais (FEISTAUER et al., 2014).

A evolução histórica das paisagens analisadas indicou progressiva diminuição de habitat florestal, cuja intensidade foi maior em ME quando comparado a MD. Isso é um contrassenso se considerarmos que nos projetos de assentamento deveria ocorrer maior proporção uso do sistema de produção orgânica, o que consequentemente acaba preservando mais os remanescentes florestais (FEISTAUER et al., 2014).

No início do período de análise (1996), grande parte do remanescente florestal das paisagens possuía conexão física e dominavam a paisagem à época, formando a matriz da paisagem. Nos anos seguintes, houve grande redução da participação desses grandes fragmentos, com maior intensidade em ME.

O número de fragmentos de determinada classe é de fundamental importância para os aspectos dos padrões da paisagem, uma vez que constitui uma medida do seu grau de subdivisão ou fragmentação (CALEGARI et al., 2010).

No caso de ME, o ambiente anteriormente à implantação do projeto da reforma agrária era formado por uma matriz florestal fisicamente conectada em sua totalidade. Após a implantação do assentamento, a qual ocorreu em 26/11/1997 (INCRA, 2016), é notável o brusco aumento do número de fragmentos, indicando que houve uma considerável desconexão dos remanescentes florestal naquele lugar à época. Também a perceptível o aumento de quase 50% no número de fragmentos de 2011 a 2016, o que não se verificou em MD, onde houve uma leve oscilação, no intervalo de 48 a 77 fragmentos (Figura 5).

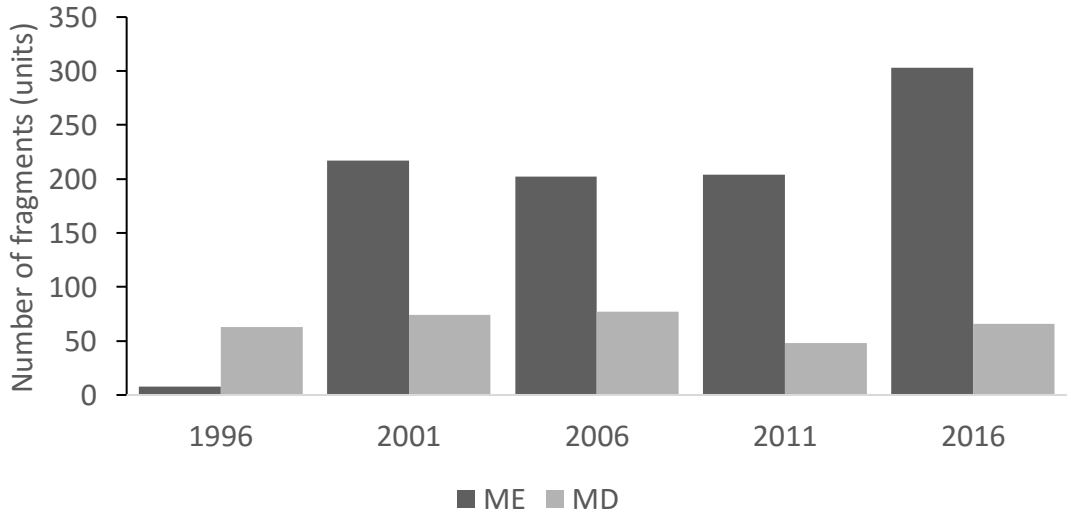

Figura 6. Evolução do número de fragmentos nas áreas analizadas entre os anos de 1996 e 2016. ME = margem esquerda; MD = margem direita.

Calegari et al. (2010) considera que o tamanho médio dos fragmentos é considerado bom indicativo do grau de fragmentação, por ser função do número de

fragmentos e da área total ocupada pela classe. Nesse sentido, nota-se o efeito mais intenso da fragmentação em ME quando comparado a MD (Figura 6).

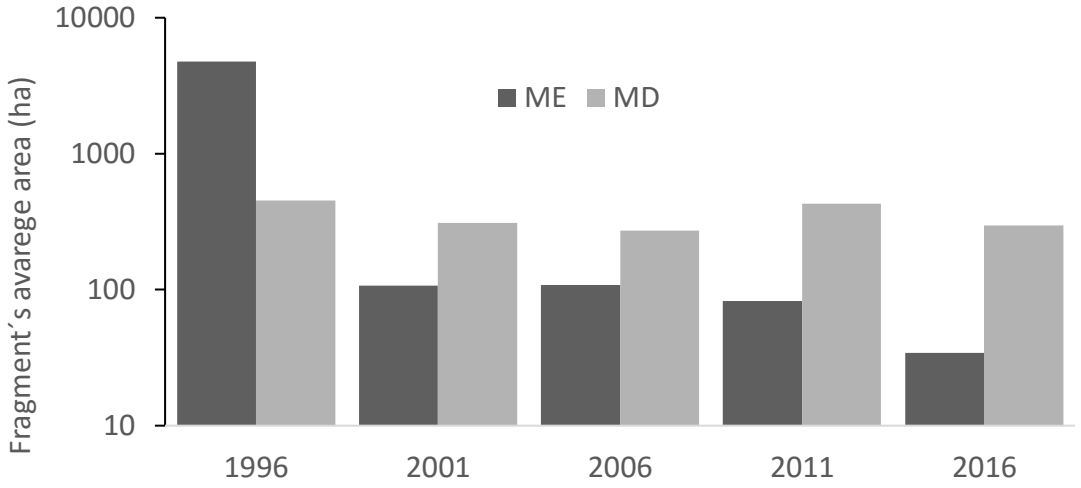

Figura 7. Área média de todos os fragmentos à cada época nos ambientes analisados entre os anos de 1996 e 2016. ME = margem esquerda; MD = margem direita.

Os grandes aumentos da densidade de borda em ME, especialmente nos períodos 1996-2001 e 2011-2016, também comprovam o incremento muito mais elevado da fragmentação nesse ambiente e sua relação direta com o desflorestamento maior nesse período.

A forma dos fragmentos florestais nos dois ambientes apresentou pouca variação ao longo do período estudado, as quais possuem formas alongadas, o que pode ser explicado pelo fato da preservação ter sido gradativamente restringida às margens de cursos de água e/ou áreas úmidas. Os valores de índices de forma foram menores do que o resultado (2,7) obtido por Jesus et al. (2015) em análise acerca da estrutura de fragmentos florestais na bacia do rio Poxim – SE, o que pode ser explicado pela cronologia de antropização daquele bioma (Mata Atlântica): mais antigo quando comparado à ocupação da floresta amazônica.

Além disso, apesar de as imagens do satélite Landsat se mostrarem suficientes para detectar as alterações da paisagem, estas, por serem consideradas de média resolução (pixel de 900 m²), oferecem informações limitadas para medidas exatas de

áreas, sobretudo de fragmentos florestais pequenos, comuns na região de estudo (CALEGARI et al., 2010).

O estado da arte no que tange a pesquisa científica acerca dos efeitos ecológicos da fragmentação florestal na Amazônia (NASCIMENTO e LAURANCE, 2006) permite inferir que a fragmentação florestal causa uma diversidade de efeitos, alterando o tamanho e a dinâmica das populações, a composição e a dinâmica das comunidades, as interações tróficas e os processos ecossistêmicos, sendo que esses efeitos tendem a ser mais abruptos nos fragmentos de menor tamanho (<100ha), como é o caso dos imóveis em ME. A tendência, segundo Nascimento e Laurance (2006) é que quanto mais fragmentados os ambientes, por exemplo, maior é a densidade de árvores pioneiras.

Carvalho e Oliveira (2010) consideram que incentivos, por meio de subsídio por exemplo, podem tornar viável economicamente o manejo florestal madeireiro em projetos de assentamento na Amazônia. Além disso, mesmo após colheita florestal madeireira, a floresta amazônica pode continuar gerando benefícios já que mais da metade das espécies fornecem pelo menos dois produtos florestais não madeireiros (CORRÊA et al., 2015).

CONCLUSÃO

A análise das métricas de paisagem (área da classe; porcentagem da classe na paisagem; índice do maior fragmento; número de fragmentos; área média dos fragmentos; densidade de bordas; e índice de forma) permitiu a avaliar a fragmentação e perda da floresta nativa nos dois ambientes, indicando que houve contínua redução de habitat florestal e aumento da fragmentação florestal nos dois ambientes estudados, comprovado especialmente pela redução de área e aumento do número e densidade de borda dos polígonos de fragmentos da classe floresta.

Verificou-se que nos imóveis destinados a assentamento da reforma agrária, além de haver maior taxa de desmatamento, houve também maior intensidade da

fragmentação florestal, quando comparado a imóveis não destinados a reforma agrária (padrão na região).

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. A.; SAITO, C. H. O perfil dos desmatamentos em Mato Grosso, após implementação do licenciamento ambiental em propriedades rurais. CERNE, vol.19, n.1, pp.111-122, 2013.

BRANDÃO JÚNIOR, A.; SOUZA JÚNIOR, C. Desmatamento nos Assentamentos de Reforma Agrária na Amazônia. In: O Estado da Amazônia. IMAZON, p. 01-04, 2006.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. Revista Árvore, v. 34, n. 5, p.871-880, 2010.

CARVALHO, R. D. S.; OLIVEIRA, A. D. D.; Economic feasibility of timber management in extractive settlement projects of southwestern amazonia. CERNE, v. 16, n. 4, p. 505-516, 2010.

CASTRO, E. C. D.; FERREIRA, N. C.. Diagnóstico do padrão de paisagem com métricas dos remanescentes de vegetação em Goiânia. Habitus, v. 7, n. 1, p. 229-247, 2009.

CORRÊA, V. V.; GAMA, J. R. V.; RIBEIRO, R. B. D. S.; ALVES, A. F.; VIEIRA, D. D. S.; XIMENES, L. C.; Estrutura e uso potencial de espécies arbóreas em floresta manejada, PA Moju, Santarém-PARÁ. CERNE, v. 21, n. 2, p. 293-300, 2015.

COSTA, O. B.; MATRICARDI, E. A.; PIRES, J. S. Análise do Processo de Fragmentação da Floresta nos Municípios de Corumbiara e Buritis - RO. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 3, p. 334-344, 2015.

CUNHA, M. I.; MASSOLI Jr, E. V.; ALBERNAZ, N. d.; dos SANTOS, V. S. Métricas da Paisagem e Geotecnologias na avaliação da fragmentação da vegetação na microbacia da Casca, no estado de Mato Grosso. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande - MS., p. 609-621, 2014.

FARIA, A. M. Perspectivas para o desenvolvimento de Mato Grosso. In: CAVALCANTI, I. M.; BURNS, V. A. C.; ELIAS, L. A. R.; MAGALHÃES, W. D. A.; LASTRES, H. M. M. Um olhar territorial para o desenvolvimento: Centro-Oeste. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil), 2014. p. 394-423.

FEISTAUER, D.; LOVATO, P. E.; SIMINSKI, A.; RESENDE, S. A. Impactos do novo código florestal na regularização ambiental de propriedades rurais familiares. Ciência Florestal, v. 24, n. 3, p. 749-757, 2014.

FONSECA, L. M. G. Processamento digital de imagens. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000, 105p.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira (2 ed.). Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INCRA. Painel de Assentamentos INCRA. Acesso em 22 de 11 de 2016, disponível em http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php.

JESUS, E. N. d.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; ROCHA, S. L. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Poxim – SE, como subsídio à restauração ecológica. Revista Árvore, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2015.

LE TORNEAU, F.-M.; BURSZTYN, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. Ambiente & Sociedade, v. 13, n. 1, p. 111-130, 2010.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. UnB & CNPq, 2012. 276p.

NAKATANI, P.; FALEIROS, R. N.; VARGAS, N. C. Histórico e os limites da reforma agrária na contemporaneidade brasileira. Serviço Social & Sociedade [online], n.110, pp.213-240, 2012.

NASCIMENTO, H. E.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. Acta Amazônica, v. 36, n. 2, p. 183-192, 2006.

SAITO, N. S.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R. D.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, Á. C. Geotecnologia e Ecologia da Paisagem no Monitoramento da Fragmentação Florestal. Floresta e Ambiente, v. 23, n. 2, p. 201-210, 2016.

SILVEIRA, E. M. O.; MELLO, J. M. D.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; REIS, A. A.; WITHEY, K. D.; RUIZ, L. A. Characterizing landscape spatial heterogeneity using semivariogram parameters derived from NDVI imagens. CERNE, v. 23, n. 4, p. 413-422, 2017.

VIEIRA, A. J.; GARRETT, J. M. Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic. Family Medicine, v. 37, n. 5, p. 360-363, 2005.

ANEXO I - NORMAS DA REVISTA

REVISTA CERNE (Themes of Forest Science)
ISSN 0104-7760– Impressa
ISSN 2317-6342– On-line

Qualis na área de CA = A2

Normas de Publicação
Fonte: <http://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/about/submissions>

Submission Preparation Checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

- The submission has not been previously published, nor is it before another journal for consideration (or an explanation has been provided in Comments to the Editor).
- Please check all author's name, working e-mail address, and scientific institutional or similar affiliation before to submitt your paper. Warning: Do not miss any requested information to validate your submission.
- We are asking you to identify five suggested reviewers to accelerate the process. There is no acceptably guarantee that your article will be evaluate with those reviewers. This action depends on our Scientific Editor and we will check the professional relationship between the authors and suggested persons. We also remember that our system is double blind review with anonymous peer review process. The reviewer’s information required are name, working e-mail address and scientific institutional or similar.
- The submission file is in OpenOffice, Microsoft Word, RTF, or WordPerfect document file format.
- The text adheres to the stylistic and bibliographic requirements outlined in the Author Guidelines, which is found in About the Journal.
- Please remove the entire personal information from your paper file to ensure the double blind evaluation process;
- The illustrations, figures, and tables are placed within the text at the appropriate points.
- The upload files requested in our system: 1) Author's affiliation; 2) Cover Letter; 3) Original paper; 4) Reviewer; and 5) Images and tables

Author Guidelines

1) INITIAL CONSIDERATIONS

The main objective of this section is guiding the authors to reach a fast and successful submission process. Before submitting your manuscript we invite you to read carefully all rules, format style, and other instructions. The first one is about the themes, which include all Forest Science subjects: Forest Ecology, Forest Management, Silviculture, and Wood Technology. We publish Research Articles and Review Articles. The latter has more flexible rules, but both must be original work. The submitted manuscript must be typed in the Microsoft Word for Windows processor. **Warning: If any CERNE's instruction is not followed by the Authors the manuscript will be denied immediately**.

2) ATTACHING FILES

The files that must be uploaded to our system are described below:

a) Author's affiliation

Information requested: a) full author's name; b) working e-mail address; c) scientific institutional or similar affiliation.

b) Cover letter

Write a letter to provide additional information on your paper to be reviewed and published. The maximum characters number allowed is 3,000.

c) Original paper

Please, check the Author's Guideline in the next sections before submitting. This upload file section will receive your original manuscript.

d) Potential of 5 Reviewers Suggestion

Information requested: a) full reviewer's name; b) working e-mail address; c) scientific institutional or similar affiliation.

e) Images and tables

High resolution and quality.

The maximum file upload size is 20 Mb per file.

f) Highlights

Highlights are short topics with the most relevant findings from your research. The structure of this announcement should cover only core results or conclusions with maximum of 90 characters (including spaces) per highlight. Each manuscript submission must be accompanied by four highlights, submitted in a separate file created in Microsoft Word editor. Highlights will be displayed in your online paper.

3) STRUCTURE AND ORGANIZATION

The manuscript should be presented in the following sequence:

Title: containing no more than 20 words, in capital letters and bold.

Abstract: must be informative and explain the objectives, material and methods, results and conclusion of the work in a maximum of 250 words all written in one paragraph and **ONLY ENGLISH VERSION**. The abstract must not contain citations.

Key words: minimum of three and maximum of five. They should not repeat words that are already in the title. These may include short phrases as well as individual words, be separated by commas and be ordered alphabetically.

Introduction: should present a concise vision of the current level of knowledge that has been achieved within the subject area that the paper will discuss. It should neither give an extensive review nor should it include details about the results and discussion. It should clearly indicate the objectives of the research that was carried out. This section may not be subdivided.

Material and Methods: this section can contain subdivisions, with subtitles in bold print.

Results: this section can be subdivided in sections with concise, descriptive titles in bold print. The text should be descriptive and associated only with the results without speculation. We expected a logical sequence of concise results and fundamental arguments.

Discussion: this section can be subdivided in sections with concise, descriptive titles in bold print. We expect an excellent overview to define the answers to fill the hypothesis. Avoid mere speculation and irrelevant references.

Conclusions: One paragraph written with logical structure and related to your findings.

Acknowledgements: should be brief and concise.

References: they should follow the citation norms presented below.

The items Abstract and key-words should be located in the beginning of the left margin of the text and the other items must be centralized. The sub-items should initiate with capital letters and be positioned in the left margin of the text.

4) FORM AND STYLE

We summarized the rules about format and style to prepare your manuscript:

a) Spacing of the text: double spacing;

b) Margins: 3 cm for the lateral, lower and upper margins;

c) Indent of the first line of each paragraph: 12.5 mm;

d) Paper: A4 format;

e) Font: Arial, size 11.

f) Number of pages: up to 25 pages for Research Articles and up to 30 pages for Review Articles, including figures and tables numbered consecutively.

g) Tables: Tables should be part of the body of the paper and must be presented in Word or Excel. The title should be above the table. Vertical lines separating the columns should not appear.

h) Graphs/Figures/Photographs: should be presented in black and white or in color inserted in the text after citation and also in a separate file saved in “tif” or “jpg” extension, with 300 dpi

resolution. Graphs should also be presented in a separate Excel file. The title should be below the figure. The figure's text must be clear and with contrast.

i) Symbols and mathematical equations: must be presented using a word processor that permits formatting, and not inserted as a figure. We also suggest the MathType software to write all formulas.

j) Units: Whenever possible, should follow as closely as possible the guidelines presented in: International Union of Forestry Research Organizations. The standardization of symbols in forest mensuration. Maine Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 15. 1965.

k) Review control: every line and page must be numbered consecutively.

5) REFERENCES

Author's citations in the text should be made according to the following examples:

a) One author: Pereira (1995) or (Pereira, 1995)

b) Two authors: Oliveira and Souza (2003) or (Oliveira and Souza, 2003)

c) More than two authors: In case of more than two authors, only the last name of the first one is mentioned, followed by et al. (no italic): Rezende et al. (2002) or (Rezende et al., 2002)

The references must be current and mainly from periodicals: at least **70% of the references** must be **10 years old or newer** and at least **70%** must be from periodicals indexed on the **database Scielo, ISI - Web of Knowledge or Scopus**. They should be presented in the following way:

a) Research papers:

OLIVEIRA, G. M. V.; MELLO, J. M.; LIMA, R. L.; SCOLFORO, J. R. S.; OLVEIRA, A. D. Tamanho e forma de parcelas experimentais para *Eremannthus erythropappus*. Cerne, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2011.

APGAUA, D. M. G.; COELHO, P. A.; SANTOS, R. M.; SANTOS, P. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree community structure in a seasonally dry tropical forest remnant, Brazil. Cerne, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2014.

b) Book:

BURKHART, H. E.; TOMÉ, M. Modeling Forest Trees and Stands. Springer, 2012. 457p.

c) Book chapter:

FLEURY, J. A. Análise ao nível de empresa dos impactos da automação sobre a organização da produção de trabalho. In: SOARES, R. M. S. M. Gestão da empresa. IPEA/IPLAN, 1980. p. 149-159.

d) Dissertation and Thesis:

MAESTRI, R. Modelo de crescimento e produção para povoamentos clonais de *Eucalyptus grandis* considerando variáveis ambientais. 2003. 143 p. PhD thesis Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

e) Citation of papers published in Congress, conferences and similar proceedings Not accepted.

f) Electronic documents (only from renowned institutions and organizations):

PLANT RESOURCES OF TROPICAL AFRICA. *Khaya ivorensis* A.Chev. Available at: http://www.prota4u.info/downloads/Khaya+ivorensis/Khaya+ivorensis.pdf. Accessed in: 10 Abril 2015.

6) EXTRA INFORMATION

The manuscripts are submitted through Cerne's online submission system: http://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/about/submissions

Review papers may have a more flexible structure, the sections material and methods, results and discussion and conclusions are not mandatory. Only Review papers must have numbered sections.

To guarantee an anonymous peer review process for articles, do not insert author names or acknowledgments in the manuscript file. Please remove any authorship identification from the Word files before submission.

We are publishing yearly only 60 papers. All papers received are analyzed and judged by the Editorial Board. Manuscripts approved in the first stage are sent to scientific referees for evaluation, at least two or three reviewers.

The review phase is essential to guarantee the quality of every published paper. If your manuscript is returned after the reviewer's suggestions stage, we request you to answer every question pointed. This new document should be attached with the name "answer to reviewers" in our system. The revised version of the manuscript should be prepared using another document with every change properly documented. Please, use red color font or the review option "Track Changes" to mark all changes in the text.

Only for researches involving non-human animals or genetically modified organisms, the authors need to declare the ethical control information. This document should be attached in "other" file section.

CERNE does not charge fees for publication, submission nor the manuscript evaluation. Further information can be obtained by e-mail cerne@dcf.ufla.br or in our website: http://cerne.ufla.br/site

We only accept submissions in English.

Copyright Notice

Authors who publish with this journal agree to the following terms: a) Authors retain copyright and grant the journal right of first publication (original form); b) Authors are permitted and encouraged to post and share their work online (e.g. in institutional repositories or on their website).

ANEXO II – FOTOGRAFIAS DO LOCAL

Figura 8. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta.

Figura 9. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta.

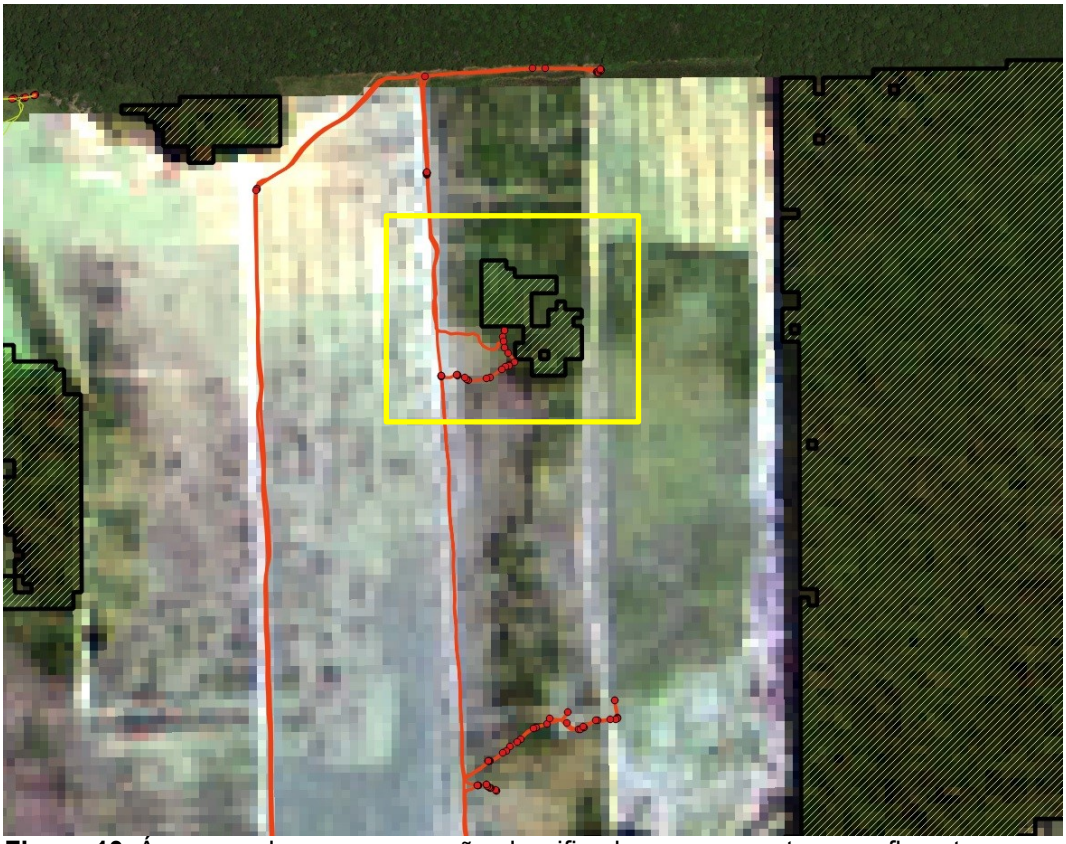

Figura 10. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta.

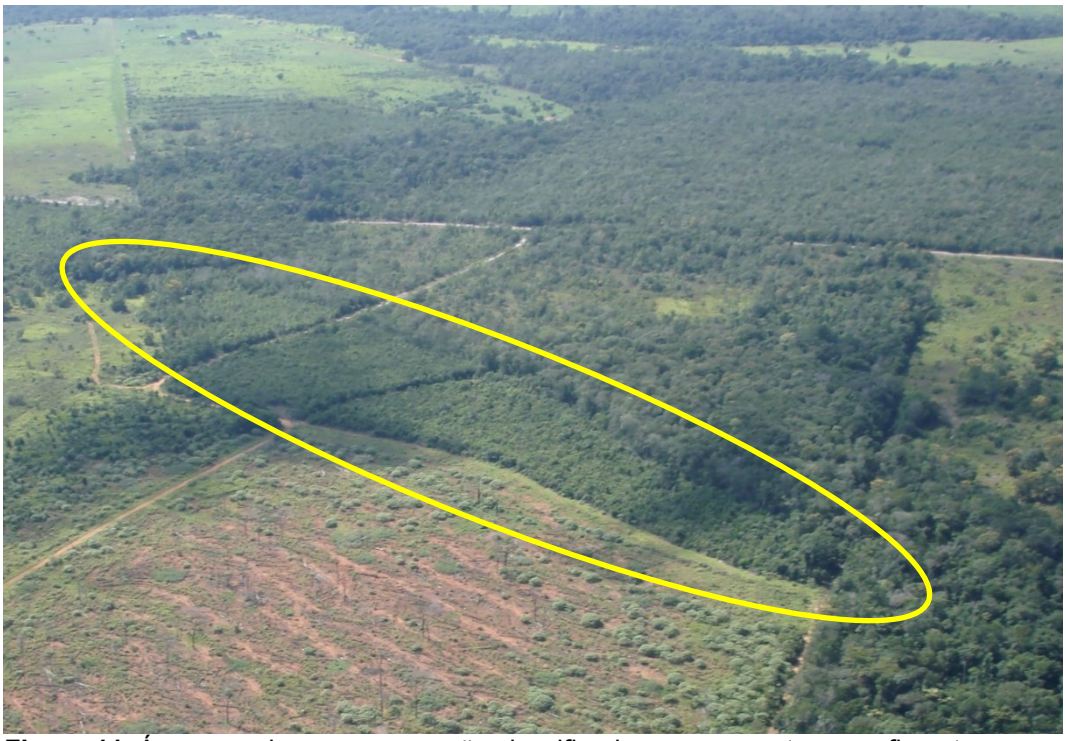

Figura 11. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta.

Figura 12. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta.

Figura 13. Área com densa regeneração classificada erroneamente como floresta.

Figura 14. Área com vegetação arbórea classificada como não-floresta.

Figura 15. Imagem aérea utilizada como referência para geração da matriz de confusão para cálculo de acurácia.

ANEXO III – ANÁLISE DA CLASSIFICAÇÃO

Tabela 4. Resumo do confronto entre o resultado da classificação digital da imagem de 13 de junho de 2016 e as realidades constatadas *in loco*.

Polígono	Foto	Data	Cobertura da terra	Classificado na imagem	Area	Pixels
1	DSC00344.JPG	26/02/2016	Não-floresta	Não-floresta	77142	86
2	DSC00472.JPG	26/02/2016	Não-floresta	Não-floresta	63026	70
3	DSC00466.JPG	26/02/2016	Não-floresta	Floresta	20916	23
4	DSC00466.JPG	26/02/2016	Não-floresta	Floresta	4972	6
5	DSC00394.JPG	26/02/2016	Não-floresta	Não-floresta	594671	661
6	DSC00439.JPG	26/02/2016	Não-floresta	Não-floresta	283477	315
7	DSCN2807.JPG	02/09/2016	Não-floresta	Não-floresta	714694	794
8	DSCN5061.JPG	02/09/2016	Não-floresta	Floresta	26440	29
9	DSC00896.JPG	05/01/2017	Não-floresta	Não-floresta	560520	623
10	DSC00896.JPG	05/01/2017	Não-floresta	Floresta	43442	48
11	CAPTURA	05/01/2017	Não-floresta	Floresta	19493	22
12	CAPTURA	05/01/2017	Floresta	Floresta	48229	54
13	CAPTURA	05/01/2017	Não-floresta	Não-floresta	1339658	1489
14	CAPTURA	05/01/2017	Floresta	Não-floresta	4456	5
15	CAPTURA	05/01/2017	Floresta	Floresta	166228	185
16	CAPTURA	05/01/2017	Floresta	Floresta	25057	28
17	CAPTURA	05/01/2017	Floresta	Não-floresta	44867	50
18	CAPTURA	05/01/2017	Floresta	Não-floresta	24694	27
19	CAPTURA	05/01/2017	Não-floresta	Não-floresta	848503	943

ANEXO IV – CÁLCULOS DO ÍNDICE KAPPA

Tendo como base os valores encontrados na Tabela 2, que representa a matriz de confusão da classificação executada, calcula-se a exatidão global da classificação da seguinte forma:

Exatidão global = (267 + 4981)/5458 = 5248/5458 = 96%

Já o índice Kappa, foi calculado da seguinte forma:

Índice Kappa = $(P_0 – P_C) / (1\text{-}PC)$
Sendo que:
$P_0 = 267 \times 4981 / 5458 = 0,96$
$P_c = [(395 \times 349) + (5109 \times 5063)] / 5458^2 = 0,87$

Então
Índice Kappa = (0,96 – 0,87) / (1 – 0,87) = **0,7**