

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE OURINHOS

LAYLA CRISTINA DE FREITAS ASSALVE

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS NA ANÁLISE DO USO DA TERRA NA ZONA
DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ASSIS-SP

OURINHOS
2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE OURINHOS

LAYLA CRISTINA DE FREITAS ASSALVE

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS NA ANÁLISE DO USO DA TERRA NA ZONA
DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ASSIS-SP

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca
examinadora para a obtenção do título de Bacharel em
Geografia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – UNESP Campus de Ourinhos.

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Fernanda da Silva
Fuzzo.

OURINHOS
2017

LAYLA CRISTINA DE FREITAS ASSALVE

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS NA ANÁLISE DO USO DA TERRA NA ZONA
DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ASSIS-SP

Banca Examinadora

Profa. Dra. Daniela Fernanda da Silva Fuzzo

(assinatura do membro)

Prof. Dr. Edson Luís Piroli

(assinatura do membro)

Profa. Dra. Maria Cristina Perusi

(assinatura do membro)

Ourinhos, 07 de novembro de 2017

Dedico aos meus pais e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTO

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades que surgiram nos últimos anos e por tornar essa conquista possível.

Aos meus pais e minha família, pelo incentivo, apoio incondicional e compreensão nos momentos de ausência.

A minha querida orientadora, Daniela Fernanda da Silva Fuzzo, por todos os ensinamentos, conversas, paciência e tempo dedicado ao longo deste ano. Agradeço pela oportunidade, por ter me receber tão bem e por acreditar nesse projeto.

Ao Prof. Edson Luís Pirolí, por todo suporte e ajuda na realização de meu projeto, pelas valiosas contribuições e pela confiança que depositou em mim e em meu trabalho.

Ao Júlio Cezar Demarchi, pelas horas de almoço perdidas para me ajudar com o Idrisi.

A todos os meus amigos, que próximos ou distante sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus colegas do grupo Cediap-Geo, pelo auxílio prestado.

Aos colegas da 12ª turma da UNESP Ourinhos e aos que estiveram juntos em sala de aula, seminário, estágios, intervalos, eventos e nos trabalhos de campos.

A UNESP Ourinhos, a todos servidores, funcionários e todo corpo docente.

A todas as pessoas que de algum modo, fizeram ou fazem parte da minha vida e de minha formação acadêmica.

RESUMO

Ao longo do tempo foram criados tipos de manejos adequados para cada Unidade de Conservação (UCs), com a finalidade de manter áreas naturais pouco ou quase nada modificadas pela ação antrópica. A Zona de Amortecimento (ZA) surge com o papel fundamental de filtrar os impactos negativos das atividades que ocorrem ao redor de uma Unidade de Conservação, especialmente próximo de locais com intensas áreas ocupadas, esses impactos podem afetar negativamente a estabilidade e o equilíbrio do ecossistema local. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi analisar as modificações e a dinâmica do uso da terra na ZA, ao redor da Estação Ecológica de Assis – SP, nos anos de 2000 e 2017, totalizando um recorte temporal de 17 anos. Para tanto foram utilizadas imagens orbitais dos satélites, Landsat 5/TM, Landsat 8/OLI e SRTM. Com intuito de alcançar os objetivos propostos, as imagens foram processadas em ambiente SIG e gerados produtos como: composição colorida RGB, índice de vegetação NDVI, mapas de declividade e hidrografia, e os mapeamentos de classificação dos diferentes tipos de uso na ZA. Os processamentos digitais nas imagens orbitais proporcionaram analisar de forma correta a Estação Ecológica e o seu entorno. As técnicas mostraram-se precisas para as análises realizadas do uso da terra e permitiu mapear e identificar as mudanças ocorridas nesses períodos. Nota-se que a zona de amortecimento hoje encontra-se tomada integralmente por usos que afetam a conservação da EEA, como por exemplo, a cultura canavieira que vem se destacando ao longo dos anos na região e substituindo algumas culturas e usos locais, desta forma, podendo gerar impactos negativos para a sua conservação. O conhecimento dos parâmetros analisados permite a utilização de técnicas adequadas e o planejamento ambiental efetivo, a fim de aproveitar o potencial da área, seja sócio econômico ou ambiental, buscando a preservação dos recursos naturais ali presentes. Portanto, a utilização de dados orbitais pode contribuir ao monitoramento das UCs, e as mudanças no uso da terra, monitorando a degradação ambiental na área.

Palavra-chave: Sensoriamento Remoto, Classificação, Zona de Amortecimento

USE OF ORBIT IMAGES IN LAND USE ANALYSIS IN THE DAMPING ZONE OF THE ECOLOGICAL STATION ASSIS -SP

ABSTRACT

Over time, suitable types of management have been created for each unit. conservation, with the purpose of maintaining natural areas little or almost nothing modified by antropic action. The Damping Zone (ZA) arises with the fundamental role of filtering the negative impacts of activities that occur around a Conservation Units (PAs), especially close to places with intense occupied areas. These impacts may adversely affect the stability and balance of the local ecosystem. In this sense, the objective of this work was to analyze the changes and the dynamics of land use in the ZA, around the Ecological Station of Assis - SP, in the years 2000 and 2017, totaling a temporal cut of 17 years. For that, orbital images of the satellites, Landsat 5 / TM, Landsat 8 / OLi and SRTM were used. In order to reach the proposed objectives, the images were processed in a GIS environment and generated products such as: RGB color composition, NDVI vegetation index, slope maps and hydrography, and the classification of different types of use in ZA. The digital processing in the orbital images provided an accurate analysis of the Assis Ecological Station and its environment. The techniques proved to be accurate for the analyzes of land use and allowed to map and identify the changes that occurred in those periods. It should be noted that the damping zone today is entirely taken by uses that affect the conservation of the EEA and may generate negative impacts for its conservation. Knowledge of the analyzed parameters allows the use of appropriate techniques and effective environmental planning, in order to take advantage of the potential of the area, whether economic or environmental partner, seeking the preservation of the natural resources present there. Therefore, the use of orbital data can contribute to the monitoring of PAs, and changes in land use, by monitoring whether environmental degradation in the area has intensified.

Key-word: Remote Sensing, Classification, Damping Zone

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema teórico de construção de uma nomenclatura da cobertura terrestre	22
Figura 2. Ônibus espacial Space Shuttle Endeavour ilustrando o equipamento acoplado.....	30
Figura 3. Mapa da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17.....	34
Figura 4. Vegetação de cerrado	36
Figura 5. Carta imagem da Estação Ecológica de Assis.	38
Figura 6. Composição de bandas RGB.	40
Figura 7. Fluxograma das atividades desenvolvidas durante a pesquisa.....	42
Figura 8. Modelo digital de elevação da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP.	44
Figura 9. Mapa de declividade da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP.	46
Figura 10. Mapa de análise espaço temporal da cobertura vegetal da calibração radiométrica da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis.....	49
Figura 11. Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Assis no ano de 2000.....	51
Figura 12. Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Assis no ano de 2017.....	52
Figura 13. Mapa de classificação do uso e cobertura da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP do ano 2000.....	54
Figura 14. Mapa de classificação do uso e cobertura da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP do ano 2017.....	55
Figura 15. Contribuição para mudança na EEA.....	58
Figura 16. Foto aérea da Estação Ecológica de Assis no ano de 1984.	59
Figura 17. Foto aérea da Estação Ecológica de Assis no ano de 1994.	59
Figura 18. Contribuição para mudança na pastagem.	60
Figura 19. Área de pastagem.....	60
Figura 20. Área de Pastagem.....	61
Figura 21. Contribuição para mudança na área urbana.	61
Figura 22. Contribuição para mudança na Silvicultura.....	62
Figura 23. Transição entre vegetação nativa e o gênero pinus.....	63
Figura 24. Área de pinus ao lado da mata.	63
Figura 25. Contribuição para mudança na cultura temporária.	64
Figura 26. Área de cultura temporária.....	64

Figura 27. Contribuição para mudança na floresta.....	65
Figura 28. Cultura temporária plantada entre o vão de mata.	65
Figura 29. Contribuição para mudança no solo exposto.	66
Figura 30. Contribuição para mudança nas edificações.	67
Figura 31. Condomínio de Chácaras de alto padrão, Residencial Chácara Alvorada.	67
Figura 32. Chácaras na divisa da EEA.	68
Figura 33. Contribuição para mudança na mata ciliar.....	68
Figura 34. Gráfico de ganhos e perdas do uso da cobertura da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis dos anos 2000 e 2017.	69
Figura 35. Mapa de mudança do uso da terra entre 2000 e 2017 da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis– SP, por meio do modelo LCM.....	71
Figura 36. Mapa de persistência de uso da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis.	72
Figura 37. Mapa da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Assis elaborado pela gestão da UC.	74
Figura 38. Mapa síntese	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de análises do uso e cobertura da terra.	23
Tabela 2. Data de lançamento dos satélites Landsat e sua desativação.....	27
Tabela 3. Características dos imageadores.....	28
Tabela 4. Distribuição das classes de declividade.....	45
Tabela 5. Obtenção dos valores dos polígonos classificados em cada ano classificado.	56
Tabela 6. Comparativo de perda e ganho de cada uso entre os anos de 2000 e 2017.	69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GERAL	16
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. FRAGMENTOS FLORESTAIS	16
3.2. USO E COBERTURA DA TERRA	20
3.3. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO	25
3.4. SATÉLITES LANDSAT 5/TM E LANDSAT 8/OLI	26
3.6. SRTM – (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION)	30
3.7. LCM (LAND CHANGE MODELER)	31
3.8. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	39
5. RESULTADOS	43
5.1 VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS DA ZONA DE AMORTECIMENTO	43
5.2 COMPOSIÇÕES DE BANDAS E CARACTERÍSTICAS DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)	48
5.3 USO E COBERTURA DA TERRA NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ASSIS –SP NO ANO 2000 E 2017	53
5.4 GANHOS, PERDAS E PERSISTÊNCIAS DAS CATEGORIAS DO USO E COBERTURA DA TERRA.	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O cerrado paulista ocupava no início do século XIX, cerca de 18,2% da superfície do estado. Atualmente está representado por fragmentos da cobertura original no interior, constituindo áreas disjuntas, sem indicadores de que, pelo menos num passado recente, esteve ligado à porção nuclear que abrange o Brasil Central. Menos de 10% desses fragmentos encontrasse protegidos na forma de unidades de conservação estaduais (KLEIN, 2002).

As Unidades de Conservação são hoje uma das melhores estratégias de proteção ao patrimônio natural, assim como os processos ecológicos que regem os ecossistemas, os recursos abióticos e bióticos, além da manutenção da biodiversidade. Embora existam várias formas de proteção, a criação destas áreas correspondem a mais básica e efetiva forma de se alcançar esse objetivo (VIEIRA et al, 2013).

Tem sido um grande desafio gerir um sistema de UCs de modo a garantir sua sustentabilidade a longo prazo, além dos inúmeros problemas relativos à área da própria unidade, como a regularização fundiária, a fiscalização e a implantação da infraestrutura, os gestores enfrentam diversas dificuldades de relacionamento com a população limdeira e de controle dos impactos das atividades socioeconômicas desenvolvidas no entorno das UCs (BRASIL, 2015).

Para se obter o controle, reduzir ou mesmo proteger as UCs dos impactos negativos, são definidas as Zonas de Amortecimento, que segundo o Sistema Nacional de Unidade de Conservação, que segue a Lei de nº 9.985/2000, à define como o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

Segundo Oliveira (2013), ZA compreende o raio de dez quilômetros ao redor das unidades de conservação como proposto pela resolução CONAMA nº 13/90, e têm a função de proteger sua periferia, ao criar uma área protetiva que não só as defende das ações antrópicas, como também previnem a fragmentação florestal.

Sobre essa premissa, a aplicação dos estudos voltados ao sensoriamento remoto e a cobertura de uso da terra, principalmente em locais que sofre constante interferência antrópica, se torna uma importante ferramenta cuja precisão pode contribuir para que haja resultados positivos na preservação ambiental desses locais.

Trabalhos como de Fengler et al., (2012) e Ribeiro et al., (2017) mostram a importância dessa ferramenta para a análise da ZA, destacando o uso do sensoriamento remoto eficiente para a gestão da Unidade de Conservação e devido ao seu desenvolvimento tecnológico atualmente serem mais baratos e acessíveis.

Vários estudos em sensoriamento remoto que utilizam produtos como o índice de vegetação NDVI (*Índice de Vegetação por Diferença Normalizada*), por exemplo, podem fornecer dados de excelente qualidade, produzindo informações para classificações de cobertura e uso da terra, como aponta o trabalho de Rosendo e Rosa (2007).

Franco et al., (2011) afirma que o NDVI representa uma técnica amplamente utilizada no monitoramento, por indicarem a presença e condições da vegetação, além de auxiliar na gestão, contribuir para a conservação, preservação e monitoramento das mudanças na paisagem.

Desta forma, podem ser gerados mapas temáticos que possuem classes (atributos) como: vegetação, solo exposto, área urbana, rios entre outros, extremamente utilizados para gerenciamento, manejo, controle dos objetos inerentes às áreas estudadas.

Segundo Leite e Rosa (2012), o conhecimento e o monitoramento do uso da terra são primordiais para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser analisadas, o autor afirma que esse monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a utilização por parte da sociedade ou, quando não utilizado, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações, ou seja, de forma sintética, a expressão “uso da terra” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo ser humano.

As mudanças no uso e cobertura da terra estão ligadas de forma complexa ao desenvolvimento econômico, ao crescimento da população, ao avanço tecnológico e as alterações ambientais (VIEIRA et al., 2013). O IBGE (2013) destaca a importância dos mapeamentos de uso e cobertura da terra como sendo uma importante ferramenta de planejamento e tomada de decisão .

Desta forma, esse trabalho justifica-se, pois a partir da análise temporal da Zona de Amortecimento, pode-se observar e analisar as mudanças ocorridas no uso da terra, no entorno das Unidades de Conservação, tornando as mais úteis quando associado a utilização das ferramentas e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento,

garantindo resultados positivos, de rápida análise e baixo custo, para avaliar a hipótese de que a utilização de dados orbitais podem contribuir ao monitoramento das UCs, e as mudanças no uso da terra, monitorando se a degradação ambiental na área tem-se intensificado.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral mapear as mudanças ocorridas no uso da terra na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Assis, nos anos de 2000 e 2017 por meio de imagens orbitais.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Caracterizar o uso da terra;
- Identificar e quantificar as mudanças ocorridas;
- Analisar de que maneira essas transformações influenciaram na Estação Ecológica de Assis.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este item tem como objetivo contextualizar as concepções teóricas de modo geral sobre a análise do uso da terra, e as técnicas de Sensoriamento Remoto e apresentar seus principais aspectos e a visão de alguns autores.

3.1. FRAGMENTOS FLORESTAIS

No Brasil, devido às atividades antrópicas do século XX, decorrente da intensa exploração dos recursos naturais sem uma devida preocupação futura, provocou-se a diminuição da cobertura florestal, ocasionando isolamento e originando fragmentos florestais. Os fragmentos são áreas naturais que sofreram ou continuam sofrendo modificações provocadas pela ação antrópica ou natural, acarretando na diminuição do fluxo dos animais e na polinização.

A fragmentação florestal é a substituição de grandes áreas de floresta nativa por outras formas de uso da terra, deixando isoladas suas partes, com consequências negativas para o conjunto de seus organismos. A fragmentação reduz a área coberta por florestas, podendo resultar em extinção de algumas espécies (ALBANEZ, 2000).

Segundo Lucas (2011), atualmente os fragmentos florestais, tem sido um produto intimamente relacionado à expansão das atividades humanas, tais como: agricultura, pecuária, exploração florestal, mineração, urbanização e construção de barragens e de estradas.

Os fragmentos florestais remanescentes, mesmo que degradados, desempenham, ainda, papel importante na conservação da biodiversidade e no desenvolvimento sustentável, porém, demandam medidas consistentes visando à sua proteção, de modo a permitir o processo de regeneração natural, revertendo o avançado estado de degradação já existente, pois os prejuízos causados pela diminuição florestal são diversos, como por exemplo: o distúrbio das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais, etc. (ALBANEZ, 2000).

No Brasil, as Unidades de Conservação (UCs) são as que mais tem contribuindo para a conservação e preservação dos recursos naturais (GALETTI, 2013).

As Unidades de Conservação são áreas protegidas, estabelecidas em ecossistemas significativos do território nacional. Tem a finalidade de: preservar bancos genéticos, de fauna e flora, de modo a permitir pesquisas que levam à utilização racional pelo homem; acompanhar, no entorno e nas áreas protegidas, através do monitoramento ambiental, as alterações que ocorrem; proteger os recursos hídricos, em especial as cabeceiras de rios em áreas, ao longo das bacias hidrográficas que apresentam pressão demográfica; proteger paisagem de relevante beleza cênica, bem como aquelas que contenham valores culturais, históricos e arqueológicos com finalidade de estudos e turismo; proteger áreas de particulares que tenham relevantes interesses faunístico e/ou florístico; proteger áreas que venham a ter, no futuro, uma utilização racional do uso do solo (BRUCK, 1983).

As formas de proteção ambiental dos remanescentes de vegetação nativa ou de floresta secundária vão surgindo aos poucos como resposta ao que determina a Constituição Federal de 1988 em seu artigo 225, o qual impõe ao poder público e a coletividade o dever de preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado para os presentes e futuras gerações. Desde 1965, por meio do Código Florestal (Lei nº 4771), o

Brasil vem buscando normatizar a criação de parques, reservas da biosfera e floresta, porém, somente em 2000, o país institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) pela Lei nº 9985 (RIBEIRO et al, 2010).

O Código Florestal é, portanto, o principal instrumento legal que incide sobre a proteção e a restauração da vegetação natural (VN), por ele regular sua proteção em terras privadas. No Cerrado 87% da VN existente ocorre em áreas privadas, na Mata Atlântica, 92%, nos Pampas, 99%, e na Caatinga, 98%. Esta realidade mais do que justifica a manutenção do Código Florestal como instrumento essencial ao equilíbrio entre o interesse privado da produção agrícola e o interesse coletivo da preservação ambiental e seu aprimoramento. Nele é definido que todas as glebas agrícolas precisam manter áreas de preservação permanente (APP) e reservas legais (RL). As APP são de interesse prioritário para preservação dos recursos hídricos e suas áreas de recarga. Trata-se de áreas de preservação exclusiva, não podendo ser utilizadas para atividades agropecuárias, extração florestal ou uso recreativo. As reservas legais não fazem parte das áreas de preservação permanente; devem ser mantidas com vegetação natural nas fazendas com o propósito geral de preservação da flora (diversidade e valor ecológico na paisagem). No Código Florestal atual, as propriedades rurais que não estejam em conformidade com os requisitos de APP e RL têm como principal opção restaurar estas áreas. Alguns mecanismos de redução de exigência e compensação de não conformidade de reserva legal estão previstos no Código, mas, devido a restrições decorrentes de sua definição e regulamentação, estes não são aplicados de forma abrangente. A não conformidade ocorre por diversas razões, incluindo as constantes mudanças nas exigências da legislação, a definição imprecisa de alguns mecanismos, a falta de fiscalização e a não aceitação das restrições pelos produtores rurais. (SPAROVEK et al., 2010).

O Código Florestal de 1965 ficou vigente até 2012, quando, após um intenso debate no Congresso Nacional, foi substituído pela Lei nº 12.651/2012, que passou a ser o novo regramento jurídico a dispor sobre a proteção da vegetação nativa no Brasil.¹ Posteriormente, outros dispositivos jurídicos vieram a complementar essa lei, como a Lei nº 12.727, de 17/10/2012, derivada da MP nº 571, de 25/5/2012, e os decretos nºs 7.830, de 17/10/2012, e 8.235, de 5/5/2014, e, mais recentemente, a Lei nº 13.295, de 14/6/2016 (SILVA et al., 2016).

As discussões para mudanças na Lei nº 4.771/1965 foram acaloradas, e grande parte do debate realizado no Congresso Nacional se pautou na alteração das métricas da RL e

das APPs. Tais discussões foram motivadas pelas métricas de proteção estabelecidas na MP nos 2.166-67/2001 e pela possibilidade de multas e penalidades a quem descumprisse as regras estabelecidas na Lei de Crimes Ambientais (Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998) e no decreto que a regulamenta (Decreto no 6.514, de 22 de julho de 2008). Segundo parlamentares e ruralistas que reivindicavam a alteração do Código Florestal, se o código fosse integralmente cumprido, a agricultura se tornaria inviável no Brasil. Essa alegação se embasou no grande volume de multas que potencialmente seriam aplicadas, considerando as áreas de passivos ambientais³ existentes, e na possibilidade de conversão dessas áreas de passivos, então ocupadas por atividade agrícola, em áreas florestais. Na época, cientistas e ambientalistas ressaltavam a importância de se manterem as regras de proteção da vegetação para garantir o funcionamento dos ecossistemas em estados desejáveis. Eles argumentavam ainda que a redução da área agrícola seria compensada pela crescente eficiência de produção e que, portanto, a regulamentação das áreas de proteção da vegetação natural, conforme as dimensões definidas no Código Florestal não implicariam restrições ao aumento da produção agrícola. Ao fim da discussão que deu origem à nova lei:

Os principais instrumentos do Código Florestal de 1965, as APPs e as RLs, foram mantidos, porém tiveram suas métricas alteradas e condicionadas a recortes fundiários. Na prática, a aprovação da nova lei implicou a anistia das multas e sanções decorrentes de desmatamentos ilegais realizados antes da promulgação da Lei de Crimes Ambientais⁴ e na isenção, principalmente para os pequenos produtores, da obrigatoriedade de recuperar áreas desmatadas. Por outro lado fortaleceu diversos instrumentos da política florestal que antes eram previstos em decretos, resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e instruções normativas, entre outras formas jurídicas. Um instrumento reforçado na nova lei foi o cadastro ambiental rural (CAR), que havia sido criado em 2009, por meio do Decreto Presidencial no 7.029, para auxiliar no processo de regularização ambiental das propriedades e posses rurais. Com esse sistema, será possível identificar os proprietários rurais que estão em desacordo com a lei ambiental (SILVA et al., 2016).

O SNUC estabelece critérios e normas para criação, implantação e a gestão das UCs. Dividem-se em dois grupos as UCs integrantes com características específicas:

-Unidades de Proteção Integral: é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos de parcela dos seus recursos naturais (Estação Ecológicas, Reservas Biológicas, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgios de Vila Silvestre).

- **Unidades de Uso Sustentável:** é compatibilizar a conservação da natureza com o uso indireto dos seus recursos naturais (Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Particular do Patrimônio Natural).

Entretanto, a simples implantação das Unidades de Conservação no Brasil revelou-se insuficiente frente aos objetivos de conservação dos recursos naturais. Interferências ocasionadas em áreas adjacentes como invasões, deposição de resíduos e extração ilegal de recursos ameaçavam a manutenção e a integridade biológica dessas áreas. A partir da constatação dessa necessidade, as “zonas de amortecimento” definidas pelo poder público foram criadas com o propósito de reduzir os impactos sobre áreas protegidas, decorrentes da ação humana em seu entorno (NORA, 2011).

Além de proteger a UC mais eficazmente, a ZA serve como compensação para os habitantes locais que perdem o acesso ao uso dos recursos naturais dentro da reserva. Isso ocorre porque seu uso é permitido desde que as atividades não sejam conflitantes com o objetivo da reserva (TAMBOSI, 2008)

Uma das conquistas na regulamentação da proteção das Unidades de Conservação, foi a exigência de se determinar uma Zona de Amortecimento. Ribeiro et al (2010) afirma que somente em 2000 com a Lei do SNUC (art. 25) ficou estabelecido que as UCs deveriam possuir uma ZA, exceto as reservas particulares do patrimônio natural e das áreas proteção ambiental.

A área de proteção ambiental, reservas ambientais, até então pouco transformada pela ação social, ainda objetos da política de preservação, estão presentes no território como um dado significativo para o entendimento da expansão e uso da terra urbana (PENNA, 2002).

Entre as relações para a produção do espaço, o ambiente construído e natural adquire uma importância cada vez maior, destacando a natureza como recurso e como valor de uso, reforçando os ambientes naturais como valor para a produção de um novo espaço, este que é estabelecido por intermédio do mercado imobiliário e realiza-se pela exaltação do discurso ecológico, que permite vender o "verde" como objeto de desejo, status e felicidade. O próprio governo local é capturado por este discurso, quando chama a atenção, da comunidade que habita estas áreas, para a importância da preservação da qualidade ambiental do lugar (PENNA, 2002).

3.2. USO E COBERTURA DA TERRA

O levantamento do uso e cobertura da terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre, envolve pesquisa de escritório e de campo, voltada para a interpretação, análise e registro de observação da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando a sua classificação e especialização através de cartas (IBGE, 2013)

O estudo do uso da terra tornou-se um aspecto relevante para a compreensão da organização do espaço. Rosa (2009) afirma que o conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, bem como a informação sobre a proporção de suas mudanças se tornam cada vez mais necessários aos legisladores e planejadores, que permite a elaboração da melhor política de uso e ocupação da terra.

Rosa (2012) define como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. Para Araújo Filho et al., (2007) está diretamente associada com tipos de cobertura natural ou artificial, que é de fato o que as imagens de sensoriamento remoto são capazes de registrar, o autor afirma que Imagens não registram atividades diretamente, cabe ao interprete buscar as associações de reflectâncias, texturas, estruturas e padrões de formas para derivar informações acerca das atividades de uso, a partir do que são basicamente informações de cobertura da terra.

A compreensão da distribuição espacial é essencial para orientar o aproveitamento do espaço de uma forma racional. Ao retratar as formas e dinâmicas de ocupação da terra, esses estudos também representam instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, diante dos diferentes manejos empregados na produção contribuindo assim para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento (IBGE, 2013).

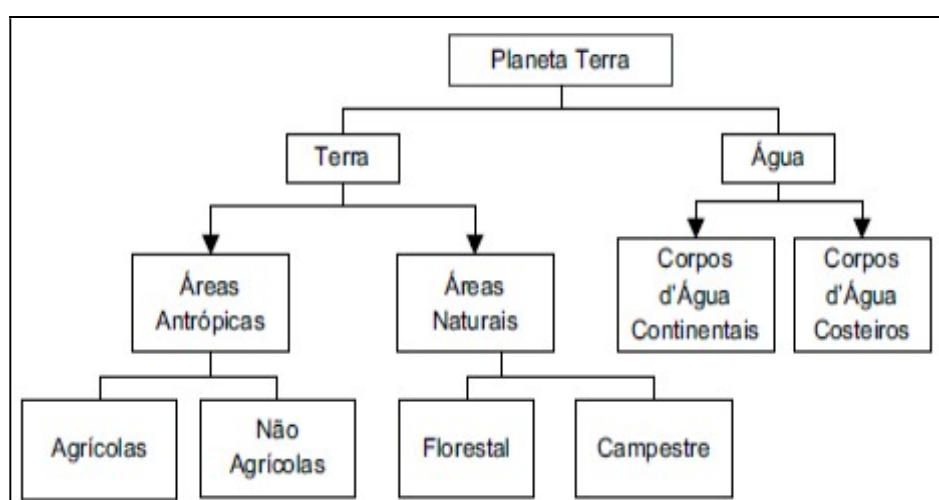
Segundo IBGE (2013) os levantamentos fornecem subsídios para as análises e avaliações de impactos ambientais como o proveniente de desmatamentos, a perda de biodiversidade, das mudanças climáticas, das doenças reincidentes, ou, ainda, dos inúmeros impactos gerados pelos altos índices de urbanização e pelas transformações rurais que cristalizam em grande contingente de população sem emprego, vivendo nos limites das condições de sobrevivência.

Muitos autores realizaram estudos das mudanças do uso da terra, como por exemplo. Framil (2013) destaca a importância do mapeamento como sendo de grande importância no desenvolvimento de uma política que vise a sustentabilidade ambiental.

Trabalhos como de Zanata (2014) e Piroli (2015), destacam a importância da detecção de mudanças do uso e cobertura da terra, e destacam a importância desses estudos que são cada vez mais utilizados relevando grande potencial para análise.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) utilizam a nomenclatura para o levantamento do uso e cobertura da terra organizada em três níveis hierárquicos. São adotadas categorias gerais, que em seguida são divididas em subcategorias, dependendo da escala de análise utilizada. A Figura 1 representa esse sistema de nomenclatura.

Figura 1. Esquema teórico de construção de uma nomenclatura da cobertura terrestre



Fonte: Adaptado de Heyman (1984), IBGE (2013)

Seguindo as normas técnicas do Manual técnico do IBGE, foram determinadas as seguintes categorias de uso, divididas em 6 grupos no nível I, denominados de classes, subdivididas no nível II, denominados de subclasses, as quais são subdivididas em um nível III, denominadas de unidades (Tabela 1). A utilização das classes e do nível está relacionada com a escala a ser trabalhada.

A Tabela 1 foi elaborada com base nas categorias do IBGE (20) e as classes para análise do uso e cobertura da terra no presente trabalho.

Tabela 1. Classes de análises do uso e cobertura da terra.

Nível I - Classe	Nível II – Subclasse
Áreas antrópicas não agrícolas	Área urbana
	Edificações
Áreas antrópicas agrícolas	Cultura Temporária
	Pastagem
	Silvicultura
Áreas de vegetação natural	EEA
Água	Corpo d'água
Outras áreas	Solo Exposto

Fonte: Adaptado pelo autor, IBGE (2013)

Na classe área antrópica não agrícola estão inseridas a área urbana e as edificações. Compreende áreas de uso intenso, estruturadas por edificações e sistemas viários, onde predominam a superfície artificiais não agrícolas (IBGE, 2013).

Na classe Área antrópicas agrícolas estão inseridas as culturas temporárias, pastagem e silvicultura. Entende-se como terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e outras commodities do agronegócio. Inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo também compreender áreas alagadas IBGE (2013).

Na classe Área de vegetação natural está inserida a Estação Ecológica de Assis (EEA). A vegetação compreende um conjunto de estrutura florestal e campestre, abrangendo desde florestas e campos originais (primários) e alterados até a formação florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios de desenvolvimento (IBGE, 2006).

Na classe Água está inserida a categoria corpo d'água. Com base no IBGE (2006) incluem todas as classes de águas interior e costeiras, como cursos d'água e canais (rios, riachos, canais e outro cursos d'água lineares), corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídas para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica).

Na classe outras áreas está inserida a classe solo exposto e refere-se a ambientes naturais e ambientes antrópicos resultantes de exploração excessiva.

Estudar a relação natureza-sociedade implica na análise da paisagem, como afirma MATEO et al. (2004) na seguintes observações:

- Conhecer como e em que grau as sociedade transforma a natureza, de acordo com os diferentes tipos de utilização;
- Avaliar como uma sociedade evoca sua relação com a natureza e como é percebida uma paisagem;
- Considerando como uma sociedade concebe o natural, e como esse quadro mental se traduz nas projeções de uso e gestão de seu espaço e de seu território. A visão sistêmica e integradora do geossistema permite de tal modo, passar a um nível superior de complexidade no entendimento da paisagem, visto como uma marca que expressa uma civilização e uma determinada relação natureza-sociedade.

Schier (2003) afirma que dentro da geografia, a interpretação do que é uma paisagem diverge dentro das múltiplas abordagens geográficas:

A geografia alemã, por exemplo, introduziu o conceito da paisagem como categoria científica e a compreendeu até os anos de 1940 como um conjunto de fatores naturais e humanos (Otto Schlutter, Siegfried Passarge e Karl Hettner). Os autores franceses, sob a influência de Paul Vidal de la Blache e Jean Rochefort, caracterizaram a *paysage* (ou o *pays*) como o relacionamento do homem como o seu espaço físico. A revolução quantitativa, iniciada nos anos 40 nos Estados Unidos, substituiu o termo *Landscape*, que estava, até então em uso nesse país sob influência da geografia alemã (Carl Sauer), pela ideia da “região”(Richard Hartshorne), sendo está um conjunto de variáveis abstratas deduzidas da realidade da paisagem e da ação humana. Paralelamente, surgiu na Alemanha e no leste europeu uma ideia mais holística e sinérgica da *Landschaft*, denominada *Landschaftskomplex* (Paul Schithusen), que definiu as unidades da paisagem pelo conjunto dos seus processos ecológicos. Esta ideia se encontra, entre outros, também na *Landschaftsökologie* (ecologia da paisagem), como foi proposta por Carl Troll e mais tarde por Hartmut Leser. A *Human ecology*, de cunho norte-americano, define igualmente a paisagem como um sistema ecológico (SCHIER, 2003)

Tradicionalmente, os geógrafos diferenciam entre a paisagem natural e a paisagem cultural. A paisagem natural refere-se aos elementos combinados de terreno, vegetação, solo, rios e lagos, enquanto a paisagem cultural, humanizada, inclui todas as modificações feitas pelo homem, como nos espaços urbanos e rurais. De modo geral, o estudo da paisagem exige um enfoque, do qual se pretende fazer uma avaliação definindo o conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem (SCHIER, 2003).

Para Bertrand (2004) a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem a paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Outros autores preferiram adotar o conceito de geossistemas, sistematizado na literatura soviética por Sotchava, para enfatizar “aspectos integrados dos elementos naturais numa entidade espacial, em substituição aos aspectos da dinâmica biológica dos ecossistemas” (RISSO, 2008)

Sotchava (1977) afirma que o geosistema está em uma dinâmica global ecólogo-socio-econômico. Os elementos sociais, econômicos e tecnogênicos, envolvendo a sociedade humana, não registram a noção desse ambiente geográfico. Podem ser examinados, apenas, como fatores da dinâmica do geosistema. Estes – precisamos enfatizar uma vez como conclusão – são formações naturais, experimentando, sob certa forma, o impacto ambientes social, econômico e tecnogênico.

Portanto, podemos entender a paisagem como uma formação antroponatural. MATEO et al. (2004) afirma ser a inter-relação de componentes naturais e antropogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais.

3.3. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO

O sensoriamento remoto pode ser definido de uma maneira ampla, como sendo a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais (ROSA, 2009). Os sensores a bordo dos satélites seriam os equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível e ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informação (NOVO, 1992)

Essa informação obtida pelo sensor é processada e analisada em um ambiente SIG (Sistema de informações geográficas), um conjunto de softwares e hardwares que

apresentam como produto final os mapas temáticos, importantes para a interpretação de fenômenos geográficos.

Campos et al., (2004) afirma que sensoriamento remoto constitui em técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo. Segundo Florezano (2002), o aspecto multitemporal das imagens de satélite nos permite monitorar as mudanças que ocorrem como, por exemplo, a substituição de mata por pastagem, de cultura por pastagem etc. Assim, podemos acompanhar as transformações dos ambientes ao longo do tempo registrá-la em mapas, de forma manual ou automática, utilizando um SIG.

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento constituem-se em técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo. As imagens de satélite, em forma digital ou papel, são muito importantes e úteis, pois permitem avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma região e num dado período, registrando a cobertura vegetal em cada momento (CAMPOS et al., 2004)

Geoprocessamento pode ser definido como um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIG's), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Este conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra (PIROLI, 2010).

3.4. SATÉLITES LANDSAT 5/TM E LANDSAT 8/OLI

Segundo Rosa (2009), os sistemas de sensoriamento remotos hoje disponíveis permitem a aquisição de dados de forma global, confiável, rápida e repetitiva, sendo estes dados de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação do solo de uma dada região.

O sistema sensores Landsat, qual foi utilizado para a o desenvolvimento deste trabalho, foi criado em 1967, a “National Aeronautics & Space Administration” (NASA), encorajada pelo Ministro do Interior americano iniciou o programa denominado “Earth Resource Technology Satellite” (ERTS). Esse programa resultou no lançamento de oito satélites com uma diversidade de sistema de Sensoriamento Remoto construído para adquirir informação dos recursos da Terra.

O Landsat foi o primeiro satélite não tripulado especificamente projetado para a aquisição de dados sobre a superfície da Terra de uma maneira sinóptica, metódica e repetitiva. O plano inicial da NASA era o de ter um satélite experimental de recursos terrestres, no sentido de demonstrar que este poderia servir como uma importante fonte de informações para o monitoramento da Terra e de seus recursos (SILVA, 2012). A Tabela 1 mostra a sequência de lançamento dos satélites e o período de desativação.

Tabela 2. Data de lançamento dos satélites Landsat e sua desativação.

Satélite	Lançamento em:	Desativado em:
LANDSAT 1	23/07/72	06/01/78
LANDSAT 2	22/01/75	02/02/82
LANDSAT 3	05/03/78	31/03/83
LANDSAT 4	16/07/82	Não imageado, porém não está desativado
LANDSAT 5	01/03/84	2013
LANDSAT 6	05/10/93	Perdido após o lançamento
LANDSAT 7	15/04/99	31/05/03
LANDSAT 8	11/02/13	Ativo até o momento

Fonte: SILVA (2012)

Dentre os satélites Landsat destacam-se o de número 5 e 8, em razão da sua data de lançamento e por suas especificidades, como por exemplo, o Landsat 5, compõe sensores como: o sistema de scanner multiespectral (MSS), sistema sensor que permite o imageamento de linhas do terreno numa faixa de 185 km, perpendiculares à órbita do satélite. A varredura do terreno é realizada com auxílio de um espelho que oscila perpendicularmente ao deslocamento do satélite e o instrumento Thematic Mapper (TM), sistema de varredura multiespectral concebido para obter melhor resolução espacial, melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre, maior fidelidade geométrica e melhor precisão radiométrica em relação ao sensor MSS. A energia proveniente da cena atinge o espelho de varredura que oscila perpendicularmente à direção de deslocamento do satélite em sentido leste-oeste e oeste-leste, opera com 7 bandas nas regiões do visível, infravermelho próximo e termal (INPE, 2017). O Landsat 8 é constituído por dois instrumentos: o Operational Land

Imager (OLI), que mede as porções infravermelho visíveis, próximo do infravermelho e ondas curtas do espectro e o sensor de infravermelho térmico (TRIS), mede a temperatura da superfície da terra em duas faixas térmica, opera com 9 bandas nas regiões visível, infravermelho próximo e termal (NASA, 2017).

A resolução espacial, que refere-se a menor área imageada por um sensor, para ambos é de 30m. Na resolução radiométrica, que é a radiação eletromagnética refletida e/ou emitida pelos alvos da superfície terrestre e tem um valor de intensidade que difere de um alvo para o outro, em comparação com os satélites antecessores, o Landsat 5 teve um aumento de sua acurácia no armazenamento dos dados de 6 para 8 bits, esse aumento ocorreu também no Landsat 8 que possui hoje um acurácia no armazenamento de 16 bits. A resolução temporal referente ao tempo de revisita a um determinado alvo, de ambos Landsat é de 16 dias (SILVA, 2012; NASA, 2017). De acordo com a Tabela 2, pode-se observar todas as características das bandas espectrais dos dois satélites e na Tabela 3, pode-se notar as principais aplicações do sensor TM.

Tabela 3. Características dos imageadores.

Imageadores	TM (LANDSAT 5)	OLI (LANDSAT 8)
Bandas espectrais (um)	0,45 - 0,52 Banda 1	0,43 – 0,45 Banda 1
	0,52 - 0,60 Banda 2	0,45 – 0,51Banda 2
	0,63 - 0,69 Banda 3	0,53 – 0,59 Banda 3
	0,76 - 0,90 Banda 4	0,63 – 0,67 Banda 4
	1,55 - 1,75 Banda 5	0,85 – 0,88 Banda 5
	10,4 - 12,5 Banda 6	1,57 – 1,65 Banda 6
	2,08 - 2,35 Banda 7	2,11 – 2,29 Banda 7
		0,50 – 0,67 Banda 8
		1,36 – 1,38 Banda 9
		10,6 – 11,1 Banda 10
		11,5 – 12,5 Banda 11
Resolução espacial (m)	30,0 m	30, m
	120,0 m (termal)	15,0 m (pancromática) 100,0 m (termal)
Resolução Radiométrica	8bits	16bits
Período de revisita	16 dias	16 dias
Largura da faixa imageada	185 km	185km

Fonte: NASA (2017)

3.5. COMPOSIÇÃO COLORIDA RGB E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NDVI

Em obediência à teoria triestímulo da percepção da cor, o modelo concebido baseia-se na adição de um tripleto de bandas, às quais são associados livremente os

canais das cores azul, verde e vermelho do monitor. Esse sistema é conhecido como sistema de cores RGB (red, green, blue) (MENESES et al., 2012).

$$C = X^1R + X^2G + X^3B$$

Onde: C é a composição das bandas = X^1R (red), X^2G (green), X^3B (blue).

O sistema de cores RGB tem como qualidade destacada a liberdade para o analista explorar as possíveis combinações de três cores com três bandas, para obter a imagem colorida de melhor contraste. Embora o apelo visual das cores seja dependente da qualidade de contraste de cada banda, ele é controlado pela escolha adequada das bandas em função do comportamento espectral dos alvos presentes na imagem (MENESES et al., 2012).

No processo de extração de informações de imagens de sensores multiespectrais, em muitas situações há o interesse específico de se discriminar na cena sutis variações de reflectância de alvos específicos, como um tipo de litologia, solo, ou tipos de vegetação. Nesse caso, deve-se buscar por meios que possam destacar exclusivamente as propriedades daquele tipo de alvo, em detrimento a todos os outros presentes na cena, sem interesse. A divisão ou razão de bandas é a operação aritmética usada para esse fim e, por isso, se tornou em uma das mais úteis e abrangentes técnicas de transformação de imagem. Ela se baseia em parâmetros dos aspectos físicos do sensor e no comportamento da reflectância dos alvos. Índice de Vegetação O mais conhecido e didático exemplo que claramente ilustra os princípios da divisão de bandas que foram apresentados, é a criação de índices, sendo o índice mais conhecido a divisão de bandas visando o realce das variações de densidade da cobertura vegetal, ao qual se denomina de índice de vegetação (MENESES et al., 2012).

O NDVI (*Índice de Vegetação por Diferença Normalizada*) envolve a diferença e a soma entre estas duas bandas do infravermelho próximo e do vermelho, segundo a razão:

$$NDVI = (IVP - V) / (IVP + V)$$

Onde: NIR = Infravermelho próximo (0,75 – 0,90 μm); e R = Vermelho (0,63 – 0,70 μm)

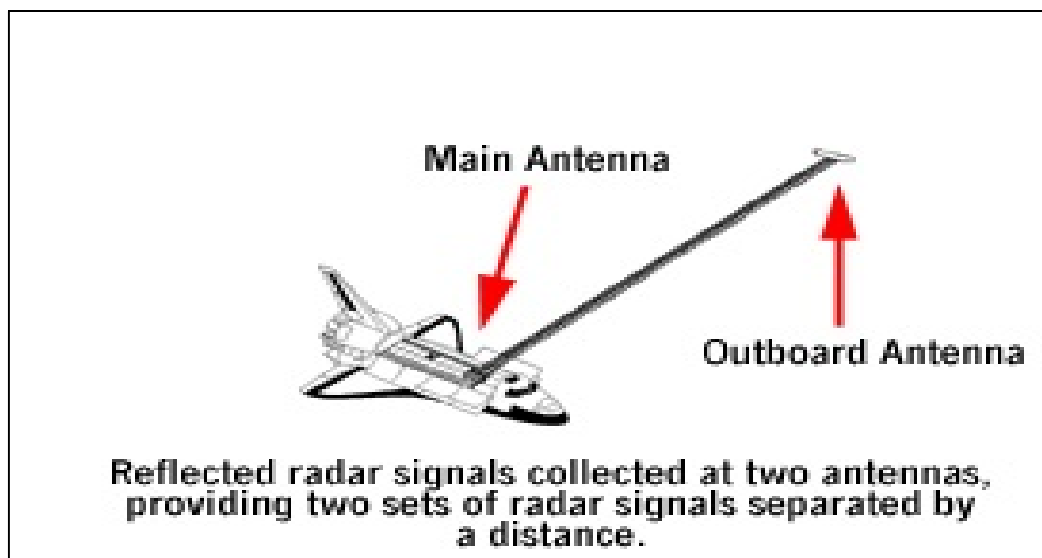
A vantagem do NDVI é que ele tende a ser linearmente mais proporcional à biomassa. Também é mais apropriado quando se pretende fazer comparações ao longo

do tempo de uma mesma área, pois é esperado de ser menos influenciado pelas variações das condições atmosféricas (MENESES et al., 2012)

3.6. SRTM – (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION)

O Shuttle Radar Topography Mission é um projeto internacional liderado pela National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) e pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) que teve início em 11 de fevereiro de 2000, quando foi lançado no espaço o ônibus espacial Space Shuttle Endeavour, com a missão de coletar dados de alta resolução da superfície da terra. Adquiriu dados suficientes durante seus dez dias de operação Carregava na sua baía de carregamento o SIR-C (NASA) e X-SAR (DLR com participação ASI), dois sensores de radar ativos para derivar modelos de elevação globais usando a técnica de passagem única. Para o efeito, a antena no compartimento de carga foi utilizada como transmissor e receptor, com outra antena receptora no final de um mastro de 60 metros que se estendeu do compartimento da carga útil (NASA, 2017).

Figura 2. Onibus espacial Space Shuttle Endeavour ilustrando o equipamento acoplado.



Fonte: NASA (2017)

Esses dados foram processados no Jet Propulsion Laboratory e estão sendo distribuídos através do Centro de Dados EROS dos Estados Unidos Geological Survey. Os dados do radar de banda X são usados para criar DEMs (Digital Elevation Model) de

resolução ligeiramente maior, mas sem a cobertura global do radar da banda C. Os dados de radar SRTM X-band estão sendo processados e distribuídos pelo German Aerospace Center, DLR. Para reunir dados topográficos (elevação) da superfície da Terra, SRTM usou a técnica de interferometria (NASA, 2017).

Atualmente o Nasa Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) encontra-se no terceiro lançamento da série é o Nasa Versão 3.0 Global (SRTMGL1) fornece uma resolução de 30 metros e é preenchido com dados de elevação do Modelo de Elevação Digital Global 2 (GDEM2), Global Multi Resolution Elevate Data (GMTED), do Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (Aster) e National Elevation Dataset (NED) (NASA, 2017).

3.7. LCM (LAND CHANGE MODELER)

A Clark Labs, com apoio do Andes Center for Biodiversity Conservation of Conservation International, têm engajado nos últimos anos seus esforços no desenvolvimento de um aplicativo capaz de integrar recursos dinâmicos para a modelagem de cenários direcionados à variação do ambiente e da biodiversidade. Esse objetivo foi alcançado em 2006 quando, na atualização IDRISI Andes, foi apresentado o módulo Land Change Modeler – LCM (TERRSET, 2017).

É um sistema inovador de planejamento de terra e suporte à decisão. Com um fluxo de trabalho automatizado e fácil de usar, simplifica as complexidades da análise de mudanças. permite que você analise rapidamente a mudança de cobertura do solo, empiricamente modelos de relações para variáveis explicativas e simule cenários futuros de mudança de território (CLARK LABS, 2017).

O módulo LCM usa como dados de entrada do modelo dois mapas da paisagem, com datas diferentes (época inicial e final). A partir destes mapas, os modeladores realizam a estimativa da quantidade de mudanças, com base em cadeias markovianas, resultando em matrizes de transição. Esta etapa de análise de mudanças permite gerar gráficos com balanço de perdas e ganhos entre as classes (ZANATA, 2014).

Este aplicativo mostra-se de grande importância para a realização de estudos ambientais, uma vez que, permite analisar as alterações ocorridas numa paisagem, modelar o potencial de transição das classes de cobertura, bem como avaliar os planos de intervenção para a manutenção da sustentabilidade ecológica (ZANATA, 2014).

Estudos realizados aplicando o módulo LCM tem se mostrado eficaz para a análise do uso e cobertura da terra destacam-se trabalhos como o de ZANATA, 2014; SANTOS, 2015; CRIADO, 2016; e SENNA, 2017. Esse método demonstra a importância das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento quando trabalhado em análise ambiental.

3.8. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL.

A EEcA está inserida em uma zona de transição entre os tipos climáticos Cwa e Cfa, segundo a classificação de Köppen (1948), caracterizada como subtropical, com chuvas concentradas no verão e estação seca no inverno, com duração variável; as médias anuais de temperatura e precipitação são 21,8 °C e 1.400 mm, respectivamente. Durante o inverno podem ocorrer geadas, as quais reduzem a biomassa viva da vegetação do cerrado e modificam a flora, ao privilegiar as populações de espécies tolerantes ao frio, especialmente nos fundos de vales (PINHEIRO et al., 2009).

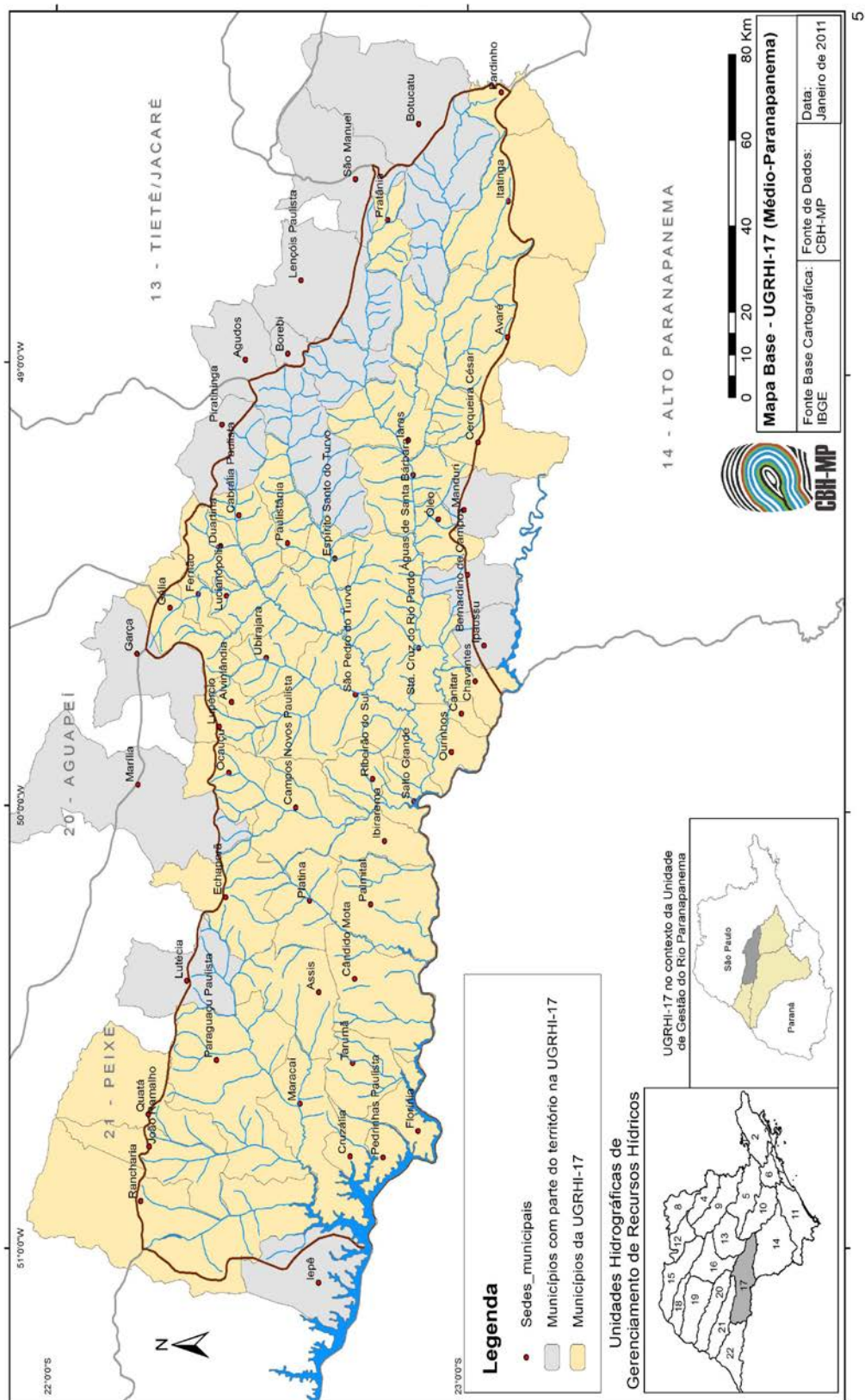
Na região em estudo, onde se localiza o município de Assis, as unidades litoestratigráficas presentes são constituídas por rochas ígneas (pertencentes à Formação Serra Geral) e rochas sedimentares (da Formação Adamantina), ambas de idade predominantemente mesozóica; e por depósitos sedimentares recentes, de idade cenozoica. Pertence à unidade morfoestrutural denominada Bacia Sedimentar do Paraná e à unidade morfoescultural Planalto Ocidental Paulista – Planalto Centro Ocidental, domínio geomorfológico que ocupa praticamente 50% da área total do Estado de São Paulo, limitando-se ao norte com Minas Gerais, com Mato Grosso do Sul a noroeste, a sudoeste com o Paraná e ao sul e ao leste com a Depressão Periférica Paulista. Predominam formas de relevo denudacionais, relevo levemente ondulado, com predomínio de colinas amplas e baixas de topos convexos (Dc) na região sul do município, ou topos aplainados ou tabulares (Dt) encontrados na região norte, as altitudes variam entre 300m e 600m e as declividades médias predominantes das vertentes estão entre 2% e 10%. Os entalhamentos médios dos vales são inferiores a 20m e as dimensões interfluviais médias estão entre 1750m e 3750m (BONGIOVANNI, 2008).

Os solos da Estação Ecológica de Assis são geralmente arenosos, ácidos e de baixa fertilidade. Em levantamento detalhado ao longo de uma vertente no interior da unidade, encontraram os seguintes tipos de solo: Latossolo Vermelho distrófico típico

(LVd); Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (LVAd); Latossolo Amarelo distrófico típico (LAd) e Gleissolo Háptico distrófico argissólico (GXbd) (ROSSATTO et al., 2011).

Os corpos de água que compõem a rede de drenagem da Estação Ecológica são Palmitalzinho, Campestre, Xaxim, Antas, Fortuna e Pirapitinga (Figura 3), têm suas nascentes no interior da UC. Esses córregos pertencem às unidades hidrográficas Pari e Capivara, integrantes da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema, Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17, Médio Paranapanema (UGRHI 17 – MP).

Figura 3. Mapa da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17.



Fonte: CBH-MP (2017)

Trata-se de uma das áreas mais ao sul da extensa região de domínio do Cerrado, onde a vegetação savânica forma, com a floresta estacional semidecidual, um mosaico, geralmente associado às características físico-químicas dos solos. A vegetação da Estação Ecológica de Assis caracteriza-se como cerrado *sensu lato*, predominando a fisionomia cerradão (ROSSATTO et al., 2011). Como podemos verificar na Figura 4.

Ab'Sáber (2005) afirma que os cerradões, pertencem a um patrimônio biológico arcaico, comportando-se como adensamentos de biomassas de cerrados como verdadeiras florestas reexpandidas. Na dependência de solos de diferentes fertilidades naturais, ocorrem matas e cerrados, em mosaico complexo. Tal fato reforça a ideia básica de que cerradões quando degradados por extensivas ações antrópicas não se refazem facilmente. As matas atlânticas penetram por todos os planaltos interior, onde ocorre um espaço de mosaico de cerrados, sendo ao todo existiam 82% de floresta tropicais de planaltos, contrapondo-se os 15% de redutos de cerrados e cerradões.

Fisionomicamente, tem-se, no Estado de São Paulo cerrado com aparência florestal e formação campestre, essas variações são devidas a diversos fatores, entre os quais os edáficos, relacionados com a fertilidade do solo, acidez, profundidade do lençol freático, além da ação do fogo e do ser humano. A sua ocorrência não está ligada à deficiência de umidade, e o clima não desempenha papel expressivo em seu estabelecimento. Tal ocorrência está condicionada ao total pluviométrico e à sua distribuição (KLEIN, 2002).

Figura 4. Vegetação de cerrado



Fotografia: Autor

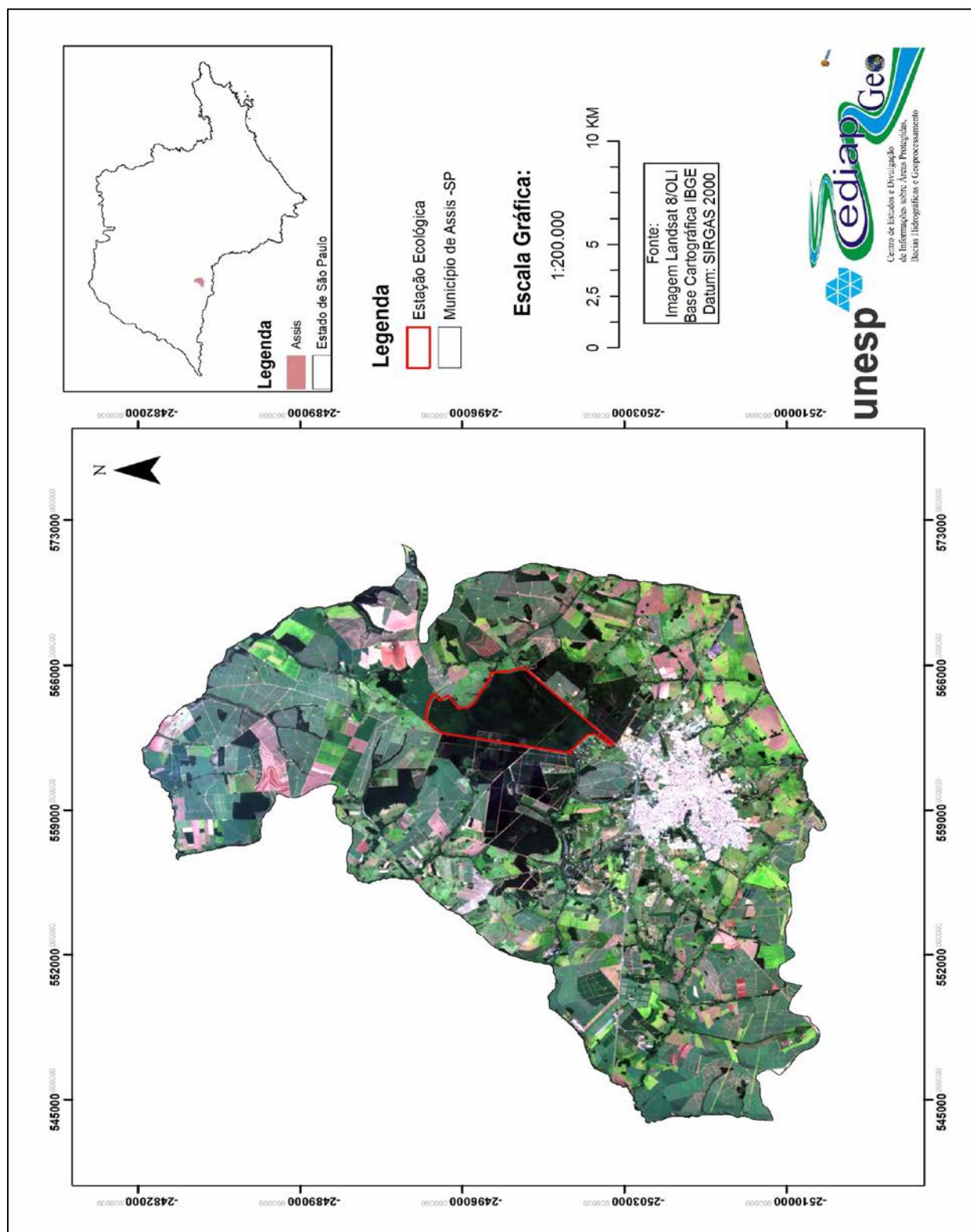
Segundo o Plano de Manejo (2010) o histórico da EEA está relacionado com a expansão do leste do Estado de São Paulo:

“A área da Estação Ecológica está inserida em uma região que, antes da colonização, era ocupada por populações indígenas. Com o desbravamento da região, em meados de 1870, que se fez pelos sertanistas de Piratininga e caçadores de índio, em busca de mão-de-obra escrava e ouro, deu origem aos vilarejos da região. Estes locais serviam como descanso de expedição empreendidas pelos desbravadores, sendo que Campos Novos Paulista era a principal dessas aglomerações humanas. No início do século XX, como a chegada da cultura do café no Vale do Paranapanema e dos trilhos da Estrada de Ferro Sorocabana, contribuiu no desenvolvimento econômico da região. Com a introdução do café e o crescimento de madeira para os dormentes e lenha para as locomotivas, houve aceleração do desmatamento. Nos anos 30, o algodão foi introduzido convivendo com o café, há o fortalecimento do mercado da carne nesta época no país reavivaram a expansão da pecuária, em um novo ciclo que perdurou até a década de 70. A criação do Horto Florestal de Assis foi parte dessa iniciativa do governo a preocupação com a escassez de madeira, administrados pelo Serviço Florestal, cuja principal atividade era o reflorestamento visando o abastecimento da demanda de lenha das próprias ferrovias. O Horto Florestal, posteriormente foi dividido em Floresta Estadual e Estação Ecológica de Assis. No início dos anos 70, ocorre uma nova transformação da economia regional, com a introdução das culturas de soja e trigo e com o crescimento da cultura de cana-de-açúcar, com nova aceleração do desmatamento e a pecuária persistia até o final do século XX” (PLANO DE MANEJO, 2010. P. 20).

A Estação Ecológica de Assis, encontra-se entre as coordenadas 22°33'20" a 22° 37' 41" Latitude Sul e 50° 24'48" a 50°21'27" Longitude Oeste, localizada no município de Assis, situado a sudoeste do Estado de São Paulo (Figura 5). O município de Assis ocupa uma área de 460 km², atualmente sua população corresponde à 95.144 habitantes (densidade demográfica de 205 hab/km²). Do total de habitantes do município, 90.991 residem na zona urbana e 4.153 na zona rural, sendo 46.317 do sexo masculino e 48.827 do sexo feminino, sendo a sua taxa de crescimento populacional de 9,0 % (BRASIL, 2017).

A unidade foi oficialmente criada em 1992, tem sido desmembrada da Estação Experimental de Assis, com o objetivo de proteger integralmente o ecossistema de Cerradão, representativo da vegetação original da região, com área de 1.312,38 ha. Em 2002 a área EEA foi ampliada para 1.7060,64 ha, com a incorporação de antigos talhões reflorestados com espécies introduzidos dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, sob os quais a vegetação nativa encontra-se em processo, geralmente avançado, de regeneração natural. Tanto a Estação Experimental quanto a Estação Ecológica são administradas pelo Instituto Florestal (MOREIRA, 2007).

Figura 5. Carta imagem da Estação Ecológica de Assis.



Fonte: Elaborado pelo autor

4. MATERIAL E MÉTODOS

Afim de espacializar as informações referentes a declividade e hidrografia, foram gerados os mapas temáticos, para tanto, foram utilizadas as imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), que possui informações sobre altimetria, com resolução espacial de 90m. Obtida no site da Embrapa (<<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/>>).

Foram gerados os mapas de Modelo Digital de Elevação (MDE), a partir do processamento da imagem SRTM, por meio do software Arcgis 10.3, em seu módulo *Surfcae - Hill Shade* com elevação de 45° e azimute de 315°, facilitando a identificação da altimetria do local.

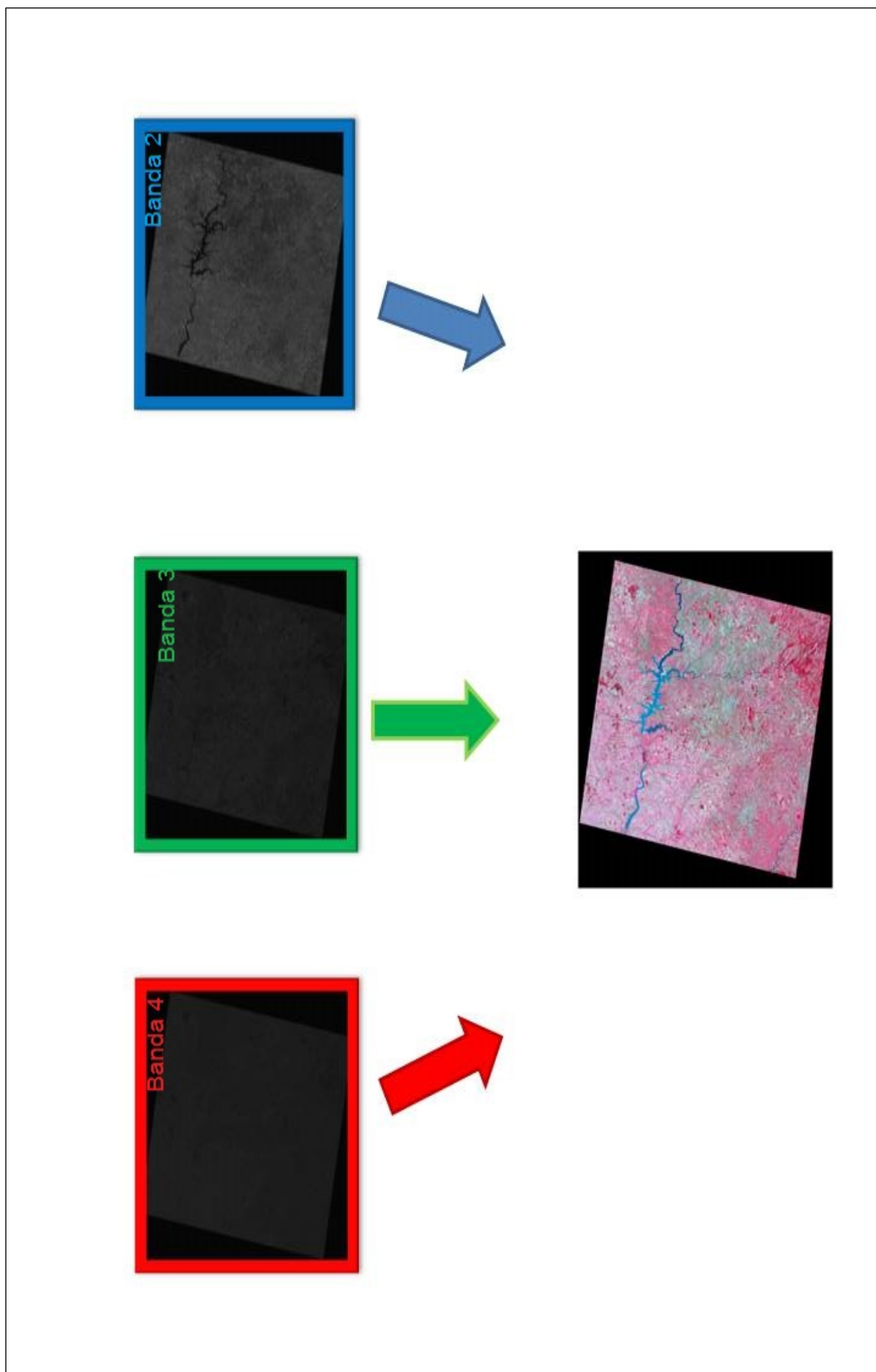
Para o mapa de Declividade, foi gerado também a partir do processamento da imagem SRTM e utilizamos o módulo *Surface – Slope* do ARCGIS 10.3, onde foram identificados as categorias de relevo.

Então, foram obtidas as imagens de satélite Landsat 5/TM e Landsat 8/OLI, obtidas na Divisão Geral de Imagens (DGI), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponibilizadas gratuitamente pelo site < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. As imagens apresentam órbita 7/ponto 222, com resolução espacial de 30m, e resolução temporal de 16 dias.

O polígono que representa o limite municipal de Assis foi adquirido da base cartográfica do IBGE, disponibilizados gratuitamente no site do instituto (<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.htm>) E o limite da Estação Ecológica utilizado foi adquirido também gratuitamente no site do Ministério do Meio Ambiente (<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>).

Para melhor conhecimento e delimitação da área de estudo, foram feitas as composições coloridas das imagens, onde realizou-se o processamento RGB das bandas 4, 3 e 2, no Landsat 5, para a geração da imagem falsa cor e as bandas 5, 4 e 3 para o satélite Landsat 8, como mostra a Figura 6. Segundo Alvarenga et al (2014) essas bandas apresentam refletância na região do visível (vermelho) e do infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Na faixa espectral do vermelho, há alta absorção de energia solar devido à presença da clorofila e isso ocasiona baixa reflectância. Por sua vez, na faixa do infravermelho próximo, essa absorção é baixa e resulta em alta reflectância. Portanto, a combinação dessas duas faixas espectrais realça as áreas de vegetação nas imagens.

Figura 6. Composição de bandas RGB.



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Crepaldi et al., (2002) o mapeamento da cobertura vegetal e uso atual da terra, em grandes áreas, tem sido realizado utilizando dados de sensoriamento remoto obtidos por plataformas orbitais, e a interpretação visual das composições coloridas formadas geralmente pelas bandas 3, 4 e 5 do sensor Thematic Mapper do satélite Landsat.

Para destacar as áreas com maior rigor vegetativo, foram realizados os cálculos de bandas para obtenção do índice de vegetação - NDVI, que é a razão entre a diferença das reflectividades das bandas no infravermelho próximo e no vermelho e pela soma dessas mesmas refletividades (Rouse et al., 1973). É o espectro que separa a vegetação verde do brilho do solo de fundo. O NDVI é um indicador sensível da quantidade e condição da vegetação, cujos valores variam no intervalo de -1 a 1. Nas superfícies que contêm água ou nuvens, esta variação é sempre menor do que 0. É expresso como a diferença entre a banda do infravermelho e do vermelho pela soma das bandas:

$$NDVI = IVP - V / IVP + V$$

onde: IVP e V são os valores de reflectância das bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) do Landsat 5 TM e das bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho) do Landsat 8OLI.

Para a análise da Zona de Amortecimento, foi gerado um buffer, isto é, uma área cujo objetivo ou ampliações de uma área de influência. Está foi delimitada baseado na Resolução Conama nº 13 de 06 de dezembro de 1990, que estabelece um raio de 10 km a partir da área protegida. Esses procedimentos foram realizados e analisados por meio do software ARCGIS-10.3, licença disponível no laboratório de geoprocessamento na UNESP Campus de Ourinhos, para aplicação das técnicas de geoprocessamento.

Para classificação do uso da terra foram identificadas as diferentes classes por meio do processo de vetorização. Para atribuição dos diferentes tipos de coberturas foram adotadas como referencial teórico o Manual Técnico do Uso da Terra do IBGE.

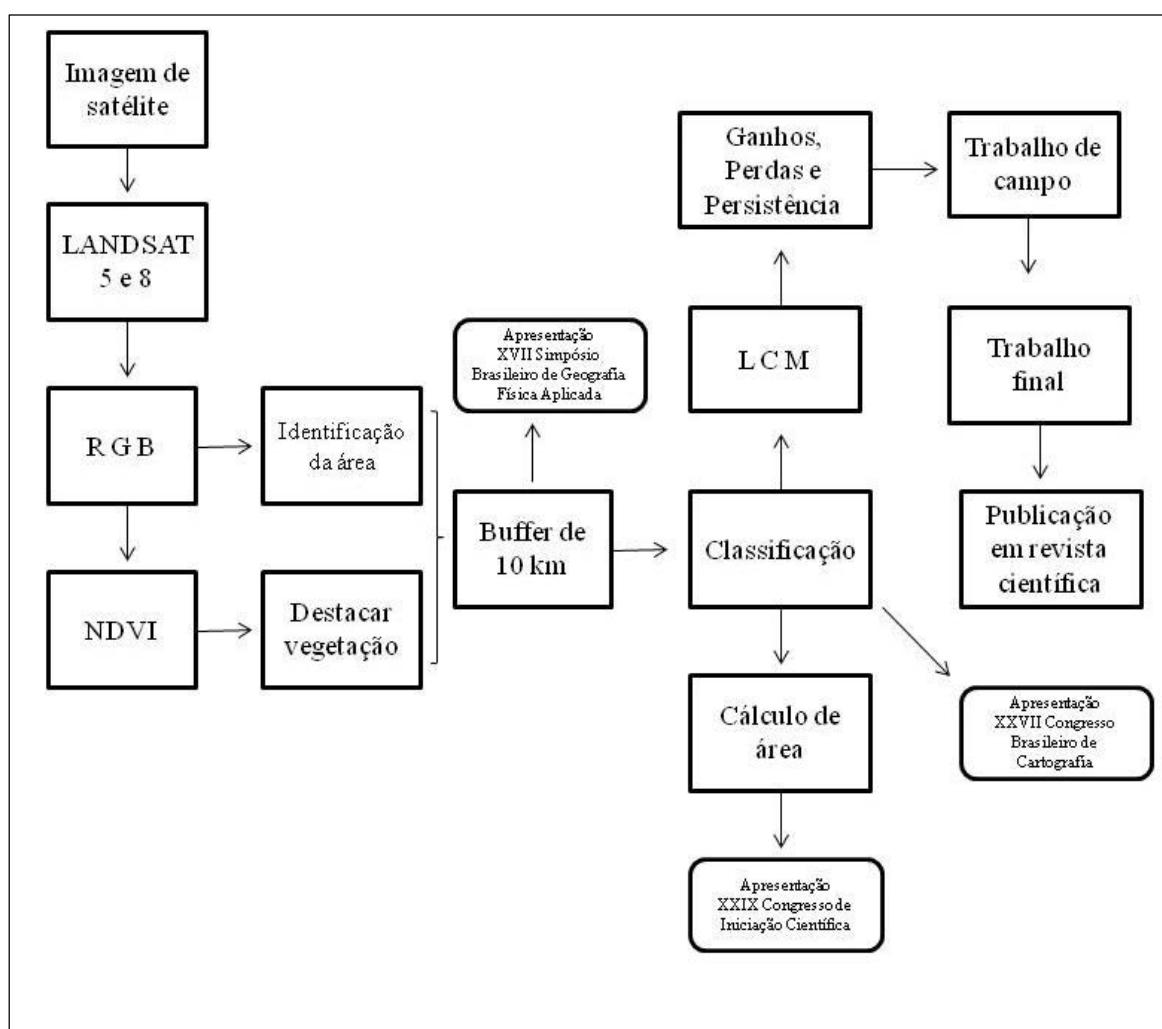
Foram aplicados o cálculo da área por meio dos polígonos de cada classe através da tabela de atributo, também por meio de ferramentas do software ARCGIS-10.3.

Foi utilizado o módulo Land Change Modeler (LCM) do software Idrise Taiga, para quantificar os diferentes tipos de uso, nos dois anos analisados, foram geramos gráficos de ganho e perda das categorias, mapa de pertinência e o mapa de mudança entre os dois anos

Para finalizar, foi realizado o trabalho de campo para a complementação e aferições dos dados. No Campo a proposta foi identificar as áreas de eventuais mudanças na ZA ao redor da UC. A realização do trabalho de campo ocorreu no dia 16 de outubro de 2017 e proporcionou a compreensão da dinâmica existente da área buscando um conhecimento prévio, bem como a confirmação das categorias de uso. Além de proporcionar um entendimento da interferência antrópica e seus impactos na ZA e para sua preservação. Este procedimento é relevante para pesquisas que utilizam o estudo da superfície terrestre.

Para melhor entendimento das metodologias aplicadas, segue o fluxograma geral da pesquisa (Figura 7)

Figura 7. Fluxograma das atividades.



Fonte: Elaborado pelo autor

5. RESULTADOS

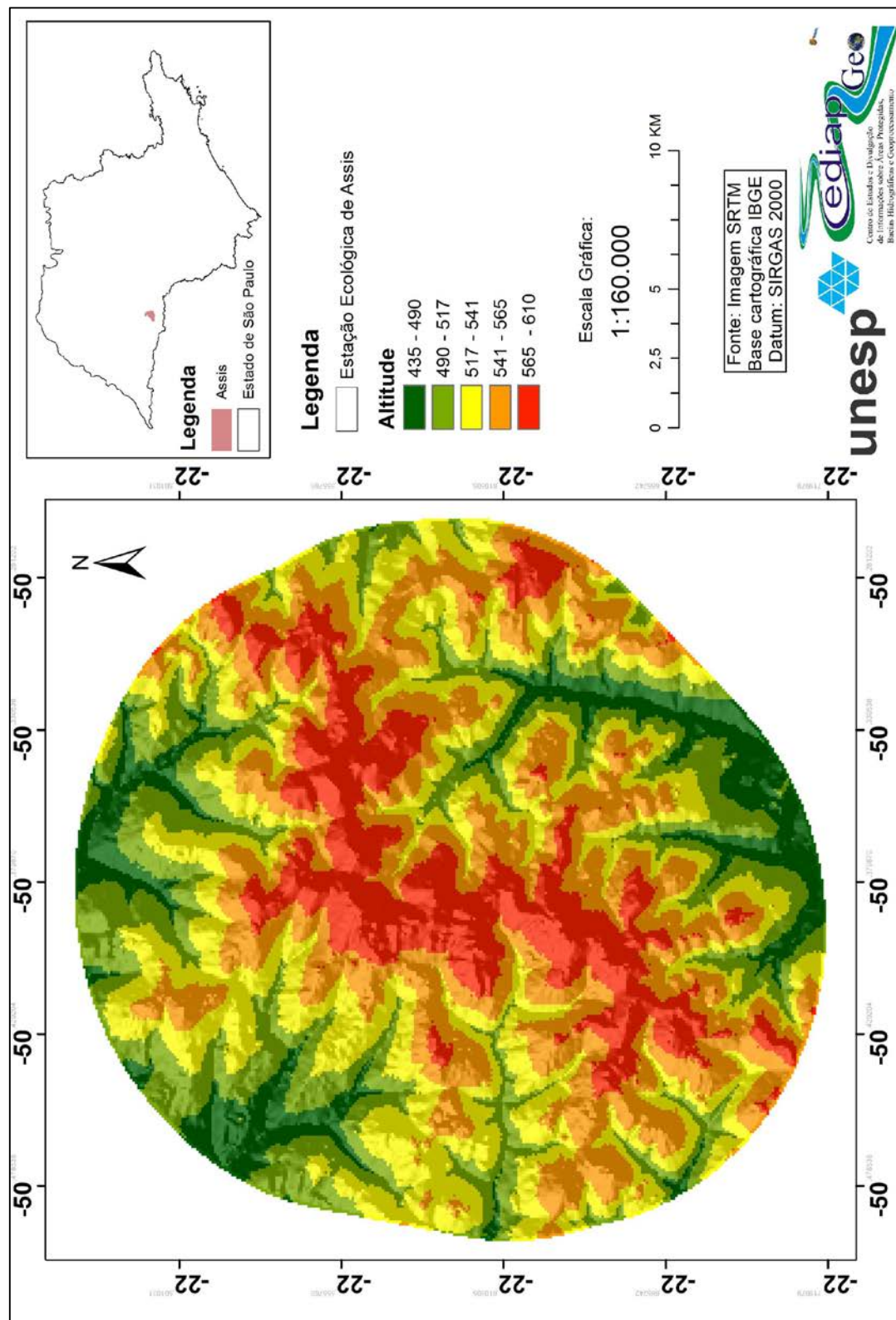
A obtenção dos resultados deste trabalho decorreu da análise espaço temporal do uso da terra no entorno da Estação Ecológica de Assis- SP, onde serão apresentados de maneira sistemática. Em primeiro momento serão apresentadas as variáveis morfométricas composta pelos mapas do modelo digital de elevação e da declividade. Em segundo, os mapas de composição coloria RGB e do índice de vegetação para os anos 2000 e 2017. Em terceiro serão apresentados os mapas de uso da terra para os mesmos anos, a tabela com o cálculo de área e por final os mapas e gráficos gerados com o módulo *Land Change Modeler* (LCM) quantificando as mudanças ocorridas durante esses 17 anos.

5.1 VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS DA ZONA DE AMORTECIMENTO

As Unidades de Conservação, que incluem grandes áreas protegidas, no Brasil, podem ser também beneficiadas pelos conhecimentos geomorfológicos através de uma série de estudos e diagnósticos para a conservação e recuperação dessas áreas. (GUERRA et al, 2006).

Por meio do mapa de Modelo Digital de Elevação (Figura 8) pode-se observar a representação matemática das três dimensões da superfície do terreno da zona de amortecimento, nota-se que representa a altitude em relação ao nível do solo, possibilitando a observação dos talwegues e fundos de vales que estão bem encaixados entre as curvas de nível. Podemos observar que a ZA não é representada por grandes variações altimétricas ficando entre os valores de 610 a 435 m, e que as classes altimétricas de 541-565 m e 565-610 m, que correspondem ao nível mais elevado, encontram-se grande quantidade de vegetação, onde está localizada a Uc e a proximidade com a área urbana do município de Assis, Nas classes 435 - 490 m e 490 - 517 m, sendo áreas de menor altitude determinam-se os fundos de vale, demarcando a hidrografia da área.

Figura 8. Modelo digital de elevação da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP.



Fonte: Elaborado pelo autor

O mapa de declividade (Figura 9) proporciona conhecer adequadamente a topografia e a energia do relevo da zona de amortecimento. Com base no modelo topográfico proposto pela Embrapa (2006), as classes de declividade (Tabela 4) podem ser descritas através dos gradientes de cores.

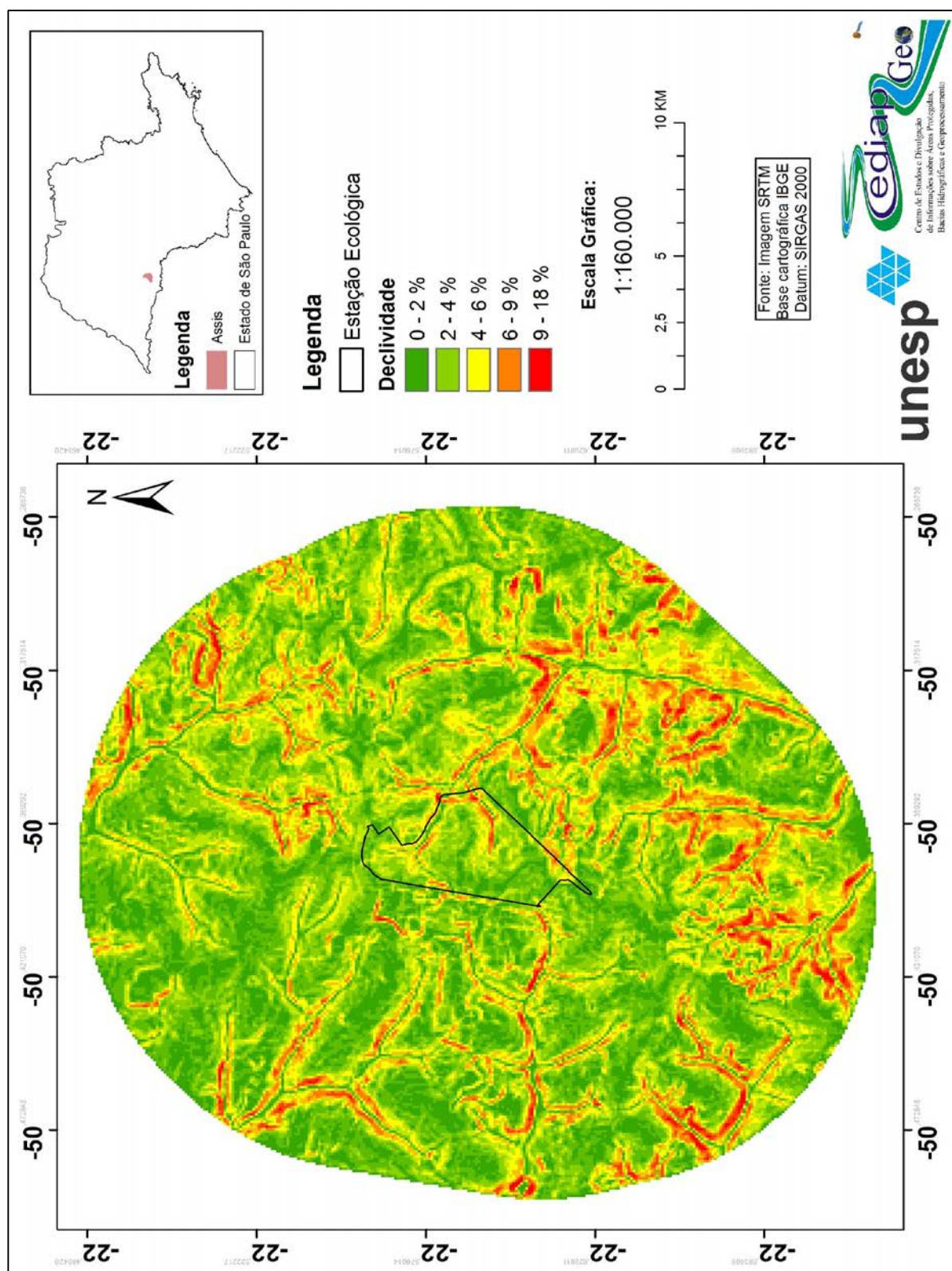
Tabela 4. Distribuição das classes de declividade.

Declividade (%)	Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave-ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Forte Ondulado
45 – 75	Montanhoso
>75	Forte-montanhoso

Fonte: EMBRAPA (2006)

Analisando a Figura 9 e a Tabela 4, pode-se observar que a maioria das áreas existentes apresentam relevos com inclinação considerável entre 0 – 2 %, corresponde ao relevo plano onde encontramos as culturas, pastagem, a Estação Ecológica, silvicultura, florestas e área urbana. A segunda maior área é a classe 2 – 4 %, apresenta um relevo suave-ondulado, onde encontramos também as culturas, pastagem, a Estação Ecológica, silvicultura, floresta e área urbana. As classes 4 – 6 %, 6 - 9 % e 9 – 18 % correspondem um relevo ondulado, situados nas áreas com menor altitude, nesta classe encontramos os fundos de vale.

Figura 9. Mapa de declividade da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP.



Fonte: Elaborado pelo autor

Por apresentar formas pouco dissecadas a planas, com vales pouco entalhados e baixa densidade de drenagem, esta unidade é considerada nos parâmetros de fragilidade potencial em muito baixa, ou seja, seu potencial erosivo é muito baixo nos setores aplainados dos topos das colinas. Porém, como os solos apresentam textura média a arenosa, as vertentes mais inclinadas são susceptíveis aos processos erosivos, principalmente quando desenvolvem escoamentos concentrados (BONGIOVANNI, 2008).

Guerra et al (2003) afirma que as atividades agrícolas e pastoris são responsáveis pela transformação em amplas áreas. Iniciam substituindo a cobertura vegetal e modificando o ritmo das relações entre as plantas e os solos. A fase pioneira de ocupação avança mais rapidamente pelos setores topográficos favoráveis, deixando intactas as áreas aparentemente inóspitas. O simples bom senso já utiliza a percepção, no tocante ao controle do fator topográfico.

Sabemos também que os fatores topográficos de um terreno são condicionantes dos processos erosivos do solo e se juntar com a intensa atividade agrícola sem adotar técnicas conservacionistas pode-se gerar impactos severos. Nesse sentido a geomorfologia em áreas rurais deve estar atenta às modificações impostas pela agricultura e pela pecuária, ao relevo, em especial, porque são atividades que necessitam, quase sempre de grandes extensões de terras, para a sua prática. Ou seja, as atividades praticadas no meio rural (tanto agricultura como pecuária) podem ser as responsáveis diretas por transformações no relevo de uma determinada área, causando não só danos às encostas e planícies, mas também a partir do transporte dos sedimentos, mudanças na qualidade e quantidade de água dos rios, lagos e reservatórios, tornando-os mais rasos, podendo chegar, inclusive, ao assoreamento total desses corpos líquidos (GUERRA et al, 2006).

Embora existam MDEs de origem diversas, as curvas de níveis constituem uma importante fonte de dados para a sua construção. A diferença na variável altimetria são praticamente imperceptíveis quando comparamos as imagens na forma de níveis de cinza, e quanto maior a amplitude altimetria da área observada, maior a probabilidade de que as diferenças na informação topográfica entre um e outro modelo ocorram dentro de uma mesma faixa de percepção do brilho (VALERIANO, 2008).

Morsello (2001) afirma que a delimitação de áreas protegidas deve incluir todas nascentes da bacia hidrográfica que serve determinada região, com o intuito de garantir

a manutenção da qualidade e da quantidade de água para a flora e fauna e, além disso, para reduzir o potencial de erosão e alagamento.

Subbacias de menor área, próximas às nascentes e aos divisores de águas, geralmente possuem maior declividade e são mais afetadas por precipitação orográfica. São bacias com resposta rápida entre a precipitação e o escoamento superficial concentrado – e sua vazão é afetada fortemente por precipitações convectivas de curta. Por isso, muitos de seus picos de cheia não são captados pelos postos fluviométricos que medem a vazão apenas duas vezes ao dia. Quanto aos processos hidrogeológicos nessas subbacias, o gradiente hidráulico condicionado pela altitude leva à predominância espacial de áreas com mais expressividade do fenômeno de recarga, embora haja relevância da tipologia de descarga nas surgências (VASCONCELOS *et al.*, 2013).

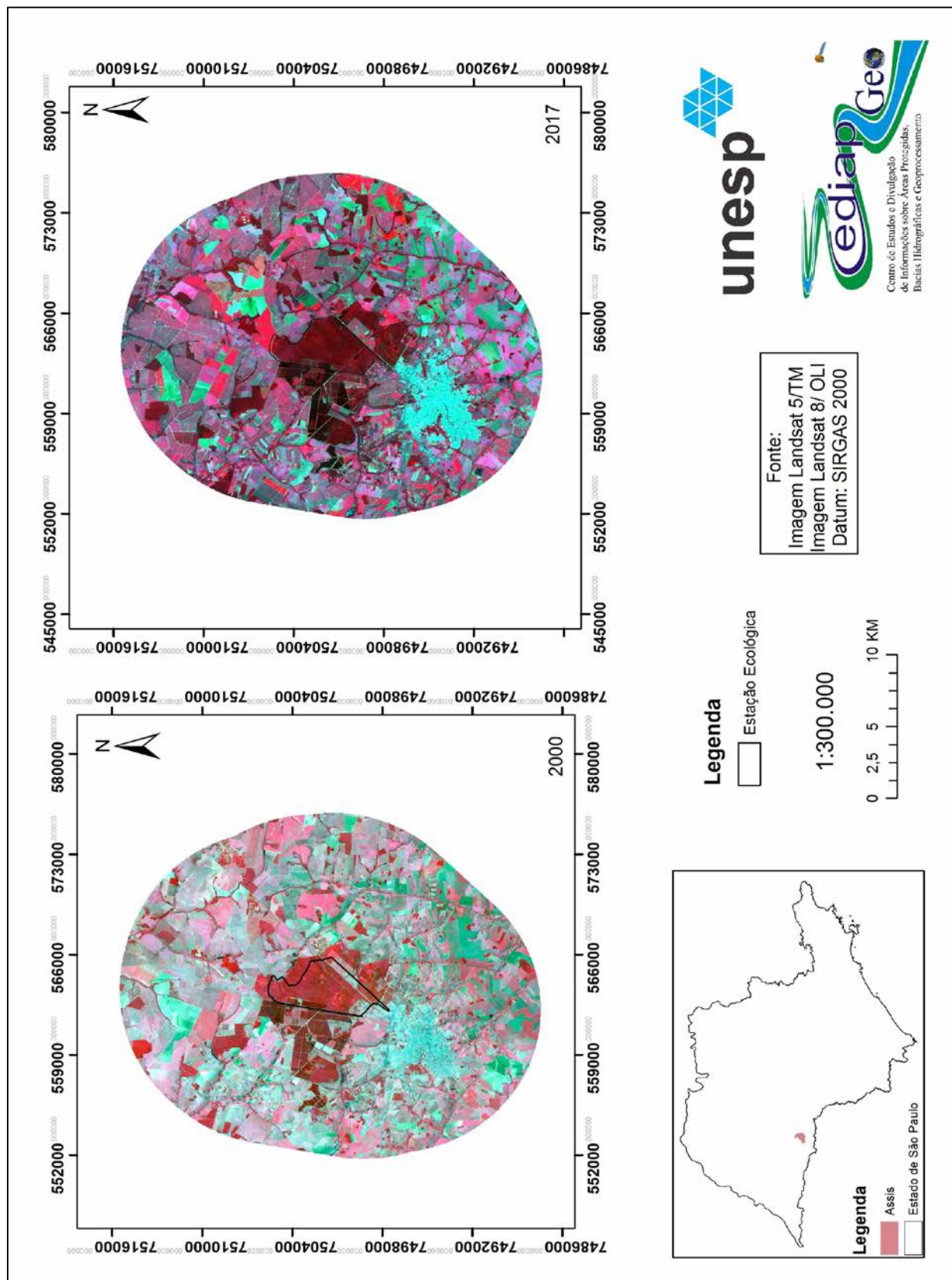
5.2 COMPOSIÇÕES DE BANDAS E CARACTERÍSTICAS DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)

A Figura 10 representa o resultado das composições coloridas RGB das bandas 4, 3 e 2, no Landsat 5, as bandas 5, 4 e 3 para o satélite Landsat 8 nos anos analisados, desta forma foi possível analisar a área de estudo e identificar sua localização da imagem. De acordo com a figura a área da Unidade de conservação está representada na coloração vermelha, assim como as demais áreas de maior vegetação dentro da ZA, a área urbana pode ser observada na cor verde claro e as culturas agrícolas com colorações de vermelho mais claro.

Segundo CREPALDI *et al.* (2002) suas pesquisas demonstraram bons resultados com a utilização da composição colorida RGB 543, no mapeamento digital de áreas desflorestadas da Amazônia Legal, com a finalidade de realçar alvos em superfície.

Embora o apelo visual das cores ser dependente da qualidade do contraste de cada banda, ele é controlado pela escolha adequada das bandas em função do comportamento espectral dos alvos presentes na imagem (MENESES *et al.*, 2012), isto é, cada banda possui parâmetros específicos para a identificação dos alvos como: vegetação verde, corpos hídricos e áreas construídas.

Figura 10. Mapa de análise espaço temporal da cobertura vegetal da calibração radiométrica da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis

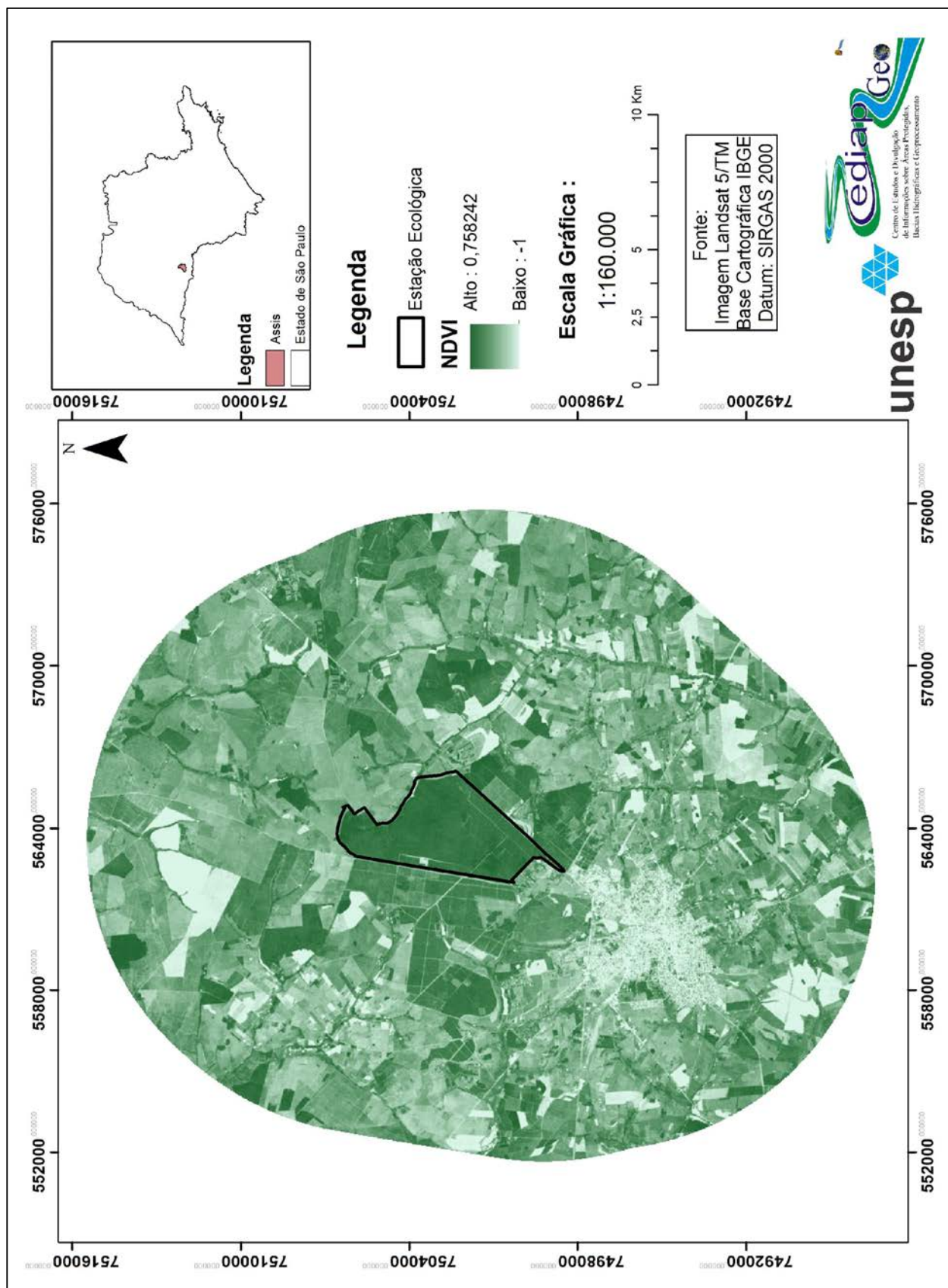


Fonte: Elaborado pelo autor

Nas Figuras 11 e 12, observamos os mapas com os valores de NDVI, valores mais alto refletem maior vigor e capacidade fotossintética de cobertura vegetal, enquanto os valores de NDVI mais baixo são reflexo de estresse vegetativo, áreas urbanas e solo exposto.

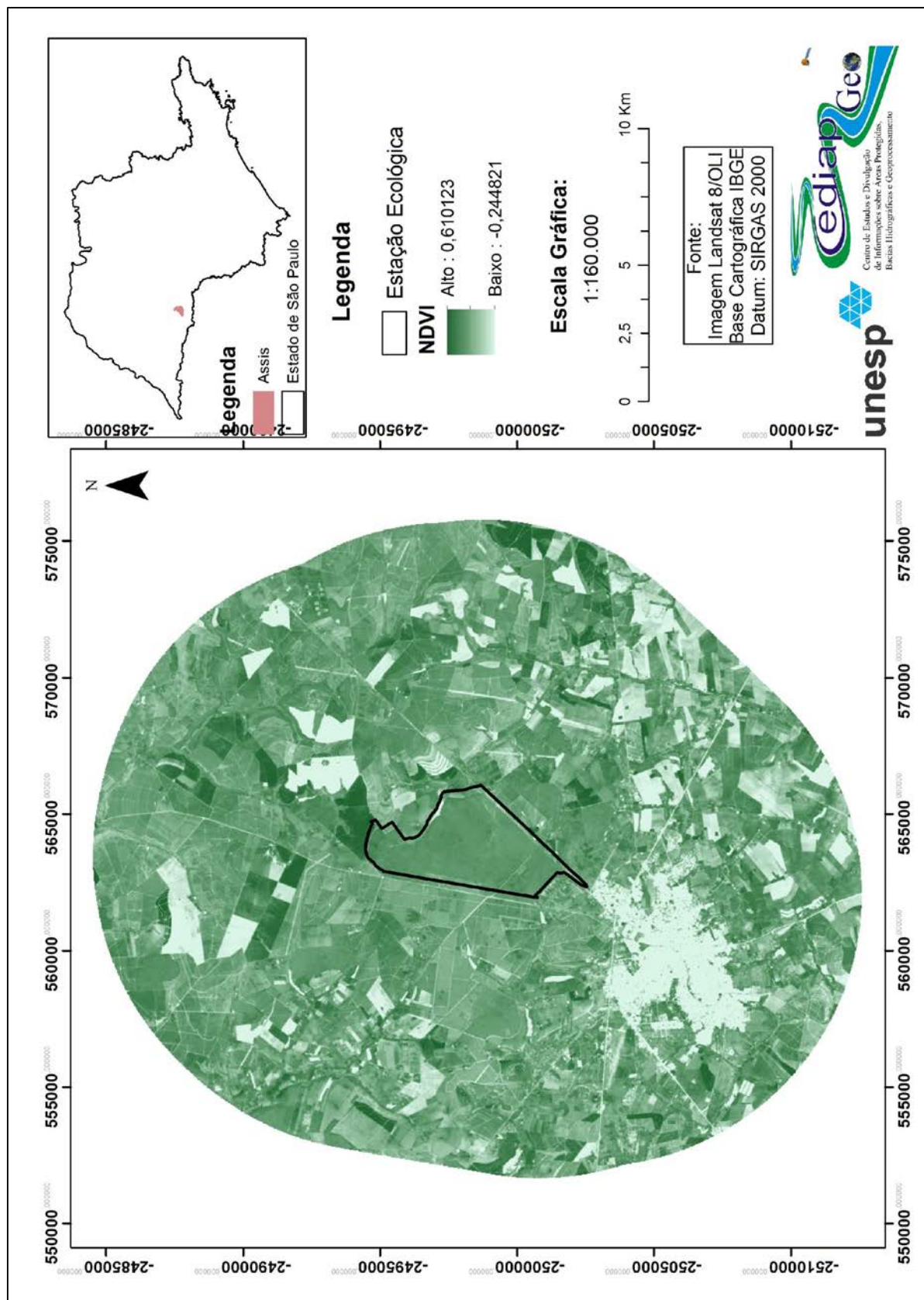
Boratto et al. (2013) afirmam que o NDVI é um indicador sensível da quantidade e condição da vegetação, cujos valores variam no intervalo de -1 a 1. Nas Figuras 11 e 12, podemos observar que os valores mais elevados de NDVI estão entre 0,60 e 0,75 representam as áreas da Unidade de Conservação, e os menores valores representados pela coloração mais clara indicam os locais com menor vigor vegetativo, sendo eles: área urbana, solo exposto e solo em fase de preparo.

Figura 11. Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Assis no ano de 2000.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12. Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Assis no ano de 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor

Comparando as imagens de 2000 e 2017, o índice de vegetação obteve uma pequena diferença, está esta relacionada com a mudança do uso da terra na ZA.

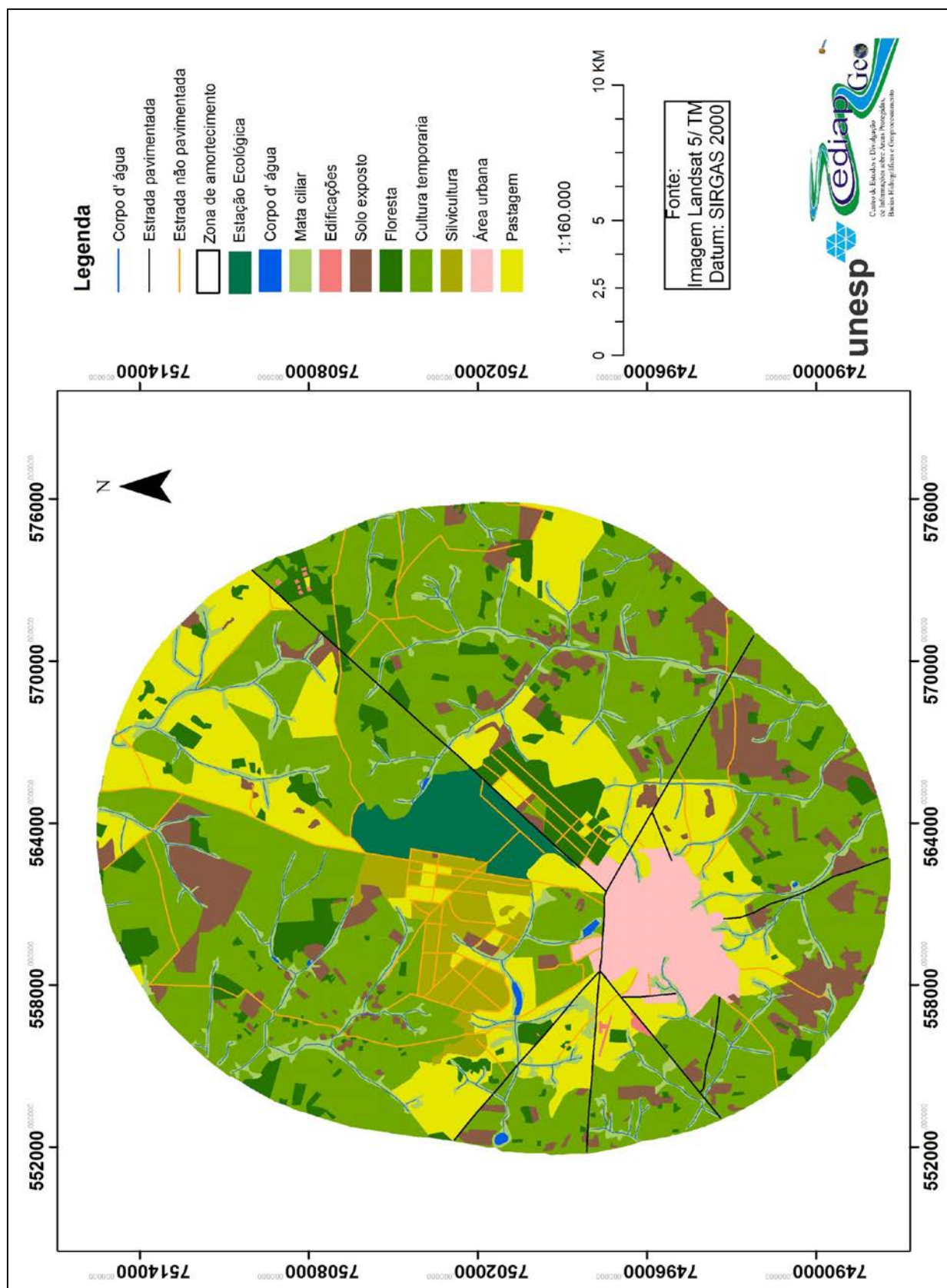
Para essa análise o índice de vegetação mostrou ser eficiente, embora a utilização das imagens de NDVI para distinção de cobertura vegetal seja efetivo, porém não conseguimos identificar uma distinção exata das classes de uso, ocorrendo assim apenas NDVIs diferentes.

5.3 USO E COBERTURA DA TERRA NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ASSIS –SP NO ANO 2000 E 2017

Para a distinção entre as diferentes classes de uso da terra, foram realizadas a classificação dos diferentes tipos de usos, como mostra as Figuras 13 e 14.

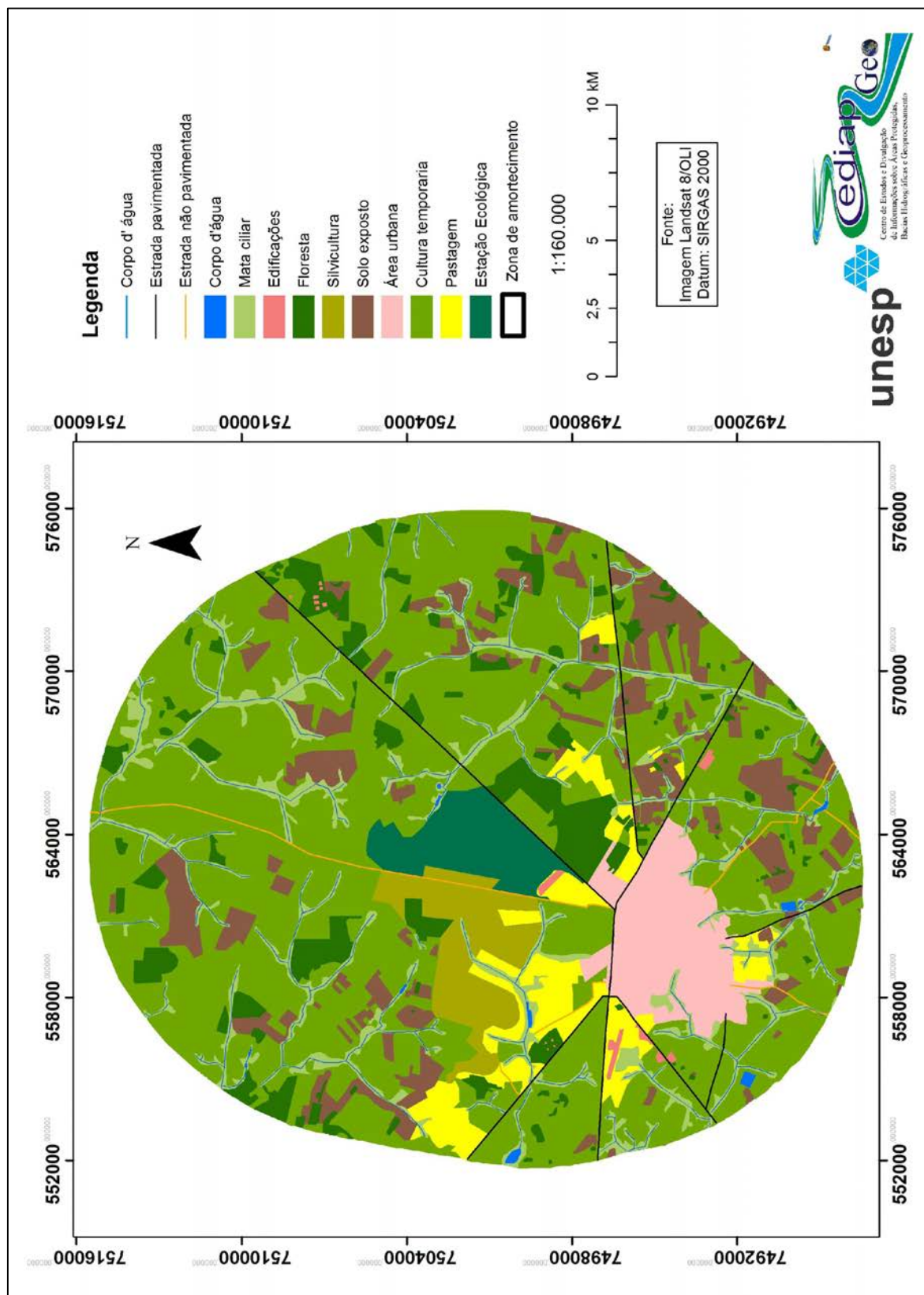
Analisando o uso e cobertura da terra no ano 2000, percebemos que a cobertura da terra que mais se destacava era a cultura temporária, dando a relevância para cultivo de cana-de-açúcar. O segundo uso em destaque foram às áreas de pastagem, que alcançam a segunda maior área da zona de amortecimento. A área urbana nesta época já obtinha um tamanho expressivo. Foram observadas também, outras formas de ocupação como a silvicultura, os resquícios de floresta e as matas ciliares.

Figura 13. Mapa de classificação do uso e cobertura da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP do ano 2000.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14. Mapa de classificação do uso e cobertura da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis – SP do ano 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor

Em 2017 ocorreram significativas mudanças principalmente em relação à segunda maior área, que é a pastagem. A pastagem seceu espaço para a área urbana e para a cultura temporária, e o que percebemos tem ocorrido a sua redução ao longo dos anos. A cultura temporária mantém como a maior área da zona de amortecimento. Outros usos que se destacaram foram à silvicultura, que ocupa uma área muito próxima da Estação Ecológica, e a mata ciliar, porém não obtiveram um crescimento relativo, e as florestas que mostraram uma redução.

Foram realizados os cálculos para obtenção do tamanho das áreas, para os diferentes tipos de uso, por meio dos polígonos representados, como mostra a Tabela 5, onde nota-se as mudanças através das áreas.

Tabela 5. Obtenção dos valores dos polígonos classificados em cada ano classificado.

Classes	Área Calculada	Área Calculada
	2000 (ha)	2017 (ha)
EEA	1.598	1.713
Pastagem	11.114	3.288
Área Urbana	2.153	2.705
Silvicultura	1.983	2.705
Mata Ciliar	4.346	5.011
Cultura Temporária	35.800	44.408
Floresta	3.751	3.965
Solo exposto	4.641	5.385
Edificações	67	119

Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a Tabela 5, pode-se observar que a classe cultura temporária é a que tem maior presença na zona de amortecimento, com uma área atualmente de 44.408 ha. Esse aumento ocorreu pela redução das pastagens, cuja área possuía um valor de 11.114 ha. A área urbana também apresentou um aumento, atualmente possui uma área de 2.705 ha, porém esse aumento contribuiu para a redução da pastagem. A Estação Ecológica se destaca com um aumento significativo da área. No ano de 2000, a sua área era de 1.598 ha, como aponta o Decreto Estadual 47.097, de 18/09/2002 a área foi ampliada e hoje apresenta um total de aproximadamente 1.713 ha. Outra classe de destaque é a silvicultura, durante esses 17 anos obteve um aumento também significativo para a zona de amortecimento. A mata ciliar também apresentou um

aumento significativo para ZA. Este aumento tem indicativo de estar relacionado com o Código Florestal, que institui as regras gerais sobre onde e de que forma o território brasileiro pode ser explorado ao determinar as áreas de vegetação nativa que devem ser preservadas e quais regiões são legalmente autorizadas a receber os diferentes tipos de uso da terra. A Lei n. 12.651/2012 define que a Área de Preservação Permanente é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Porém, a Lei 12.651/2012 (Art. 61-A) estabelece que nas Áreas de Preservação Permanente seja autorizada a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas, isto é, não são áreas que possui uma proteção integral podendo ser utilizadas para fins econômicos.

É importante apontar que as áreas descobertas são transitórias, isto é, há períodos de entressafra, de preparo do solo para o plantio e o período que a cultura está no seu estágio vegetativo. No caso da cana-de-açúcar, esta possui o período de safra entre os meses de abril e maio, isto explica a presença de áreas descobertas.

Essa mudança drástica para a cana-de-açúcar, trás problemas ambientais para o ambiente e para a população que mora próxima a esta área, como: a fuligem da queima da cana, o mau cheiro da vinhaça, a contaminação dos córregos com a utilização deste resíduo. Um das práticas dessa drástica mudança que coloca em risco a preservação da biodiversidade é pulverização aérea de biocidas próximos à unidade de conservação. Provocam riscos de contaminação da flora, fauna e dos recursos hídricos, além da perda de espécies.

5.4 GANHOS, PERDAS E PERSISTENÊNCIAS DAS CATEGORIAS DO USO E COBERTURA DA TERRA.

A partir do mapa de uso da terra dos anos de 2000 e 2017 podem ser quantificado suas perdas e ganhos e analisar as mudanças ocorridas durante esses 17 anos na zona de amortecimento.

É de extrema importância realizar essa avaliação, visto que a paisagem é um elemento em constante mudança nos dias atuais, o seu monitoramento e a análise de suas mudanças para a realização de um eficaz planejamento e um efetivo manejo para a

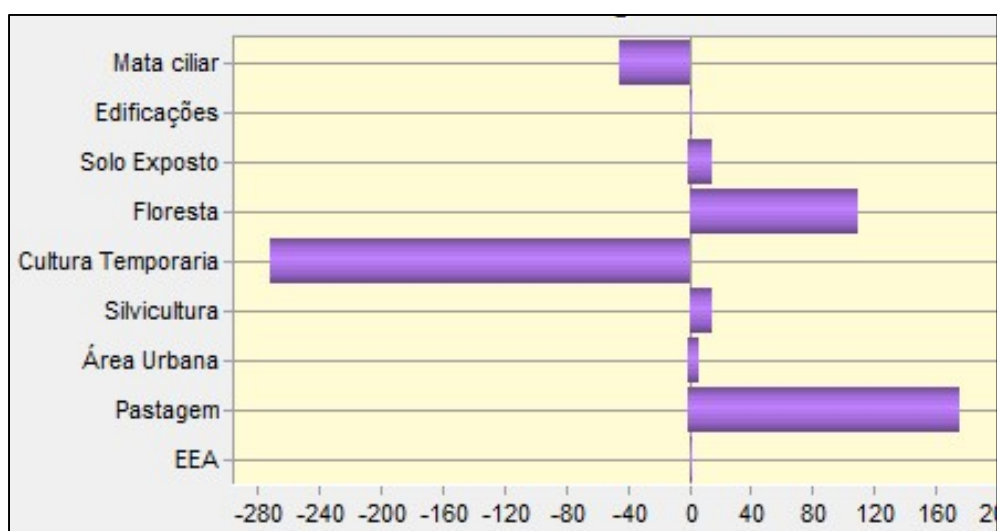
preservação de seus patrimônios naturais, além do bem-estar da população e de sua qualidade de vida.

As mudanças no uso da terra podem proporcionar informações importantes para entendermos as condições atuais e a realizar um planejamento em determinadas áreas. Serão detalhadas as mudanças e a transição no uso da terra entre 2000 e 2017, as análises dos comparativos e as mudanças mais significativas.

- Estação Ecológica de Assis (EEA)

O uso cultura temporária tem afetado a área da Estação Ecológica. Isto se mostra na figura 15, onde a barra da esquerda indica qual a categoria perdeu área e as barras do lado direito indicam o quanto à categoria ganhou em termos de áreas dos usos: pastagem, floresta, mata e área urbana. Entretanto, mesmo a categoria ter ganhado área de diversos usos, os impactos causados pela cultura temporária é prejudicial à biodiversidade.

Figura 15. Contribuição para mudança na Estação Ecológica.



Fonte: Elaborado pelo autor

Na visita a sede administrativa foi possível analisar algumas fotografias áreas antigas da Estação Ecológica (Figuras 16 e 17) onde foi observado o avanço da área da Unidade no decorrer dos anos e seus diferentes usos no seu entorno.

Figura 16. Foto aerea da Estação Ecológica de Assis no ano de 1984.



Fotografia: Autor

Figura 17. Foto aerea da Estação Ecológica de Assis no ano de 1994.

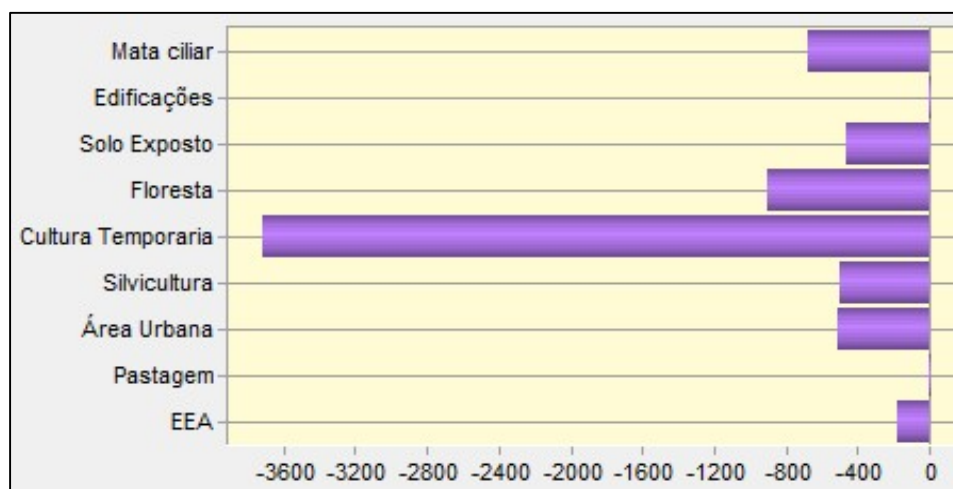


Fotografia: Autor

- Pastagem

Os usos que têm afetado as áreas de pastagem são: mata ciliar, solo exposto, Silvicultura, cultura temporária, floresta, área urbana e EEA. Nota-se que o uso em destaque é a cultura temporária, isto se deve ao fato que este uso tem ocupado uma grande parcela significativa da área e mostra-se relevante quanto à questão econômica.

Figura 18. Contribuição para mudança na pastagem.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19. Área de pastagem



Fotografia: Autor

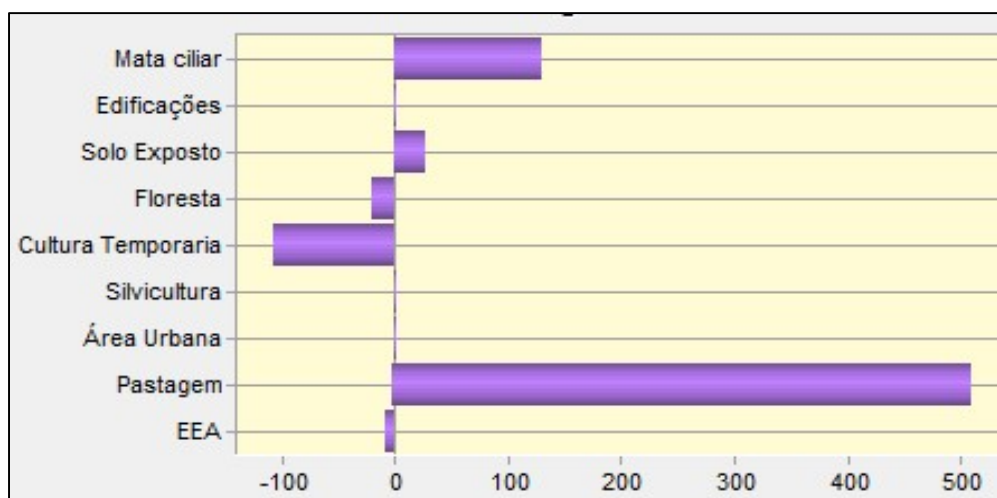


Fotografia: Autor

- Área Urbana

Na categoria área urbana houve um significativo ganho da área de pastagem, porém teve um ganho da categoria mata ciliar. A ocupação da área urbana na categoria pastagem nos mostra claramente o processo de expansão que ocorre durante esses 17 anos no município de Assis-SP, entretanto a ocupação em áreas de mata ciliar não demonstrou uma expansão conservacionista das categorias naturais.

Figura 21. Contribuição para mudança na área urbana.

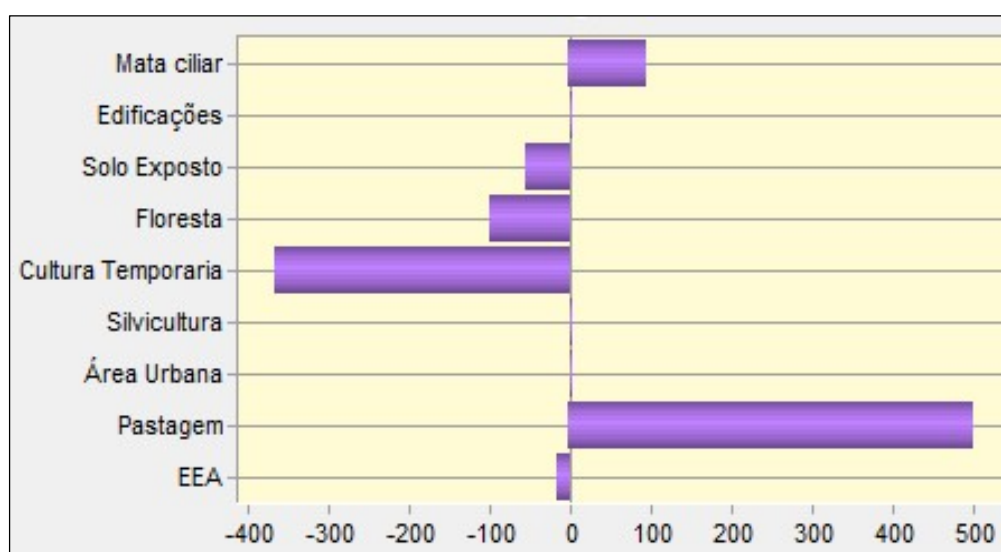


Fonte: Elaborado pelo autor

- Silvicultura

A categoria silvicultura obteve uma relação de perda de área com os seguintes usos: solo exposto, floresta, cultura temporária e EEA. Entretanto, teve-se um ganho relativo com o uso pastagem. Nota-se que este ganho pode-se considerar positivo, pois a área de silvicultura é Floresta Estadual de Assis. Segundo o seu plano de manejo, a silvicultura presente é a espécie do gênero *pinus* visando à produção de resina de madeira, culminando com a implantação de pomares clonais capazes de produzir sementes de alta qualidade genética. Hoje a unidade se constitui em um importante polo regional de difusão de técnicas de recuperação de áreas alteradas e um importante centro de fornecimento de sementes de mudas florestais.

Figura 22. Contribuição para mudança na Silvicultura.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 23. Transição entre vegetação nativa e o gênero pinus.



Fotografia: Autor

Figura 24. Área de pinus ao lado da mata.

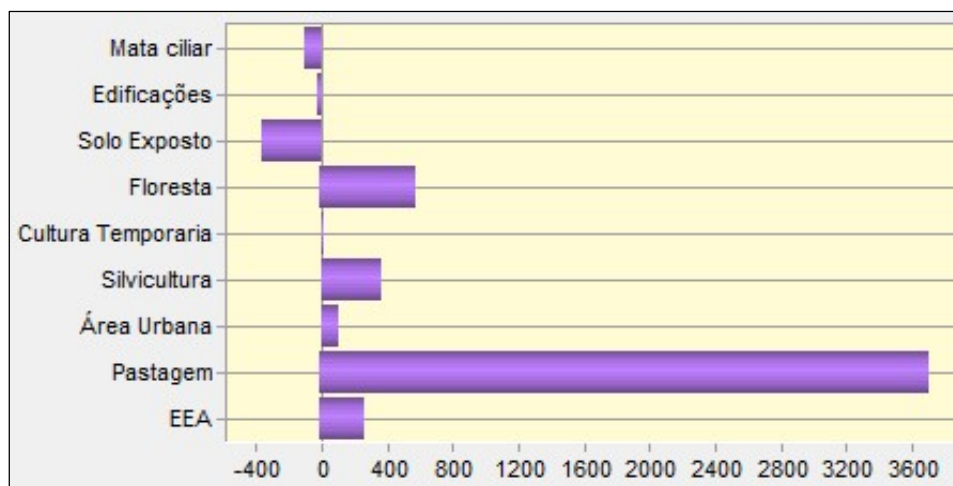


Fotografia: Autor

- Cultura Temporária

Na categoria cultura temporária as demais usos cederam área para esta categoria, foram: florestas, mata, área urbana e EEA. É considerada a mais importante dentro da zona de amortecimento, pois esta responsável por trazer impactos na EEA, além de proporcionar perdas na cobertura natural e no ambiente.

Figura 25. Contribuição para mudança na cultura temporária.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 26. Área de cultura temporária.

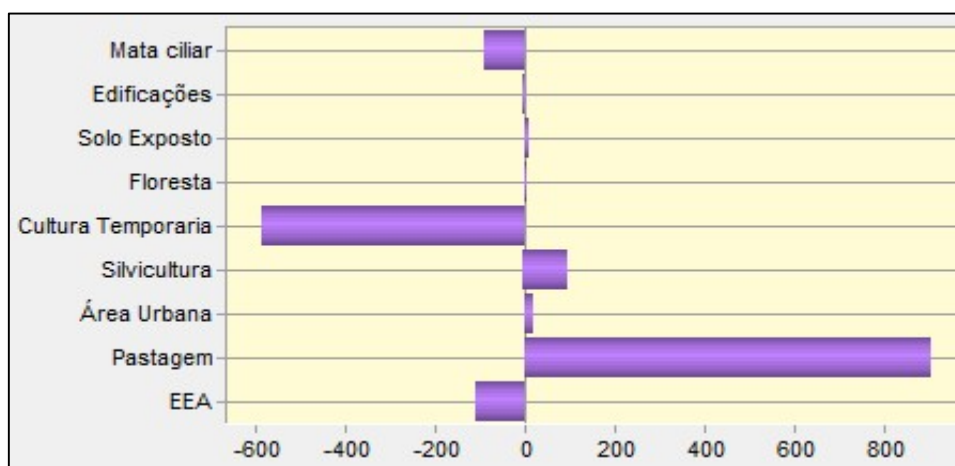


Fotografia: Autor

- Floresta

Denominamos esta categoria por todo fragmento de mata nativa encontrado. Notamos que esta categoria por ser frágil e estar em pequenas áreas espalhadas, sempre possui perdas. Percebemos que em nossa área de estudo, esta categoria cedeu grande parte de sua área para as culturas temporárias.

Figura 27. Contribuição para mudança na floresta.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 28. Cultura temporária plantada entre o vão de mata.

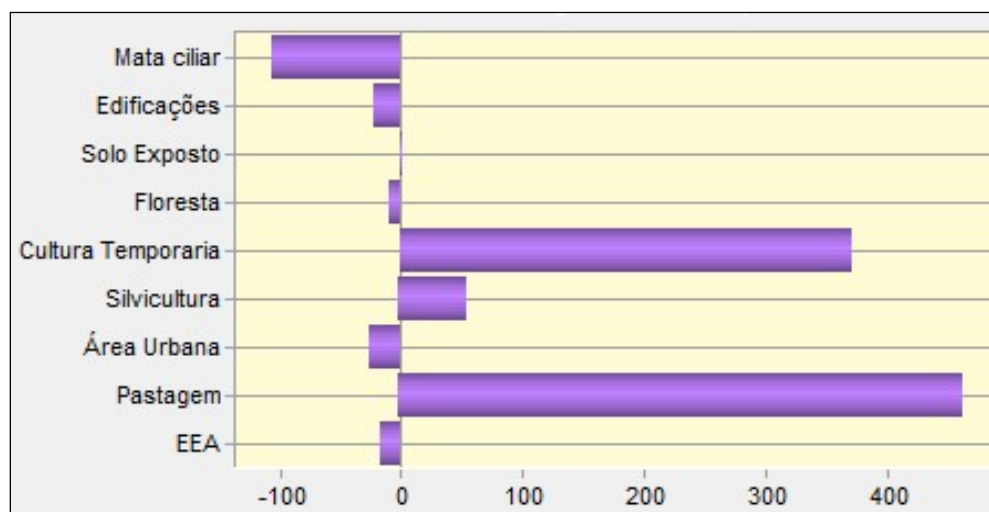


Fotografia: Autor

- Solo exposto

Esta categoria está inteiramente ligada às culturas temporárias, visto que aparecem em locais que encontra este uso. Percebemos que ganhou área da categoria mata ciliar. Podemos relacionar esse efeito com a proteção dessas áreas visando evitar impactos em cursos d'água e a preservação da vegetação.

Figura 29. Contribuição para mudança no solo exposto.

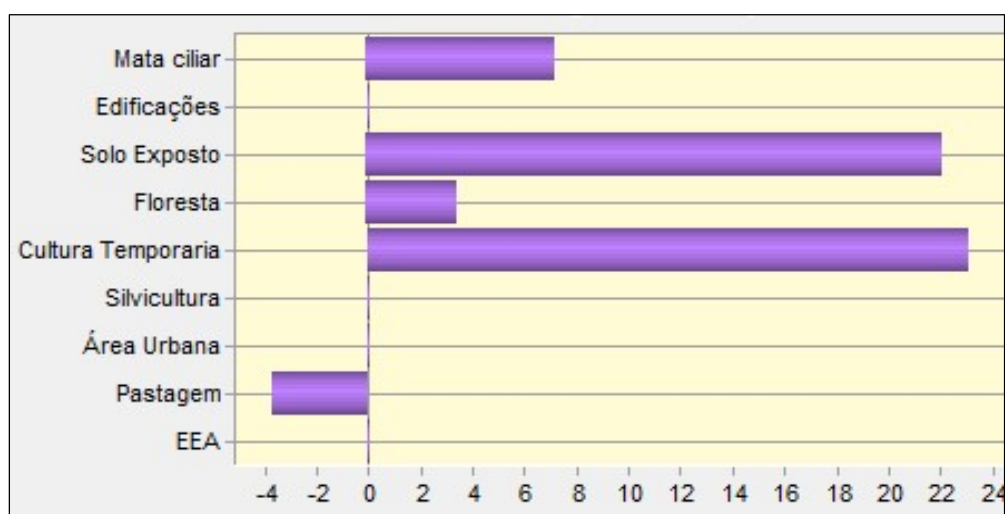


Fonte: Elaborado pelo autor

- Edificações

A categoria edificações é pequenos prédios encontrados especializados na zona de amortecimento. Foi possível observar o uso que mais perdeu área para esta categoria foi à pastagem. Em nossa visita a área encontramos um residencial de chácaras de alto padrão que se encontra na divisa com a EEA.

Figura 30. Contribuição para mudança nas edificações.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 31. Condomínio de Chácaras de alto padrão, Residencial Chácara Alvorada.



Fotografia: Autor

Figura 32. Chácaras na divisa da EEA.

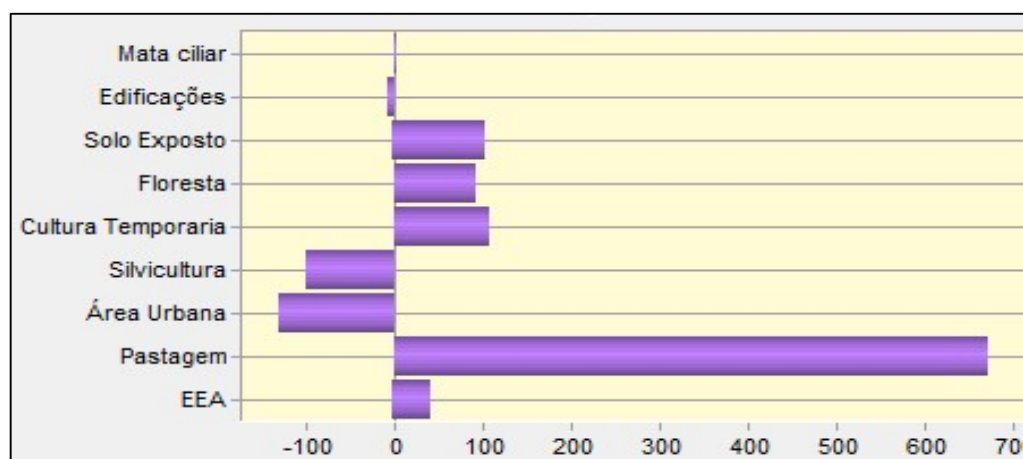


Fotografia: Autor

- Mata ciliar

Os usos que ganharam área desta categoria são: pastagem, cultura temporária, a EEA, solo exposto e floresta. Isso significa o intenso desmatamento dessa categoria e o não comprimento do código Florestal, visto que são áreas de preservação permanente e precisam ter uma cobertura de vegetação nativa, a retirada dessa vegetação pode trazer graves riscos no ambiente e aos cursos d'água. Percebemos que os usos que se destacam são: a pastagem e a cultura temporária.

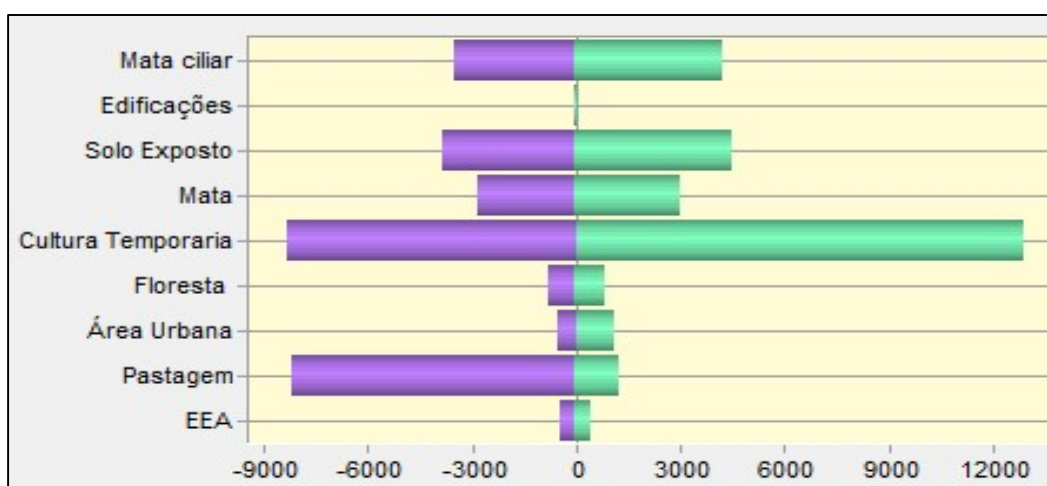
Figura 33. Contribuição para mudança na mata ciliar.



Fonte: Elaborado pelo autor

As mudanças mais significativas são as que correspondem às categorias cultura temporária e pastagem. A categoria pastagem apresentou um decréscimo, esse processo ocorreu vinculado ao reflexo da mudança econômica da área nos anos analisados. A categoria cultura temporária já existente na zona de amortecimento e começa a dar espaço para a cultura de cana-de-açúcar, configurando um cenário importante para a região. O aumento desta categoria pode ter oscilação de acordo com o mercado consumidor, porém a monocultura prevalece fortemente nesse local.

Figura 34. Gráfico de ganhos e perdas do uso da cobertura da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis dos anos 2000 e 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela 6 apresenta a síntese das mudanças corridas nas principais categorias.

Tabela 6. Comparativo de perda e ganho de cada uso entre os anos de 2000 e 2017.

Classes	Perda (ha)	Perda (%)	Ganho (ha)	Ganho (%)
EEA	449	0,43	458	0,44
Pastagem	8.224	7,83	1.269	1,21
Área Urbana	550	0,52	1.083	1,03
Silvicultura	829	0,79	895	0,85
Cultura Temporária	8.347	7,95	12.902	12,29
Solo exposto	3.851	0,04	4.560	0,09
Edificações	43	3,67	95	4,34
Mata ciliar	3.495	3,33	4.284	4,08

Floresta	2.842	2,71	3.085	2,94
----------	-------	------	-------	------

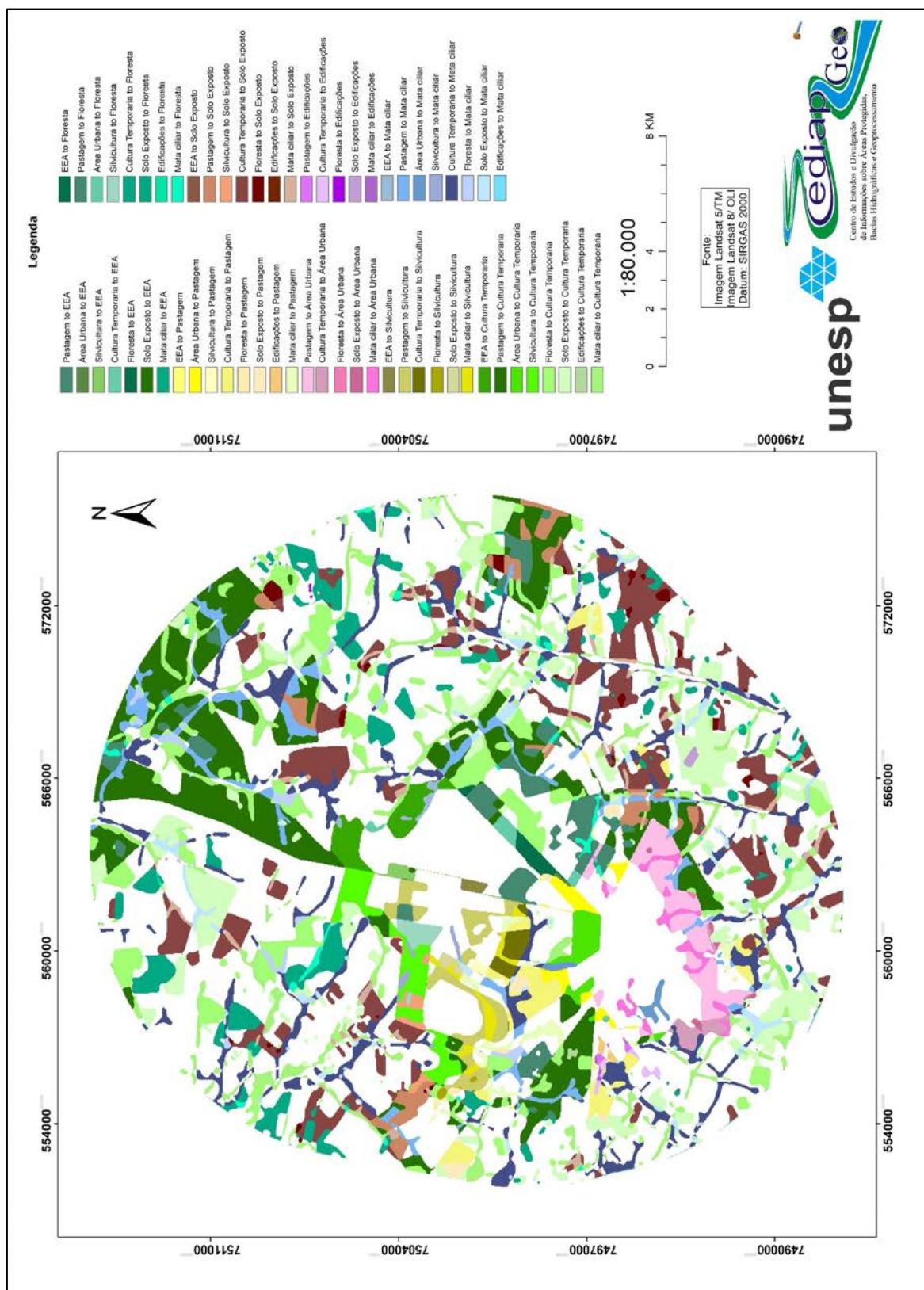
Fonte: Elaborado pelo autor

Pode observar que a categoria cultura temporária apresenta-se como a classe que mais ganhou área apresentando 12,29 % correspondendo a maior área da zona de amortecimento. A categoria pastagem também se destaca, porém como a classe que se obteve maior perda de 7,83%, está foi perdendo área para outras categorias. A categoria área urbana, teve-se um ganho relativamente pequeno em sua área. As categorias floresta, EEA, silvicultura não demonstrou mudanças significativas de suas áreas.

O mapa de mudanças (figura 35) nos proporciona observar a espacialização das categorias de acordo com as principais mudanças do uso e cobertura da terra que ocorreram nos últimos 17 anos.

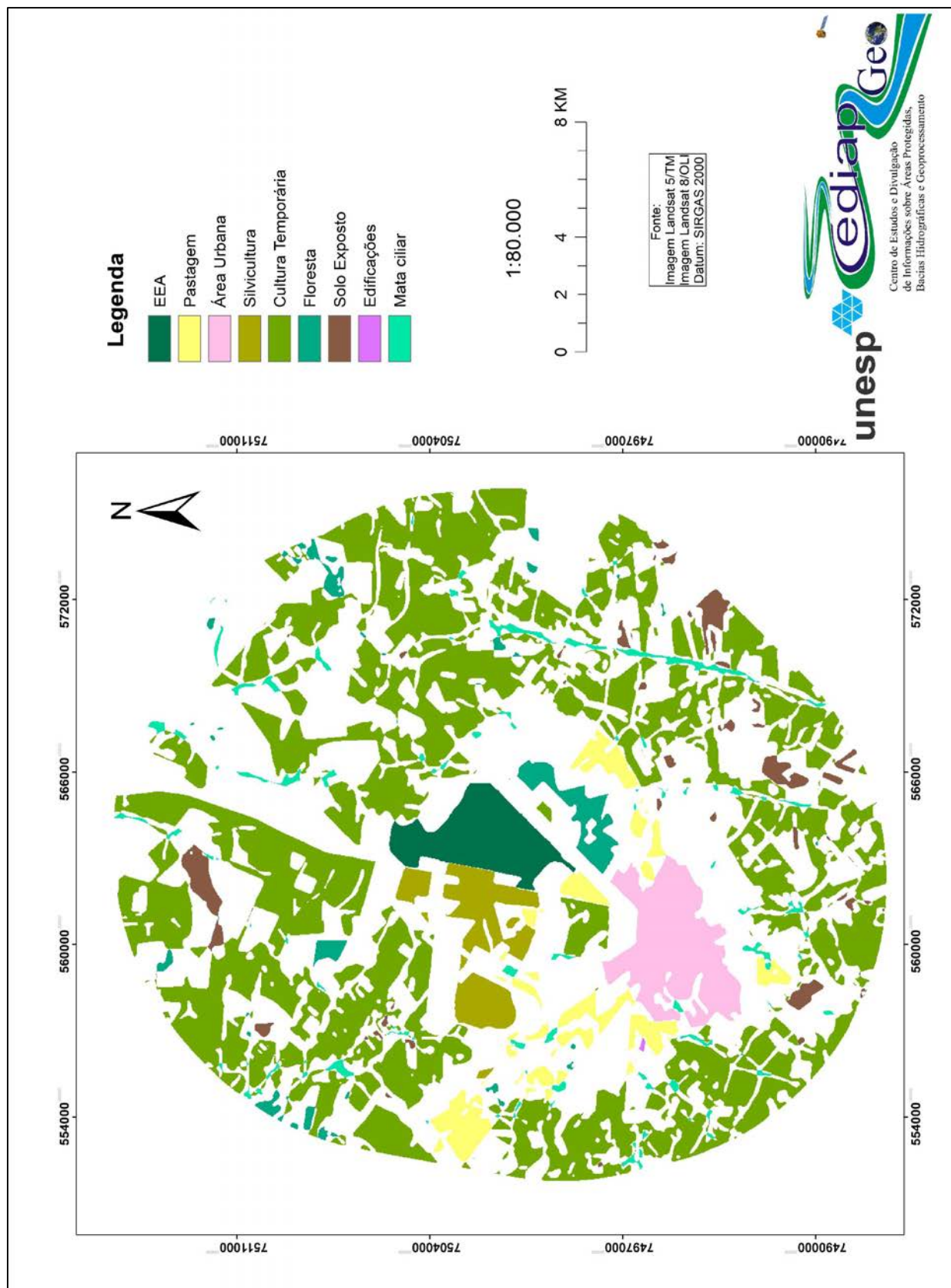
O Mapa de Persistência de uso da terra entre 2000 e 2017 (Figura 36), trás os usos que persistiram na zona de amortecimento durante esses 17 anos. Pode-se observar que a categoria de uso que obteve maior área de persistência foi à cultura temporária. As categorias pastagem, área urbana, silvicultura e EEA também aparecem como uma área de persistência.

Figura 35. Mapa de mudança do uso da terra entre 2000 e 2017 da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis– SP, por meio do modelo LCM.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 36. Mapa de persistência de uso da terra na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Assis.



Fonte: Elaborado pelo autor

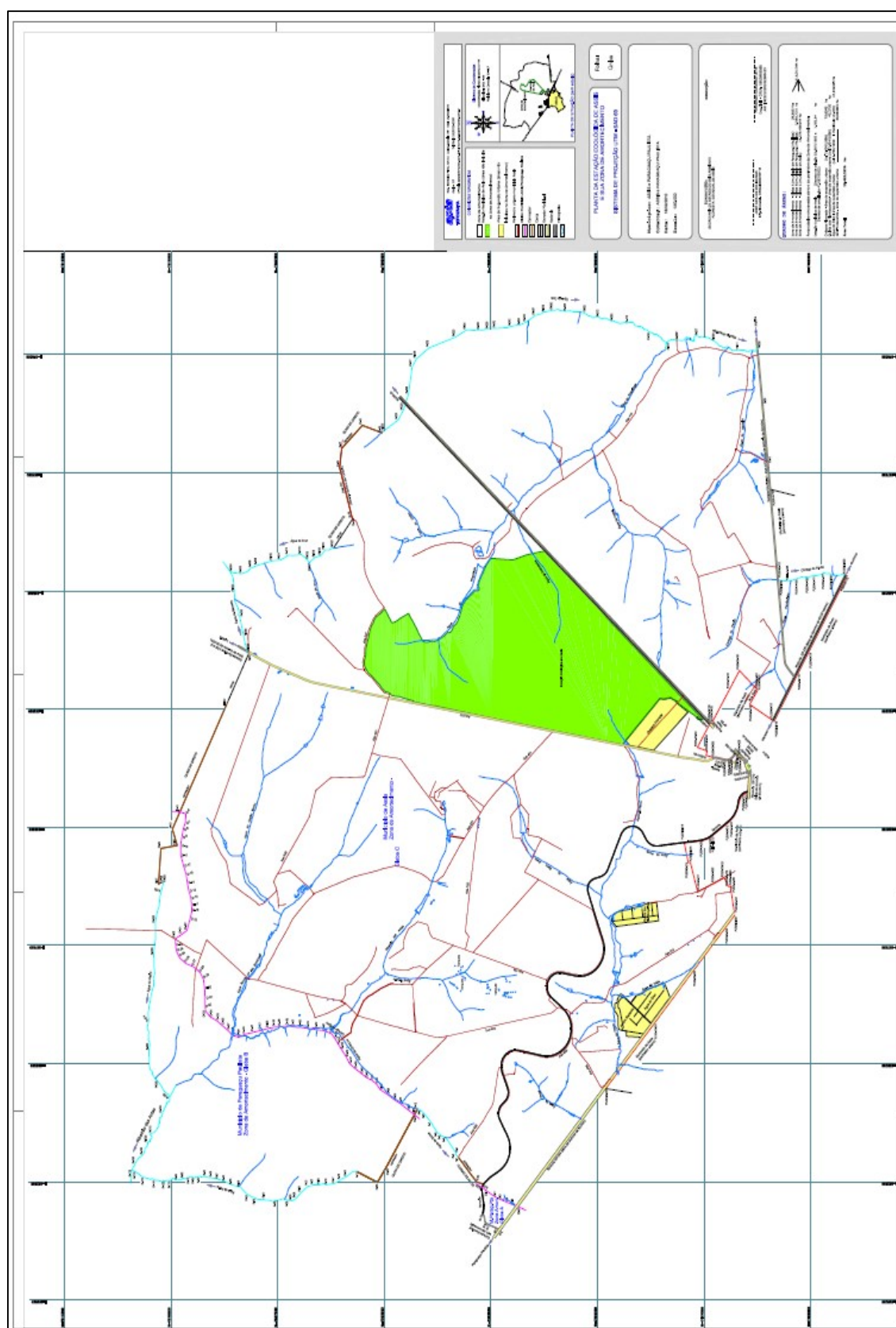
Na sede administrativa foram realizadas algumas entrevistas informais, com um dos gestores responsável pela UC, onde foi informado que existe vigente uma nova área de delimitação da ZA em vigor. De acordo com gestores locais, as Unidades de Conservação que apresentam plano de manejo, utilizam de uma ZA imposta pela resolução CONAMA 13/1990 que delimitada a ZA de acordo com as necessidades locais. Desta forma, foi estabelecida pelos gestores locais uma nova ZA, como mostra a demarcação na figura 26, essa nova área marcada, foi delimitada baseada nos seguintes divisores: redes de drenagem e rodovias do entorno.

Segundo Vio (2001) citado por Ribeiro (2010), afirma que a Zona de Amortecimento regulamentada pela Resolução CONAMA 013/1990, determina em seu art. 2 que toda atividade que pudesse afetar a biota, prejudicando as áreas circundantes das unidades de conservação, em um raio de dez quilômetros fosse licenciada pelo órgão ambiental competente. Porém, o art. 25 da lei do SNUC revogou a resolução. Segundo a norma vigente, cabe ao órgão responsável pela administração da unidade estabelecer a regular a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento. Seus limites podem ser estabelecidos no ato da criação da unidade de conservação ou posteriormente, sendo o mais comum após a criação da unidade, de acordo com o que foi determinado pelo plano de manejo.

Sobre a delimitação da ZA realizada pela gestão da UC, Gamen (2015) afirma:

“Os aspectos a considerar na delimitação da ZA é que a Lei do SNUC não define critérios específicos para esse procedimento. Entretanto, não há como definir, em lei, critérios gerais para delimitação da ZA. Esses limites devem ser analisados caso a caso, sempre baseados em estudos técnicos que orientem o órgão gestor sobre os aspectos ecológicos e as atividades socioeconômicas presentes na área”. (GAMEN, 2015).

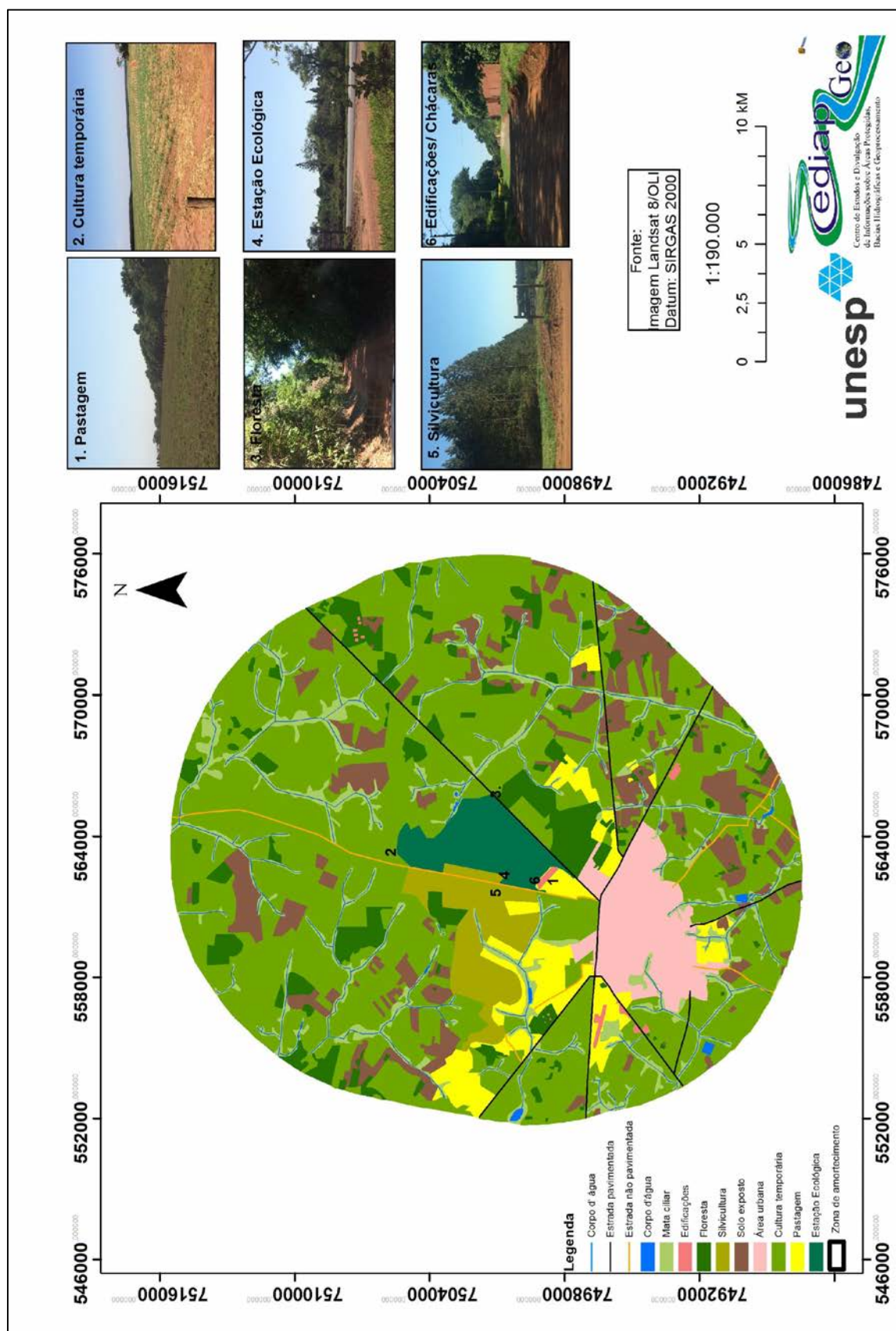
Figura 37. Mapa da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Assis elaborado pela gestão da UC.



Fonte: IF (2017)

Para uma melhor compreensão e entendimento geral da pesquisa a Figura 38, simplifica a identificação dos diferentes usos da terra e a importância do mapeamento e monitoramento utilizando imagens orbitais, para identificação desses usos no entorno das Unidades de Conservação.

Figura 38. Mapa síntese



Fonte: Elaborado pelo autor

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processamentos digitais nas imagens orbitais proporcionaram analisar de forma correta a Estação Ecológica de Assis, e o seu entorno. Foi possível verificar as mudanças corridas entre os 17 anos analisados e identificar as mudanças significativas para a Zona de Amortecimento. Através do módulo Land Change Modeler (LCM), destacamos a espacialização, a dinâmica e as transformações ocorridas neste período. Nota-se que a ZA hoje encontra-se tomada integralmente por usos que afetam a conservação da EEA e podendo gerar impactos negativos, como por exemplo: a cultura temporária

Pode-se concluir que as técnicas de classificação foram precisas para as análises realizadas do uso da terra nas duas imagens em diferentes períodos. A utilização destes procedimentos nos permitiu mapear e identificar as mudanças ocorridas nesses períodos. As condições de isolamento entre a unidade e a deterioração desse fragmento de entorno dificultam o fluxo gênico de plantas e animais colocam em risco a sobrevivência das espécies nos fragmentos e na própria unidade de conservação. Essas mudanças sem uma devida preocupação podem trazer consequências mananciais, a fauna e principalmente a vegetação do Cerrado. Portanto, para a minimização desses problemas, é necessário uma forma de manejo adequado e um trabalho de sensibilização da população local.

Podemos aferir com as análises efetuadas, que as características das variações morfométrias da zona de amortecimento, encontra-se em um ambiente favorável para o desenvolvimento agrícola, pois possui relevos planos e suavemente ondulados. O conhecimento dos parâmetros analisados permite a utilização de técnicas adequadas e o planejamento ambiental efetivo, a fim de aproveitar o potencial da área, seja sócio econômico ou ambiental, buscando a preservação dos recursos naturais ali presentes.

Pode-se afirmar a hipótese do trabalho de que a utilização de dados orbitais podem contribuir ao monitoramento das UCs, e as mudanças no uso da terra, monitorando se a degradação ambiental na área tem intensificado.

Destaca-se com este trabalho a importância das técnicas de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e análise espacial, que deram apoio à base de dados e à modelagem em ambientes SIG, considerada uma ferramenta importante para o auxílio no processo de tomada de decisão.

A realização do trabalho de campo foi fundamental como um dos processos da pesquisa, pois possível aferir a classificação de uma maneira eficiente, porém fica como sugestão a realização do trabalho de Campo também no início da pesquisa, garantindo assim o conhecimento prévio da área.

Levando em consideração o curto espaço de tempo aplicado ao desenvolvimento desse Trabalho de Conclusão de Curso, os ganhos e conhecimentos adquiridos foram sem dúvida relevante para mostrar a importância do conhecimento e do papel do geógrafo na área de pesquisa aplicada.

Como sugestão para estudos futuros, indicamos a aplicação dos procedimentos metodológicos baseados na análise integrada e aplicações da técnica Fuzzy, como meio de demarcar as áreas de transição entre os diferentes tipo de usos principalmente levando em consideração o efeito de borda, atrelado as geotecnologias para os estudos em Unidades de Conservação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N.. **Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidade paisagística**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2005. 159 p.

ALBANEZ, A.C.M.P. **Caracterização dos fragmentos florestais a partir de estudos de ecologia da paisagem para o município de Ponte Nova- Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: 2000.

ALVARENGA, A.S; MORAES, M.F. **Utilização de imagens Landsat-8 para a caracterização da cobertura vegetal**. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>> Acessado em: Jul /2017.

ARAÚJO FILHO, M.C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. **Proposta de um sistema hierárquico de classificação de cobertura da terra baseado na análise de imagens de satélite**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. Esboço metodológico. Curitiba: R.Ra´E GA, n.8, p.141-152, 2004

BONGIOVANNI, S.. **CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE ASSIS: A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS COBERTURAS CENOZÓICAS**. 2008. 233 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Geologia Regional, Geologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008

BORATTO, I.M.P; GOMIDE, R.L. **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, PR. Abril/2013.

BRASIL. **Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. Consultoria Legislativa. Estudo. Zonas de Amortecimento de unidades de conservação**. Autor Roseli Senna Ganem. Brasília: Março, 2015.

_____. Lei Federal Nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico em Geociência. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350400&search=||inifogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acessado em: out/2017.

_____. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implantação da nova lei. Rio de Janeiro: Ipea, 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 13, de 6 de dezembro de 1990. In: Resolução, 1990.

_____. Entenda as principais regras do código florestal. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/11/entenda-as-principais-regras-do-codigo-florestal>>. Acessado em: 11/10/2017.

BRUCK, E.C; ONO, H.Y; FONSECA, H.C; LUDUVICE, M.L; DINIZ, M.M; SIMÕES, N.S. **Unidades de conservação**. Revista do Serviço Público. Brasília, v.40, n.4, 1983.

CAMPOS, S; ARAÚJO JÚNIOR, A.A; BARROS, Z.X; CARDOSO, L.G; PIROLI, E.L. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu – SP**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, p.431-435, maio/ago. 2004.

CBH-MP. **Comitê de Bacias Hidrográficas do Médio Paranapanema**. UGRHI-17. Disponível em: < <http://cbhmp.org/ugrhi-17/>>. Acessado em: out/2017.

CREPANI, E.; DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y.E.; FIDALGO, E.C.C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no mapeamento regional da cobertura e uso atual da terra**. Rev. Geografia, Rio Claro, Vol. 27 (1): 119-135, abril 2002.

CLARK LABS. **Land Change Modeler in TerrSet**. Disponível em: < <https://clarklabs.org/terrset/land-change-modeler/>>. Acessado em: out/2017

CRIADO, R.C. **Mudanças no uso e na cobertura da terra em municípios do pontal do Paranapanema de 1984 a 2014**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente: 2016.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Código Florestal. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/area-de-preservacao-permanente>> Acessado em: out/2017.

_____. **Brasil em relevo**. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/>>. Acessado em: set/2017.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 2 ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA –SPI, 2006.

FENGLER, F.H; SILVA, A.M; PECHE-FILHO, A; STORINO, M; RIBEIRO, A.I; MEDEIROS, G.A. **Análise temporal da cobertura do solo na zona de amortecimento de reserva biológica**. Revista Brasileira de ciências Ambientais – Nº 25. Setembro de 2012.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FRANCO, M.M.F.; MUNIZ, J.; NOVAS, M.F.B. **Geotecnologia aplicada na análise temporal de índice de vegetação do Parque Estadual da Serra da Tiririca**. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba. Abril/2011. P. 1942.

GALLETI, G. **Diagnóstico da estrutura da paisagem da estação ecológica de Avaré e seu entorno, como subsídio à sua conservação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. Sorocaba: 2013.

GUERRA, J.T; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, J.T.; MARÇAL, M.S. Geomorfologia ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006

IF (Instituto Florestal). **Plano de Manejo**: Estação Ecológica de Assis (SP). São Paulo: IF, 2010. 171 p. Disponível em: http://www.iflorestal.sp.gov.br/Plano_de_manejo/EEc_Assis/Plano_de_Manejo_EEc_Assis.pdf. Acesso em: jan/2017.

_____. **Plano de Manejo da Floresta Estadual de Assis (SP)**. São Paulo: IF, 2007. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/RIF/SerieRegistros/IFSR30/IFSR30.pdf>. Acesso em: jan/2017.

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisa Espacial**. Catalogo Digital. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>> . Acessado em: Jan/2017.

_____. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_sen.html>. Acessado em: out/2017

JENSEN, J. R. (1949) **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres / tradução José Carlos Neves Epiphany et al. São José dos Campos. SP. 2009.

KLEIN, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora da Unesp, 2002. 156 p.

LEITE, E. F.; ROSA, R. **Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins**. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n.12, p. 90-106,dez. 2012.

LUCAS, D.F. **Análise espacial dos fragmentos florestais do município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG**. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2011

MATEO, J.m. et al. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora Ufc, 2004. 222 p

MMA. **Ministério do Meio Ambiente**. Download de dados geográficos. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>> . Acessado em: Jan/2017.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UNB, 2012. MOREIRA, C. M. **Avaliação de métodos fitossociológicos através de simulações de amostragem numa parcela permanente de cerradão, na Estação Ecológica de Assis, SP**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de São Paulo. Piracicaba: 2007.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. Ed. Atual. Ampl. – Viçosa: Ed. UFV, 2005.

MORSELLO, C.. **Áreas protegidas públicas e privadas**. São Paulo: Annablume, 2001. 343 p.

NASA. **National Aeronautics and Sapce Administration**, Landsat 8 Overview. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-overview/>> Acessado em: out/2017.

_____. Shuttle radar topography mission. Disponível em: <<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>> Acessado em: out/2017.

NOGUCHI, M.T.G; BELLON, O.R.P.; ARAKI, H. **Um sistema baseado em regras fuzzy para classificar imagem multiespectral do Ikonos** In: I simpósio de Ciência Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife. Setembro/2004.

NORA, E.L.D; SANTOS, J.E. **Dinâmica ambiental da zona de amortecimento de áreas naturais protegidas**. Revista Ambiência. Guarapuava, v.7, n.2, 2011.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.

OLIVEIRA, J.S.S. **Índice de vegetação (BDVI, IVAS, IAF, NDWI) como subsídio à gestão do uso e ocupação do solo na zona de amortecimento da reserva biológica de Saltinho, Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife: 2013

PINHEIRO, E.S.; DURIGAN, G. **Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidades de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil**. Revista Brasileira. Botânica. São Paulo, v.32, n.3, p. 441-454. Jul/Set 2009.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

PENNA, Nelba Azevedo. **URBANIZAÇÃO, CIDADE E MEIO AMBIENTE. Geosp - Espaço e Tempo, São Paulo**, São Paulo, v. 12, p.125-140, 2002.

RIBEIRO, M.F; FREITAS, M.A.V; COSTA, V.V. **O desafio da gestão ambiental de zona de amortecimento de unidade de conservação** In: VI Seminário Latino

Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Coimbra. Maio/2010.

RIBEIRO, M.V; SILVA, T.M; ASSUNÇÃO, T.T. **Uso de sensoriamento remoto para análise da zona de amortecimento em três unidades de conservação de proteção integral no estado de Goiás.** Rev. Geo. UEG – Porangatu, v.6, n.1, p.112-124, jan/jun. 2017.

RISSO, L. C.. **PAISAGENS E CULTURA: uma reflexão teórica a partir do estudo de uma comunidade indígena amazônica.** Espaço e Cultura, Rio de Janeiro - RJ, v. 23, p.67-76, 2008.

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada.** Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, v. 16, 2005.

ROSENDO, J.S; ROSA, R. **Análise da detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal utilizando a diferença de índice de vegetação.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis. Abril/2007.

ROSSATTO, D.R; KOLB, R.M. **Comportamento fenológico da liana *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae) em área de cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP, Brasil.** Revista Brasileira de Biociências Porto alegre, v. 9, n. 3, p. 289-296, jul/set. 2011.

ROUSE, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS.** In: Third ERTS Symposium, Proceedings, NASA SP-351, NASA, Washington, DC, v. 1, p. 309-317, 1973.

SANTOS, A. R.; PELUZIO. T. M. O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: Aplicações Práticas.** Alegre: CAUFES. 153 p 2010.

SANTOS, E.P; PIROLI, E.L. **Deteção de mudanças no uso e cobertura da terra utilizando Land Change Modeler: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo, Pontal do Paranapanema.** In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. João Pessoa – PB. Abril/2015.

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia.** Curitiba: R.Ra'E GA, n.7, p.79-85, 2003.

SILVA, C.E. **Geoprocessamento com utilização do satélite landsat 5 TM para estudo de caso do município de Betim.** Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2012/02/14/geoprocessamento-com-utilizacao-do-satelite-landsat-5-tm-para-estudo-de-caso-do-municipio-de-betim/>> Acessado em: 10/10/2017.

SILVA, L.A.S. **Transformações no uso e cobertura da terra na microbacia Água do Jacu, município de Ourinhos –SP.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Ourinhos: 2017.

SOTSCHAVA, V.B. **O estudo dos geossistemas**. Métodos em questão. S.Paulo: IG, USP, número 16, 1971.

SPAROVEK, Gerd et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos: CEBRAP**, Rio de Janeiro - RJ, v. 30, n. 89, p.111-135, mar. 2011. Quadrimestral.

TAMBOSI, L.R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento**. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado de São Paulo. São Paulo: 2008.

TERRSET. Land Change Modeler – LCM – **Modelagem de Detecção de Mudanças**. Disponível em: <<http://www.terrset.com.br/index.php/idrisi/lcm>>. Acessado em: out/2017.

VALERIANO, M.M. **Dados topográficos**. In: FLORENZANO, T.G. (Org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Contexto, 2008.

VASCONCELOS, V. V et al. RECARGA DE AQUÍFEROS: EPISTEMOLOGIA E INTERDISCIPLINARIDADE. **Internacional Interdisciplinar Interthesis**, Santa Catarina, v. 10, n. 2, p.1-48, 2013.

VIEIRA, D.J.E.; NUNES, G.M.; SILVA, T.S.F.; LENZI, I.L.C. **Análise da mudança da cobertura da terra na região do Parque Estadual do Araguaia, MT, por meio de classificação orientada a objeto e dados Landsat 5 TM**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu. Abril/2013.

ZANATA, J.M. **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito, município de Avaré e Itatinga-SP**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente: 2014.