



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE MATO GROSSO**
CAMPUS CONFRESA
CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA

Análise espaço-temporal do uso e ocupação do solo no assentamento “Maria Tereza”, município de Ribeirão Cascalheira - MT

Syonnara Vilela Santos

Confresa-MT
Fevereiro, 2019

Syonnara Vilela Santos

Análise espaço-temporal do uso e ocupação do solo no assentamento “Maria Tereza”, município de Ribeirão Cascalheira - MT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso – *Campus Confresa*, como parte do requisito para conclusão da disciplina TCC IV do Curso Bacharelado em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Esp. Carla Danieli Mendes

Confresa - MT

Fevereiro/2019

Syonnara Vilela Santos

Análise espaço-temporal do uso e ocupação do solo no assentamento “Maria Tereza”, município de Ribeirão Cascalheira - MT

Este trabalho foi julgado e aprovado, como parte do requisito para conclusão do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT *Campus* Confresa.
Orientadora: Prof^a. Esp. Carla Danieli Mendes

Confresa-MT, 01/Fevereiro/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Esp. Carla Danieli Mendes
IFMT – *Campus* Confresa

Prof. Dr. Danilo Nogueira dos Anjos
IFMT – *Campus* Confresa

Eng. Thaís Falqueto Tomé
Zênite Engenharia

Dedico este trabalho a minha mãe, Silésia Santana Vilela, meu pai, Josemar Pereira Vilela Santos e minha irmã, Jackeline Vilela Santos, com todo amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim ao longo da vida, e principalmente ao meu filho Arthur Vilela Santos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças para superar os desafios ao longo de toda a caminhada.

A meus queridos pais Silésia Santana Vilela e Josemar Pereira Vilela Santos, e minha irmã Jackeline Vilela Santos, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço, em especial, ao meu filho meu filho Arthur Vilela Santos, por me fazer amadurecer e me transformar, por ser meu porto e ponto de luz, por ser o motivo pelo qual eu luto todos os dias.

Ao Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Confresa, pela oportunidade de fazer o curso e por todo o conhecimento oferecido.

A professora Carla Danieli Mendes, pela orientação, apoio e confiança.

A todos os amigos, colegas e professores que estiveram comigo, e de alguma forma contribuíram durante todo o processo.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo” (Albert Einstein).

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

FIGURA 1. Localização geográfica do Assentamento Maria Tereza no estado de Mato Grosso.	13
FIGURA 2. Exemplo ilustrativo da grade de pontos utilizados para a avaliação das áreas vegetadas e consolidadas, em imagens aéreas (a) e vetorizações (b), para obtenção dos índices Kappa e acurácia global.....	17
FIGURA 3. Forma utilizada para o par de eixos (x,y) nos pixels.....	19
FIGURA 4. Influência do uso e ocupação do solo no processo cíclico de retroalimentação existente entre os ecossistemas e os sistemas naturais e humanos.	22
FIGURA 5. Exemplo ilustrativo da amostragem de pixels que representam limites entre áreas vegetadas e consolidadas causando, conseqüentemente, menor acurácia dos mapas (exemplo do ano de 1993).	27
FIGURA 6. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 1985, 1987, 1989 e 1991.....	29
FIGURA 7. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 1993, 1995, 1997 e 1999.....	30
FIGURA 8. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 2001, 2003, 2005 e 2007.....	31
FIGURA 9. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 2009, 2011, 2013 e 2015.....	32
FIGURA 10. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imageM aérea e vetorizaçÃO, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente ao ano de 2017.....	33
FIGURA 11. Quantificação de áreas vegetadas e áreas consolidadas no assentamento Maria Tereza do período de 1985 a 2017.	34
FIGURA 12. Gráfico de dispersão ajustado para os valores de área consolidada ao longo do período de estudo.....	35
FIGURA 13. Gráfico de dispersão ajustado para os valores de área consolidada dos anos de 1993 a 2009, considerado o período mais intenso de abertura de áreas consolidadas.	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Anos, datas, satélites e composições utilizadas para obtenção das imagens utilizadas para avaliação da dinâmica espaço-temporal de uso e ocupação do solo no Projeto Assentamento “Maria Tereza”.....	14
TABELA 2. Classes de acurácia para a interpretação do índice Kappa.....	17
TABELA 3. Resultados obtidos para os índices Kappa e acurácia global, utilizados para a avaliação dos mapas produzidos no presente estudo.	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E METODOS	13
CAPÍTULO I	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: Fundamentos e Conceitos	18
3.1.O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG).....	18
3.2 O SENSORIAMENTO REMOTO (SR)	19
3.2.1.Possíveis aplicações do SR	20
3.2.2 SR como ferramenta para análises ambientais	21
3.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	21
3.3.1 Classificações de Imagens.....	22
3.4 ASSENTAMENTO RURAL	23
CAPÍTULO II	25
4. ANÁLISES DOS MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ASSENTAMENTO “MARIA TEREZA”, MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO, ENTRE OS ANOS DE 1985 A 2017.....	25
4.1 INDICE KAPPA E ACURACIA GLOBAL	25
4.2 MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	28
4.3 ANALISES DE DISPERSÃO PARA OS VALORE DE ÁREAS CONSOLIDADAS	35
5. CONCLUSÕES	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

¹SANTOS, Syonnara Vilela; ²MENDES, Carla Danieli. **Análise espaço-temporal do uso e ocupação do solo no assentamento “Maria Tereza”, município de Ribeirão Cascalheira -MT.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso *Campus* Confresa. Confresa-MT, 2019. 40p.

Resumo

Pouco se sabe a respeito da efetiva contribuição dos assentamentos para as mudanças da dinâmica socioeconômica e ambiental dos municípios onde estão inseridos. O mapeamento espaço-temporal do uso e cobertura do solo representa ferramenta importante para conhecer a dinâmica das mudanças que ocorrem na paisagem, permitindo a obtenção de informações que fomentem a construção de cenários ambientais e indicadores, possibilitando a incorporação da variável ambiental ao planejamento socioeconômico. Com o exposto e dado a escassez de trabalhos na região e na expectativa de fornecer subsídios para futuras tomadas de decisões, a presente pesquisa tem como objetivo mapear, contabilizar e analisar as variações de uso e ocupação do solo no Assentamento “Maria Tereza”, localizado no município de Ribeirão Cascalheira, estado de Mato Grosso, assim como avaliar a qualidade dos mapas produzidos. Para o desenvolvimento do presente estudo foram utilizadas imagens históricas do período de 1985 a 2017, adquiridas gratuitamente no portal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2018), com espaço de tempo de dois anos entre as imagens. Deste modo, foram então analisadas 17 imagens (1985, 1987, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 e 2017), obtidas pelos satélites Landsat 5, Landsat 8 e Resourcesat 1., foi realizada a classificação supervisionada, a partir da ferramenta “Maximum likelihood classification” do ArcGIS 10.2.2. Observou-se que no ano de 1985 a área correspondente a classe de uso consolidado representava 2% (462 ha) da área do assentamento Maria Tereza. No ano de 2017, essa mesma classe representou um total de 82% (19.692 ha) da área do assentamento. A utilização do sensoriamento remoto e o geoprocessamento para a análise temporal se mostrou eficiente para analisar a dinâmica do uso do solo na área do Assentamento Maria Tereza, contribuindo para os estudos de zoneamento ambiental.

Palavras Chaves: Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Classificação de imagens, Manutenção do solo.

¹Graduanda do Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFMT *Campus* Confresa.

²Orientadora, docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFMT *Campus* Confresa.

SANTOS, Syonnara Vilela; MENDES, Carla Danieli. **Spatial-temporal analysis of land use and occupation in the settlement "Maria Tereza", municipality of Ribeirão Cascalheira-MT.** Course Completion Work (Bachelor of Agronomy) - Federal Institute of Education Sciences and Technology of Mato Grosso Campus Confresa. Confresa-MT, 2019. 40 p.

Abstract

Little is known about the effective contribution of the settlements to the changes in the socioeconomic and environmental dynamics of the municipalities where they are inserted. The spatial-temporal mapping of land use and land cover is an important tool to understand the dynamics of changes occurring in the landscape, allowing the collection of information that encourages the construction of environmental scenarios and indicators, making it possible to incorporate the environmental variable into socioeconomic planning. With the above and given the scarcity of works in the region and the expectation of providing subsidies for future decision making, this research aims to map, account and analyze the variations of land use and occupation in the "Maria Tereza" settlement, located in the municipality of Ribeirão Cascalheira, state of Mato Grosso, as well as evaluating the quality of the maps produced. For the development of the present study, historical images from the period 1985 to 2017 were acquired, free of charge, from the National Institute of Space Research (INPE, 2018) portal, with two years of time between images. In this way, 17 images (1985, 1987, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 and 2017) were analyzed, obtained by the Landsat 5, Landsat 8 and Resourcesat 1 satellites. supervised classification, from the "Maximum likelihood classification" tool of ArcGIS 10.2.2. It was observed that in 1985 the area corresponding to the consolidated class of use represented 2% (462 ha) of the area of the Maria Tereza settlement. In the year 2017, this same class represented a total of 82% (19,692 ha) of the settlement area. The use of remote sensing and geoprocessing for temporal analysis proved to be efficient to analyze soil use dynamics in the Maria Tereza settlement area, contributing to environmental zoning studies.

Keywords: Geoprocessing, Remote Sensing, Image Classification, Soil Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

O aumento demográfico da população gerou um desenvolvimento acelerado e desordenado, resultando em maior demanda por alimentos e intensa exploração dos recursos naturais, muitas vezes desencadeando danos irreversíveis (RIPPEL; RIPPEL; LIMA, 2009). Nessa relação de causa-efeito, a pressão antrópica sobre o meio ambiente levou à decadência de áreas rurais até então preservadas. Com o intuito controlar tal situação, são necessárias estratégia de preservação e manutenção que levem em conta planejamentos estruturados sobre o meio físico, tais como, o uso racional do solo, a criação de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade e a ampliação de uma infraestrutura que possa atender a sua finalidade econômica, mas que, concomitantemente, respeite a diversidade biótica e cultural.

Estudos demonstram a eficiência da reforma agrária e da viabilidade econômica e social dos assentamentos rurais, porém, pouco se sabe a propósito da efetiva contribuição destes para as mudanças da dinâmica socioeconômica e ambiental dos municípios onde estão inseridos. Os impactos ativos do processo de criação dos assentamentos ainda não foram efetivamente analisados. Isso acontece porque a maior parte dos estudos dedica-se apenas as ações de organização da luta pela terra ou, por outro lado, à dinâmica da organização produtiva nos projetos de assentamentos (FERREIRA NETO et al., 2009)

É de suma importância realizar a caracterização e avaliação ambiental, a fim de incorporar a variável ambiental ao planejamento socioeconômico, visando à utilização adequada do espaço dos ecossistemas e de seus recursos, ou seja, a melhoria das condições de vida das populações e a conservação do patrimônio natural e cultural quanto ao uso e à ocupação do solo (ALMEIDA et al., 2017).

Para elaborar tais estudos pertinentes ao desenvolvimento sustentável, o geoprocessamento e sensoriamento remoto apresentam um conjunto de ferramentas capazes de gerar dados precisos e de forma mais rápida (SEBUSIANI; BETTINE, 2011). De acordo com Campos et al., (2004), os dados obtidos através de imagens orbitais são relevantes para os estudos no campo da ciência agrícola, no que tange principalmente ao planejamento de uso da terra. Isso porque tais dados permitem ampliar as escolhas a serem feitas, visto que esses itens possuem o potencial de mensurar diversas variáveis impactantes nos aspectos de superfície do terreno.

Segundo Santos e Santos (2010), o mapeamento espaço-temporal do uso e cobertura do solo representa ferramenta importante para conhecer a dinâmica das mudanças que ocorrem na paisagem, permitindo a obtenção de informações que fomentem a construção de

cenários ambientais e indicadores. Dessa forma, é possível direcionar práticas conservacionistas aliadas ao manejo adequado com um conjunto de diferentes estratégias empregadas, visando à sustentabilidade da região estudada.

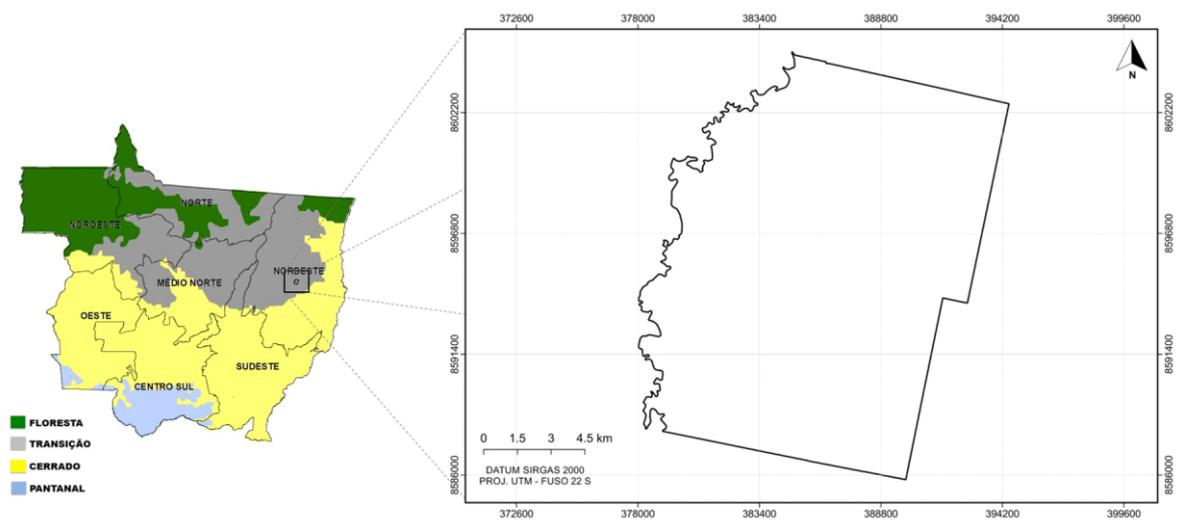
Assim, diante do que foi apresentado, a utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento nas análises ambientais têm se tornado uma prática cada vez mais frequente, o que desperta atenção do mercado. Conforme Rosendo (2005), quanto ao uso do solo e a cobertura vegetal, essas técnicas contribuem para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, bem como para outros fatores de potencial impacto à vegetação.

Com o exposto e dado a escassez de trabalhos na região e na expectativa de fornecer subsídios para futuras tomadas de decisões, a presente pesquisa tem como objetivo mapear, contabilizar e analisar as variações de uso e ocupação do solo no Assentamento “Maria Tereza”, localizado no município de Ribeirão Cascalheira, estado de Mato Grosso, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, assim como avaliar a qualidade dos mapas produzidos.

2. METODOLOGIA

A área contemplada pelo presente estudo está contida na macrorregião Nordeste do estado de Mato Grosso (IMEA, 2010), na faixa de transição entre os biomas Amazônico e Cerrado. Mais especificamente, a área compreende o assentamento Maria Tereza, pertencente ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), situado no município de Ribeirão Cascalheira, o que pode ser observado na Figura 1.

FIGURA 1. Localização geográfica do Assentamento Maria Tereza no estado de Mato Grosso.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o desenvolvimento do presente estudo foram utilizadas imagens históricas do período de 1985 a 2017, adquiridas gratuitamente no portal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2018), com espaço de tempo de dois anos entre as imagens. Deste modo, foram então analisadas 17 imagens (1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 e 2017), obtidas pelos satélites Landsat 5, Landsat 8 e Resourcesat 1. As imagens utilizadas foram sempre referentes aos meses secos do ano (junho, julho, agosto e setembro), uma vez que neste período ocorrem menores proporções de nuvens nos quadrantes da cena e os solos apresentam-se, predominantemente, expostos. Mais detalhes sobre as imagens utilizadas no presente estudo estão disponíveis na Tabela 1.

TABELA 1. Anos, datas, satélites e composições utilizadas para obtenção das imagens utilizadas para avaliação da dinâmica espaço-temporal de uso e ocupação do solo no Projeto Assentamento “Maria Tereza”.

ANO	DATA (DD/MM/AAAA)	SATÉLITE	COMPOSIÇÃO DE BANDAS (RGB)
1985	03/06/1985	Landsat 5	5-4-3
1987	12/08/1987	Landsat 5	5-4-3
1989	17/08/1989	Landsat 5	5-4-3
1991	06/07/1991	Landsat 5	5-4-3
1993	25/06/1993	Landsat 5	5-4-3
1995	15/06/1995	Landsat 5	5-4-3
1997	06/07/1997	Landsat 5	5-4-3
1999	28/07/1999	Landsat 5	5-4-3
2001	02/08/2001	Landsat 5	5-4-3
2003	23/07/2003	Landsat 5	5-4-3
2005	13/08/2005	Landsat 5	5-4-3
2007	03/08/2007	Landsat 5	5-4-3
2009	08/08/2009	Landsat 5	5-4-3
2011	27/06/2011	Landsat 5	5-4-3
2013	26/08/2013	Resourcesat 1	5-4-3
2015	06/06/2015	Landsat 8	6-5-4
2017	29/07/2017	Landsat 8	6-5-4

Fonte: Elaborada pelo autor.

As imagens utilizadas para a composição dos mosaicos, para todos os satélites apresentados na Tabela 1, abrangem as regiões do espectro eletromagnético referentes às bandas do infravermelho médio (bandas 5, 5 e 6 para Landsat 5, Resourcesat 1 e Landsat 8, respectivamente), infravermelho próximo (bandas 4, 4 e 5 para Landsat 5, Resourcesat 1 e Landsat 8, respectivamente) e vermelho (bandas 3, 3 e 4 para Landsat 5, Resourcesat 1 e Landsat 8, respectivamente). Deste modo, as composições RGB configuraram a seguinte combinação: Landsat 5, 543; Landsat 8, 654; e Resourcesat 1, 543.

A composição RGB, utilizando as regiões do infravermelho médio, infravermelho próximo e vermelho, é normalmente utilizada para análise de vegetação e, por isso, foi utilizada no presente estudo, objetivando maior realce entre áreas de solo exposto e áreas vegetadas (SANTOS et al., 2016; PEREIRA et al., 2017).

A composição de mosaicos foi realizada em ambiente SIG, utilizando o software Quantum GIS 2.18. Os mosaicos obtidos a partir das imagens dos satélites Landsat 5 e Resourcesat 1, por apresentarem-se inicialmente deslocadas, foram georreferenciadas a partir da ferramenta “georreferenciador” do Quantum GIS 2.18, utilizando como referência os

mosaicos produzidos pelas imagens do satélite Landsat 8, as quais são disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com georreferenciamento prévio.

Após a composição e georreferenciamento das imagens referentes ao período estudado, foi realizado o recorte da área de estudo utilizando como camada de máscara um arquivo “shapefile” correspondente ao perímetro do assentamento Maria Tereza. Posteriormente, no *software* ArcGIS versão 10.2.2, foi realizada a classificação supervisionada das imagens. Para isso, foram inicialmente definidas duas classes de treino: áreas vegetadas e áreas consolidadas. Em cada classe de treino, de cada imagem, foram geradas 500 feições do tipo ponto e, destas, foram extraídas assinaturas espectrais (a partir da função “create signatures” do ArcToolbox), as quais foram responsáveis por definir padrões de reflectância das áreas vegetadas e de solo exposto.

Após a definição dos padrões de reflectância de cada classe de treino, em cada imagem histórica, foi realizada a classificação supervisionada, a partir da ferramenta “Maximum likelihood classification” do ArcGIS 10.2.2. Como produto deste procedimento computacional foram gerados arquivos do tipo “raster”, compostos por pixels de valores binários, sendo Pixels com valor 1 referente a regiões vegetadas e pixels com valor 2 referente a regiões de solo exposto.

Posteriormente, esses arquivos “raster” foram convertidos em arquivos vetoriais, a partir da ferramenta “raster to polygon” do ArcGIS. Este procedimento foi realizado objetivando a quantificação das áreas correspondentes a cada uma das classes em análise (áreas vegetadas e áreas consolidadas). Os mapas de uso e ocupação do solo referentes ao período estudado foram finalizados e exportados no formato “jpg”, com a inserção de orientação, escala, legenda, tabela de áreas, Datum e Sistema de Referência de Coordenadas.

Para a obtenção de valores médios anuais de expansão de áreas consolidadas ajustou-se um modelo de regressão linear que teve como variável dependente a área consolidada, em hectares, e como variável independente os anos em questão.

Por fim, para avaliar a acurácia da classificação supervisionada, ou seja, para definir a proximidade dos resultados com o seu valor real, foram aplicados os índices Kappa e acurácia global em 6 dos 17 mapas gerados no presente estudo. De acordo com Coelho; Giasson (2010), o índice Kappa mede a concordância do mapa obtido em relação a um mapa de referência, excluindo o efeito da casualidade.

Ainda de acordo com os mesmos autores citados anteriormente, o índice de acurácia global indica o nível de certeza das informações apresentadas no mapa quando comparado a informações de um mapa de referência. Como critério para seleção dos mapas a serem

submetidos à análise de acurácia utilizou-se o período de 6 anos, garantindo que fossem analisados mapas assertivamente distintos entre si. Deste modo, foram utilizados para análise de acurácia os mapas correspondentes aos anos de 1987, 1993, 1999, 2005, 2011 e 2017.

As informações avaliativas extraídas nos 30 pontos amostrais foram utilizadas para a elaboração da matriz de confusão e, posteriormente, os cálculos dos índices Kappa (IK) e acurácia global (AG), utilizando as equações 1 e 2, respectivamente.

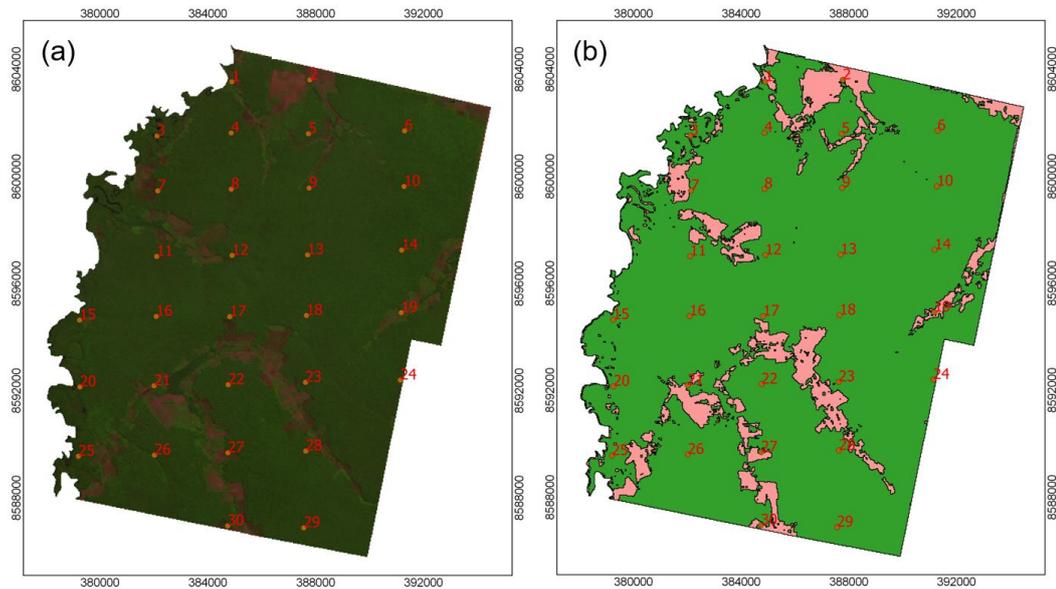
$$IK = \frac{(D - Q)}{(T - Q)} \quad (1)$$

$$AG = \frac{D}{T} \quad (2)$$

Sendo: IK, o índice Kappa; AG, a acurácia global; D, o somatório dos elementos da diagonal principal da matriz; T, o número total de pontos; e Q, o coeficiente entre o erro de comissão e o erro de omissão.

Como mapa de referência, para a conferência de áreas vegetadas e áreas consolidadas, foi utilizado o mapa correspondente mosaico (composição RGB) do ano em avaliação. Foram obtidas informações avaliativas em 30 pontos amostrais (pixels), definidos a partir de uma grade regular (FIGURA 2).

FIGURA 2. Exemplo ilustrativo da grade de pontos utilizados para a avaliação das áreas vegetadas e consolidadas, em imagens aéreas (a) e vetorizações (b), para obtenção dos índices Kappa e acurácia global.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As classes para avaliação do índice Kappa para análise de acurácia dos mapas obtidos no presente estudo foram atribuídas de acordo com o conteúdo proposto em Demarchi et al. (2011), apresentado na Tabela 2.

TABELA 2. Classes de acurácia para a interpretação do índice Kappa

Valor do índice Kappa (IK)	Qualidade do mapa
$IK \leq 0$	Péssima
$0,0 > IK \leq 0,2$	Ruim
$0,2 > IK \leq 0,4$	Razoável
$0,4 > IK \leq 0,6$	Boa
$0,6 > IK \leq 0,8$	Muito boa
$0,8 > IK \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Demarchi et al. (2011).

O valor do coeficiente Kappa igual a zero significa que o acerto obtido pelo classificador é igual ao acerto por acaso. Valores positivos de kappa ocorrem quando o acerto for maior que o acaso, enquanto os negativos ocorrem quando o acerto for pior do que uma classificação por acaso. O maior valor de Kappa (+1,00) ocorre quando existe uma classificação perfeita (CONGALTON; MEAD, 1983).

CAPÍTULO I

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: Fundamentos e Conceitos

3.1.O Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Levantamentos sobre os recursos naturais e o uso da terra são de extrema importância para auxiliar no planejamento do avanço do homem sobre a natureza, ao passo que o monitoramento e controle do processo de ocupação do solo seria racionalizado e entraria em consonância com o planejamento público. Não é por menos que recebe grande importância o denominado “Sistema de Informações Geográficas” (SIG). Em linhas gerais, como os próprios elementos de sua nomenclatura indicam, SIG é um conjunto de informações técnicas realizadas para o tratamento de dados geográficos.

Devido à ampla gama de aplicações, englobando, apenas a título exemplificativo, projetos nas áreas de agricultura, cartografia e geologia, há, de acordo com Câmara e Medeiros (1998), pelo menos três grandes maneiras de se utilizar os SIGs: (1) Como ferramenta para a produção de mapas; (2) como suporte para a análise espacial de fenômenos físicos; e (3) como banco de dados geográficos para armazenamento de informação espacial.

Diante disso, SIG, de maneira mais precisa, compreende, nas palavras de Aronoff (1989), “um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados”. Sob a perspectiva funcional de Cowen (2003), é “um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de resposta a problemas”.

Percebe-se que os sistemas dessa natureza nada mais são do que a compilação de dados levantados por especialistas, sobretudo advindos do uso do sensoriamento remoto, em um ambiente que de subsídios para tomadas de decisões. Com isso, acaba favorecendo, dentre outros, a criação de informações históricas da degradação ao meio ambiente, em especial de que maneira o ser humano, ao ocupar o solo, provoca, de imediato ou ao longo do tempo, danos à natureza.

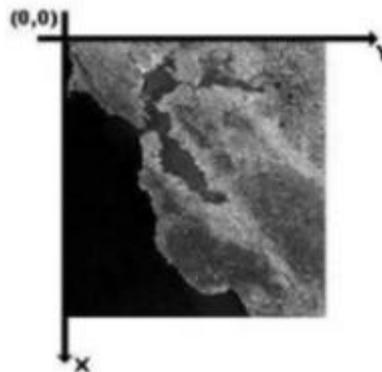
3.2 O Sensoriamento Remoto (SR)

O Sensoriamento Remoto (SR) pode ser entendido como um conjunto de atividades que permitem o acesso de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos, envolvendo a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos. Nesse processo, a energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres é registrada por sensores remotos (NOVO, 2002).

O processo histórico mostra que essa técnica teve grande aceitação no país. Conforme discutem Meneses e Almeida (2012), devido ao total engajamento de pesquisadores na década de 1970, assim que a tecnologia do sensoriamento remoto foi apresentada, o Brasil se tornou um dos grandes usuários desse instrumento, o qual é considerado como facilitador na hora de seu emprego no mapeamento de áreas de médio e grande porte, mesmo com cobertura vegetal preservada ou, ainda, em áreas degradadas.

As imagens provenientes do SR são fornecidas por sensores multiespectrais e constituídas por um arranjo de elementos sob a forma de uma malha ou grid. Cada célula desse grid tem sua localização definida em um sistema de coordenadas do tipo linha e coluna representada por x e y, respectivamente. Por convenção, a origem do grid é sempre no seu canto superior esquerdo (FIGURA 3). O nome dado a cada uma dessas células é pixel (Picture element) (BULECO, 2002).

FIGURA 3. Forma utilizada para o par de eixos (x,y) nos pixels.



Fonte: Buleco, (2002).

Os sensores multiespectrais apresentam como objeto atender as mais variadas aplicações, de cunho interdisciplinar, entretanto, Slater (1980) ressalta que o profissional

responsável por seu manejo deve ter o mínimo de conhecimento sobre as propriedades físico-químicas dos materiais que compõem a superfície do terreno, visto que a informação espectral a ser obtida e, por conseguinte, presente em cada elemento da resolução do terreno (pixel), é justamente a integração do conjunto dessas propriedades dos materiais visualizados.¹

Dito isso, é previsível que no sensoriamento remoto a identificação dos objetos e materiais é feita de acordo com as características espectrais obtidas nas várias bandas das imagens fornecidas pelos sensores. Assim, quanto maior a quantidade de imagens e bandas, maior será o volume de dados adquiridos, tornando necessário o uso de técnicas automáticas de análise de informação, permitidas pela versatilidade computacional, gerando múltiplas maneiras de abordar os dados (LILLESAND; KIEFER; CHIPMAN, 1987).

3.2.1. Possíveis aplicações do SR

São diversas as utilidades que o Sensoriamento Remoto proporciona para a área de avaliação do meio ambiente. Novo (2002) realiza uma compilação de algumas dessas finalidades em distintas áreas de estudos:

- I. Na área da agricultura, as aplicações dessa técnica podem se relacionar com as atividades de levantamentos e caracterização dos solos e mapeamento de culturas;
- II. Na área de geografia, as principais aplicações se concentram a utilização de informações para o monitoramento do uso da terra, tanto rural como urbana, bem como para a visualização dos processos geomorfológicos;
- III. Em arqueologia o autor levanta a possibilidade de instrumentalização do Sensoriamento Remoto para a identificação de novos sítios arqueológicos. Ademais, a técnica permite que se possa fazer o planejamento de sistemas de amostragem, para, com isso, adquirir medidas de estruturas arqueológicas e, principalmente, para o estudo das relações entre o ambiente e o conteúdo antropológico de cada local de relevância para a área.
- IV. Em estudos voltados aos recursos hídricos, os dados obtidos permitem estender eventuais informações pontuais para um contexto espacial mais amplo, além de fornecerem subsídios para uma distribuição racional de pontos de coleta de dados hidrológicos;

¹ Normalmente, a vegetação, o solo, as rochas e a água.

- V. Geomorfologia Ambiental, área que mais parece se beneficiar com o Sensoriamento Remoto, associando-se diretamente a informação orbital com a de fotografias aéreas, tem-se aplicabilidade voltada aos mapeamentos de formas de relevo, gerando, com isso, diversas informações fundamentais, novas ou complementares, para se permitir uma análise cada vez mais completa dos objetos de estudo da área.

Com a breve exposição de algumas formas de se usar o Sensoriamento Remoto, é possível observar que tal técnica é importante para diversas áreas, não apenas para a Agronomia. A versatilidade provocada pela obtenção de imagens sobre uma vasta gama de objetos auxilia não apenas na criação de um banco de dados de acesso à comunidade científica, como também de que maneira tais dados serão processados, analisados e criticados, fornecendo ampla gama de aplicação e avanço no estado de arte de cada ciência.

3.2.2 SR como ferramenta para análises ambientais

A medida em que o sensoriamento remoto fornece dados a partir de sensores multiespectrais, informações sobre o solo podem ser obtidas. Elas são de fundamental importância para se visualizar e avaliar os impactos do seu uso no intuito de permitir o melhor planejamento possível de áreas afetadas, assim como evitar que outras acabem deterioradas (SOUSA JUNIOR, et al., 2008).

Fruto desse contexto de revolução técnico-científico somado ao conturbado – e descontrolado – crescimento demográfico, o SR é fundamental para uma resposta racional à destruição da natureza. Isso porque os mecanismos existentes antes dele, rudimentares quando comparados com a possibilidade fornecida pela computação, não apenas seria obsoleto, como também inviável, visto que a demora na aquisição de dados ocasionaria estudos anacrônicos, com pouca vantagem para a rapidez da contemporaneidade.

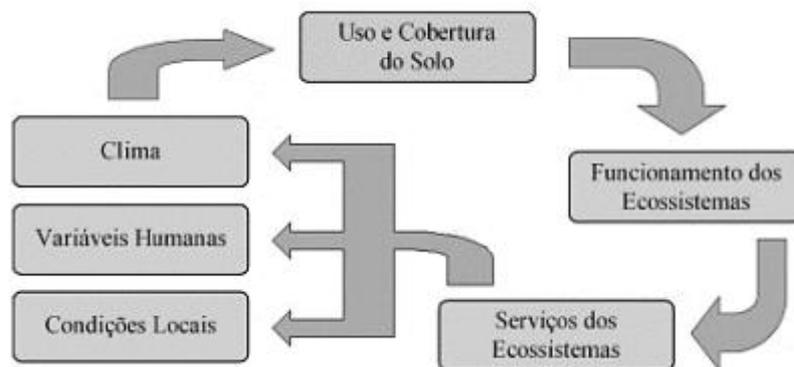
A velocidade com que tudo se desenvolve, bem como a ocupação de regiões de difícil acesso, exige a união de um processamento célere e imagens geradas de altas altitudes, fornecendo uma visão sinóptica da superfície terrestre, com repetitividade e precisão, o que é permitido pela técnica aqui analisada (FREITAS FILHO; MEDEIROS, 1993).

3.3 Uso e Ocupação do Solo

Para melhor abrangência da dinâmica de uso do solo e suas relações com os fenômenos naturais torna-se imprescindível conceituar os termos “uso e cobertura da terra e/ou solo”. O conceito de cobertura do solo se refere ao tipo de elemento físico que é observado na superfície terrestre, podendo ser categorizado de acordo com o interesse e/ou tipologias. Desta forma, pode-se classificar tipos de vegetação, tipos de terreno (desertos, geleiras, mata, etc.), tipos de corpos hídricos (lagos, rios), infraestrutura (estradas, edificações), dentre outros (MEIRELLES et al., 2007, ZAIATZ, 2016).

As mudanças de uso e ocupação do solo resultam das interações dos fatores socioeconômicos e da natureza, originando diversos e complexos padrões de paisagem, constituindo-se sistemas estrutural e funcionalmente heterogêneos. Existem fatores que contribuem para os tipos de UCS, como as formas do relevo, a biodiversidade, os recursos hídricos e as ideologias da comunidade (BRITO; BARBOSA, 2011). O esquema da figura 4 representa este modelo conceitual.

FIGURA 4. Influência do uso e ocupação do solo no processo cíclico de retroalimentação existente entre os ecossistemas e os sistemas naturais e humanos.



Fonte: Zaiatz (2016).

Meirelles et al. (2007) afirma que as estimativas do uso e ocupação do solo podem ser alcançadas a partir do tratamento digital de imagens de sensoriamento remoto desde que se tenha adequada resolução espacial, entretanto a caracterização de certas atividades de uso do solo pode exigir a aquisição e análise de dados adicionais para a verificação da verdade de campo (dados socioeconômicos, agrônômicos etc).

3.3.1 Classificações de Imagens

Para criação de um mapa de uso e ocupação do solo, é necessário realizar um processo de classificação multiespectral, que consiste em atribuir cada pixel de uma imagem a uma classe presente. Essa atribuição de valores pode ser realizada com base em observações no pixel em si e na sua vizinhança. Como resultado de uma classificação de imagem, tem-se um mapa de pixels agrupados, associados às classes espectrais ou de interesse.

Quanto à classificação de imagens multiespectrais de sensoriamento remoto, podem ser realizadas de duas maneiras: Classificação supervisionada, onde o usuário identifica alguns dos pixels pertencentes às classes desejadas e realiza um treinamento “mostrando” ao programa o que representa cada pixel e classificação não supervisionada, sem a necessidade de realizar treinamento (BULECO, 2002).

3.4 Assentamento Rural

Segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), os assentamentos correspondem a um conjunto de unidades agrícolas independentes entre si, anteriormente pertencente a um único dono. Cada unidade territorial, denominadas de lotes ou glebas, é entregue pelo INCRA às famílias que não possuem condições econômicas para adquirir e manter um imóvel rural por outras vias. Os assentados que ganham os lotes têm o compromisso de morar na parcela e explorá-la para seu sustento, utilizando exclusivamente a mão de obra familiar (INCRA, 2018).

Entre os anos de 1970 (ano de criação do INCRA) e 1999 foram assentadas no Brasil 689.547 famílias, sendo que mais de 50% destes assentamentos ocorreram entre 1995 a 1999, no governo Fernando Henrique Cardoso. No estado de Mato Grosso, a primeira Lei de Terras foi sancionada no ano de 1892, tratando dos mecanismos da regularização fundiária e no mesmo ano outra lei repartia as terras públicas (LAMERA; FIGUEIREDO, 2008).

Lamera; Figueiredo (2008) afirmam que, o Brasil é um país de grandes dimensões territoriais e que o estado de Mato Grosso apresenta características peculiares em relação a outras regiões brasileiras, por esse motivo, é necessário elucidar as individualidades deste estado através de estudos e pesquisas pertinentes as suas individualidades, gerando desta forma informações fundamentais para orientar políticas estaduais em favor dos mesmos.

CAPÍTULO II

4. ANÁLISES DOS MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO ASSENTAMENTO “MARIA TEREZA”, MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO, ENTRE OS ANOS DE 1985 A 2017

Os dados apresentados abaixo foram processados conforme descrito na metodologia e apresentados juntamente a discussão com a bibliografia pertinente ao assunto, a fim de embasar os resultados obtidos e comparar os resultados com outras regiões.

4.1 Índice Kappa e acurácia global

Na tabela 3 estão apresentados os índices Kappa e acurácia global, utilizados para a avaliação da acurácia dos mapas produzidos. Observa-se que todos os seis mapas avaliados apresentaram acurácia classificada nas duas melhores classes possíveis, com destaque para os mapas dos anos de 1987 e 2017, com acurácia excelente de acordo com a classificação proposta por Demarchi et al. (2011).

TABELA 3. Resultados obtidos para os índices Kappa e acurácia global, utilizados para a avaliação dos mapas produzidos no presente estudo.

ANO	ÍNDICES		CLASSE DE ACURÁCIA
	KAPPA	ACURÁCIA GLOBAL (%)	
1987	1,00	100	Excelente
1993	0,64	86,67	Muito boa
1999	0,68	83,33	Muito boa
2005	0,67	83,33	Muito boa
2011	0,71	86,67	Muito boa
2017	1,00	100	Excelente

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os mapas de 1993, 1999, 2005 e 2011, ainda que na classe muito, apresentaram menores índices Kappa e acurácia global dentre os mapas avaliados, com valores iguais à 0,64 e 86,67; 0,68 e 83,33; 0,67 e 83,33; e 0,71 e 86,67, respectivamente. Certamente, esses

menores valores observados para os anos supracitados se dão em função da maior heterogeneidade constatada nos usos e ocupações do assentamento Maria Tereza nesse período. Tal heterogeneidade fez com que existissem maior quantidade de pixels (dentre os 30 utilizados para a análise de acurácia) responsáveis por representar limites entre áreas vegetadas e consolidadas.

A resolução espacial das imagens utilizadas no presente estudo é igual a 30 m, isso quer dizer que, um pixel é responsável por representar uma área de 900 m² de terreno. Deste modo, considerando que o valor de reflectância atribuído a cada pixel é uma média de reflectância de todos os materiais existentes na superfície de 900 m², os pixels que se localizam nos limites entre áreas vegetadas e áreas consolidadas, conseqüentemente, terão valores de reflectância médios entre solo exposto e área vegetada. Isso faz com que a classificação supervisionada tenha maior dificuldade em reconhecer o padrão de assinatura espectral e, conseqüentemente, o uso e ocupação atual da referida área, resultando assim em mapas menos acurados e com menores valores para os índices Kappa e acurácia global.

Corroborando com tais resultados, Gasparini et al. (2013), mapearam seis diferentes usos do solo para o município de Seropédica, Rio de Janeiro, e obtiveram índice Kappa equivalente à 0,67, concordando com a afirmação que áreas mais heterogêneas normalmente dificultam a acurácia da classificação supervisionada. Zaiatz et al., (2018), ao realizar análises de uso e ocupação do solo na bacia do Alto Rio Teles Pires no estado de Mato Grosso, afirmaram que pixels de diferentes classes que apresentam resultados espectrais semelhantes ou com diferentes classes dentro de um mesmo pixels geram “contaminação”, o que dificulta em muitos casos a precisão das classificações em áreas muito heterogêneas.

Um exemplo da discussão exposta anteriormente pode ser visualizado nas Figuras 5a e 5b, referentes ao mapa do ano de 1993. Observa-se na Figura 5a que o ponto amostrado e utilizado para a avaliação do mapa (ponto 2) se refere a um pixel localizado na faixa de limite entre área vegetada e área nativa. É nítido que o pixel amostrado apresenta característica mais similar com a mata nativa do que com o solo exposto, entretanto, o mesmo foi vetorizado como área consolidada na classificação supervisionada (Figura 5b).

FIGURA 5. Exemplo ilustrativo da amostragem de pixels que representam limites entre áreas vegetadas e consolidadas causando, conseqüentemente, menor acurácia dos mapas (exemplo do ano de 1993).



Fonte: Elaboradas pelos autores.

Nos anos de 1987 e 2017 a área referente ao assentamento Maria Tereza apresentava-se mais homogênea, sendo predominante no ano de 1987 a ocupação com áreas vegetadas e no ano de 2017 com áreas consolidadas. Essa maior homogeneidade nos anos de 1987 e 2017 fez com que existissem menor quantidade de pixels (dentre os 30 utilizados para a análise de acurácia) responsáveis por representar limites entre áreas vegetadas e consolidadas e, conseqüentemente, fez com que ocorressem nesses anos os maiores valores dos índices Kappa e acurácia global.

Em discordância parcial às discussões feitas até aqui, Pinheiro et al. (2011) obtiveram índice Kappa igual à 0,96 mesmo mapeando uma área extremamente heterogênea. Contudo, explicando essa excelente acurácia obtida pelo referido autor, observa-se que as imagens utilizadas pelo mesmo apresentavam resolução espacial de 5 m, ou seja, cada pixel era responsável por representar uma área de apenas 25 m², resultando menor heterogeneidade de superfícies presentes em cada pixel, facilitando assim o treinamento e a execução da classificação supervisionada.

4.2 Mapas de uso e ocupação do solo

Nas Figuras 6-10 estão apresentadas as imagens aéreas e as vetorizações, de áreas vegetadas e de solos expostos, referentes ao período de 1985 a 2017 respectivamente, assim como a quantificação destas. Observa-se que a redução das áreas vegetadas se deu de maneira pronunciada ao longo do período de estudo, no ano de 1985 aproximadamente 2% (462 ha) da área do assentamento Maria Tereza era ocupada por áreas consolidadas. No ano de 2017, análise mais recente dentre as imagens estudadas, as áreas consolidadas ocupam cerca de 82% (19.692 ha) do assentamento.

FIGURA 6. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 1985, 1987, 1989 e 1991.

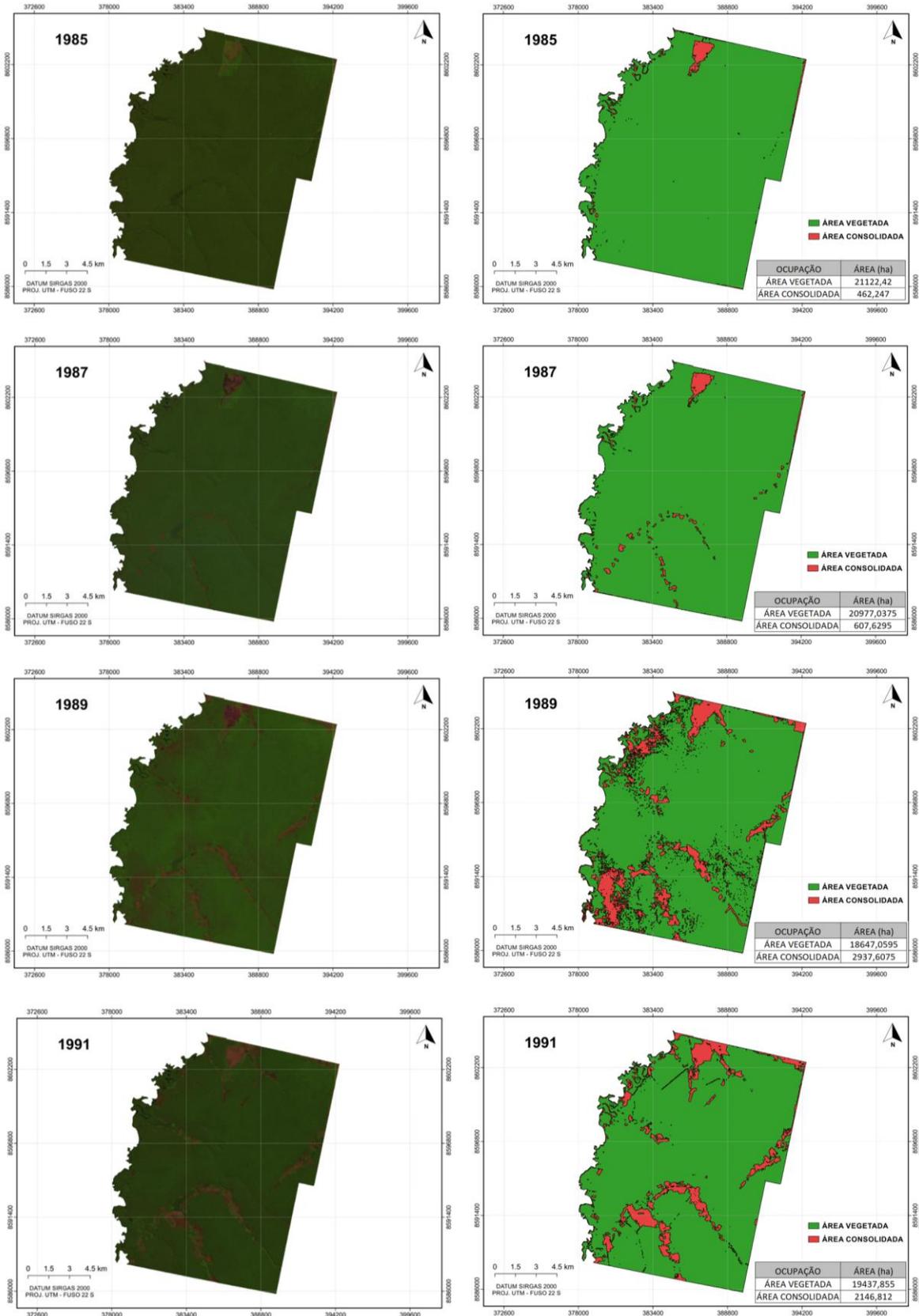


FIGURA 7. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 1993, 1995, 1997 e 1999.

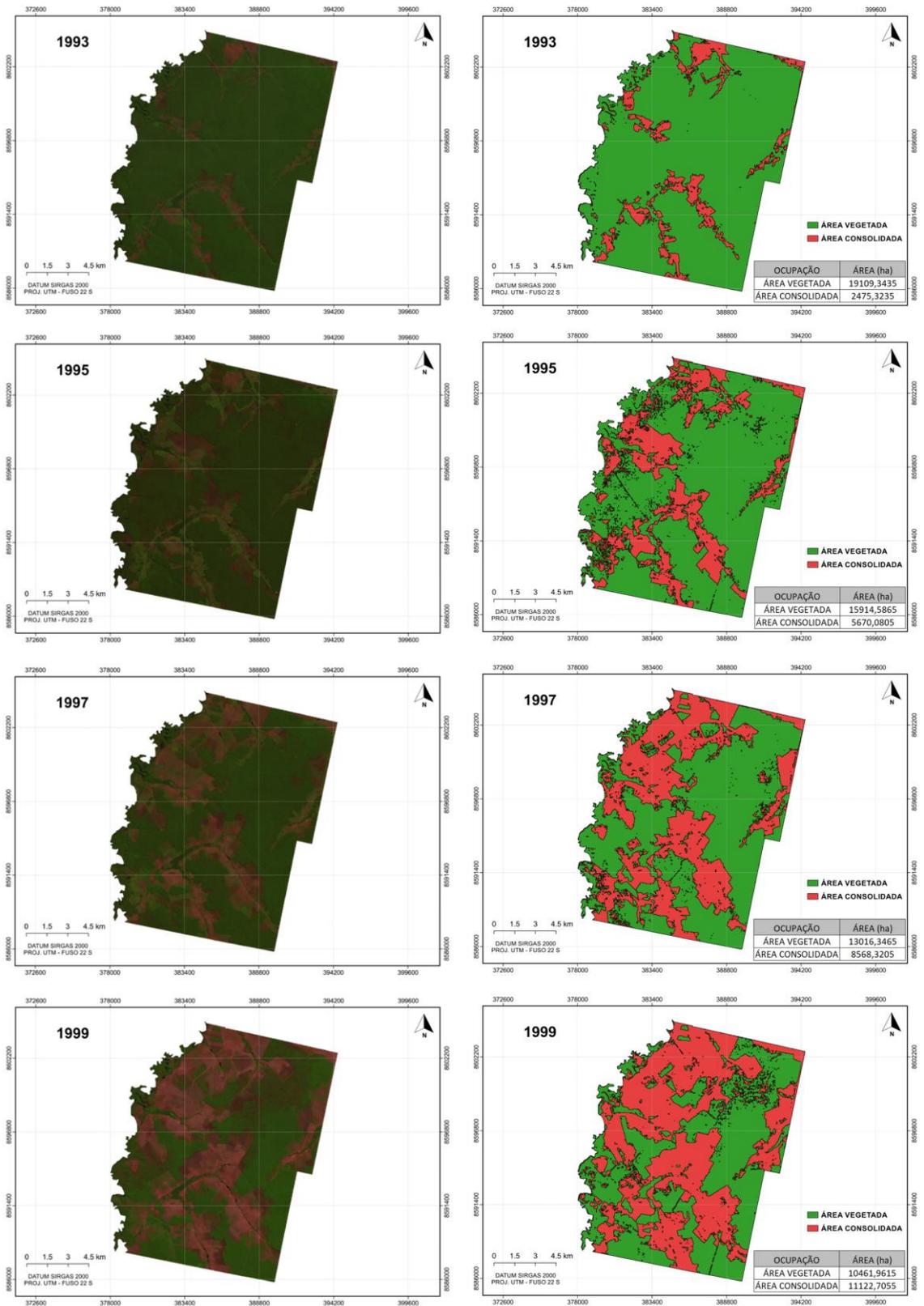


FIGURA 8. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 2001, 2003, 2005 e 2007.

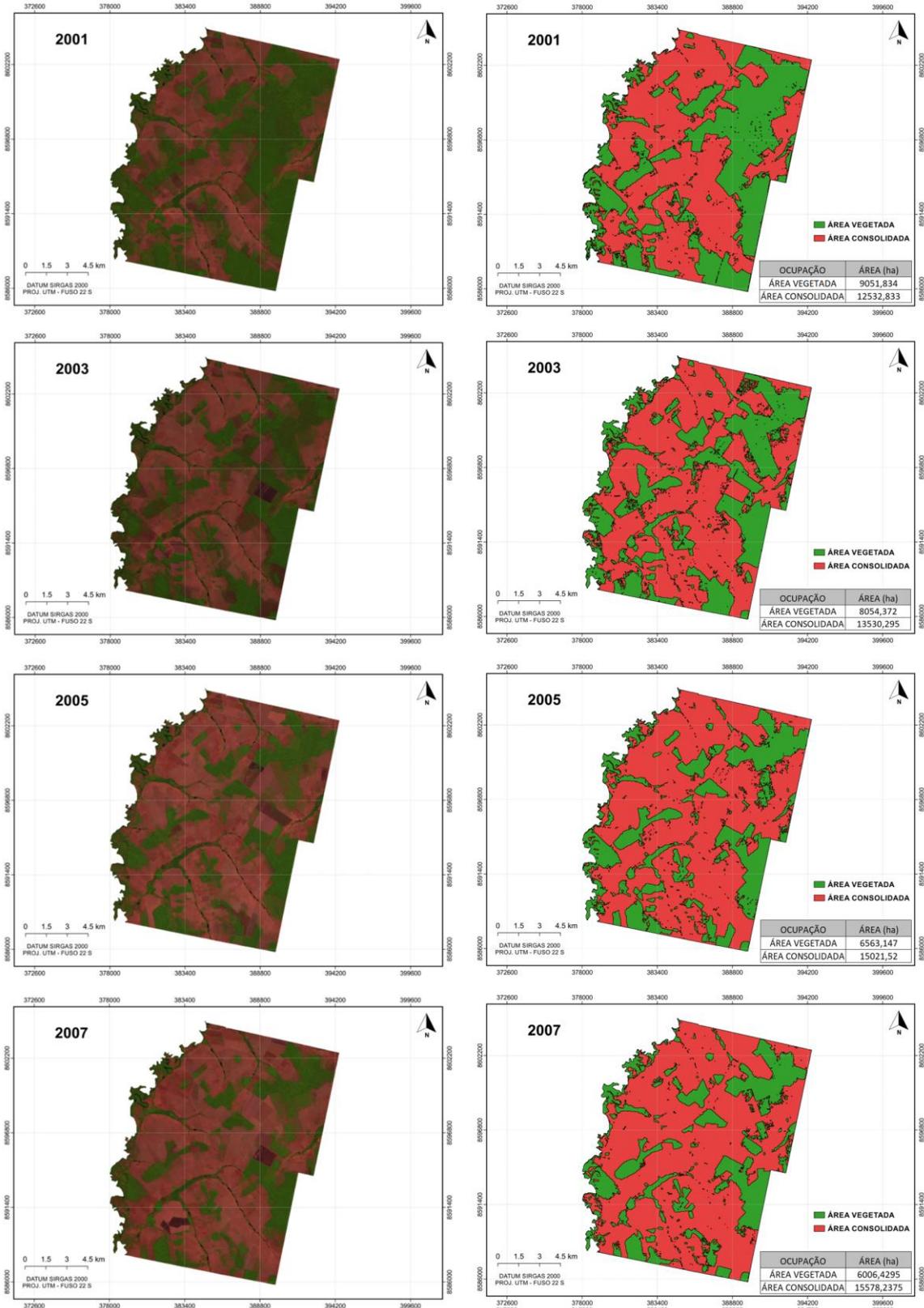


FIGURA 9. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagens aéreas e vetorizações, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente aos anos de 2009, 2011, 2013 e 2015.

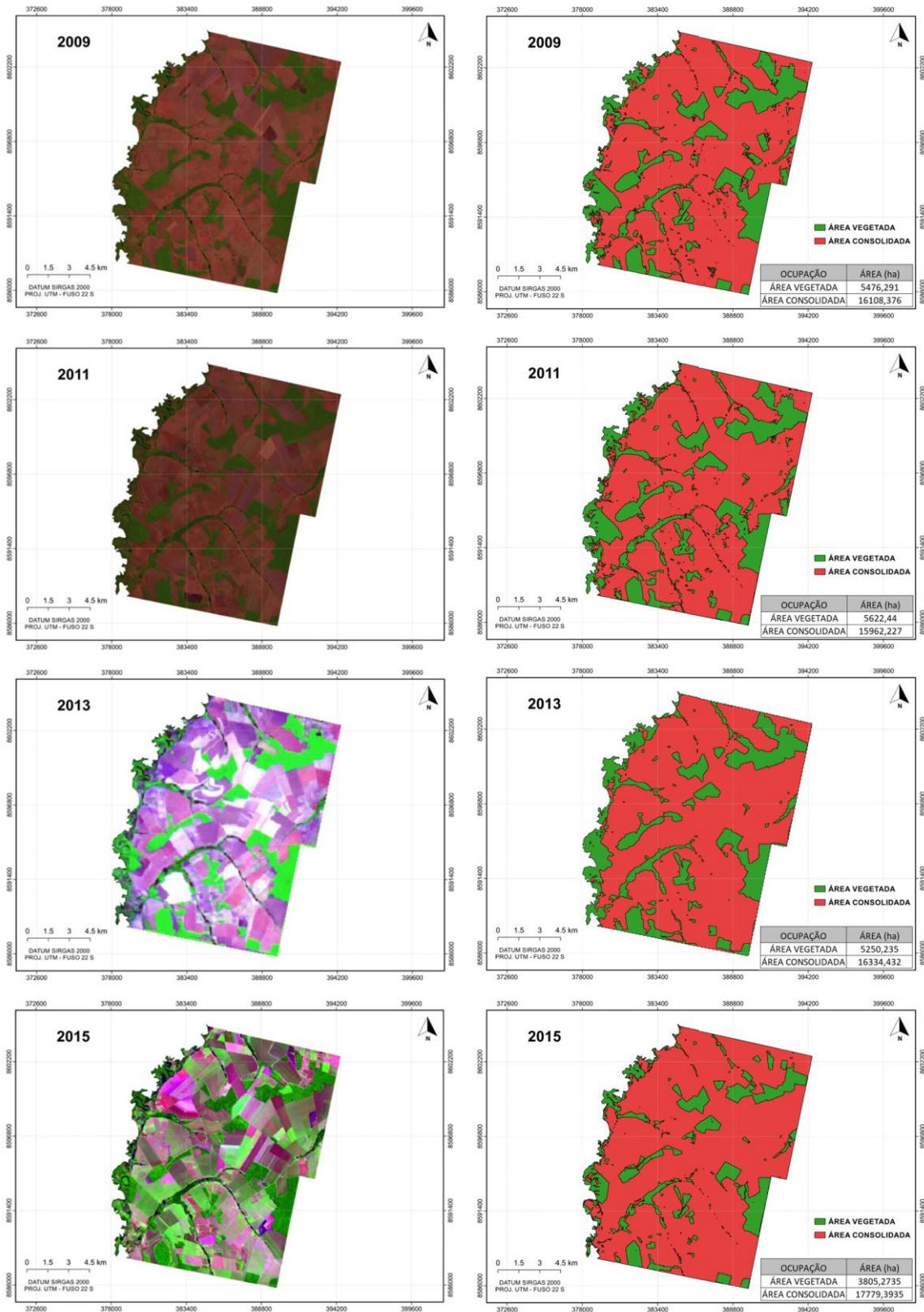
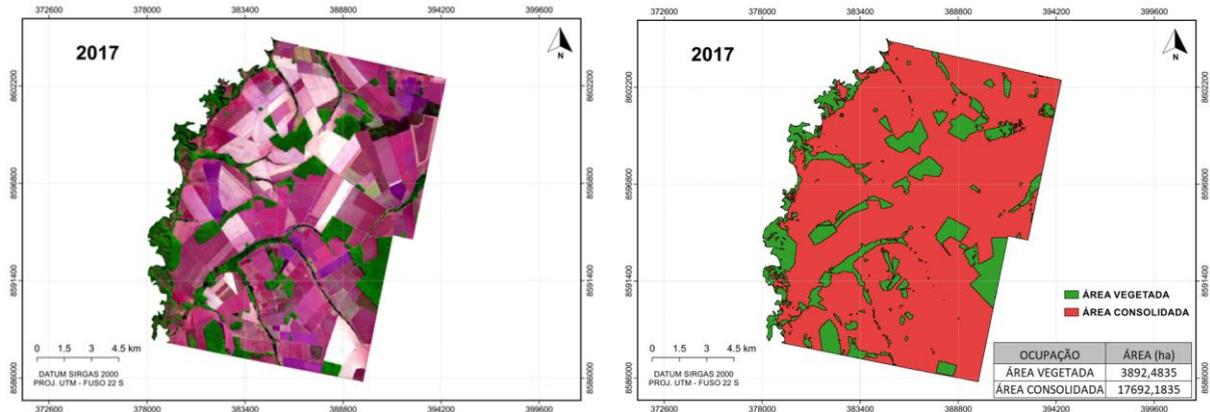


FIGURA 10. Ocupação do solo no assentamento Maria Tereza representado por imagem aérea e vetorização, com suas respectivas classes de ocupação e áreas totais, referente ao ano de 2017.



Ao realizar uma comparação das porcentagens de área consolidada no assentamento Maria Tereza em 2017 (82%) com áreas consolidadas de regiões distintas citadas por outros autores, foram observadas grandes diferenças, Rabelo et al. (2009), estudando a bacia hidrográfica Rio São Domingos, localizada no estado de Goiás e Vasconcelos; Novo(2004), mapeando o uso e ocupação do solo em uma área que abrange os municípios de Tucuruí, Jacundá e Novo Repartimento no estado do Pará, encontraram resultados menores que 25% para área consolidadas.

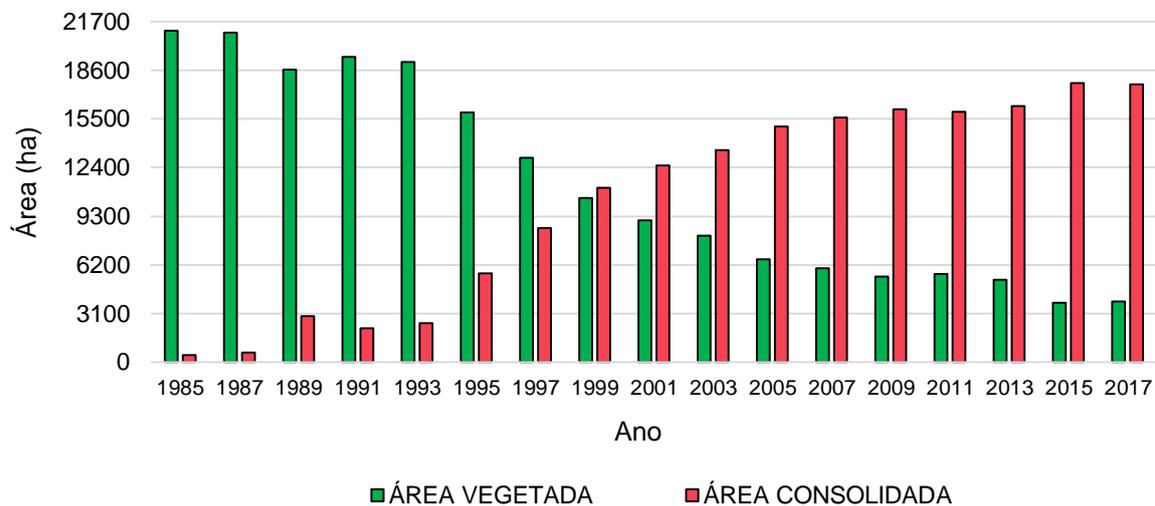
Porém, Zaiatz et al. (2018) ao realizar análises de uso e ocupação do solo em área de transição Amazônia - Cerrado mato-grossense durante o período de 1986 a 2014 observaram que no primeiro ano avaliado as áreas consolidadas correspondiam a cerca de 26%, já em 2014 correspondia a aproximadamente 74% da área total, corroborando com os resultados encontrados na presente pesquisa.

Calandino et al. (2012) também observaram a mesma tendência, e estes autores afirmam que ocorrem, proporcionalmente, maiores percentuais de áreas desmatadas, ou consolidadas, no interior de assentamentos, quando comparado a áreas externas. Este fato pode ser explicado por diversos fatores, tais como: I) pressão externa de desmatamento; II) vulnerabilidade econômica dos assentados; III) demora na definição da titularidade da terra; IV) tamanho dos lotes (pequenos); V) modelo de assentamento; e VI) a implantação dos chamados “assentamento de papel” (assentamentos firmados entre madeireiras para a “justificar” a exploração).

Na Figura 11 estão apresentadas as proporções exatas de áreas vegetadas e áreas consolidadas nos 17 anos analisados. Ao longo do período de ocupação observa-se que,

mesmo com a manutenção da tendência de aumento para áreas consolidadas, ocorreram pontos de inversão, onde de um ano analisado para outro a área consolidada curiosamente diminuiu. Tais acontecimentos foram visualizados nos intervalos de 1989 a 1991, 2009 a 2011 e 2015 a 2017. A sucessão secundária é o fator que possivelmente explica essa diminuição de áreas consolidadas de um ano analisado para outro. Deste modo, supõem-se que áreas abertas para a exploração agropecuária ou madeireira foram, de um ano para outro, abandonadas, fazendo com que a vegetação nativa se estabelecesse novamente, invertendo momentaneamente a tendência de aumento das áreas consolidadas.

FIGURA 11. Quantificação de áreas vegetadas e áreas consolidadas no assentamento Maria Tereza do período de 1985 a 2017.



É possível observar que a taxa de aumento das áreas consolidadas se deu a partir de 1993 e se manteve constante até o ano de 2009, a partir deste ano, a área consolidada contabilizada no presente estudo praticamente se manteve estável tendo um leve aumento em 2015. De acordo com Fearnside (2006), em consequência do Plano Real, houve um aumento na taxa de desmatamento em áreas amazônicas, ou de transição como no caso da área em estudo, que se iniciou em 1994 e passou a decrescer a partir de 2005.

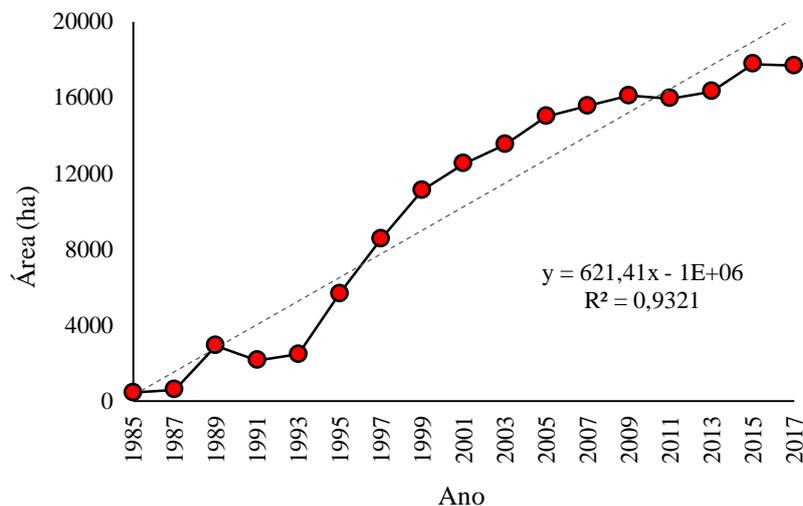
Podem ser destacados como os fatores responsáveis pela diminuição da taxa de desmatamento no estado de Mato Grosso: I) as taxas de câmbio desfavoráveis para exportações de madeira; e II) a chamada “operação Curupira”, iniciativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que foi implantada para reprimir a exploração ilegal de madeira e acabou reduzindo

significativamente a velocidade do desmatamento no estado de Mato Grosso a partir do ano de 2005 (FEARNSIDE, 2006).

4.3 Análises de dispersão para os valores de áreas consolidadas

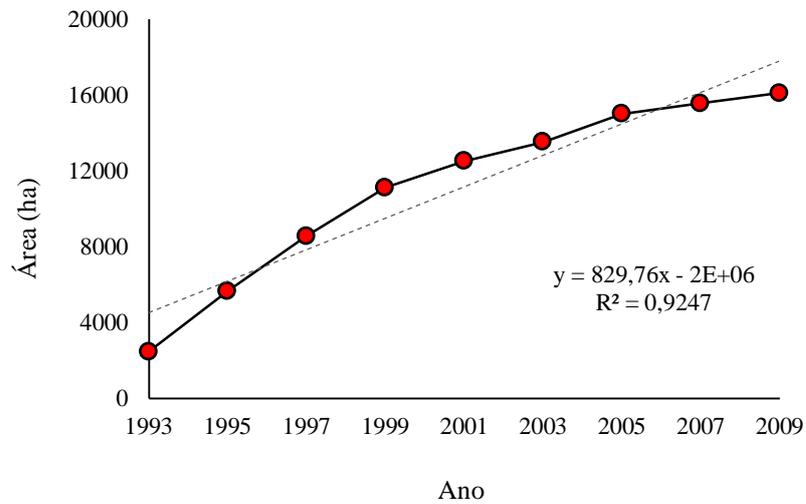
Na Figura 12 está apresentado o gráfico de dispersão para identificação da taxa anual de aumento das áreas consolidadas no assentamento Maria Tereza, no período de 1985 a 2017. Mesmo com os pontos de inflexão, observados nos períodos de 1989 a 1991, 2009 a 2011 e 2015 a 2017, a regressão linear (com relação direta) se ajustou perfeitamente aos dados, com coeficiente de determinação de 0,93, indicando que 93% da variação das áreas consolidadas ao longo do período de estudo é explicada pelo modelo. Observa-se que o coeficiente “b” da equação é igual a 621,41, ou seja, o modelo proposto indica que a cada ano (alteração de uma unidade nos valores de x) aumentaram em média 621,41 hectares do espaço ocupado por áreas consolidadas no assentamento Maria Tereza.

FIGURA 12. Gráfico de dispersão ajustado para os valores de área consolidada ao longo do período de estudo.



Assim como nas Figuras 7 e 11, observa-se na Figura 12 a maior taxa de expansão das áreas consolidadas entre os anos de 1993 e 2009. O modelo de regressão linear gerado, considerando apenas esse período (FIGURA 13), indicou uma taxa média anual de expansão de áreas consolidadas (coeficiente b da equação) de 829,76 ha.

FIGURA 13. Gráfico de dispersão ajustado para os valores de área consolidada dos anos de 1993 a 2009, considerado o período mais intenso de abertura de áreas consolidadas.



Um dos fatores que possivelmente influenciou nesse aumento intenso na abertura de áreas consolidadas nesse período, de acordo com Rivero et al. (2009), foi o aumento significativo do rebanho bovino contido na amazônia legal, que do ano de 1993 a 2005 praticamente dobrou, aumentando de 40 milhões para aproximadamente 80 milhões cabeças.

5. CONCLUSÕES

A utilização do sensoriamento remoto e o geoprocessamento para a análise temporal se mostrou eficiente para analisar a dinâmica do uso do solo na área do Assentamento Maria Tereza, contribuindo para os estudos de zoneamento ambiental e para a determinação de classes de uso do solo.

Os mapas gerados pela classificação supervisionada, e produzidos a partir de imagens dos satélites LandSat 5, 8 e Resourcesat 1, apresentaram boa acurácia e alta confiabilidade na delimitação do uso e ocupação do solo no assentamento Maria Tereza.

Os tipos de uso e cobertura do solo passaram por grande transição entre os anos de 1985 e 2017. No ano de 1985 a área correspondente a classe de uso consolidado representava 2% (462 ha) da área do assentamento Maria Tereza. No ano de 2017 essa mesma classe representou um total de 82% (19.692 ha) da área do assentamento.

A taxa média anual de abertura de áreas consolidadas no assentamento Maria Tereza, no período de 1985 a 2017, foi de 621,41 hectares, sendo o período entre 1993 e 2009 considerado o mais intenso pela rápida expansão deste tipo de uso, configurando um aumento médio de 829,76 hectares por ano.

O presente trabalho, além de contribuir para a bibliografia regional, apresentando dados que poderão ser utilizados em pesquisas posteriores, apresenta-se como ferramenta importante para subsídio de tomada de decisões de gestores e governantes do município.

Para melhor entendimento das mudanças ocorridas no Assentamento Maria Tereza é de fundamental importância que as análises de uso e ocupação do solo sejam realizadas e para anos posteriores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Rodrigo Praes. et al. Uso e ocupação do solo em áreas de assentamentos rurais no norte de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 62, p. 13-31, 2017.
- ARONOFF, Stan. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa: **DL Publications**, 1989. 249p.
- BRITO, Danilo Saraiva.; BARBOSA, Ronaldo dos Santos. **Geoprocessamento aplicado a análise da dinâmica do uso da terra na Bacia Hidrográfica do riacho Açaizal, Senador La Rocque-MA**. Anais. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba, PR, Brasil, v. 30, p. 6286. 2011.
- BULECO, Adriano. **Classificação De Imagens De Sensoriamento Remoto Baseada Em Textura Por Redes Neurais**. 2002, 154f. Dissertação (Mestre em Sensoriamento Remoto) Centro Estadual De Pesquisa Em Sensoriamento Remoto E Meteorologia – Cepsrm. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- CALANDINO, Danielle.; WEHRMANN, Magda.; KOBLITZ, Rodrigo. Contribuição dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia: um olhar sobre o Estado do Pará. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 26, 2012.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. "**Princípios Básicos do Geoprocessamento**". In: Assad, E.; Sano, E.E.(eds.), *Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura*. Brasília, DF, EMBRAPA., 1998 (2a. edição, revista e ampliada).
- CAMPOS, Sergio.; SILVA, Marilda.; PIROLI, Edison.; CARDOSO, Lincoln.; BARROS, Zacaroas. Evolução do uso da terra entre 1996 e 1999 no município de Botucatu-SP. **Engenharia Agrícola**, p. 211-218, 2004.
- FERNANDES, Fabrício Coelho; GIASSON, Elvio. Métodos para mapeamento digital de solos com utilização de sistema de informação geográfica. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, 2010.
- CONGALTON, Russell G.; MEAD, Roy A. A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 49, n. 1, p. 69-74, 1983.
- COWEN, David J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?. In: **Introductory readings in geographic information systems**. CRC Press. p. 70-80, , 2003.
- DEMARCHI, Julio Cesar.; PIROLI, Edson Luís.; ZIMBACK, Célia Regina Lopes. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo–SP usando imagens LANDSAT-5.**Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 21, 2011.
- FEARNSIDE, Philip Martin.. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**, v.36 (3), p.395-400, 2006.

FERREIRA NETO, J. A.; SOUSA, D. N.; MILAGRES, C. S. F. ; CARDOSO, P. O. ; AMODEO, Nora Beatriz Presno. **Assentamentos Rurais e Desenvolvimento Econômico: Um estudo sobre o Noroeste de Minas Gerais.** In: 47 Congresso da SOBER, 2009, Porto Alegre, 2009.

FREITAS FILHO, R. M.; MEDEIROS, S. J. **Análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe-CE, utilizando técnica de sensoriamento remoto e geoprocessamento.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7, 1993, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 1993. v. 2, p.73-80

GASPARINI, Kaio Allan Cruz et al. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas na identificação de conflitos do uso da terra em Seropédica-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 296-306, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências.** Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 28 de março de 2018.

IMEA, **Mapa de macrorregiões do IMEA.** Disponível em: <<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/justificativamapa.pdf>>. Acesso em: 27 de março de 2018.

INCRA. **Assentamentos.** 2018. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/assentamento>> . Acessado em: 2 de dezembro de 2018.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 de março de 2018.

LAMERA, Janice Alves.; FIGUEIREDO, Adriano Marcos Rodrigues. Os assentamentos rurais em Mato Grosso. In: **46th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil.** Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.

LILLESAND, Thomas M.; KIEFER, Ralph W.; CHIPMAN, Jonathan W . Concepts and foundations of remote sensing. **Remote Sensing and Image Interpretation.** John Wiley, New York, p. 1-84, 1987.

MEIRELLES, Margareth Simões Penello et al. Subsídios da Geomática para a Avaliação da Influência da Dinâmica do Uso do Solo nos Serviços Ecossistêmicos. **Fátima Branquinho, Fatima Branquinho e Israel Felzenszwal. Meio Ambiente: Experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores.** Ed. Mauad Ltda, Rio de Janeiro, p. 113-130, 2007.

MENESES, Paulo. Roberto. et al. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. **Brasília: UnB**, p. 01-33, 2012.

NOVO, Evelyn Marcia Leão de Moraes. **Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações.** São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 2ªed, 2002.

PEREIRA, Marcelo Ribeiro Divino; DOS SANTOS, Alisson Almeida; DE SOUSA, Silvio Braz. Aplicação da equação universal de perda de solo (EUPS) na previsão a erosão hídrica na bacia hidrográfica do córrego Francisquinha – Porto Nacional – TO. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 6, n. 10, 2017.

PINHEIRO, Adilson. Et al. Uso do solo na zona ripária de bacias agrícolas de pequeno a médio porte. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, 2011.

RABELO, Clarisse Guimarães et al. Influência do uso do solo na qualidade da água no bioma Cerrado: um estudo comparativo entre bacias hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil. **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2009.

RIPPEL, Ricardo; RIPPEL, Valderice Cecília Limberger; DE LIMA, Jandir Ferrera. . Apontamentos sobre a população, o consumo de energia e a conservação dos recursos naturais. **Temas & Matizes**, v. 8, n. 16, p. 155-171, 2009.

RIVERO, Sergio.; ALMEIDA, Oriana.; ÁVILA, Saulo.; OLIVEIRA, Wesley. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova economia**, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

ROSENDO, Jussara dos Santos. Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari-MG-utilizando dados do sensor Modis. Dissertação (Mestrado) **Universidade Federal de Uberlândia**, programa de pós graduação em Geografia, Uberlandia, 2005.

SANTOS, André Luiz Conceição; SANTOS, F. dos. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Vaza-Barris, Sergipe. **Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico**, v. 10, 2010.

SSANTOS, Caio Augusto Marques; VICENTE, Théó Gonçalves; FUSHIMI, Melina. Mapa de fragilidade ambiental do município de Rondonópolis: contribuição geomorfológica para escolha de áreas para implantação de aterro sanitário. **Biodiversidade**, v. 15, n. 3, 2016.

SEBUSIANI, Helena Rennó Vianna; DO CARMO BETTINE, Sueli. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 7, n. 1, 2011.

SLATER, Philip N. Remote sensing: optics and optical systems. **Reading, Mass., Addison-Wesley Publishing Co.(Remote Sensing. No. 1), 1980. 593 p.**, v. 1, 1980.

SOUSA JUNIOR, José Geraldo de Abreu et al. Comportamento espectral dos solos na paisagem a partir de dados coletados por sensores terrestre e orbital. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 727-738, 2008.

STEFFEN, C. A.; OLIVEIRA, J. L.; GAMA, F. F. Programa Espectron. Manual de Referência. São José dos Campos: INPE. LARAD, 1996, 11p.

VASCONCELOS, Cíntia Honório; NOVO, Evelyn Marcia Leão de Moraes. **Aplicação de sensoriamento remoto e geoprocessamento para analisar a distribuição da malária na região da UHE de Tucuruí-Pará**. 2004,156 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

VETTORAZZI, C. A. Sensoriamento Remoto. Série Didática. 2 Piracicaba: ESALQ. **Departamento de Engenharia Rural**, 134p. 1992.

ZAIATZ, Ana. Paula. Sousa. Rodrigues. **Dinâmica do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires entre 1986 e 2014**. 2016 70 pág. Trabalho de conclusão de

curso (Bacharelado em Agronomia), Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, Sinop, 2016.

ZAIATZ, Ana. Paula. Sousa. Rodrigues. et al. Agricultural land use and cover change in the Cerrado/Amazon ecotone: A case study of the upper Teles Pires River basin. **Acta Amazônica.**, Manaus ,v. 48,n. 2, p. 168-177, 2018.