



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS DE PORTO NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MARILÉIA LACERDA BARROS SILVA

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA COMO AGENTE DE
TRANSFORMAÇÃO AMBIENTAL NA APA SERRA DO LAJEADO – TO.**

MARILÉIA LACERDA BARROS SILVA

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA COMO AGENTE DE
TRANSFORMAÇÃO AMBIENTAL NA APA SERRA DO LAJEADO – TO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia da Universidade Federal do Tocantins,
nível de mestrado acadêmico.

Orientador: Sandro Sidnei Vargas de Cristo

Linha de pesquisa: Análise e Gestão Geoambiental

Porto Nacional - TO
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S586a Silva, Marileia Lacerda Barros.

Análise do uso e ocupação da Terra como agente de transformação ambiental na APA Serra do Lajeado – TO. / Marileia Lacerda Barros Silva. – Porto Nacional, TO, 2023.

92 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Geografia, 2023.

Orientador: Sandro Sidnei Vargas de Cristo

1. Uso e Ocupação da Terra. 2. Área de Preservação Ambiental. 3. Sensoriamento Remoto. 4. Geoprocessamento. I. Título

CDD 910

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARILÉIA LACERDA BARROS SILVA

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA COMO AGENTE DE
TRANSFORMAÇÃO AMBIENTAL NA APA SERRA DO LAJEADO –
TO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia da Universidade Federal do Tocantins,
nível de mestrado acadêmico.

Orientador: Sandro Sidnei Vargas de Cristo

Linha de pesquisa: Análise e Gestão Geoambiental.

Data da Aprovação: ____/____/____. Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sandro Sidnei Vargas de Cristo
Orientador – UFT

Prof. Dr. Emerson Figueiredo Leite
Membro - UFMT

Prof^a. Dra. Mariléia Oliveira Bispo
Membro - UFT

Dedico essa Dissertação ao meu Deus, Jesus o Cristo, minha mãe, meu esposo, meu filho, irmãos, sogra, cunhadas, cunhados, amigos e a todos que direto e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento dela.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus pela vida, bondade, cuidado, fidelidade e amor que tem me dado todos os dias, sem o qual jamais conseguiria ter feito essa dissertação.

Ao meu esposo Ronaldo Araújo Silva e ao meu filho Lucas Lacerda Araújo Silva por dividirem todos os momentos deste trabalho, pela paciência que tiveram para comigo, por muitas madrugadas que não estive aos seus lados, por tantos passeios que não pude lhes acompanhar, ou seja, por me entender e compreender em todas as situações.

À Universidade Federal do Tocantins (UFT), ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) e a todos os professores do programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Demanda Social pela concessão de bolsa, sem a qual jamais poderia ter concluído essa dissertação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sandro Sidnei Vargas de Cristo pela orientação, apoio e paciência, por todas as horas do dia e da noite em que me dedicou o seu precioso tempo para me orientar, de forma que viesse a concluir essa dissertação. Não poderia jamais pagar por cada momento dedicado, pois é imensurável tudo o que fez por mim nesses dois anos.

Ao professor Dr. Rodolfo Alves Luz pelas conversas ao longo das caronas que me dava para a UFT, pelo apoio e por toda vez que auxiliou em minhas dúvidas. Ao professor Dr. Emerson Figueiredo Leite por aceitar participar como examinador na qualificação e defesa final desta dissertação. Ao professor Dr. Lucas Barbosa e Souza por aceitar participar como examinador do projeto e qualificação desta dissertação. À professora Mariléia de Oliveira Bispo por aceitar participar como examinadora da dissertação final.

Ao Laboratório de Geoprocessamento do Curso de Geografia, Campus de Porto Nacional, pelo apoio e espaço cedido a minha pessoa.

À Universidade Federal do Tocantins pelo apoio no transporte para a realização do trabalho de campo.

À minha mãe Derocy Lacerda Barros, bem como, aos meus irmãos por me ajudarem no que foi preciso.

À todos os colegas de turma, que mesmo de forma online, trocaram ideias e sanaram dúvidas, em especial o meu amigo Benilson Pereira de Sousa pelas longas conversas e troca de experiências.

À minha amiga Jobherlane Farias Costa e seu esposo, Rangel Cavalcante pela infinita paciência que sempre teve comigo, sempre que possível, me ajudou e incentivou para concluir o mestrado.

À todos os meus amigos e conhecidos pela compreensão de não ter condições de estar presente em todos os eventos solicitados.

Porque Dele, e por meio Dele, e para Ele são todas as coisas. A Deus, pois, a glória eternamente, Amém.

Romanos: 11:36.

RESUMO

As mudanças da cobertura vegetal, de ocupação e de uso da Terra ocorrem em todo Planeta, estão fortemente associadas ao crescimento populacional e aos processos de desenvolvimento socioeconômico, o Tocantins não é exceção deste cenário. Como local de forte evidência dessa situação tem-se a Unidade de Conservação da Natureza e Área de Proteção Ambiental da Serra do Lajeado, localizada no Tocantins, antigo estado de Goiás e objeto de observação do presente estudo. As alterações sofridas na região podem ser facilmente identificadas, a partir da década de 70, após a edição do Decreto nº 75.320, de 24 de Janeiro de 1975, normativa que criou o POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados). Este programa governamental visava desenvolver a região do Cerrado, promovendo sua ocupação, mas o processo foi muito acelerado, tanto nas formas de ocupação, como de uso dos recursos, gerando necessidade de monitoramento e levantamento. Dado esse cenário, este tipo de levantamento tornou-se essencial para compreensão do espaço geográfico e das expansões de desenvolvimento. O presente estudo valeu-se do uso da interpretação de imagens de satélite para elaboração de mapas temáticos e representação do uso e ocupação da terra, principalmente aquelas correspondentes à Unidade de Conservação da Serra do Lajeado, localizada nos municípios de Palmas, Lajeado, Aparecida do Rio Negro e Tocantínia (região central do Estado do Tocantins). Foram usadas técnicas de coleta de imagens de Geoprocessamento, com registro, realce, segmentação e classificação supervisionada, abrangendo os anos de 1989, 2000, 2010 e 2019. Foram observadas modificações na paisagem da APA, no tempo e no espaço, tanto por ação dos agentes de transformação que ocuparam a área, como pelas formas de uso da mesma. Mereceu destaque a formação savânica campestre que abrangia 48% da região nos anos de 1989, e que passou para menos de 1% no ano de 2019, sendo o tipo de uso com maior alteração do ambiente se comparado aos demais. Outro ponto de relevância foi a expansão agropecuária que passou de 26% em 1989, para 66% em 2019. De modo que, há uma significativa redução da vegetação campestre no Cerrado e uma grande expansão da atividade agrícola de latifúndio na região, causando grandes mudanças na paisagem natural do local.

Palavras-Chave: Uso e Ocupação da Terra, Área de Preservação Ambiental, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

ABSTRACT

Changes in vegetation cover, occupation and use of the Earth occur throughout the Planet, are strongly associated with population growth and socioeconomic development processes, Tocantins is no exception to this scenario. As a place of strong evidence of this situation there is the Nature Conservation Unit and Environmental Protection Area of Serra do Lajeado, located in Tocantins, former state of Goiás and object of observation of the present study. The changes suffered in the region can be easily identified, starting in the 1970s, after the publication of Decree nº 75,320, of January 24, 1975, the regulation that created the POLOCENTRO (Cerrados Development Program). This government program aimed to develop the Cerrado region, promoting its occupation, but the process was very accelerated, both in terms of occupation and use of resources, generating a need for monitoring and surveying. Given this scenario, this type of survey has become essential for understanding geographic space and development expansions. The present study used the interpretation of satellite images to prepare thematic maps and represent the use and occupation of land, mainly those corresponding to the Serra do Lajeado Conservation Unit, located in the municipalities of Palmas, Lajeado, Aparecida do Rio Negro and Tocantínia (central region of the State of Tocantins). Geoprocessing image collection techniques were used, with registration, highlighting, segmentation and supervised classification, covering the years 1989, 2000, 2010 and 2019. Changes were observed in the APA landscape, in time and space, both due to the action of agents of transformation that occupied the area, as well as the ways in which it was used. The rural savanna formation that covered 48% of the region in 1989, and which dropped to less than 1% in 2019, was worth highlighting, being the type of use with the greatest change in the environment compared to the others. Another point of relevance was the agricultural expansion, which went from 26% in 1989, to 66% in 2019. Therefore, there is a significant reduction in rural vegetation in the Cerrado and a great expansion of large-scale agricultural activity in the region, causing a very large change in the natural landscape of the place.

Keywords: Land use and occupation, Environmental Preservation Area, Remote Sensing and Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da APA Serra do Lajeado Tocantins	22
Figura 2: A Imagem Landsat 8 composição colorida 7B 6G 5R B Imagem Equalizada	40
Figura 3: A Imagem Landsat 5 2010 5R4G3B, B Imagem Segmentada	41
Figura 4: A Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 1989, B Classificação obtida através da segmentação com limiar 5 e área 20...	43
Figura 5: A Imagem Landsat5 5R4G3B, B Imagem segmentada	43
Figura 6: A Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 2000, B Classificação obtida através da segmentação com limiar 5 e área 12	44
Figura 7: A Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 2010 B Classificação obtida através da segmentação com limiar 4 e área 8	44
Figura 8: A Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 2019 B Classificação obtida através da segmentação com limiar 4 e área 8	45
Figura 9: A Fitofisionomia de Formação Florestal com mata ciliar B Fitofisionomia Cerradão	46
Figura 10: A e D: Assoreamento de canais de drenagens; B e C presença de espécies invasoras	47
Figura 11: A Cerrado Stricto Sensu, B Campo Sujo	48
Figura 12: A imagem Landsat 5 ano 2010, B imagem acoplada com mapa, C mapa com presença de omissão, confundindo sombra com área de cicatriz de fogo	50
Figura 13: Fluxograma dos procedimentos técnicos e metodológicos e da estruturação da pesquisa	51
Figura 14: Mapas de Uso e Ocupação da Terra elaborados na pesquisa	52
Figura 15: Mapa Hidrográfico APASL	53
Figura 16: Mapa Geológico APASL	54
Figura 17: Mapa Geomorfológico APASL	55
Figura 18: Mapa Pedológico APASL	56
Figura 19: Mapa de Vegetação APASL	57
Figura 20: Mapa Precipitação anual na APASL	58
Figura 21: Limites Municipais dos Municípios com área territorial na APASL	60
Figura 22: Mapa de Uso e Ocupação da Terra APASL Ano 1989.	63
Figura 23: Mapa de Uso e Ocupação da Terra APASL Ano 2000.	66
Figura 24: Falta de cobertura vegetal na margem do Córrego Taquaruçú.	68

Figura 25: Formas de Uso e Ocupação da Terra na APASL	70
Figura 26: Mapa de Uso e Ocupação da Terra APASL Ano 2010.	72
Figura 27: Mapa de Uso e Ocupação da Terra APASL Ano 2019.	76
Figura 28: Uso e Ocupação da Terra atual na APASL	79
Figura 29: Uso e Ocupação da Terra atual na APASL	80
Figura 30: Mapas de Uso e Ocupação da Terra APASL Anos 1989 e 2019.	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Classes de Uso e Ocupação da Terra na APASL ano 1989	62
Gráfico 2 - Classes de Uso e Ocupação da Terra da APASL ano 2000	65
Gráfico 3 - Comparativo do Uso e Ocupação da Terra entre os anos 1989 e 2000	67
Gráfico 4 - Uso e Ocupação da Terra na APASL do ano de 2010	71
Gráfico 5 - Comparativo do Uso e Ocupação da Terra entre os anos de 2000 e 2010	73
Gráfico 6 - Uso e Ocupação da Terra na APASL do ano 2019.	77
Gráfico 7 - Uso e Ocupação da Terra na APASL anos de: 1989, 2000, 2010 e 2019	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características das imagens utilizadas	36
Tabela 2: Características e aplicações das bandas 3, 4, e 5 do Landsat 5 sensor	37
Tabela 3: Proporção da área de cada município inserida na APASL	60
Tabela 4: Comparativo das Classes temáticas em porcentagens e hectares entre os anos 1989 e 2000.	67
Tabela 5: Comparativo das Classes temáticas em porcentagens e hectare entre os anos 2000 2010.	73
Tabela 6: Comparativo das classes temáticas entre os anos 2010 e 2019...	77
Tabela 7: Comparativo das Classes temáticas em porcentagem e hectares entre os anos 1989 a 2019.	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental
APASL – Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado
BD – Banco de Dados
DBO – Débito Bioquímico de Oxigênio
DSG – Diretoria de Serviços Geográficos do Ministério do Exército
DZE – Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico
ETM – Enhanced Thematic Mapper Plus
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA – Ministério do Meio Ambiente
N – Norte
NATURATINS – Instituto Natureza do Tocantins
NE – Nordeste
NW – Noroeste
OLI – Operational Land Imager
PL – Plano de Manejo
PEL – Parque Estadual do Lajeado
QGis – Software livre com código aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica
RGB – Red, Green, Blue
S – Sul
SE – Sudeste
SEPLAN – Secretaria Estadual de Planejamento
SC – Hemisfério Sul, Zona C
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SNUC – Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza
TO – Tocantins
TM – Thematic Mapper
UC – Unidade de Conservação da Natureza
UC's – Unidades de Conservação da Natureza
UFT – Universidade Federal do Tocantins
WGS – World Geodetic System

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Localização	22
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1 Uso e Ocupação em Unidades de Conservação da Natureza.....	23
2.2 Unidade de Conservação da Natureza (UC)	25
2.3 Área de Proteção Ambiental – APA	29
2.4 Criação da Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado (APASL).....	30
2.5 Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo da Paisagem.....	30
2.6 Análise Ambiental em Unidades de Conservação da Natureza	32
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 Levantamento Bibliográfico	35
3.2 Trabalhos de Laboratório.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1 Caracterizações Física da APASL	55
4.2 Área de Estudo.....	63
4.3 Municípios com abrangência na APASL	64
4.4 Análises de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 1989.....	66
4.5 Análise de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 2000	69
4.6 Análise de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 2010	75
4.7 Análise de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 2019	80
4.8 Análise das transformações ambientais da APASL entre os anos 1989 e 2019.....	85
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89

1 INTRODUÇÃO

As mudanças da cobertura vegetal, ocupação e uso da Terra estão ocorrendo globalmente, estas mudanças estão fortemente associadas ao crescimento populacional e aos processos de desenvolvimento socioeconômico. No antigo estado de Goiás, hoje atual Estado do Tocantins, no qual está inserida a Unidade de Conservação, Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado, essas mudanças podem facilmente serem percebidas a partir da década de 1970, com a criação do decreto nº 75.320 de 24 de janeiro de 1975, ou seja, o POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados), o qual foi desenvolvido principalmente para promover a ocupação das áreas de Cerrado, pois o mesmo tem uma topografia com pequena inclinação, o que facilitaria para o processo de manejo da agricultura, pois permitiria uso de máquinas agrícolas. Mas os solos do Cerrado não eram considerados como propícios para o uso agrícola já que são solos intensamente lixiviados.

Com o avanço agro tecnológico esse problema foi resolvido, já que com a utilização de insumos e aplicação de calcário poderia fazer uma correção do Ph do solo, o que permitiria o uso da terra para fins agrícolas, portanto, o levantamento do uso, ocupação e cobertura da terra em uma região, vem se tornando fundamental para a compreensão da paisagem e dos padrões de organização do espaço, que cada vez mais está sendo alterado pela ação do homem e pelo avanço tecnológico.

Nesse sentido, percebemos ainda mais as mudanças na paisagem a partir do final da década 1980 com a criação do estado do Tocantins o que ocasionou diversas mudanças migratórias para o novo estado brasileiro “rico” de oportunidade. Frente a isso surgem os problemas de ordenamento territorial ocasionados pelo aceleração desordenado para ocupação do mesmo.

Deste modo, como é imprescindível o meio ambiente para a continuidade da própria espécie humana, há a necessidade de estudá-lo e buscá-lo compreender. Assim, busca-se analisar as modificações ocorridas no meio ambiente ao longo do tempo e do espaço, em face da própria natureza e da ação dos agentes sociais. Nesse sentido, a presente pesquisa busca realizar uma análise das transformações ocorridas na Área de Preservação Ambiental Serra do Lajeado (APA da Serra do Lajeado).

Deste modo, para o estudo das transformações ambientais é necessário analisar-se os aspectos evolutivos de uso e ocupação da terra, bem como a interferência nela ocorridas.

Cristo (2013) menciona que a visão holística e a necessidade da compreensão da relação entre homem e natureza, assim como, da sociedade, criaram novas visões e abordagens

científicas, ele menciona ainda que diagnósticos, impactos, monitoramentos, planejamentos, gerenciamento, gestões e prognósticos ambientais são expressões com definições próprias e temas para o desenvolvimento de trabalhos teóricos e práticos.

Segundo ainda Cristo (2013), no Brasil a preocupação com as Unidades de Conservação da Natureza - UCs aumentaram, a partir, principalmente das décadas 1980 e 1990, época que a legislação ambiental passou por aprimoramentos.

Assim, para conservação da biodiversidade, a Constituição Federal do Brasil de 1988 já previu a necessidade de manter nossa fauna e flora na sua forma natural, com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar no país, condições de desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, visando atender os seguintes princípios (BRASIL, 1988):

- Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- Acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- Educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Neste sentido, criou-se através da Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000 porções de terras destinadas às Unidades de Conservação da Natureza (UCs) estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das mesmas.

Unidades estas, que vem sofrendo diversas formas de pressões, internas e externas, quanto às diferentes maneiras de uso e ocupação feitas pelo ser humano e por seus modelos adotados de desenvolvimentos econômicos e exploração da natureza adotados.

Deste modo, pode-se exemplificar com o caso da agropecuária, a qual é de grande

importância para a humanidade, tendo em vista que sua produção é destinada ao consumo humano e para a comercialização dos produtos derivados desta atividade. No entanto, são notáveis as significativas transformações ambientais que têm ocorrido, principalmente em virtude da sua expansão e métodos utilizados nos seus modelos de desenvolvimentos.

Assim, pode-se destacar o desmatamento que promove a retirada da cobertura vegetal provocando a redução da biodiversidade, extinção de espécies animais e vegetais, desertificação, erosão e redução dos nutrientes do solo, entre outros. Esses fatores contribuem também para as alterações climáticas.

Segundo Roos (2012) por estarmos utilizando demasiadamente os recursos naturais, sem dar tempo a esses para que possam se reestruturar e continuarem a existir, causamos a extinção das espécies e como consequências dessa utilização inadequada do meio ambiente, das formas de vida e da nossa própria maneira de entender o que realmente é necessário para a nossa sobrevivência.

De acordo com Lévêque (1999) as espécies estão extinguindo-se de várias maneiras, entre elas tem-se o grau de degradação da biodiversidade, o que causa a extinção das espécies, devido ao desperdício de certo elemento natural do habitat dessa espécie.

Outra questão é a compactação do solo que dificulta a infiltração da água e aumentando o escoamento superficial, provocando erosões, assoreamentos de drenagens, entre outras alterações ambientais.

Segundo Flowers (1998) um dos efeitos da compactação é a modificação da estrutura do solo, podendo limitar a adsorção e a absorção de nutrientes, a infiltração e a distribuição de água, resultando em problemas no estabelecimento e no crescimento das raízes.

Desta forma, é essencial que haja um conhecimento e monitoramento das formas de uso e ocupação, principalmente nas UCs e seu entorno, na busca destas atingirem seus objetivos quanto à conservação e proteção ambiental.

Neste sentido, nos últimos anos, é possível observar-se a utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto no estudo de Uso e Ocupação da terra em UCs e entorno. Isto tem permitido maior agilidade e eficiência na tomada de decisões que visam uma melhor gestão.

Segundo IBGE (2013), o levantamento do Uso e Cobertura da Terra integra o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada através de mapas.

Para Rosa (2007), o estudo do Uso e Cobertura da Terra consiste em buscar conhecimento de sua utilização por parte do homem ou quando não utilizado por este.

Neste sentido, estudos de Uso e Ocupação, tem se favorecido de técnicas avançadas de detecção e regionalização automática, como o processo de segmentação e classificação de imagens de satélites.

Assim, conforme o objeto da pesquisa optou-se por analisar o uso e ocupação da Terra como agente de transformação ambiental na APA da Serra do Lajeado (APASL) a partir de técnicas de sensoriamento remoto.

Nesse sentido, segundo Naturatins (2003) a área de estudo representa importante zona de recarga de aquíferos profundos, com a ocorrência de veredas e matas ciliares, além de ser composta pelos mananciais que abastecem a cidade de Lajeado e a capital Palmas. Portanto, é necessária à sua conservação em prol à manutenção de sua biodiversidade e conservação destes mananciais dos quais os moradores da Capital Palmas e da cidade de Lajeado, necessitam para seu abastecimento.

O referido plano descreve ainda que o solo da APASL possui determinadas características que denotam a predisposição a processos erosivos, o que pode acarretar em grandes alterações e transformações ambientais, isso apenas, por processos naturais característicos de sua geomorfologia.

Esses processos erosivos, o escoamento superficial, bem como, a diminuição dos leitos dos córregos, podem alterar consideravelmente o ambiente natural em curto espaço de tempo, caso haja, uma interferência humana insustentável, transformando e alterando ainda mais o meio ambiente necessário para a sobrevivência das espécies, inclusive do ser humano.

No estudo feito por Panontin et al. (2019), as nascentes do Córrego Lagoa Seca e do Córrego do Lajeado, que ficam na APASL, foi detectado interferência do avanço agrícola na qualidade ambiental, bem como, na qualidade da água a qual apresentava presença de coliformes e *E. coli* nas amostras estudadas, o que se torna imprópria para consumo humano e perigo de transmissão de doenças para as comunidades que estão ao entorno do APASL.

Segundo Leite (2007) a qualidade das águas dos córregos é o reflexo do uso e ocupação da terra na mesma, ou seja, a forma como se usa ou ocupa a terra reflete necessariamente na qualidade e quantidade de água em uma bacia hidrográfica, assim como, a análise da água tem mostrado um instrumento eficaz para diagnósticos ambientais.

Com a intensificação do uso e ocupação ao entorno do APASL nos últimos anos, principalmente em decorrência de práticas agropecuárias, com implantação de pastagens, culturas temporárias, desmatamentos para a construção de condomínio e parcelamento irregular de chácaras, estão acarretando em redução da fauna local, flora e da biota, ou seja, acarreta

transformações ambientais.

Segundo Leite (2017), na porção central da APASL observou-se o processo de aplainamento do solo para posterior plantio de soja, a mesma, ressalta que o referido rejeito tem sido empurrado para as margens de pequenos cursos de águas, assim, ocasionando a descaracterização ambiental nas matas ciliares e o assoreamento dos córregos pelos materiais (rochas, madeiras e árvores arrancadas pela raiz), cuja prática ocasiona o aterramento de córregos.

A mesma autora ressalta ainda, que essa prática, bem como, a retirada das matas ciliares e a supressão da cobertura vegetal natural, como um todo, tem comprometido a recarga de importantes rios que são de fundamental importância para o abastecimento de Palmas. Também destaca que, toda e qualquer alteração nestas bacias hidrográficas, invariavelmente irá interferir, negativamente, no volume de água a ser captado nesses rios, e assim, compromete o abastecimento da cidade.

Com base nos problemas elencados, a realização deste estudo contribuirá para o conhecimento científico, e através do uso e ocupação da terra será possível observar-se as mudanças bem como as transformações ambientais local, auxiliando assim, os gestores municipais, bem como, oferecendo subsídios para traçar novas estratégias de planejamento e desenvolvimento, ou ainda, promoção da sensibilização sobre as necessidades do uso sustentável desta área.

Contudo, há a necessidade de se estimar, de forma regular e sistemática, as transformações ambientais através do uso e ocupação da terra que vem ocorrendo dentro da APASL.

Deste modo, para análise da transformação ambiental, utilizou-se técnicas de Sensoriamento Remoto identificando os diversos tipos de uso e ocupação da terra e suas implicações ocorridas na APA Serra do Lajeado, entre os anos de 1989 a 2019.

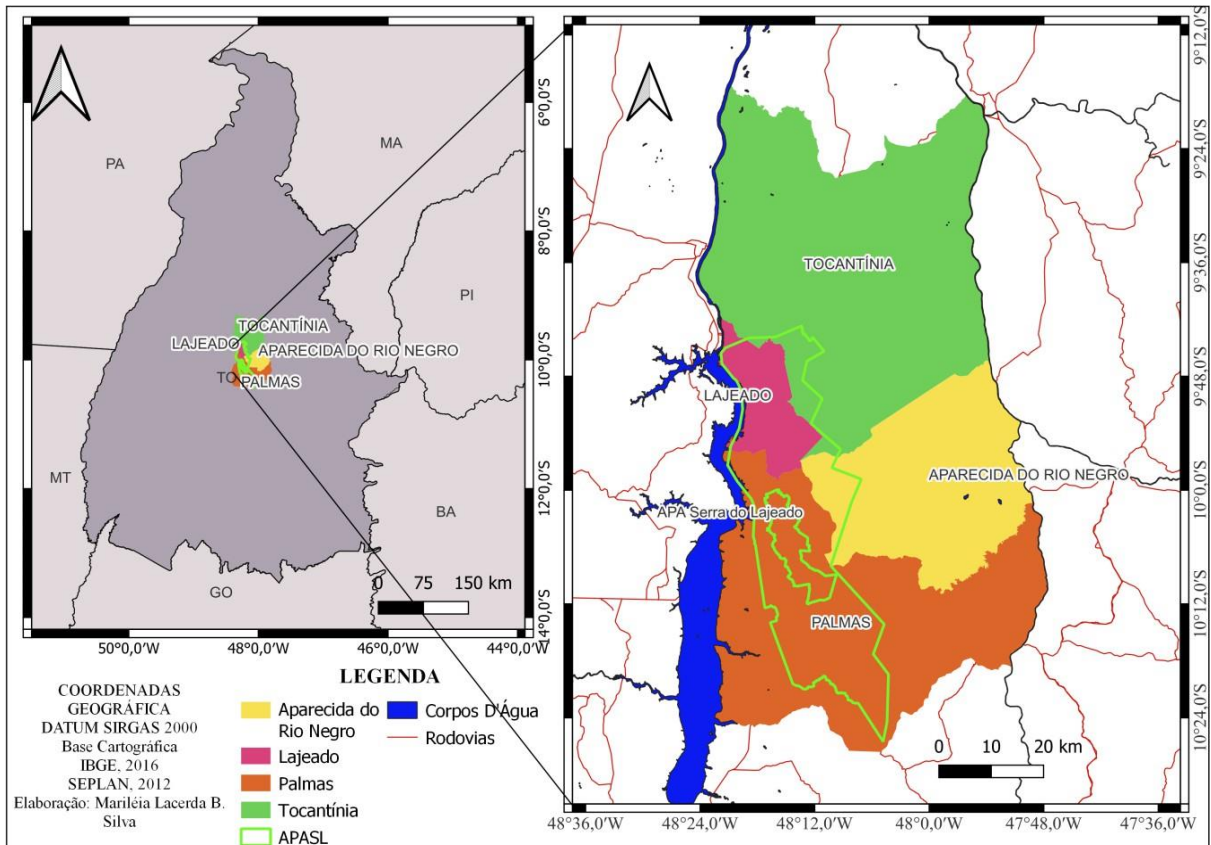
Para o cumprimento do objetivo geral determinamos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar aspectos de Uso e Ocupação da Terra entre os anos de 1989 e 2019 na APASL;
- Identificar os agentes de transformação da APA Serra do Lajeado;
- Analisar as transformações ambientais na APA Serra do Lajeado, baseada nos aspectos de Uso e Ocupação da Terra entre os anos de 1989 e 2019.

1.1 Localização

A APASL localiza-se na porção central do estado do Tocantins e abrange o município de Palmas, capital do estado, bem como, os municípios de Lajeado, Aparecida do Rio Negro e Tocantínia, conforme figura 1.

Figura 1: Mapa de localização da APA Serra do Lajeado Tocantins.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Ainda destaca-se que a APASL, foi criada no ano de 1997, sob a Lei Estadual nº 906 de 20 de maio de 1997 e, ocupando uma área de 121.415,50 ha (SEPLAN, 2003).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Uso e Ocupação em Unidades de Conservação da Natureza

Na década de 70, o uso e Ocupação da Terra, registraram avanços em análises classificatórias das formas e das dinâmicas de uso da terra, especialmente a partir de focos temáticos, como o uso nos meios técnico e acadêmico de procedimentos estatísticos na geografia, refletindo uma forte ênfase às análises quantitativas na produção dos trabalhos da época. Centros importantes como o IBGE e universidades divulgaram no país vários estudos sob este foco.

Na atualidade, o acelerado processo de desenvolvimento da sociedade e a necessidade de produção cada dia maior, seja para consumo próprio, seja para venda ou exportação, tem deixado profundas marcas no meio ambiente, exigindo com a mesma velocidade em que se processam essas transformações, o esclarecimento de forma sistemática de possíveis alterações da interferência do homem sobre o ambiente.

Segundo Louzada (2009), o conhecimento das formas de uso e ocupação do solo tem sido um fator indispensável ao estudo dos processos que se desenvolvem no ambiente, tornando-se de fundamental importância, na medida em que os efeitos de seu mau uso causam deterioração ao meio ambiente. As formas de erosão intensa, a desertificação, as inundações e os assoreamentos têm sido exemplos cotidianos de mau uso.

Caso não planeje adequadamente as formas de uso, essas transformações provavelmente terão impactos negativos no ambiente. Nesse caso, compreender as tendências e os impactos a ele associados se constitui em uma necessidade estratégica, especialmente para as Áreas de Preservação Ambiental (APA).

Nesse sentido, há a necessidade em observar e analisar continuamente as Unidades de Conservação da Natureza (UCs) e nesse caso as Áreas de Proteção Ambiental, tendo em vista que as mesmas tem o propósito de conservação do ambiente.

Contudo, essa análise tem sido possível a partir da interpretação de produtos do Sensoriamento Remoto obtidos por sensores imageadores a bordo de satélites artificiais. Este tem proporcionado um conhecimento e monitoramento atualizado do uso e cobertura da Terra, o qual se constituiu numa importante ferramenta e subsídio à orientação e tomada de decisão.

O primeiro trabalho sistemático utilizando o Sensoriamento Remoto como ferramenta de interpretação dos fenômenos especializados de significado nacional foi o Levantamento

Sistemático de Recursos Naturais, realizado pelo RADAMBRASIL, utilizando imagens de radar.

Entende-se por levantamento o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada através de mapas. O Levantamento do Uso e ocupação da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações do ambiente, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando a sua classificação e espacialização através de cartas (IBGE, 2006).

Segundo o IBGE (2006) o levantamento sobre o uso e a cobertura da terra comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação da Terra, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão.

Os conceitos relativos ao uso da terra e ocupação são muito próximos e, portanto, muitas das vezes são usados indistintamente. A cobertura está associada aos tipos de cobertura tanto natural quanto artificial, que são de fato o que as imagens de satélite são capazes de registrar, (ARAÚJO FILHO et. al., 2007).

Novo (1992) faz uma distinção entre os termos “Uso” e “Ocupação da Terra”, em que o primeiro seria a utilização “cultural” da terra, ou quais práticas humanas estão sendo exercidas em uma determinada área, seja ela modificada ou não pelas práticas humanas, ou seja, para Novo (1992), o Termo Cobertura da Terra, representa o tipo de cobertura, tanto natural quanto antrópica, como plantação, ou pavimentação em uma determinada porção de terra.

Segundo Leite (2012) o uso e ocupação da terra é a informação mais acessível numa imagem de satélite, pois a mesma permite a visualização e identificação direta dos elementos ali geometricamente apresentados.

Assim, o uso e ocupação da terra podem ser sintetizados através de mapas, os quais indicam a distribuição espacial da tipologia da ação antrópica que pode ser identificada pelos seus padrões homogêneos característicos na superfície terrestre através de análise em imagens remotamente sensoriadas. Sua identificação é de grande importância ao planejamento e orienta à ocupação do ambiente, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade, (Leite e Rosa, 2012).

Ainda nesse sentido, com o auxílio das geotecnologias, indicadores ambientais podem ser identificados e monitorados. Os indicadores podem avaliar condições e tendências, prover

informações de advertência e antecipar cenários de degradação. Diversos parâmetros Indicadores podem ser observados e utilizados como formas de monitoramento, tais como: crescimento das áreas urbanas, densidade da vegetação, diminuição das áreas verdes, assoreamento dos rios, etc. (TOMMASI, 1994; SÁNCHEZ, 2008).

2.2 Unidade de Conservação da Natureza (UC)

A existência variada de fauna e flora é essencial para perpetuação das espécies, pois é condição iminente à vida. Com vista à perenização da biodiversidade foi assegurado na nossa Constituição Federal o direito básico ao meio ambiente ecologicamente equilibrado a todo ser humano.

Constituição Federal no seu Artigo 225, diz:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

No Brasil há uma exuberante biodiversidade de fauna e flora e nela abriga cerca de 20% de todas as espécies existentes no planeta, das quais diversas destas espécies são endêmicas; essa porcentagem coloca o país no posto de principal nação de maior biodiversidade (MMA, 2021).

No século XIX foram criadas as primeiras Unidades de Conservação da Natureza (UCs) legalmente protegidas com a finalidade de preservar os ecossistemas existentes nas paisagens naturais (SANTOS, 2011).

Mas foi no ano 2000 que se institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) consolidado na forma como conhecemos hoje, ou seja, como um conjunto de diretrizes e procedimentos oficiais da qual possibilita as esferas governamentais federal, estadual e municipal a criação, implantação e gestão das UC's.

Com vistas a promover a conservação das espécies e manutenção da biodiversidade existente para as futuras gerações o SNUC foi criado sob a Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000; o mesmo é regulamentado pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, com o objetivo de promover a proteção e conservação das espécies naturais, garantindo a manutenção da biodiversidade, bem como os processos ecológicos que controlam os ecossistemas. Assim, os objetivos da criação do SNUC são:

- I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- II - proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
- III - contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- IV - promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- V - promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- VI - proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- VIII - proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
- IX - recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- X - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- XI - valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- XII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- XIII - proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

No Brasil, para designar as áreas de proteção ambiental utiliza-se o termo UC; essas áreas são direcionadas a uso público com legislação específica, normativa pelo SNUC conforme o plano de manejo de cada uma.

Segundo BRASIL 2008, UC é:

toda porção do território nacional, incluindo as águas territoriais, com características naturais de relevante valor, de domínio público ou propriedade privada, legalmente instituídas pelo poder público, com objetivos definidos e sob regimes especiais de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2008).

O art. 2º, item I, do SNUC – conceitua UC como:

O espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2002).

Para Santos (2011) as UCs têm como objetivo a proteção de espécies da fauna e flora, tradições culturais, belezas cênicas e de dados científicos, possuindo regras próprias de uso e manejo.

As UCs da esfera federal são administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), enquanto que as estaduais e municipais por meio dos órgãos estaduais e municipais de cada Estado.

As UCs por representarem um patrimônio nacional com um potencial enorme para

promover benefícios para toda sociedade e ao desenvolvimento do país, de forma racional e sustentada, tem um valor incalculável.

Segundo o SNUC as UCs são divididas em dois (2) grupos, as UCs de Proteção Integral e as de Uso Sustentável. Estas, tendo respectivamente os seguintes objetivos: preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, com exceção dos casos previstos na lei; compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

Ainda com base no SNUC (2000) dentro destes dois grupos de unidades (Proteção Integral e Uso Sustentável) temos as categorias de unidades de conservação caracterizadas a seguir:

Unidades de Proteção Integral

Estação Ecológica: Tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas e é de posse e domínio público. As áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei, sendo proibida a visitação pública, exceto quando com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o PM da unidade ou regulamento específico.

Reserva Biológica: Tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.

Parque Nacional: Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Monumento Natural: Tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. Pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.

Refúgio de Vida Silvestre: Tem como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local

e da fauna residente ou migratória. Pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.

Unidades de Uso Sustentável

Área de Proteção Ambiental: A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Área de Relevante Interesse Ecológico: É uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

Floresta Nacional: É uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

Reserva Extrativista: É uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

Reserva de Fauna: É uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.

Reserva de Desenvolvimento Sustentável: É uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

Reserva Particular do Patrimônio Natural: É uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

2.3 Área de Proteção Ambiental – APA

As áreas destinadas a Áreas de Proteção Ambiental (APA) foram criadas inicialmente sob a Lei 6.902 de 27 de abril de 1981, esta lei dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.

Em seu Artigo 9º estava previsto o seguinte:

Art . 9º - Em cada Área de Proteção Ambiental, dentro dos princípios constitucionais que regem o exercício do direito de propriedade, o Poder Executivo estabelecerá normas, limitando ou proibindo:

- a) a implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água;
- b) a realização de obras de terraplenagem e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais;
- c) o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas;
- d) o exercício de atividades que ameacem extinguir na área protegida as espécies raras da biota regional.

§ 1º - O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, ou órgão equivalente no âmbito estadual, em conjunto ou isoladamente, ou mediante convênio com outras entidades, fiscalizará e supervisionará as Áreas de Proteção Ambiental. (BRASIL, 1981).

Mas atualmente, a fiscalização pertence ao SNUC, o qual é regulado pela Lei 9.985/2000: as APA podem ser estabelecidas em áreas de domínio público quanto privado, pelos municípios, estados ou União.

Segundo o Art. 15 da Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000 a Área de Proteção Ambiental (APA) é uma área que costuma ser extensa com certo grau de ocupação humana, das quais possuem atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, sendo importantes para a qualidade de vida e bem-estar das populações humanas, tendo como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, sendo a mesma constituída por terras públicas ou privada.

Nas terras privadas podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Proteção Ambiental (APA), desde que sejam respeitados os limites constitucionais. Ainda segundo a Lei, as atividades de usos nessas áreas são determinadas por regras específicas; no caso das áreas públicas as condições são estabelecidas pelo órgão gestor, enquanto que nas privadas o proprietário estabelece regras seguindo as exigências legais.

2.4 Criação da Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado (APASL)

A APASL foi criada através da Lei nº 906, de 20 de maio de 1997. Entre os objetivos que nortearam a sua criação está a conservação dos seus relevantes ecossistemas e sua importante biodiversidade.

Está, também, a necessidade de resguardar os mananciais que ali nascem e que até então, abastecem a cidade de Palmas, bem como a cidade de Lajeado, tendo também como propósito ordenar a expansão urbana e o uso do solo.

Em maio de 2001, pela lei nº 1.244, o governo do Estado criou, no interior da UC, uma área de proteção integral, o Parque Estadual do Lajeado (PEL).

A APASL é cortada pelas rodovias TO-010, TO-020 e TO-030. A TO-010 liga Palmas para o norte, em direção a Lajeado e Tocantínia. A TO-020 liga Palmas a Aparecida do Rio Negro, cortando a parte meridional do Parque Estadual do Lajeado.

A TO-030 tem início em Taquaralto, onde se interliga com a TO-070, na qual, está pavimentada até Taquaruçú, seguindo depois para Santa Teresa do Tocantins. No interior da Unidade de Conservação (UC) há uma extensa rede de vicinais de terra, na qual, podem-se acessar inúmeros atrativos turísticos.

As mesmas redes vicinais (inclui também caminhos em lavouras e pastagens) o que indica intenso processo de uso do solo, ocupação e vias de acesso de moradores em seu interior, com forte impacto de desmatamento (DBO-Engenharia/Naturatins, 2005). A APA Serra do Lajeado constitui-se em uma UC de uso sustentável, conforme a Lei do SNUC (2000), permitindo o uso múltiplo dos seus recursos.

2.5 Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo da Paisagem

O Sensoriamento Remoto envolve técnicas que nos permite levantar dados, informações e imagens da superfície Terrestre obtidas através de radiação eletromagnética gerada pelo sol, para que com isso possamos entender melhor as transformações na Paisagem, portanto, isso pode ser feito sem que haja um contato físico prévio entre pesquisador e objeto de estudo.

Para Meneses e Almeida (2012) o Sensoriamento Remoto é uma metodologia de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto, através do uso de imagens orbitais, estes sensores têm papel importante para aquisição desses elementos passíveis de interpretações diversas.

Para Rosa (2007) o Sensoriamento Remoto pode ser definido, de uma maneira ampla, como uma forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com

o mesmo. Ainda de acordo com o mesmo autor, as informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais, como o radar.

Rosa (2007) destaca ainda que, o Sensoriamento Remoto vem se tornando uma ferramenta bastante interessante para se compreender os padrões e as formas de utilização da terra em uma dada região, pois tal compreensão permite o planejamento e a organização das práticas humanas no espaço, sejam elas econômicas ou culturais.

Segundo Novo (1992) Sensoriamento Remoto pode ser definido como sendo a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta terra em suas mais diversas manifestações.

Novo (1999) ainda diz que o Sensoriamento Remoto pode ser definido como a aquisição de informações sobre um objeto a partir de medidas feitas por um sensor que não se encontra em contato físico direto com ele. As informações sobre o objeto, neste caso, são derivadas da detecção e mensuração das modificações que ele impõe sobre os campos de força que o cercam. Estes campos de força podem ser eletromagnéticos, acústicos ou potenciais.

Segundo Rosa 2007 as técnicas de Sensoriamento Remoto vêm sendo utilizadas desde 1859, mas só a partir da década de 1970 é que estas técnicas foram realmente difundidas e, que só a partir daí é que o termo Sensoriamento Remoto foi incorporado à linguagem científica.

As técnicas de Sensoriamento Remoto foram bastante utilizadas durante a primeira e a segunda guerra mundial no planejamento de missões militares.

No Brasil, o Sensoriamento Remoto foi difundido na década de 1960 com o Projeto RADAMBRASIL, que tinha o objetivo de realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do país.

O Sensoriamento Remoto permite ao pesquisador estudar determinados elementos sem que haja o contato físico entre pesquisador e objeto. No entanto, para o estudo do uso e ocupação da terra, é necessário que haja uma interação entre pesquisador e objeto, pois imagens de satélite usadas em Sensoriamento Remoto nos trazem informações sobre o tipo de cobertura vegetal (ou outro tipo de cobertura do solo), mas na maioria dos casos não podem nos dizer que tipo de ocupação estar sendo exercida em determinado local, ou seja, um mesmo tipo de cobertura vegetal, tanto natural quanto introduzido pelo homem, pode ter finalidades distintas para uso

antrópico.

Um exemplo interessante pode ser a mata ciliar de um rio que corta uma determinada cidade, em que a vegetação ganha destaque na imagem de satélite, embora esconda um parque linear onde as pessoas exercem algum tipo de prática de lazer, tais práticas só podem ser identificadas se houver um maior conhecimento da área por parte do pesquisador, ou através de trabalhos de campo.

Contudo, o Sensoriamento Remoto permite-nos realizar uma análise temporal do Uso e Ocupação da terra, proporcionando a criação e análise de mapas temáticos para obtenção de conhecimento da estrutura, das composições, configuração, agentes e atores, assim como, podem proporcionar a compreensão da interação socioambiental que compõe uma dada paisagem, e também como ela vem sendo transformada ao longo do tempo.

Nesse sentido, o levantamento do Uso e Ocupação da Terra é essencial para o conhecimento de quem são os agentes e atores transformadores ambientais de um dado espaço.

Contudo, nesse trabalho serão utilizadas as técnicas do Sensoriamento Remoto para obtenção das informações necessárias para fazer uma análise do Uso e Ocupação da Terra da APASL.

2.6 Análise Ambiental em Unidades de Conservação da Natureza

Desde a Revolução Industrial as áreas naturais têm sofrido por diversas formas de pressão antrópica sobre os recursos naturais, isso de forma vertiginosa e descontrolada. O crescimento populacional e o conseqüente aumento da demanda por matéria-prima para suprir as necessidades de consumo do ser humano têm transformado as áreas naturais em pastos, agricultura, florestas de tijolo e cimento, e isso tem prejudicado os recursos naturais que cada vez mais tem sentido dificuldade de regeneração por causa do desequilíbrio ambiental devido às transformações climáticas e ambientais.

Nesse sentido, o ser humano tem cada vez mais sentido a necessidade de extração dos recursos naturais, como extração de madeira, recursos minerais e recursos para sua própria subsistência, esses fatores acabam causando alterações nos biomas terrestres.

Nesse aspecto, Crumpacker (1998) citado por Tambosi (2008) relata que por causa da pressão sobre os recursos naturais, não pode-se esperar que a fauna e flora se adapte às mudanças ambientais causadas pelo homem, uma vez que estão ocorrendo em escalas de décadas e até mesmo em poucos anos.

Contudo, está ocorrendo uma enorme perda da biodiversidade do Planeta. Muitos

biomas foram devastados e encontram-se na forma de pequenas manchas espessas em meio a matrizes antrópicas, como zonas urbanas e áreas agrícolas.

Ainda segundo Tambosi (2008) como consequência da situação de degradação dos ecossistemas, surgiu a necessidade de se criar áreas para proteger e manter os remanescentes dos ecossistemas nativos, a fim de reduzir a perda da biodiversidade e garantir sua sustentação em longo prazo.

É sabido que, as unidades de conservação (UCs) são as áreas que mais têm se destacado na conservação e preservação dos recursos naturais. No entanto, estas unidades encontram-se muitas das vezes isoladas em paisagens fragmentadas e sofrendo pressão das áreas de entorno, comprometendo a integridade de seus ecossistemas e de suas funções ambientais. Nesse sentido, essa pressão é ainda mais observável nas unidades de conservação com classificação de uso sustentável.

Portanto, análise ambiental em unidades de conservação é uma abordagem importante para compreender o espaço e os processos naturais que ocorrem em ambientes de conservação e proteção, pois nela envolve a avaliação e interpretação das características tanto físicas, biológicas e humanas de um determinado espaço, como busca-se entender as interações e dinâmicas entre esses elementos que as compõem.

Nesse sentido, podem-se através do uso e ocupação identificar distúrbios naturais, tais como ocorrência de incêndios, pelas cicatrizes de fogo, assoreamento de córregos etc., bem como também é possível identificar impactos humanos, como agricultura, pecuária urbanização, turismo, entre outros impactos causados pelo ser humano.

Logo é possível analisar como as áreas estão sendo utilizadas e se essas atividades são compatíveis com os objetivos de determinada unidade de conservação.

Com a utilização de tecnologias como Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para auxiliar na análise é possível mapear, observar, mensurar e quantificar os usos e ocupação nas unidades de conservação e proteção ambiental.

A partir disso, podem-se propor medidas de manejo e conservação com base nos resultados da análise.

Contudo, a análise ambiental em unidades de conservação é fundamental para uma gestão eficiente dessas áreas, pois fornece informações valiosas sobre os processos naturais, a biodiversidade, os impactos humanos e as possíveis ameaças.

Com base nessa análise, podem ser desenvolvidas estratégias de manejo e conservação que visam à conservação e preservação dos ecossistemas e a promoção do uso sustentável dos

recursos naturais, como é o caso do Cerrado e a APASL contida neste.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado um levantamento de material e compreensão de diversos aspectos como: agropecuária, urbanização, cicatrizes de fogo, solo exposto, formações florestais, formações savânicas, formações campestres e corpos de água.

Estes aspectos foram cartografados através do Sistema de Informações Geográficas (SIG) com o qual foram aplicadas as técnicas de Sensoriamento Remoto do qual tem servido de base para análise das transformações ambientais da APASL.

Desta maneira, foram adotados os seguintes procedimentos:

3.1 Levantamento Bibliográfico

Foi realizado através de leitura, consulta e seleção de bibliografias relacionadas à Paisagem, Sensoriamento Remoto, Unidades de Conservação da Natureza, Área de Preservação Ambiental entre outros materiais relacionados à temática de Uso e Ocupação da Terra, em questão. As referências teóricas foram utilizadas principalmente como base no Plano de Manejo da APA Serra do Lajeado, dados do ICMBio e Naturatins, órgãos responsáveis pelas UCs presentes no estado do Tocantins.

Levantamentos de Material Cartográfico

Os materiais cartográficos como, as cartas topográficas, as imagens de satélites, bem como, os arquivos vetoriais, entre outros, os quais serviram de base para confecção dos produtos cartográficos em geral, foram coletados junto aos órgãos públicos tais como:

- Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins (SEPLAN);
- Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS);
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS);
- Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército (DSG);
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), entre outros.

Para o levantamento de informações temáticas e apoio ao processamento das imagens do satélite Landsat 5 (sensor TM) e do satélite Landsat 8 (sensor OLI), foram utilizadas as cartas topográficas elaboradas pela DSG e pelo IBGE, ambas na escala 1:100.000.

As imagens dos satélites Landsat 5 e 8 utilizadas na pesquisa, foram adquiridas via

internet, no *site* do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS, gratuitamente em seu catálogo de imagens.

As imagens selecionadas foram dos meses de agosto e setembro, correspondentes ao período seco para melhor visualização dos alvos, dos anos de 1989, 2000, 2010 e 2019.

O Landsat 5, sensor TM, com imagens de resolução espacial 30m, órbita ponto 222/067, foi utilizado para o mapeamento dos anos de 1989, 2000 e 2010, e as bandas espectrais utilizadas foram 5, 4, 3 na composição colorida falsa cor, 5 no vermelho (Red), 4 no verde (Green) e 3 no azul (Blue). Já o Landsat 8, sensor OLI, órbita ponto 222/067, resolução espacial 30m, foi utilizado para o mapeamento do ano de 2019, bandas 5 no azul (Blue), 6 no verde (Green) e a banda 7 no vermelho (Red),

A seleção das bandas espectrais e a composição colorida (5R, 4G, 3B) do satélite Landsat 5, foi definida em função de serem comuns a trabalhos dessa natureza e de suas especificidades, a saber: a banda 5 (1,55 a 1,75 μ m, infravermelho médio) apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas e permite a observação do stress vegetal; a banda 4 (0,78 a 0,90 μ m, infravermelho próximo) possui alta absorção dos corpos d'água e alta reflexão da vegetação verde, sensibilidade à rugosidade do dossel e da geomorfologia; banda 3 (0,63 a 0,69 μ m, vermelho) apresenta grande absorção na vegetação verde, permitindo contraste entre as áreas ocupadas versus vegetação e diferencia mancha urbana de áreas agrícolas (INPE, 2008).

Pode-se observar melhor as características das imagens de satélite e da aplicabilidade na tabela 1.

Tabela 1. Características das imagens utilizadas.

Satélite/Sensor	Bandas Espectrais	Resol. Espectral	Resol. Espacial	Resol. Temporal	Área	Resol. Radiométrica
Satélite Landsat 5 – Sensor TM (Thematic Mapper)	Azul	0,45 – 0,52	30m	16 dias	185 km	8 bits
	Verde	0,50 – 0,60				
	Vermelho	0,63-0,69 μm				
	Infravermelho próximo	0,76-0,90 μm				
	Infravermelho Médio	1,55-1,75 μm				
	Infravermelho Termal	10,4 – 12,5	120m			
	Infravermelho Médio	2,08 – 2,35				
	Azul Costeiro	0,43 – 0,45	30m	16 dias	170x183 km	16 bits
Satélite Landsat 8 – Sensor OLI (Operational Land Imager)	Azul	0,45 – 0,51				
	Verde	0,53-0,59 μm				
	Vermelho	0,64 - 0,67 μm				
	infravermelho próximo	0,85 0,88 μm				
	Infravermelho Médio	1,57 – 1,65				
	Infravermelho Médio	2,11 – 2,29				
	Pancromática	0,50 – 0,68	15m			
	Cirrus	1,36 – 1,38	30m			

Fonte: INPE (2021).

A escolha das bandas espectrais e a composição colorida foram definidas por serem as mais utilizadas para esse tipo de trabalho, devido a facilidade de visualização de suas especificidades, (INPE 2021). Conforme a tabela 2 pode-se observar as principais características e a aplicabilidade das bandas espectrais.

Tabela 2: Características e aplicações das bandas 3, 4, e 5 do Landsat 5 sensor

Landsat 5 sensor TM		
Bandas	Intervalo espectral (μm)	Principais características e aplicações das bandas
3	(0,63 – 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0,76 – 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	(1,55 – 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.

Fonte: INPE, 2021.

3.2 Trabalhos de Laboratório

A operacionalização da pesquisa, ocorreu nos *softwares Spring* versões 5.5.6 e 5.4/INPE e QGis versões 3.22.6 e 3.22.9.

Como detalhamento da metodologia pode-se descrever as quatro etapas: caracterização ambiental da APASL, mapeamento multitemporal da APASL, entre os anos de 1989 e 2019, identificação dos agentes de transformação e uma análise das transformações ambientais ocorridas na APASL.

De maneira específica podem ser observadas as etapas de desenvolvimento da pesquisa:

Elaboração de Produtos Cartográficos

Com os softwares anteriormente mencionados e os arquivos digitais e as imagens de satélite, foram confeccionados os mapas de Localização da APASL e de Uso e Ocupação da Terra dos anos de 1989, 2000, 2010 e de 2019.

Organização do Banco de Dados

Entre os procedimentos adotados, está a aplicação de diferentes rotinas de tratamento digital de imagens, que foi realizada conforme mencionado no Novo (2008), que podem ser sintetizadas em cinco principais etapas: pré-processamento, realce, classificação, mapeamento e edição.

Inicialmente no *software* SPRING, foi criado um banco de dados (BD) com o nome APASL, no qual foi definido um modelo de dados, e posteriormente ativado esse BD para poder manipular as categorias de dados que foram declaradas.

O BD no Spring corresponde fisicamente a um diretório onde foram armazenados tanto o Modelo de Dados, com suas definições de Categorias e Classes, quanto o projeto da APASL pertencentes ao banco.

Logo após, também foi criado um Projeto com o nome APASL com suas coordenadas planas a partir da carta topográfica e inserido um sistema de coordenadas e projeção, nesse caso, utilizamos o Sistema de Referência UTM na projeção WGS84. Como o Data utilizado oficialmente pelo Brasil é o Datum Sirgas 2000, no software Spring por alguma incompatibilidade, não converteu o sistema de referência como deveria, gerando conflitos no processamento das imagens, portanto opta-se por fazer todo o processamento das imagens no sistema de referência de origem e posteriormente no layout dos mapas já no software QGIS foi realizado a reprojeção do sistema de referência WGS84 para Sirgas 2000.

O projeto criado, foi armazenado em subdiretórios juntamente com seus arquivos de dados como pontos, linhas, imagens orbitais, imagens temáticas, textos, grades e objetos.

Na sequência adicionou-se no projeto, o retângulo envolvente de toda a área de estudo. O retângulo envolvente da Unidade de Conservação APASL, serve para facilitar o manuseio das imagens, bem como dos arquivos vetoriais *shapefiles*.

Esse retângulo foi adquirido a partir das cartas topográficas em meio digital, Miracema do Norte SC 22 X D 1/250.000 e Palmas SC 22 Z B 1/250.000 adquiridas gratuitamente no site do IBGE.

Após ser criado o BD e definido o projeto, foram importadas as cartas topográficas, bem como as imagens de satélite dos anos de 1989, 2000, 2010 e 2019, cada ano com suas 3 bandas espectrais correspondentes.

Assim, utilizou-se as bandas espectrais 3, 4 e 5, para os anos de 1989, 2000 e 2010 e para o ano de 2019 as bandas espectrais 7, 6 e 5.

Importou-se ainda para o BD no Spring, os arquivos *shapefiles*, das informações

necessárias para composição do banco de dados. Consecutivamente para facilitar o manuseio e processamento digital das imagens escolhidas foram feitos o recorte das imagens de satélite utilizando-se o limite da área de estudo, isso com todas as bandas para todos os anos. Na sequência foi realizado o Processamento Digital de Imagens.

Processamento Digital de Imagem

O conjunto de tarefas interconectadas, e tudo se inicia com a energia do sol (eletromagnética) que é emitida e através de sua interação com os objetos, essa energia passa ser absorvida ou refletida. A partir da reflectância que é captada por sensores orbitais.

Segundo Queiroz e Gomes 2001, após a captura por um procedimento de digitalização, uma imagem precisa ser representada de forma apropriada para tratamento computacional. Imagens podem ser representadas em duas ou mais dimensões. O primeiro passo efetivo de processamento é comumente conhecido como pré-processamento, o qual envolve passos como a filtragem de ruídos introduzidos pelos sensores e a correção de distorções geométricas causadas pelo sensor.

Com todas as bandas espectrais, correspondentes aos anos adotados na pesquisa, recortou-se as mesmas de acordo com o arquivo vetorial e com o limite da área de estudo. Na sequência, foi feito a composição colorida falsa cor RGB (Red, Green e Blue), o realce das imagens através da equalização do histograma. Equalizar histograma é uma maneira de manipulação que reduz automaticamente o contraste em áreas muito claras ou muito escuras, numa imagem.

De acordo com Moreira (2005) nesse procedimento, expandem-se os níveis de cinza ao longo de todo intervalo, ou seja, consiste em uma transformação não linear que considera a distribuição acumulativa da imagem original, para gerar uma imagem resultante, cujo histograma será aproximadamente uniforme.

Nesse sentido, a opção de equalização parte do princípio, que o contraste de uma imagem seria otimizado se todos os 256 possíveis níveis de intensidade fossem igualmente utilizados ou, em outras palavras, todas as barras verticais que compõem o histograma fossem da mesma altura. Obviamente isso não é possível devido à natureza discreta dos dados digitais de uma imagem de sensoriamento remoto (MOREIRA, 2005).

Contudo, uma aproximação é conseguida ao se espalhar os picos do histograma da imagem, deixando intocadas as partes mais “chatas” do mesmo. Contudo esse processo é obtido através de uma função de transferência que tenha uma alta inclinação toda vez

que o histograma original apresentar um pico, e uma baixa inclinação no restante do histograma.

Esse procedimento foi adotado para o melhoramento das características da imagem sob critérios subjetivos ao olho humano, e foi adotado para as bandas espectrais, isso fez com que aumentasse a possibilidade de discriminação visual dos alvos/objetos que estão presentes nas cenas. A partir disso, foram criadas imagens sintéticas das bandas na composição colorida falsa cor RGB, conforme mostra a figura 2.

Figura 2: A Imagem Landsat 8 composição colorida 7B 6G 5R B Imagem Equalizada.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na continuidade do Processamento Digital das Imagens, foram realizadas as classificações das imagens, a qual pode ser feita de três formas, Supervisionada, Não supervisionada ou ainda Híbrida, conforme podem ser caracterizadas abaixo de acordo com Moreira (2005).

A Classificação Supervisionada consiste em utilizar algoritmos cujo reconhecimento dos padrões das imagens digitais faz-se com base numa amostra de área de treinamento, o qual é fornecido ao sistema de classificação pelo analista, assim, para utilizar esse método de classificação o ideal é que o analista tenha conhecimento prévio da área em que deseja estudar.

Na Classificação Não Supervisionada, não é necessário que o analista tenha conhecimento a priori da área de estudo ou das classes existentes na imagem. Contudo, é preciso que o analista forneça parâmetros, nesse caso o limiar, os quais servirão como critério de decisão para agrupamento dos pixels em classes diferentes, ou seja, o algoritmo define temas variados conforme a semelhança dos pixels sem interferência do analista.

A Classificação Híbrida, explicada pelo autor, que, ela nada mais é do que, a junção das duas classificações, a Supervisionada a Não Supervisionada, ou seja, incorpora a habilidade e o conhecimento do analista em interpretar os dados bem como, a velocidade do computador para classificar as imagens.

Neste sentido, o analista consegue melhorar os resultados obtidos, pois, muitas das

vezes, na classificação Supervisionada e, na Não Supervisionada, podem ocorrer erros de omissão e inclusão.

O erro de omissão tem-se quando uma feição espectral deveria ser classificada com uma sendo uma classe temática e acaba sendo classificada como sendo pertencente a outra, no erro de exclusão é exatamente o contrário, aí nesse caso, faz-se uma Edição Matricial.

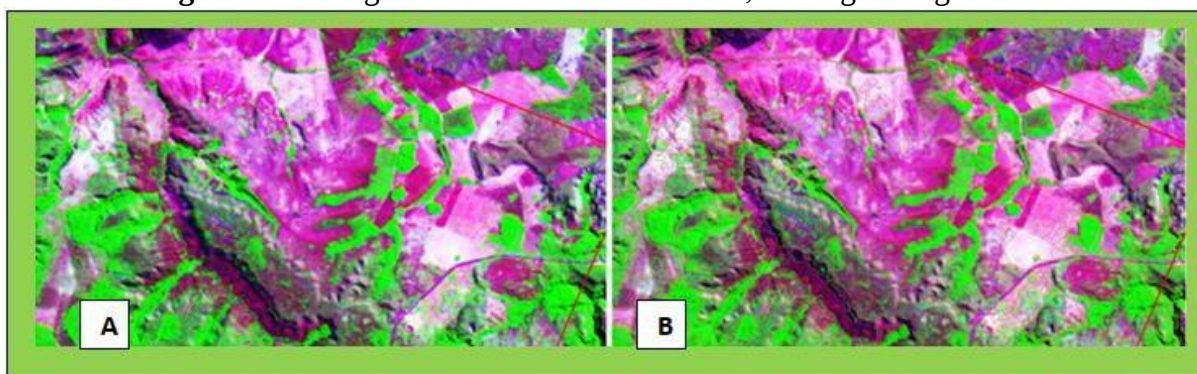
A princípio na presente pesquisa, optou-se em fazer uma classificação Não Supervisionada por pelo método do crescimento de regiões com a realização de uma segmentação da imagem de satélite, no qual, consiste em a imagem ser subdividida em regiões espectrais homogêneas, (MOREIRA, 2005).

A segmentação de uma imagem é destacada por Oliveira e Silva (2005) como uma importante etapa na análise de imagens de Sensoriamento Remoto.

Os autores explicam que o processo de segmentação consiste em subdividir uma imagem em regiões homogêneas, considerando algumas de suas características intrínsecas, como, por exemplo, o nível de cinza dos pixels e a textura, que melhor representam os objetos presentes na cena.

O resultado do processo de segmentação está diretamente relacionado com a imagem analisada e os limiares de similaridade e área. Pode-se observar na figura 3 uma imagem e uma imagem segmentada, na qual, a segmentação particiona a imagem em polígonos homogêneos de características similares, ou seja, onde os pixels têm textura, forma e os mesmos parâmetros espectrais.

Figura 3: A Imagem Landsat 5 2010 5R4G3B, B Imagem Segmentada.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No processo de classificação é necessário utilizar algum classificador, o SIG Spring fornece o classificador Ioseg que permite segmentar a imagem, sendo ele um dos algoritmos disponíveis para classificar regiões de uma imagem segmentada.

Assim, o classificador Ioseg é um algoritmo de agrupamento de dados não

supervisionado, aplicado sobre o conjunto de regiões, que por sua vez são caracterizadas por seus atributos estatísticos de média, matriz de covariância, e também pela área (MOREIRA 2005).

Um algoritmo de agrupamento de dados não supõe nenhum conhecimento prévio da distribuição de densidade de probabilidade dos temas, como ocorre na classificação supervisionada. Portanto, a segmentação é uma técnica para classificação que procura agrupar regiões, a partir de uma medida de similaridade entre elas.

Neste sentido, o Isoseg utiliza ainda os atributos estatísticos das regiões: a matriz de covariância, bem como, o vetor de média, para estimar o valor central de cada classe.

Este algoritmo resume-se em três etapas, conforme descreve Moreira (2005):

(1ª) **Definição do limiar:** o usuário define um limiar de aceitação, dado em percentagem. Este limiar por sua vez define uma distância de Mahalanobis, de forma que todas regiões pertencentes a uma dada classe estão distantes da classe por uma distância inferior a esta. Quanto maior o limiar, maior esta distância e consequentemente menor será o número de classes detectadas pelo algoritmo.

(2ª) **Detecção das classes:** as regiões são ordenadas em ordem decrescente de área e inicia-se o procedimento para agrupá-las em classes. Serão tomados como parâmetros estatísticos de uma classe (média e matriz de covariância), os parâmetros estatísticos da região de maior área que ainda não tenha sido associada a classe alguma. Em seguida, associa-se a esta classe todas regiões cuja distância de Mahalanobis for inferior à distância definida pelo limiar de aceitação.

(3ª) **Competição entre classes:** as regiões são reclassificadas, considerando-se os novos parâmetros estatísticos das classes, definidos na etapa anterior.

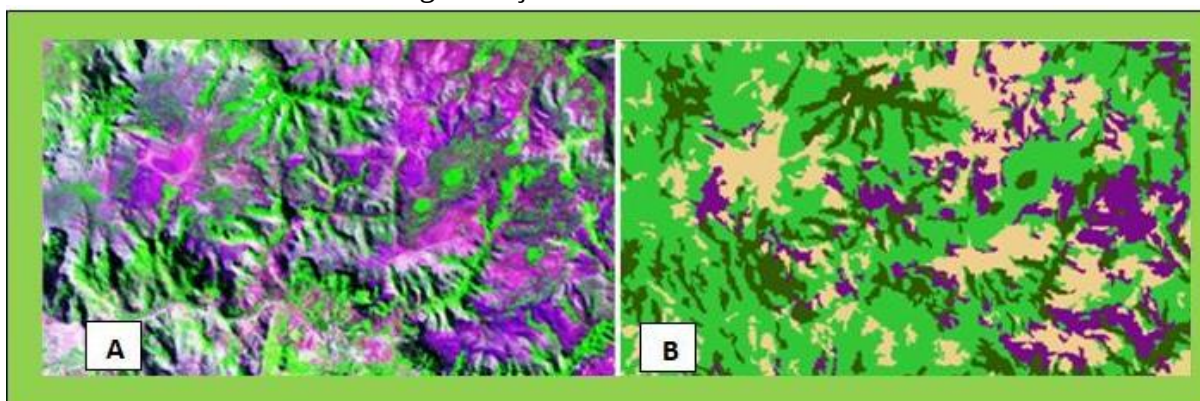
Moreira (2005) relata que ao subdividir a área em classes, a primeira classe terá como parâmetros estatísticos aquelas regiões com maior área. Já as classes seguintes terão parâmetros estatísticos de média das regiões de maior área, que não tenham sido associadas a nenhuma das classes anteriormente classificadas e que esta fase, pode se repetir até que todas as regiões tenham sido associadas a alguma classe.

Já na segunda fase o mesmo autor declara que a detecção de classes, é um processo sequencial que pode favorecer as classes que são detectadas em primeiro lugar, visando eliminar este “favorecimento”, procedendo assim a “competição entre classes”. Segundo ele, esta competição versa em reclassificar todas as regiões. O parâmetro estatístico (média de cada classe é então recalculado). O processo repete-se até que a média das classes não se altere (convergência).

Ao término, todas as regiões estarão associadas a um tema (cada tema terá uma cor distinta) definido pelo algoritmo, então nesse caso, o analista deverá associar estes temas a uma das classes pré-selecionadas pelo analista.

Neste sentido foram feitos diversos testes buscando encontrar o melhor limiar e área que representasse um bom e satisfatório resultado para os parâmetros da segmentação, dentre os testes executados temos: Teste 1 para a imagem do ano de 1989, limiar de similaridade 8 e área 25; Teste 2, limiar de similaridade 8 e área 30; Teste 3, limiar de similaridade 5 e área 25 e Teste 4, limiar de similaridade 5 e área 20. (Figura 4)

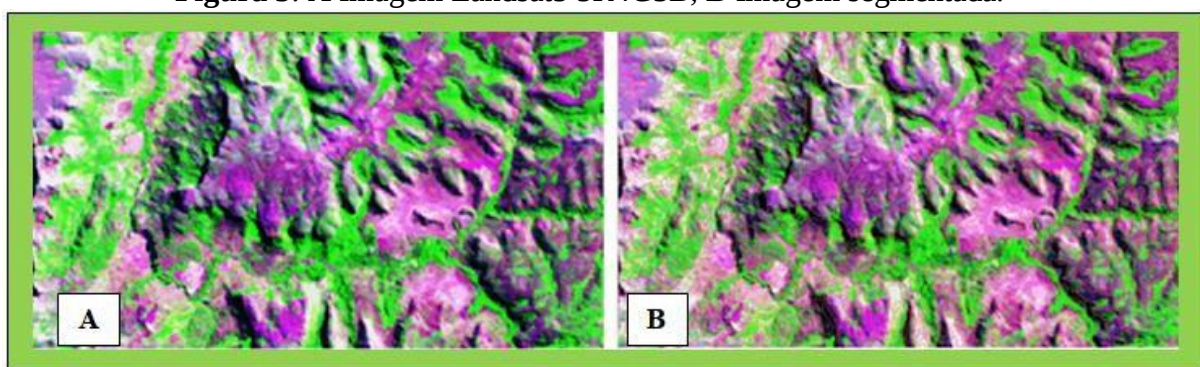
Figura 4: **A** Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 1989, **B** Classificação obtida através da segmentação com limiar 5 e área 20.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Assim, optou-se pelo limiar do Teste 4 após analisarmos visualmente através da sobreposição por acoplagem da imagem segmentada com a composição colorida das bandas utilizadas para sua geração. Verificou-se uma imagem com poucos polígonos, mais limpa, polígonos com áreas bem definidas, conforme mostra a figura 5.

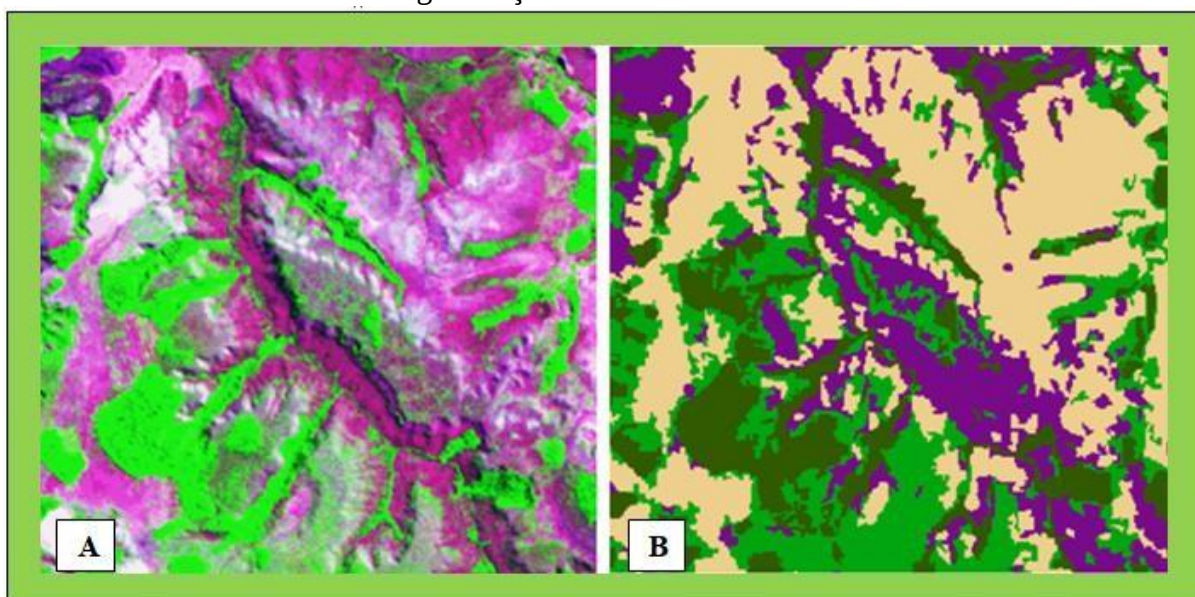
Figura 5: **A** Imagem Landsat5 5R4G3B, **B** Imagem segmentada.



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Para o ano de 2000, foram feitos os seguintes testes: Teste 1, limiar de similaridade 5 e área 20; Teste 2, limiar de similaridade 8 e área 25; Teste 3, limiar de similaridade 5 e área 10 e Teste 4, limiar de similaridade 5 e área 12. Após os testes entre as combinações verificamos que o resultado da segmentação com similaridade 5 e área 12 foi satisfatório para o objetivo proposto (Figura 6).

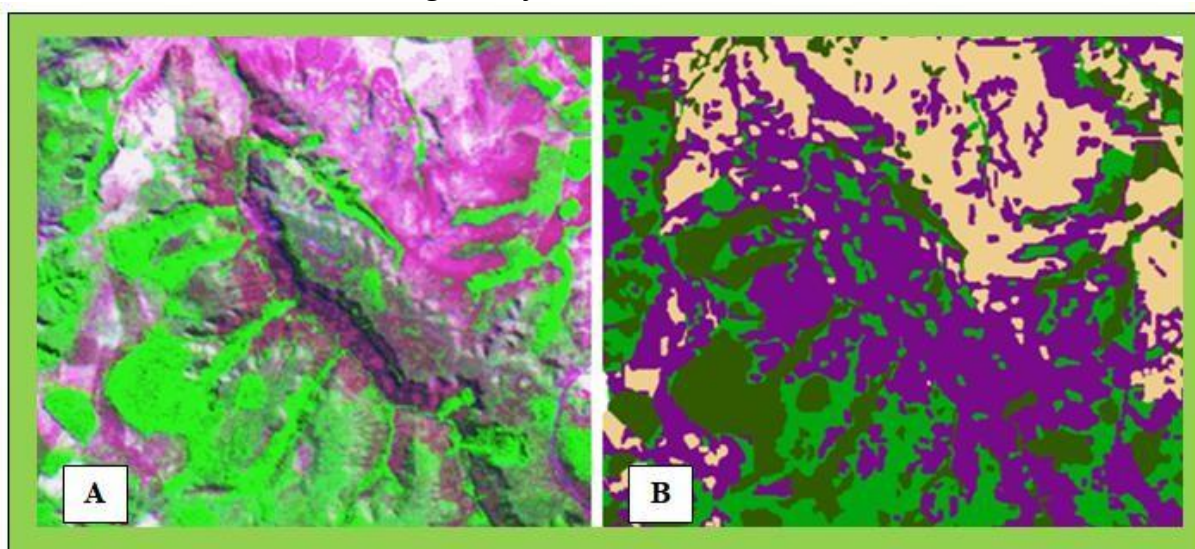
Figura 6: A Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 2000, **B** Classificação obtida através da segmentação com limiar 5 e área 12.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para o ano de 2010, foram feitos os seguintes testes: Teste 1, limiar de similaridade 8 e área 20; Teste 2, limiar de similaridade 5 e área 18; Teste 3, limiar de similaridade 5 e área 10 e Teste 4, limiar de similaridade 4 e área 8. Após os testes entre as combinações verificamos que o resultado da segmentação com similaridade 4 e área 8 foi o mais satisfatório para o objetivo proposto (Figura 7).

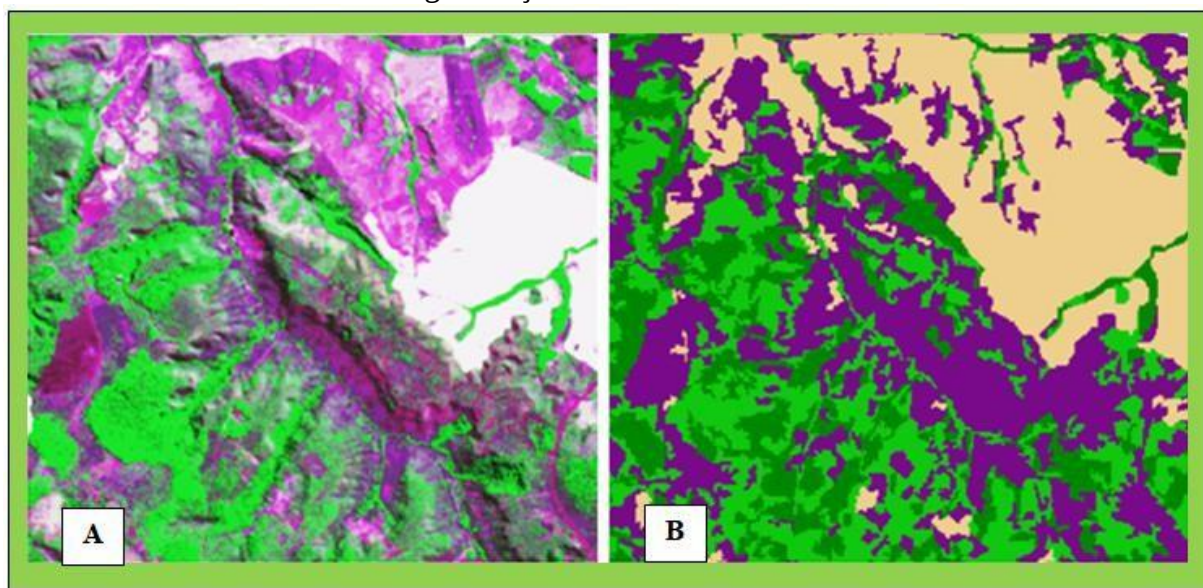
Figura 7: A Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 2010 **B** Classificação obtida através da segmentação com limiar 4 e área 8.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para o ano de 2019 foram feitos os seguintes testes: Teste 1, limiar de similaridade 8 e área 18; Teste 2, limiar de similaridade 5 e área 30; Teste 3, limiar de similaridade 4 e área 18 e Teste 4, limiar de similaridade 5 e área 20. Após os testes entre as combinações verificamos que o resultado da segmentação com similaridade 2 e área 8 foi satisfatório para o objetivo proposto (Figura 8).

Figura 8: A Imagem de Satélite Landsat5 5R4G3B ano 2019 B Classificação obtida através da segmentação com limiar 4 e área 8.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir disso, foi então realizada a classificação das imagens, para cada ano de análise, levando em consideração as classes temáticas adotadas na pesquisa, caracterizadas na sequência: Formação Florestal, Formação Savânica-Campestre, Agropecuária, Cicatrizes de Fogo, Corpos de Água e Área Urbana.

Formação Florestal: é formada por fatores temporais e espaciais influenciados por variações locais como a hidrografia, topografia, profundidade do lençol freático, bem como a profundidade dos solos e até mesmo a fertilidade desse solo.

Esta fitofisionomia se divide da seguinte forma: matas de galerias, matas ciliares, mata seca e cerrado, caracterizados respectivamente em: vegetação em fundos dos vales, cabeceiras de drenagem e acompanhando os cursos de pequenos rios e córregos; vegetação às margens de cursos d'água; encontrada em interflúvios sem associação com cursos d'água; mata mais rala e fraca caracterizada pela presença de espécies do Cerrado sentido restrito e por espécies de mata (RIBEIRO E WALTER, 2008).

Na Figura 9 (A e B) são representadas fotos oblíquas dos tipos de Formação Florestal na APASL, sendo que na Figura 9 A observa-se a presença de uma densa Formação Florestal em uma área junto ao curso d'água caracterizado pela presença de mata ciliar e na Figura 9B o tipo de cobertura vegetal natural Cerradão.

Figura 9: A Fitofisionomia de Formação Florestal com mata ciliar B Fitofisionomia Cerradão.



Fonte: Fotografia tirada por Mariléia Lacerda (2022).

Pode-se observar que a principal degradação da Formação Florestal ocorre devido a sua retirada. Retiram a madeira para construção de cercas, currais, dispensa para armazenamentos de materiais, etc.

Essa formação é essencial para manutenção dos cursos d'água, elas formam uma espécie de proteção dos cursos d'água, pois suas raízes impedem o desmoronamento das margens dos rios e córregos. Sua retirada faz com que as margens dos córregos desmoronem, causando assoreamento dos mesmos com o acúmulo de solo e rochas nos seus interiores, bem como abrem espaço para outras espécies vegetais invasoras, conforme mostram as figuras 10A e 10D.

Segundo Costa e Rodrigues (2015), a cobertura vegetal atua como forma de proteção do solo frente a ação das gotas da chuva por meio da interceptação da água pela estrutura da vegetação localizada acima da superfície do Solo, reduzindo a velocidade da gota da chuva ao

mesmo tempo que diminui consideravelmente a intensidade do efeito *splash*, contribuindo para a redução do fluxo superficial e nos processos erosivos.

Figura 10: A e D: Assoreamento de canais de drenagens; **B e C** presença de espécies invasoras.



Fonte: Fotografias tirada por Mariléia Lacerda (2022).

Observa-se que na figura 10A e C há presença da espécie *Attalea* SSP nome científico, mas popularmente conhecido como babaçu, coco-de-macaco e uauaçu na língua tupi, essa espécie é uma palmeira presente no Cerrado e nas regiões Norte e Nordeste do país, mas não é comum essa espécie se encontrar em margens de córregos, isso ocorre devido a retirada da mata ciliar e da mata de galeria abrindo espaço para outras espécies.

Formação Savânica-Campestre:

Nessa fitofisionomia englobamos duas Formações, a Formação Savânica e a Formação

Campestre. A Formação Savânica pode ser dividida em Cerrado Stricto Sensu (estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com as árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades), Parque Cerrado (árvores concentradas em locais específicos do terreno), Palmeiral (tanto em áreas bem drenadas quanto em áreas mal drenadas, com destaque para a espécie de palmeira arbórea), Vereda (presença de uma única espécie de palmeira, o buriti, ocorrendo em menor densidade que em um Palmeiral) (RIBEIRO E WALTER, 2008).

A Formação Campestre é dividida em Campo Sujo (presença marcante de arbustos e subarbustos entremeados no estrato herbáceo), Campo Rupestre (estrutura similar ao Campo Sujo, diferenciando-se pelo substrato, composto por afloramentos de rocha e composição florística, que inclui muito endemismos) e Campo Limpo (a presença de arbustos e subarbustos é insignificante (RIBEIRO e WALTER, 2008).

Podem-se verificar essas fitofisionomias na figura 11A e 11B.

Figura 11: A Cerrado Stricto Sensu, B Campo Sujo.



Fonte: Fotografias tirada por Mariléia Lacerda (2022).

Na Figura 11A pode-se observar a fitofisionomia Cerrado Stricto Sensu com árvores distribuídas em faixas de altura, indo da vegetação ao alcance dos olhos até as árvores mais altas, nesse caso ao fundo. Já na figura 11B pode-se observar a fitofisionomia Campo Sujo, exclusivamente composto por arbustivo-herbáceo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado Sentido Restrito.

O principal impacto que se observa nesse tipo de fitofisionomia é a introdução de pequenos e grandes animais domésticos, como é o caso do gado bovino, em sua vegetação, bem como a implantação de agricultura de subsistência.

Agropecuária: refere-se à produção agrícola e a criação de animais como bovinos (gado), ovinos (ovelhas) e caprinos, (bode) e até mesmo por bubalino (búfalos), seja para

subsistência, seja para fins de exportação. Assim, a classe Agropecuária representada no Uso e Ocupação da Terra apresenta as atividades agrícolas como (plantio de soja, milho e sorgo) e pecuária (criação de gado, ovinos, caprinos e bubalinos).

Pode-se destacar alguns problemas que acontecem no referido Bioma em decorrência desta atividade, como a descaracterização natural do Cerrado afetando a biodiversidade local, tanto a flora, que fica reduzida e perde espécies nativas, quanto a fauna, que tem os seus espaços de sobrevivência afetados.

Cicatrizes de Fogo: correspondem a áreas em que sofreram incêndios florestais e ou queimadas pela ação do fogo em um determinado período. Elas costumam acontecer em períodos de tempo mais seco ou de menores pluviosidades, o que ocorre mais comumente entre os meses de junho a novembro no Tocantins.

Isso ocorre em virtude da diminuição ou inexistência das chuvas nesse período, fazendo com que principalmente a Fitofisionomia Savânica - Campestre fique com seus arbustos mais seco bem como as gramíneas, e pelo período ser quente, em que o sol está mais ativo, eles se tornam mais propensos a se tornarem um material inflamável.

Os incêndios florestais também ocorrem não só devido a isso, mas também devido às pessoas atearem fogo para implantação ou renovação de pastos, bem como para implantação de áreas de cultivos agrícolas. Muitas vezes, perdem o controle, devido aos ventos fortes que também ocorrem nesse período do ano, perdem o controle, transformando-se em grandes incêndios. Além de muitos serem propositais.

Corpos d'Água: são representados por áreas de exposição da água, seja dos cursos d'água como rios, córregos e riachos, bem como as lagoas, lagos e represas. Estas últimas, representam os barramentos e tanques escavados para algum tipo de atividade como piscicultura, quanto para atividades de lazer. Os principais problemas são a supressão da cobertura vegetal natural local para criação dos barramentos (SILVA E CRISTO, 2018).

Área Urbana: são caracterizados por uma significativa parte da superfície natural transformada em edificações, como casas, arruamentos pavimentados como infraestruturas para transporte e locomoção da população. Deste modo, pela proximidade, principalmente com a cidade de Palmas e do Distrito de Taquaruçu, nota-se um aumento do parcelamento dessas áreas com características de áreas urbanas, incentivadas pela exploração imobiliária em áreas destinada a APASL.

Esse tipo de atividade pode comprometer a qualidade ambiental do bioma Cerrado devido principalmente a construção de chácaras e parcelamento do solo, em áreas cada vez

menores, para venda a mais pessoas.

O principal problema disso é a retirada da cobertura vegetal com possibilidade de redução da disponibilidade hídrica do lençol freático e aquífero local.

Nesse sentido, Mendes (2014) aponta que o processo de expansão urbana sem planejamento adequado e a especulação imobiliária em locais inapropriados ou com potencial de risco, podem resultar na degradação da cobertura vegetal e dos recursos naturais do solo e da água.

Dando continuidade na descrição dos procedimentos, após a classificação das imagens, foi realizada uma sobreposição por acoplagem entre as imagens de satélite e o mapa obtido a fim de verificar se a classe nos mapas obtida correspondia às devidas classes apresentadas na imagem.

Assim, notou-se que o algoritmo confundiu em algumas regiões, classes com pixel com níveis de cinzas parecidos, por exemplo, água e sombra, que possuem respostas espectrais semelhantes, então, o algoritmo atribuiu às duas classes a um único tema, fazendo-se necessário corrigir com uma Edição Matricial os mapas de Uso e Ocupação da Terra obtida, tornando assim uma classificação Híbrida.

A edição matricial pode ser feita no Spring, onde o mesmo permite trabalhar no plano matricial ao invés do vetorial, tornando a edição muito mais rápida por permitir que seja acessado diretamente o plano matricial, corrigindo o mapa a partir dos pixels existentes na matriz. Pelo algoritmo ter apresentado erro de omissão, como se pode observar através da acoplagem por sobreposição, na figura 12, no qual mostra erro por omissão, confundindo uma área de sombra com cicatrizes de fogo, portanto, foi realizada uma edição matricial.

Figura 12: A imagem Landsat 5 ano 2010, B imagem acoplada com mapa, C mapa com presença de omissão, confundindo sombra com área de cicatriz de fogo.

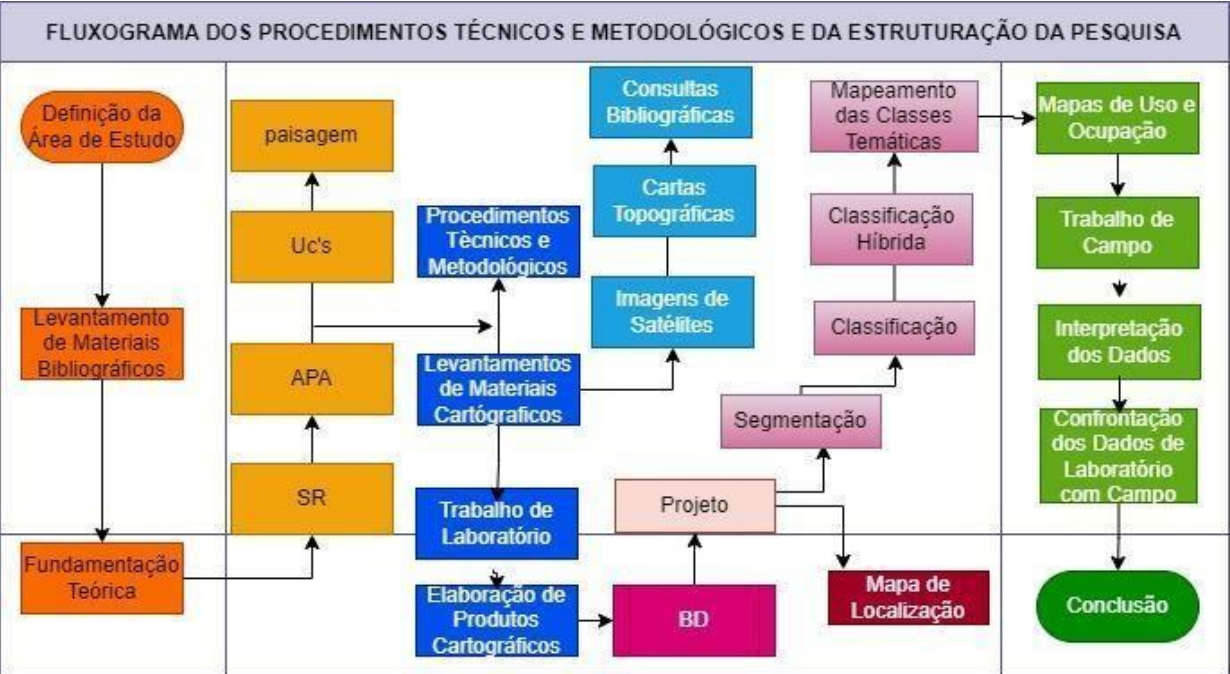


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na intenção de permitir uma visualização geral como uma síntese dos procedimentos técnicos e metodológicos adotados na pesquisa, bem como sua estruturação apresenta-se a

figura 13.

Figura 13: Fluxograma dos procedimentos técnicos e metodológicos e da estruturação da pesquisa.



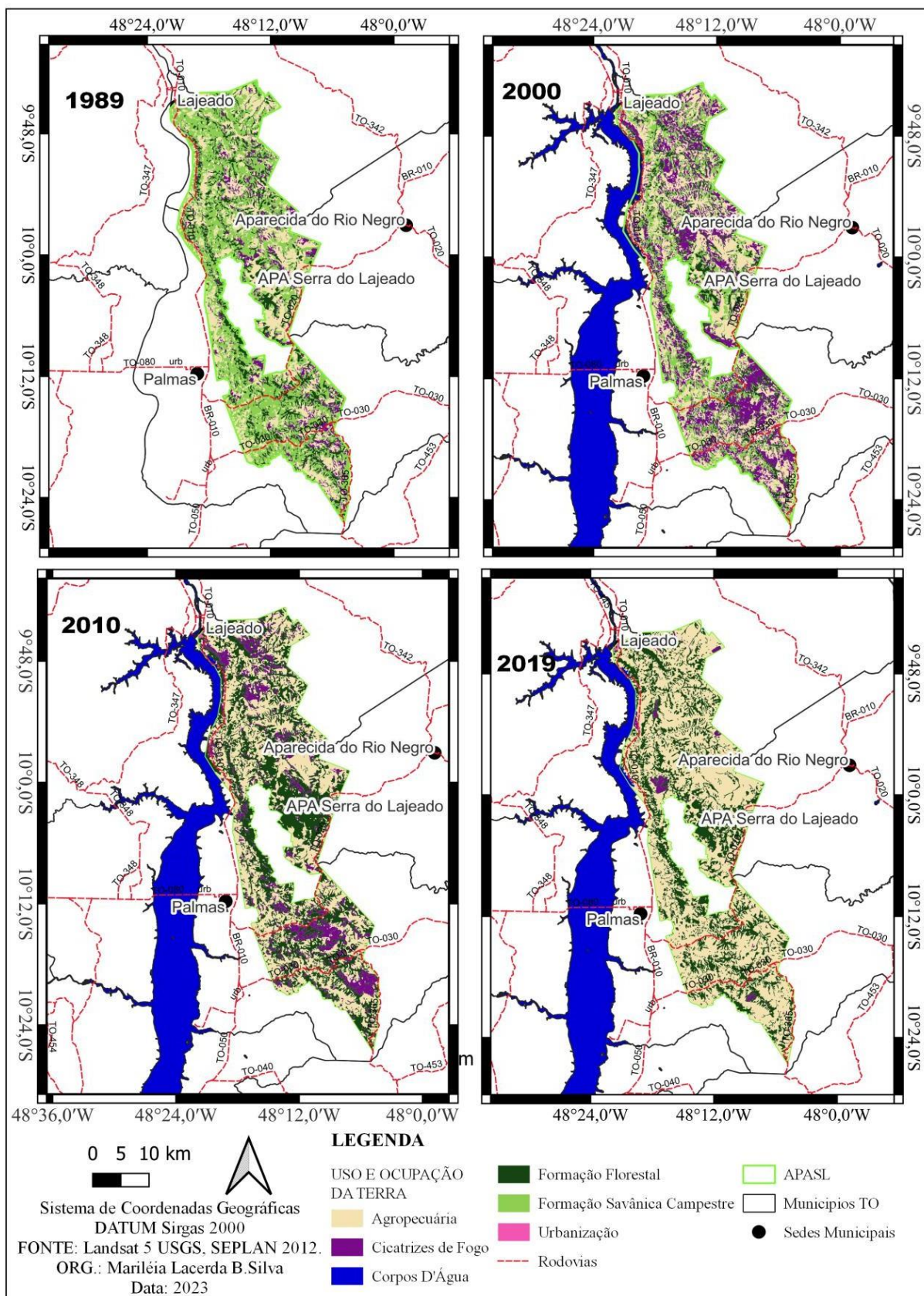
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente item tem como base a análise temporal dos aspectos de Uso e Ocupação da Terra ocorrida na APASL, realizada através do Sensoriamento Remoto, dando-se ênfase nos anos de 1989, 2000, 2010 e 2019 e nas transformações ambientais ocorridas (Figura 14).

Para Pereira e Cristo (2021) no contexto da análise integrada do meio, o fator humano, representado no modelo de uso e ocupação da terra, tem se tornado um componente indispensável, uma vez que as atividades antropogênicas interferem substancialmente nas características morfodinâmicas do ambiente.

Figura 14: Mapas de Uso e Ocupação da Terra elaborados na pesquisa.



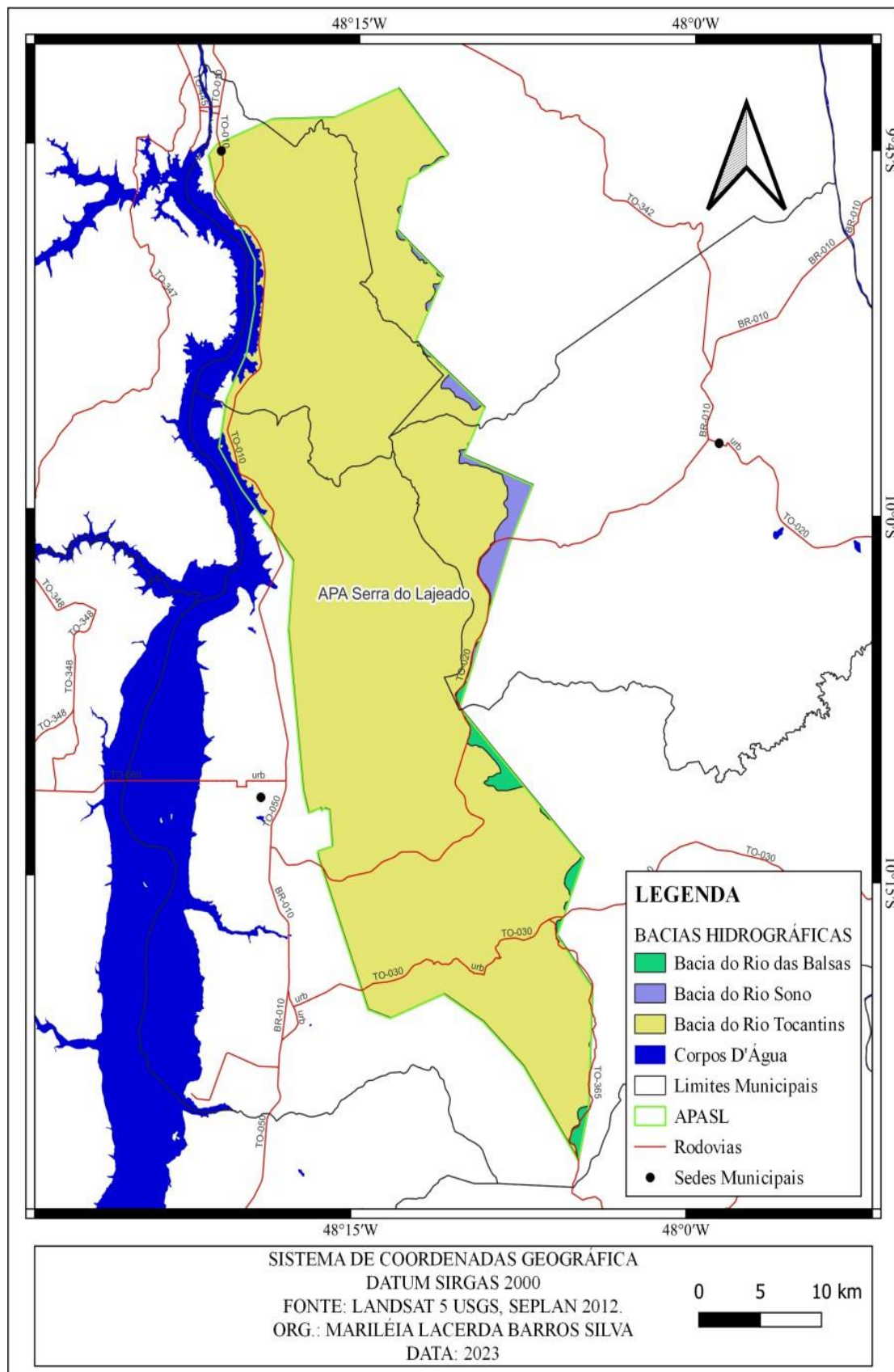
Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.1 Caracterizações Física da APASL

Segundo a SEPLAN/DBO ENGENHARIA/NATURATINS (2005), onde refere-se à APASL, diz que a mesma se encontra na bacia hidrográfica do rio Tocantins, a drenagem regional se caracteriza por um modelo do tipo dendrítico, de certa forma acompanhando a disposição geral imposta pelos lineamentos estruturais (NE-SW, N-S ou NW-SE), o que responde por uma série de angularidades nas intersecções tectônicas.

No domínio correspondente à Bacia Sedimentar do Parnaíba, a drenagem assume um modelo do tipo treliça, associado às estruturas monoclinais. Segundo classificação adotada pela SEPLAN (2003), APASL corresponde à Bacia do Rio Tocantins, que integra o Sistema Hidrográfico do Rio Tocantins, figura 15.

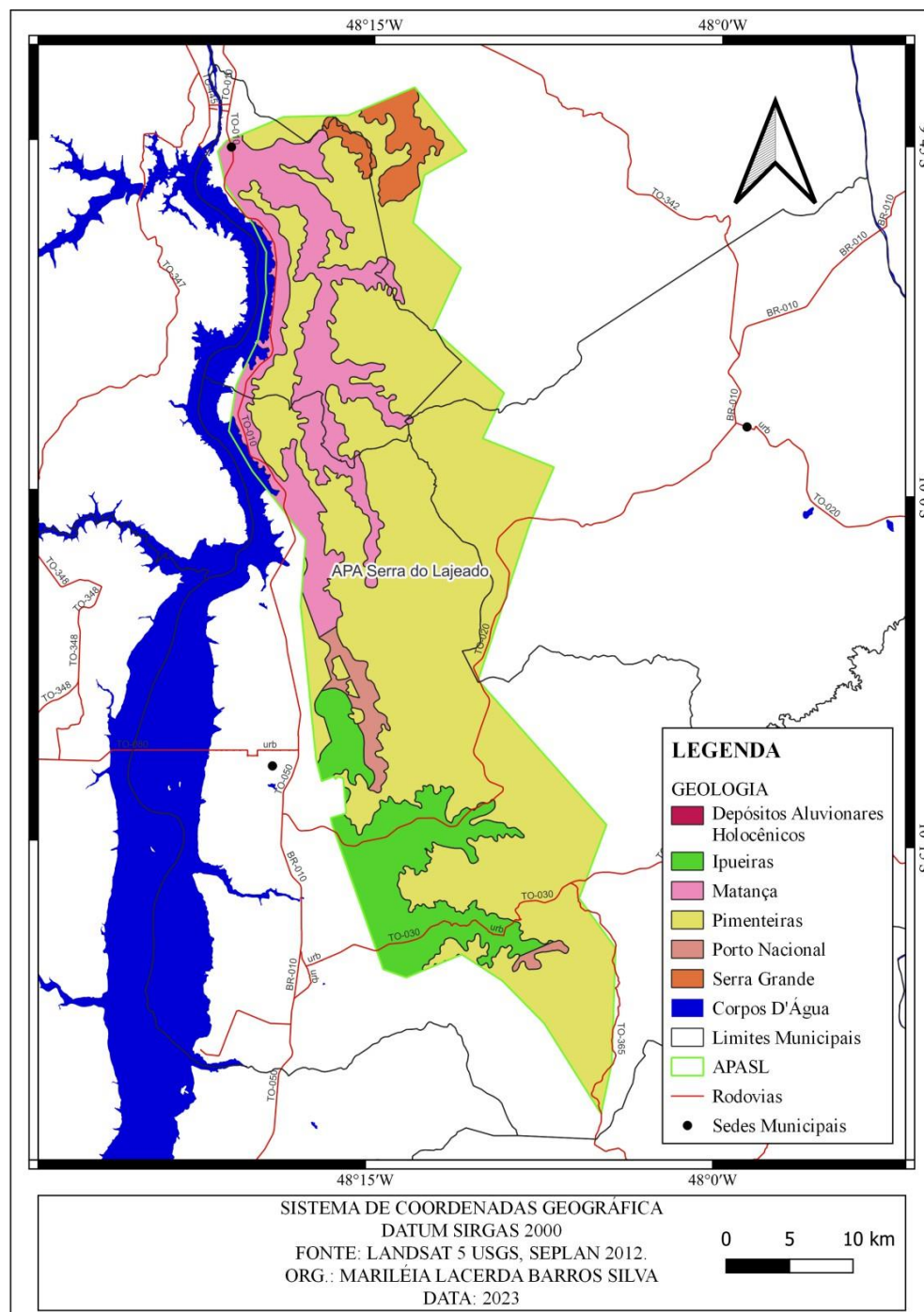
Figura 15: Mapa Hidrográfico APASL



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ainda, segundo a SEPLAN/DBO ENGENHARIA/NATURATINS (2005) a Geologia da APASL está localizada na borda ocidental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, tendo como sequência basais os arenitos parcialmente arcoseanos, siluro-devonianos da Formação Serra Grande. Tais sequências encontram-se assentadas em gnaisses migmatíticos e granulitos do Complexo Goiano (Complexos Metamórficos do Arqueano e Proterozóico Inferior) (SEPLAN, 2003) figura 16.

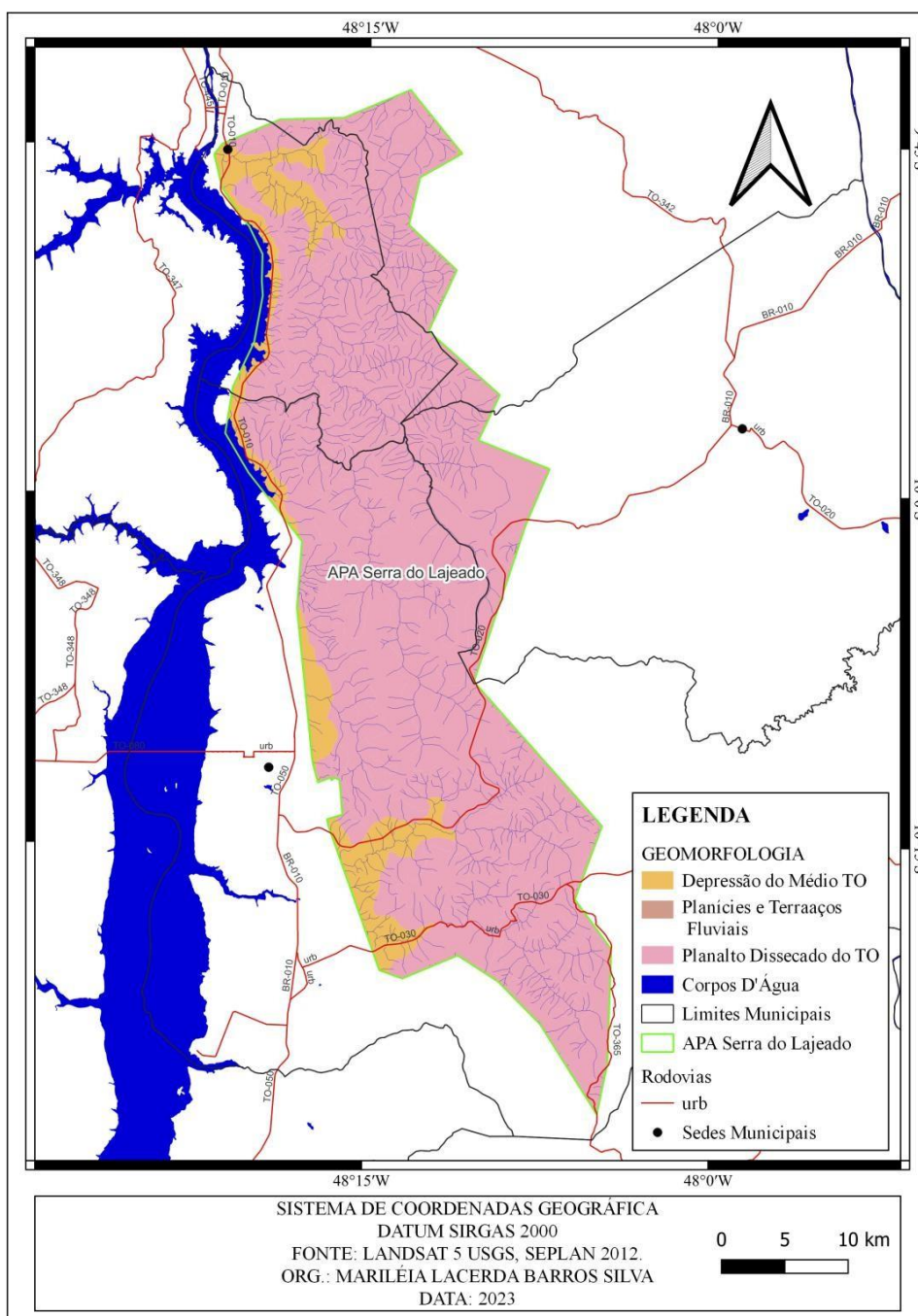
Figura 16: Mapa Geológico APASL



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Também conforme a SEPLAN/DBO ENGENHARIA/NATURATINS (2005), a Geomorfologia encontra-se na borda de bacia, contato entre os sedimentos da Bacia Sedimentar do Parnaíba e as estruturas cristalinas do Complexo Goiano, assim a Serra do Lajeado caracteriza-se como remanescente de cuesta, com mergulho oriental, com front resultante da dissecação comandada pelo curso ortoclinal do rio Tocantins e tributários da margem direita, caracterizados pelas bacias dos ribeirões Lajeado e Taquaruçu Grande, figura 17.

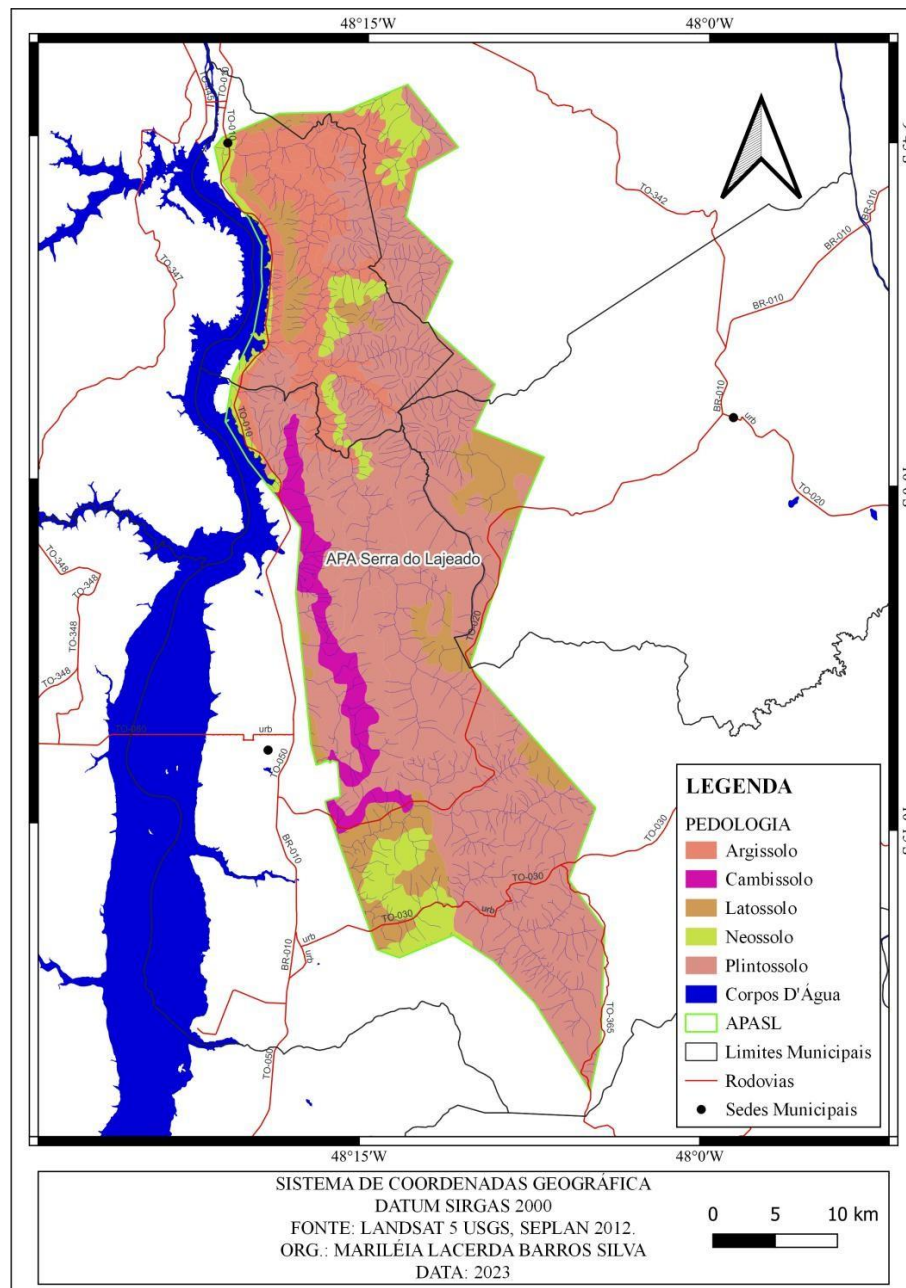
Figura 17: Mapa Geomorfológico APASL



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Segundo a SEPLAN/DBO ENGENHARIA/NATURATINS (2005), a pedologia regional reflete de certa forma o comportamento morfoestrutural, com predomínio de solos latossólico nas superfícies tabulares ou pouco movimentadas, como nos topos pediplanados dos sedimentos da Formação Pimenteiras ou ainda nos topos interfluviais do pediplano intermontano representado pela Depressão do Tocantins. Tanto no Planalto do Interflúvio Araguaia-Tocantins como nos Patamares do Interflúvio Araguaia-Tocantins predominam os Solos Concrecionários álicos e distróficos, vide figura 18.

Figura 18: Mapa Pedológico APASL



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

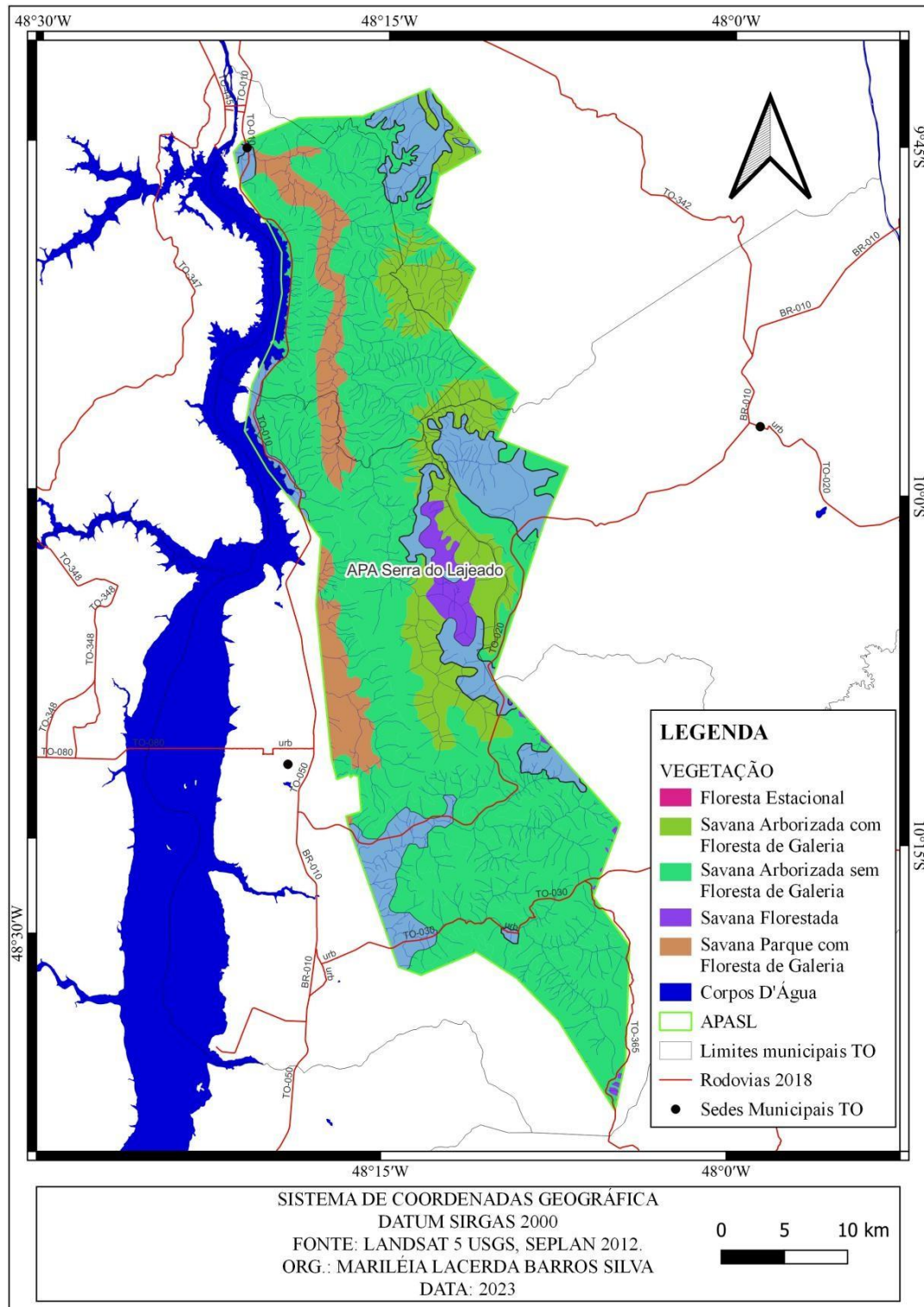
A depressão ortoclinal é caracterizada pelas estruturas pré-cambrianas ou ainda nos Residuais do Planalto do Tocantins prevalecem os Latossolos Vermelho Amarelos distróficos. A partir de Tocantínia e Miracema do Tocantins, em ambos os lados do rio homônimo, registra-se o domínio das Areias Quartzosas distróficas (Neossolos Quartzarênicos Órticos). (SEPLAN/DBO ENGENHARIA/NATURATINS, 2005).

Enquanto nos residuais do reverso da cuesta da Serra do Lajeado ocorrem Latossolos Vermelho-Escuros (Latosolos Vermelhos Ácricos) ou Solos Concrecionários distróficos relacionados aos arenitos da Formação Pimenteiras, nas rupturas de declive, como da escarpa erosiva da referida serra, predominam os Solos Litólicos (Neossolos Litólicos distróficos), (SEPLAN, 2005).

Segundo o Instituto Natureza do Tocantins- Naturatins (2018) a área da APA é grande parte formada por remanescentes de Cerrado Sentido Restrito (36,7%), Cerradão (38%) e Matas de Galeria/Ciliar (5,6%). Pequenas áreas em Campos Rupestres/Campos (3,4%), mas de grande significado ecológico.

Ressalte-se ainda a presença de um fragmento de dimensões muito reduzidas de Floresta Ombrófila Densa Submontana com cerca de 100m², sendo importante testemunho de significativo ponto de tensão ecológica nesta região. Por outro lado, cerca de 16% da área da UC encontra-se antropizada, em pastos e lavouras, além de uma pequena parte de áreas desmatadas, remanescente nativo de 2014, figura 19.

Figura 19: Mapa de Vegetação APASL

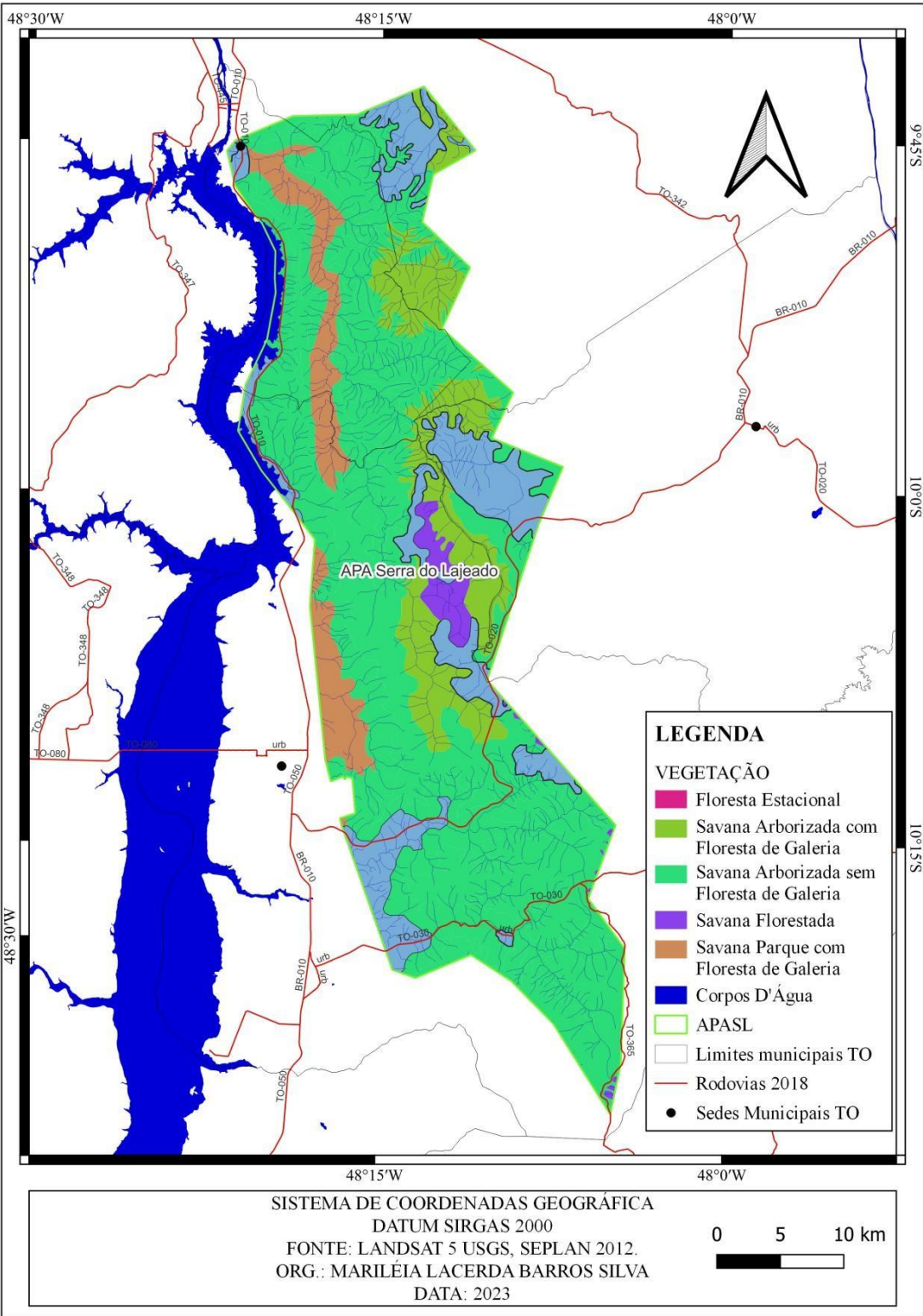


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com base na SEPLAN (2003), a APA Serra do Lajeado encontra-se em zona de transição entre o domínio de um clima úmido com moderada deficiência hídrica, abrangendo praticamente toda seção setentrional da área, estendendo-se para a porção ocidental, e clima

úmido subúmido com moderada deficiência hídrica, abrangendo a região oriental do estado do Tocantins. O primeiro é individualizado por evapotranspiração potencial com variação média anual entre 1.400 e 1.700mm, enquanto que no segundo, é de 1.500mm, figura 20.

Figura 20: Mapa Precipitação anual na APASL



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2 Área de Estudo

Por condições ambientais desfavoráveis ao uso e ocupação da terra, a Serra do Lajeado era pouco antropizada, e era também composta principalmente por propriedades rurais de grande porte, mas com a construção da Capital Palmas, acelera-se o processo de ocupação, inicialmente nas áreas aplanadas próximas a serra, principalmente com o parcelamento do solo rural em chácaras (SEPLAN, DBO ENGENHARIA, 2003).

A partir disso, no interior da Serra do Lajeado foram abertas várias vias de acesso, e consequentemente foram surgindo desmatamentos para abrir espaço para a implantação de pastagens e de agricultura.

Em 1989, o Governo do Estado, considerando a instabilidade ambiental da serra do Lajeado, a possibilidade de rápida degradação ambiental, bem como, o risco de poluição da água para consumo e preocupado com a qualidade de vida dos habitantes da capital, criou, mediante o Decreto no 213/89, de 14 de fevereiro de 1989, a Área de Representação Ecológica da Serra do Lajeado, contendo 168.000 hectares, destinada à preservação ambiental. No entanto, essa unidade de conservação não foi contemplada pelo Sistema Brasileiro de Unidade de Conservação, tornando-se apenas uma terminologia local, sem reconhecimento nacional. (SEPLAN, DBO ENGENHARIA, 2003).

Mas no início do ano 1994, o NATURATINS firmou convênio com a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura – UNESCO -, com o objetivo de reavaliar a área para fins de alteração desta área em unidade de conservação prevista na legislação vigente no País, então, elaborou-se um Plano de Trabalho para definição de Unidade de Conservação na serra do Lajeado - Tocantins. O resultado desse plano foi propor a transformação da Área anteriormente denominada de Representação Ecológica da Serra do Lajeado em Área de Proteção Ambiental – APA.

A partir de então, em maio de 1996, o SEPLAN constituiu uma Comissão Técnica, com a finalidade de propor alternativas à Reserva Ecológica da Serra do Lajeado. Em julho de 1996, a Comissão Técnica elaborou o “Relatório Preliminar e Subsídios para Avaliação da Área de Representação Ecológica da Serra do Lajeado”. Com o objetivo de conciliar o desenvolvimento com a preservação dos sítios arqueológicos e históricos e a conservação dos recursos naturais, ratificou-se a alteração da Área de Representação Ecológica da Serra do Lajeado em Área de Proteção Ambiental, com a redefinição de seu limite, excluindo-se a região do rio São João e de parte do Taquaruçú e a área destinada ao Exército Brasileiro. (SEPLAN, DBO ENGENHARIA, 2003).

O relatório com ações prioritárias recomenda o Zoneamento Ecológico-Econômico, compatibilizando a ocupação humana com a conservação ambiental através de atividades autossustentáveis, e ainda o estabelecimento de programas de monitoramento e também de educação ambiental. E através da Lei número 906, de 20 de maio de 1997, o Governo do Estado do Tocantins criou a Área de Proteção Ambiental - APA SERRA DO LAJEADO - APASL. (SEPLAN, DBO ENGENHARIA, 2003).

Posteriormente à criação da APASL, o NATURATINS tomou as medidas necessárias para que fosse feito o Zoneamento Ambiental da área.

4.3 Municípios com abrangência na APASL

A Unidade de Conservação da Natureza, APA da Serra do Lajeado tem seus limites que abrangem os municípios de Palmas, Aparecida do Rio Negro, Lajeado e Tocantínia.

Destes municípios, observa-se que Palmas detém a maior área de sobreposição com a APA, seguida de Lajeado, Aparecida do Rio Negro e por último com Tocantínia, conforme podem ser observadas na figura 21.

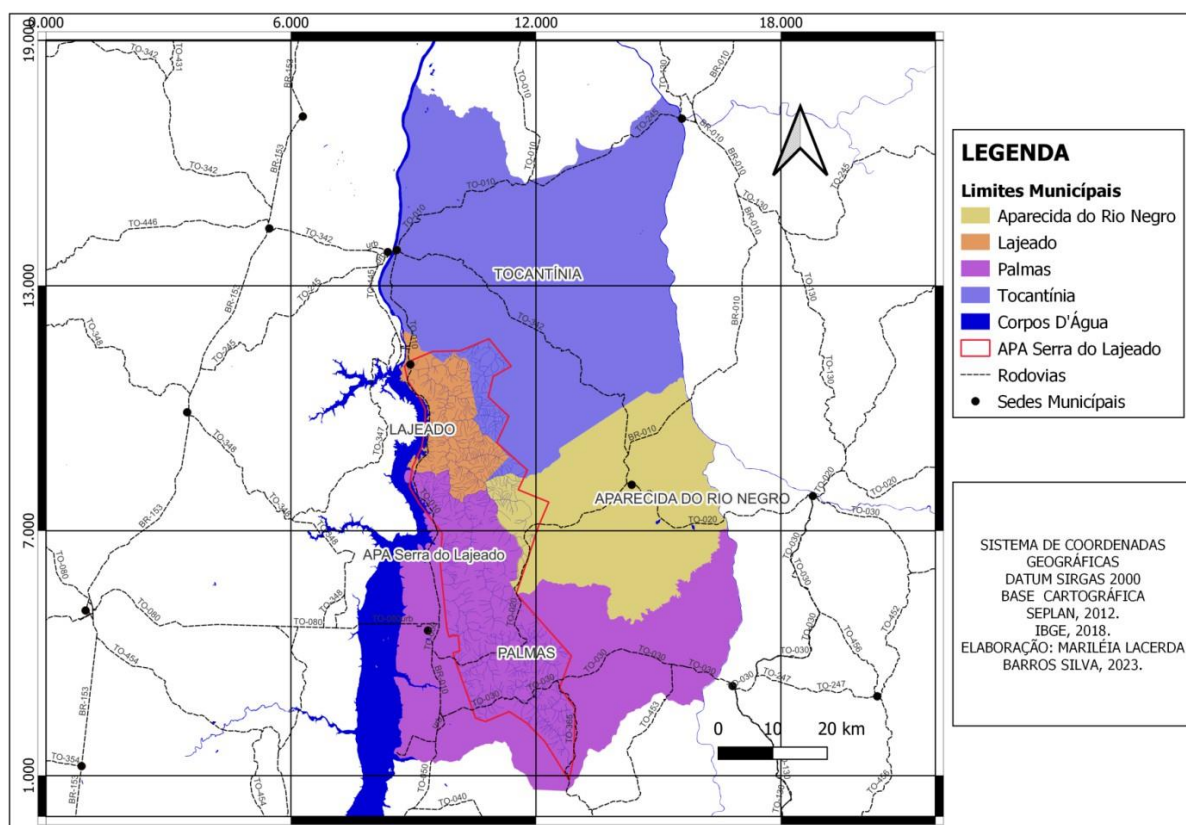
A área proporcional de terra que cada município detém na APASL está demonstrada na tabela 1.

Tabela 3: Proporção da área de cada município inserida na APASL

Municípios com terras na área da APASL	
Municípios	Porcentagem (%)
Palmas	28,50
Lajeado	87,09
Aparecida do Rio Negro	8,46
Tocantínia	4,05

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 21: Limites Municipais dos Municípios com área territorial na APASL



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O município de Aparecida do Rio Negro tem uma área total de 1.159,34 km², sendo que 8,46% do seu território estão inseridos na APA Serra do Lajeado (APASL). Este originou-se através de um povoado, no ano de 1965. Originalmente pertencia ao município de Tocantina.

Inicialmente esse vilarejo teve o nome de Meira Matos em homenagem a um general de brigada, mas posteriormente no ano de 1987, esse aldeamento foi transformado em município, recebendo o nome de Aparecida do Rio Negro, homenageando a padroeira da cidade Nossa Senhora Aparecida e ao Rio Negro que passa cortando a cidade. Conforme o IBGE de 2021, a população estimada desse município era de 4.901 habitantes.

O município de Lajeado tem uma área de 322,48 km², sendo que 87,09% estão inseridos na APASL. Município que foi emancipado em 1991, surgiu do desmembramento do município de Tocantina.

As primeiras ocupações no povoado Lajeado se deram por volta do século XVIII, através das navegações feitas no Rio Tocantins.

Um aspecto importante no município é a presença da Usina Hidrelétrica de Luís Eduardo Magalhães, criada entre os anos de 1998 e 2000, conhecidos por Usina Hidrelétrica de Lajeado. Segundo o IBGE de 2021, a população era de 3.199.

O município de Tocantínia tem uma área de 2.609,775 km², sendo que 4,05% estão inseridos na APASL. Tocantínia era um distrito denominado de Piabanha que pertencia ao município de Pedro Afonso. Essa província teve um progresso com a extração do ouro e diamante que acontecia na localidade.

A criação do município de Tocantínia ocorreu por volta dos anos de 1936 e 1937 tendo, como um fator importante, a navegação feita no Rio Tocantins. Uma das características marcantes nessa comunidade é a presença de terras indígenas. De acordo com o IBGE de 2021, a população era de 6.688.

O município de Palmas tem uma área de 2.227,329 km², sendo que 28,50% estão inseridas na APASL. Palmas é considerada uma capital planejada, que foi criada em 1988, a fim de que a mesma fosse um polo de desenvolvimento econômico e social no estado.

Assim, em 20 de maio de 1989 foi feita a escolha do nome Palmas, uma homenagem à comarca de São João da Palma, sede do primeiro movimento separatista do Norte Goiano e pela grande quantidade de palmeiras na região. De acordo com o IBGE de 2021, a população de Palmas era de 313.349 habitantes.

4.4 Análises de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 1989

No ano de 1989 os aspectos de Uso e Ocupação da Terra (Gráfico 1 e Figura 22) se caracterizam pela Formação Savânica-Campestre que ocupava a maior área da APASL abrangendo 48% da mesma, correspondendo a 545.676,98ha (Gráfico 1) concentrando-se principalmente nas porções norte e sul.

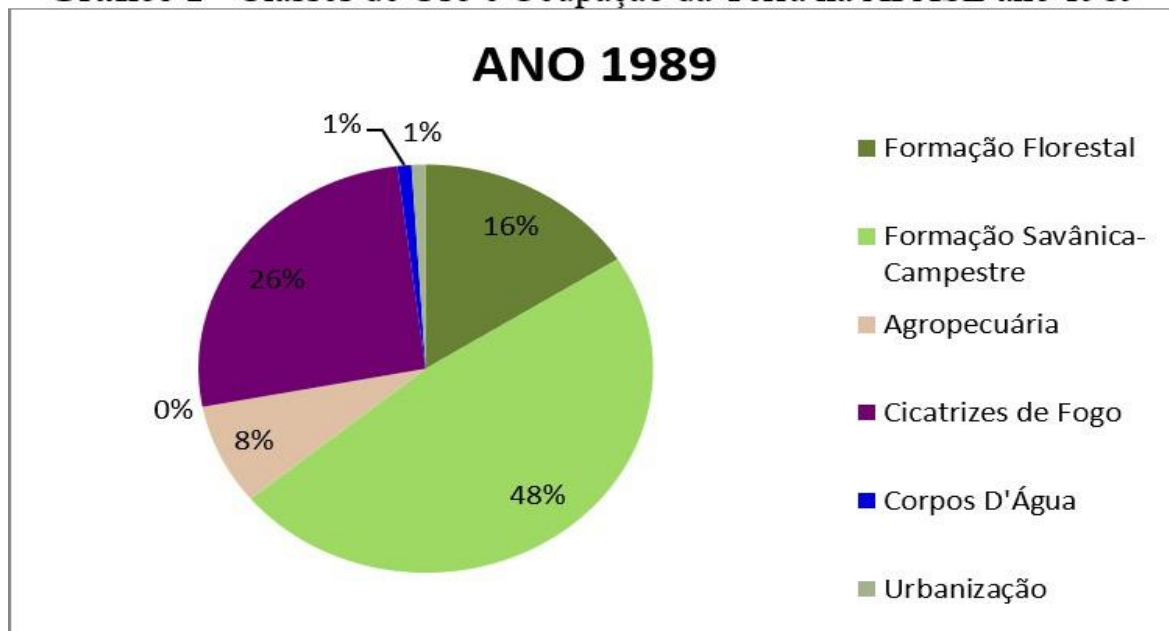
A Agropecuária ocupava uma área significativa da APASL, abrangendo cerca de 26% da mesma, correspondendo a 298.935,80 ha (Gráfico 1), destacando-se principalmente nas porções nordeste, leste e sul.

A Formação Florestal ocupava uma área importante da APASL, sendo que sua abrangência era de 16% da mesma, o que corresponde do total da área 191.509,55ha (Gráfico 1), encontrando-se principalmente nas margens de drenagens com fluxo predominante de sul a norte e nas porções mais elevadas do relevo com destaque para a porção sul.

As Cicatrizes de Fogo ocupavam cerca de 8% da APASL, equivalente a 98.322,37 ha (Gráfico 1), observadas nas porções centro, leste e sudeste.

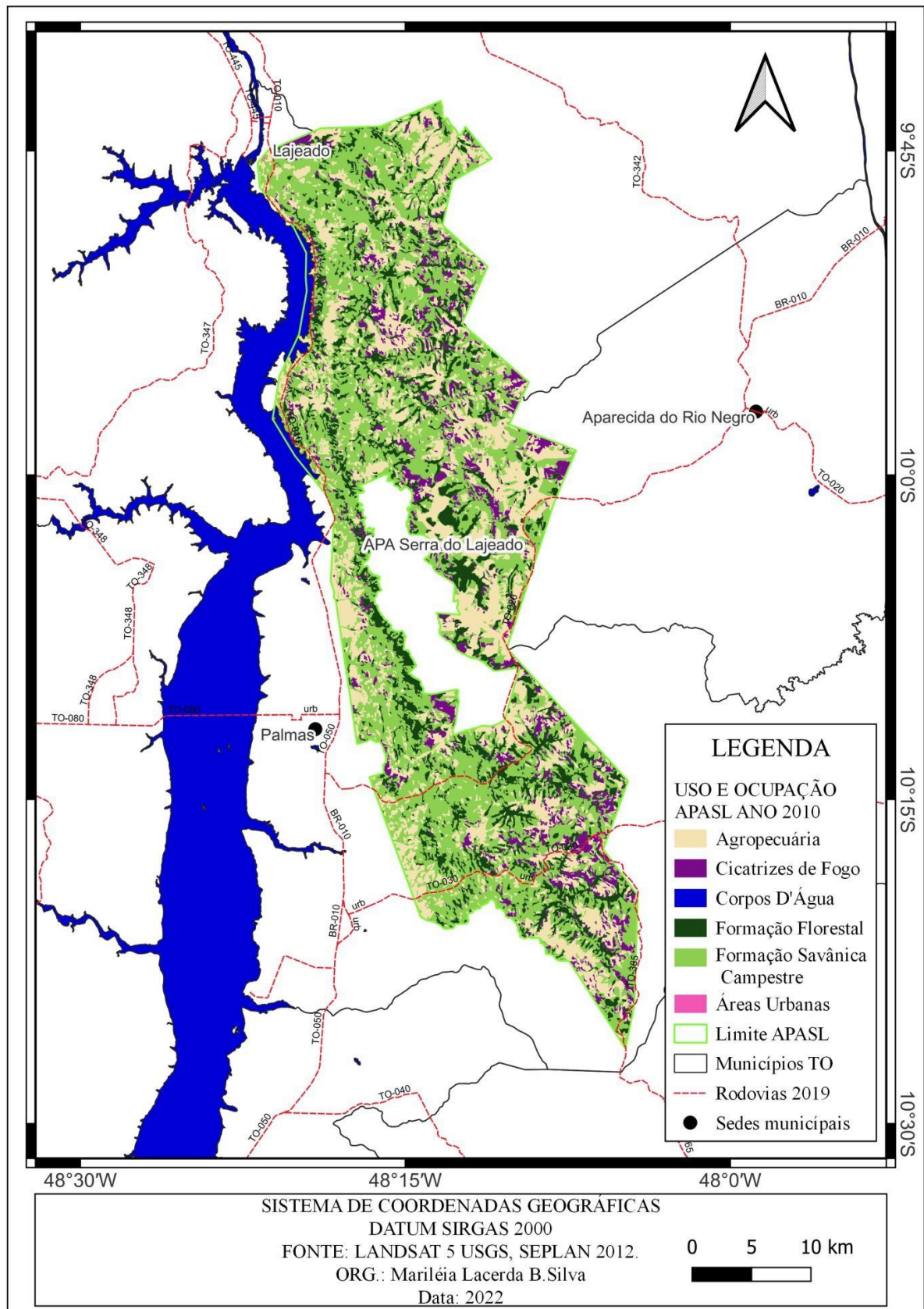
Os Corpos D'Água e a Urbanização ocupavam, em cada classe, apenas 1% da área da APASL, correspondendo a 5.456,76 ha cada uma (Gráfico 1). Os Corpos D'Água ficavam restritos aos canais de drenagens, pequenas represas e lagoas presentes na área e as Áreas Urbanas ficavam restritas às sedes municipais inseridas na APASL.

Gráfico 1 - Classes de Uso e Ocupação da Terra na APASL ano 1989



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 22: Mapa de Uso e Ocupação da Terra APASL do Ano de 1989.



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

É importante salientar que em 1989, o município de Palmas, capital do estado do Tocantins, havia acabado (20 de maio de 1989) de ser criado e que, no entanto, não havia um fluxo de pessoas como se há nos dias de hoje.

Ainda, é importante destacar também, que a APASL ainda não tinha sido criada por Lei e, portanto, havia a existência de grandes fazendas no local. Isto explica essa área ser composta principalmente pela Formação Savânica – Campestre, e de maneira menos expressiva, por Formações Florestais bem conservadas.

4.5 Análise de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 2000

No ano de 2000 os aspectos de Uso e Ocupação da Terra (Gráfico 2 e Figura 23) se caracterizam pela Agropecuária que ocupava a maior área da APASL, abrangendo cerca de 32% da mesma, correspondendo a 354.342,77 ha (Gráfico 2), destacando-se em praticamente todas as porções, leste, oeste, norte, centro e sul.

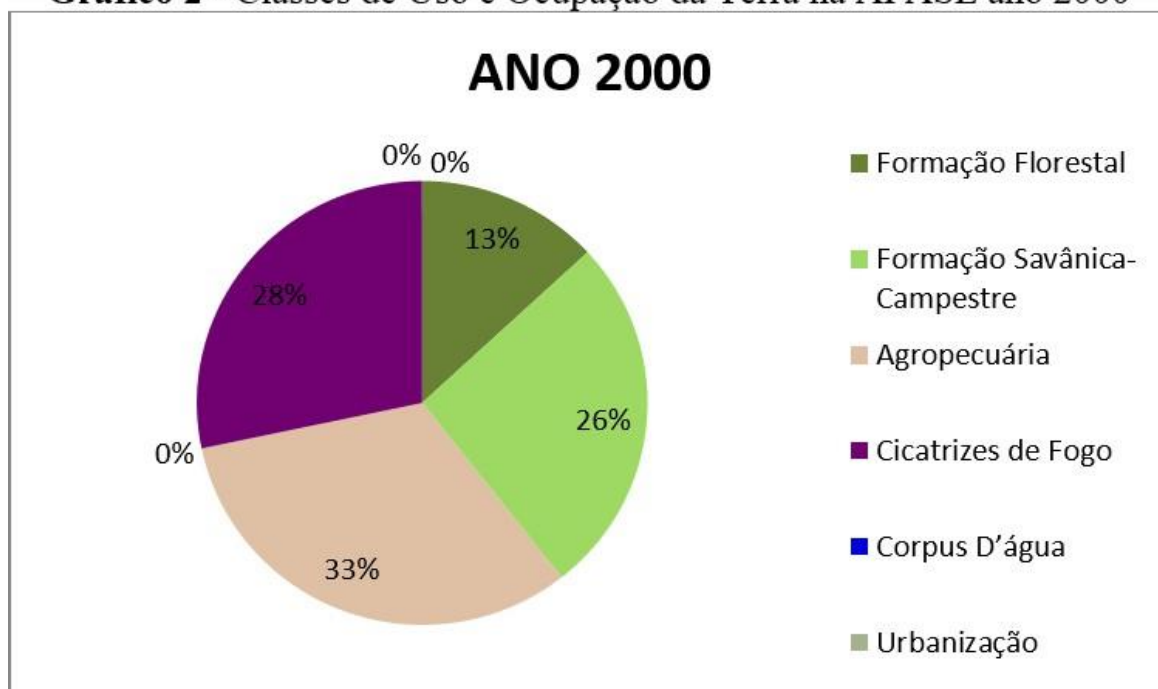
As Cicatrizes de Fogo ocupavam a segunda maior área, cerca de 28% da APASL, equivalente a 320.285,90 ha (Gráfico 2), destacando-se também em praticamente todas as porções, leste, oeste, norte, centro e sul.

A Formação Savânica-Campestre ocupava uma área significativa da APASL abrangendo 28% da mesma, correspondendo a 294.361,15 ha (Gráfico 2) concentrando-se principalmente nas porções noroeste, centro e sul.

A Formação Florestal ocupava uma área importante da APASL, abrangendo cerca de 13,67% da mesma, o que corresponde o total de 154.844,68 ha (Gráfico 2), encontrando-se principalmente nas margens de drenagens e nas porções mais elevadas do relevo com destaque para as porções centro, leste e sul.

Os Corpos D'Água e a Urbanização ocupavam cada classe, com menos de 1% da APASL e ficavam limitados aos canais de drenagens, pequenas represas e lagoas presentes na área e as Áreas Urbanas ficavam restritas às sedes municipais inseridas na APASL.

Gráfico 2 - Classes de Uso e Ocupação da Terra na APASL ano 2000



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

No ano de 2000, já é possível observar-se mudanças significativas nos aspectos de Uso e Ocupação da Terra na área de pesquisa, comparada ao ano de 1989 (Gráfico 3 e Tabela 4) e, portanto, na sua paisagem, principalmente aumento do uso com as atividades Agropecuárias, bem como na intensificação da ação do fogo, percebidas pelas Cicatrizes de Fogo.

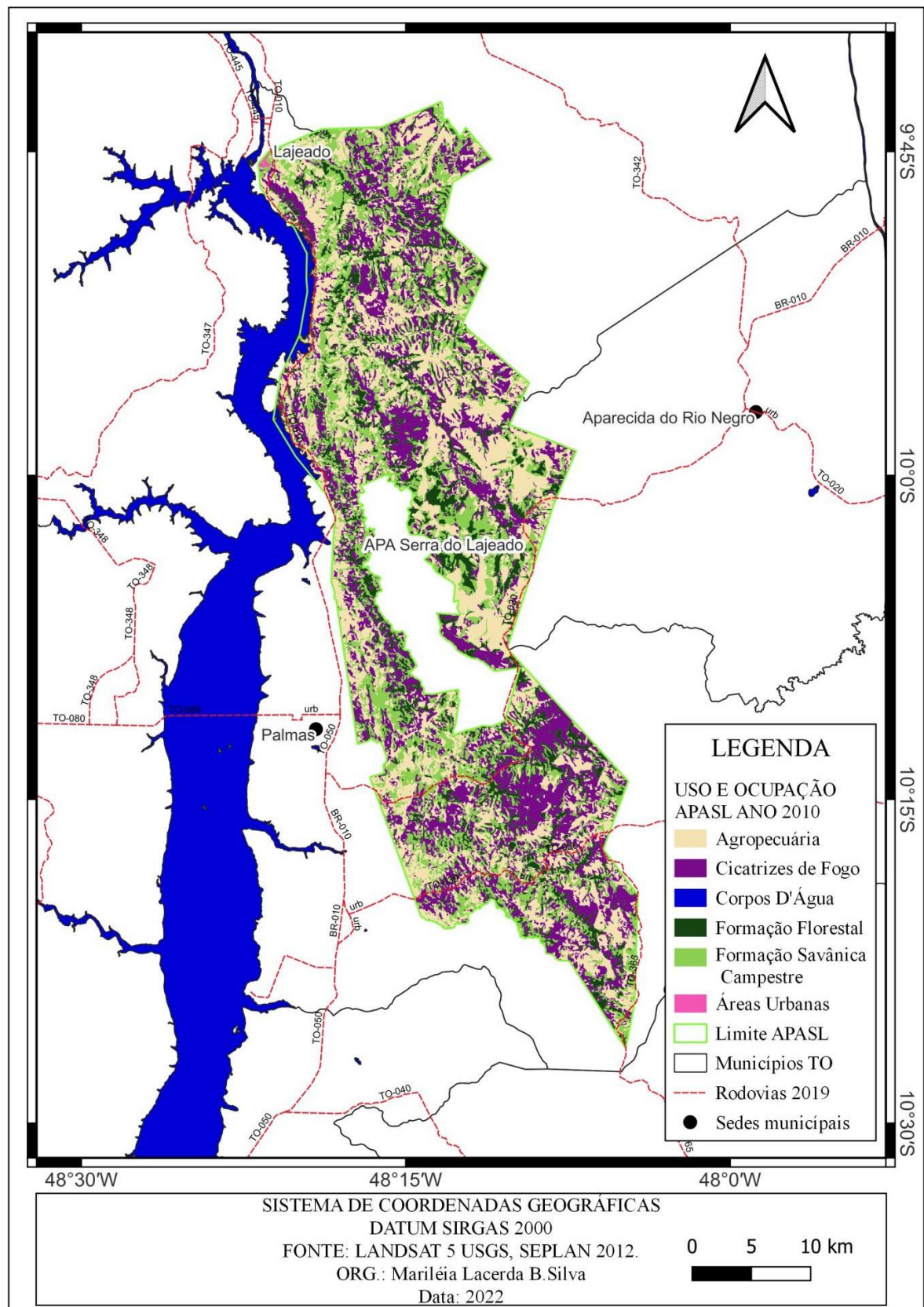
Ambos os modos de uso, são sinais de uma forte intervenção na paisagem local, pois enquanto estes usos aumentam, ocorre uma diminuição na Formação Savânica-Campestre e na Formação Florestal.

Deste modo pode-se verificar as alterações na vegetação de Cerrado, já acarretando na perda da fauna e da flora, ou seja, da sua biodiversidade.

Isto também afeta os corpos de água e a rede fluvial como um todo, pois perde-se matas ciliares e de galerias, favorecem a exposição das margens e a ocorrência de assoreamento das mesmas, bem como prejudica a infiltração da água superficial que serve como recarga do aquífero.

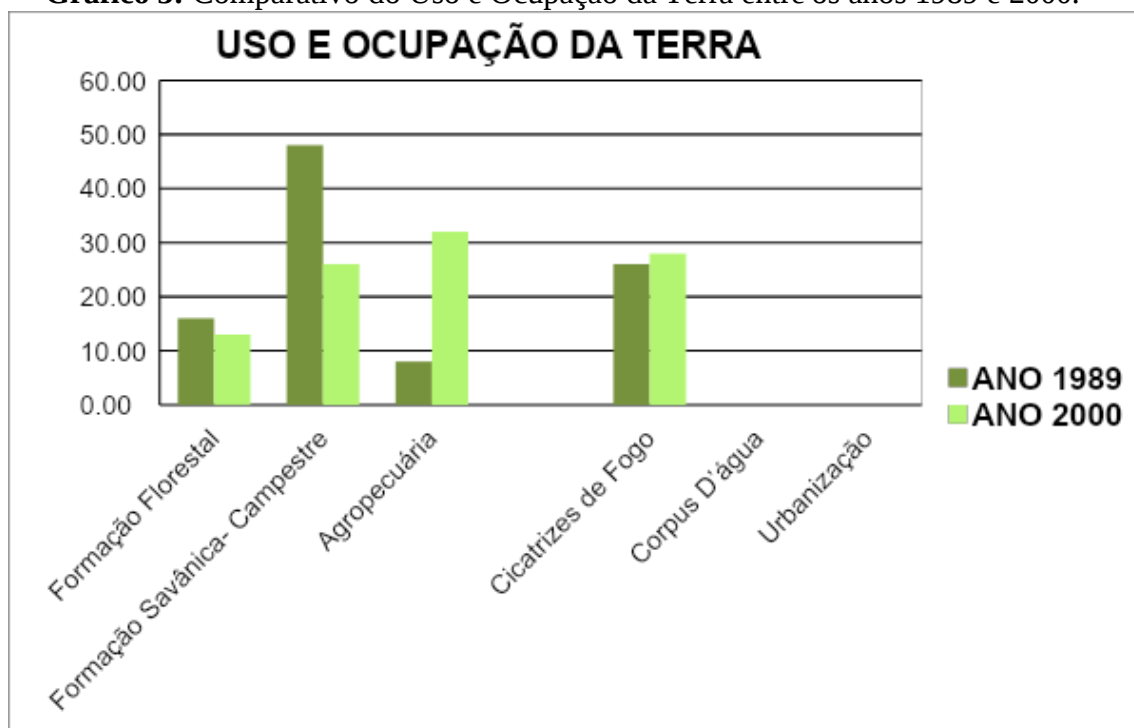
De modo geral, exercem um papel essencial frente a qualidade das águas, pois atuam como uma espécie de filtro impedindo a contaminação dos rios por defensivos agrícolas e poluentes em geral.

Figura 23: Mapa de Uso e Ocupação da Terra APASL do Ano de 2000.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Gráfico 3: Comparativo do Uso e Ocupação da Terra entre os anos 1989 e 2000.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 4: Comparativo das Classes temáticas em porcentagens e hectares entre os anos 1989 e 2000.

Classes Temáticas	1989 (ha)	1989 (%)	2000 (ha)	2000 (%)	Evolução %	Evolução (ha)
Formação Florestal	191.509,55	16	154.844,68	13	-19,12	-36.664,87
Formação Savânica-Campestre	545.676,98	48	294.361,15	26	-46	-251.315,83
Agropecuária	298.935,80	26	364.342,77	32	+21	+65.406,97
Cicatrizes de Fogo	98.322,37	8	320.285,90	28	+225	+221.963,55
Corpos D'água	0.012,30	1	0.010,00	0	-16	-0,002
Urbanização	0.119,31	1	0.661,36	1	+554	+0.542,05

Legenda: (-) = redução de Classes; (+) = aumento da classe

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ainda, é extremamente importante preservar a cobertura vegetal na margem dos rios e entorno dos corpos de água, pois sua retirada pelo ser humano, tanto para desenvolver atividades agrícolas ou pecuárias, entre outras, pode, inclusive, ocasionar o desaparecimento de alguns cursos d'água superficiais.

Observando-se as imagens 24A e 24B, fotografia de um curso d'água (córrego) dentro da Unidade de conservação APASL, nota-se a falta de árvores na margem do córrego e, conforme já foi mencionado anteriormente, ocorrem processos erosivos nas margens, processo

de assoreamento do leito e diminuição da profundidade no leito do mesmo.

Figura 24: Falta de cobertura vegetal na margem do Córrego Taquaruçú.



Fonte: Fotografia tirada pela autora (2022).

A Formação Savânica - campestre tem um valor ainda mais expressivo diminuindo 46% da sua área dentro da APASL, sendo que a mesma ocupava a maior parte da unidade no ano de 1989 e em 2000, é evidente e notória a substituição deste uso com a presença das Cicatrizes de Fogo e da Agropecuária.

As Cicatrizes de Fogo nesse ano analisado, obteve um crescimento muito grande de cerca de 225%, ou seja, sua área mais que dobrou neste ano se comparado ao ano de 1989.

Observa-se que as áreas com Cicatrizes de Fogo ocupavam principalmente os locais planos e de fácil acesso, próximo a locais que já eram ocupadas por pastos e lavouras. Assim, pode-se inferir que essas áreas foram queimadas para serem usadas para ampliação da atividade agropecuária.

É possível ainda observar que as áreas com detecção de Cicatrizes de Fogo são mais evidentes, nas proximidades do distrito de Taquaruçú, área periférica da sede do município de Palmas. Em 1989 foram detectadas pequenas áreas com cicatrizes de fogo na paisagem próxima a Taquaruçú, mas no ano de 2000 são passíveis de verificar áreas bem maiores.

A Agropecuária obteve também um aumento significativo de 32%, observa que o aumento desta classe é principalmente no lado nordeste, centro oeste e sudeste da APASL, ou seja, em áreas próximas a cidade de Palmas e Lajeado, principalmente no território da Capital Palmas, evidenciando assim o parcelamento da área em lotes pequenos, chácaras e

condomínios.

A APASL foi criada como já foi dito anteriormente em 20 de maio de 1997, ou seja, quase 8 anos após o primeiro ano analisado (1989), observa-se que nesse período a ação do fogo e as áreas ocupadas pela agricultura não tinham expressões significativas e a maior parte da APA era ocupada pela Formação Savânica-Campestre, assim entre 1989 e 2000, é notório a observação da transformação na paisagem da APA.

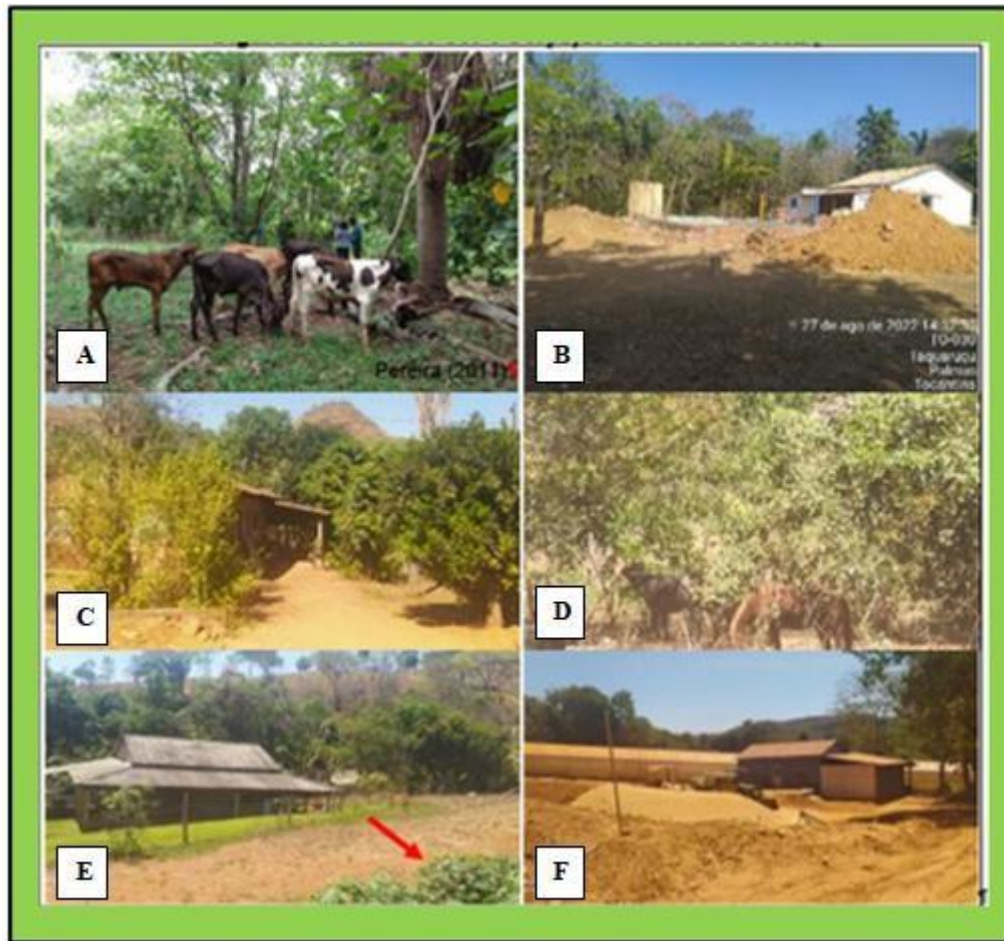
É relevante mencionar que a APASL foi criada em 1997, justamente para conservação da paisagem natural, no entanto, observa-se que o papel para o qual foi criada não é cumprido nesse período, pois há muitos danos ocorridos após a sua criação, com muitas áreas queimadas e a retirada da sua vegetação do que em anos anteriores a sua criação.

Isso pode ter ocorrido por vários fatores, entre eles: expansão acelerado do território da capital Palmas, divisão regular e irregular das grandes fazendas em chácaras menores (e com isso há maior necessidade de desmatar para construir e para criação de grandes e pequenos animais, bem como para plantio de agriculturas (roças) conforme mostra a figura 22 ou até mesmo em pequenos lotes ou lotes um pouco maior que os lotes urbanos e construção de condomínios.

A figura 25A, mostra a presença de animais próximos ao córrego Taquaruçúzinho junto às suas margens; na figura 25B pode-se observar a ampliação de uma casa em uma chácara, bem como a construção de uma piscina no local para lazer; na figura 25c observa-se o parcelamento de terra com chácara ocupando local onde estava a mata nativa. Também observa-se plantas frutíferas.

Na figura 25D nota-se a presença de grandes animais como cavalos e, até mesmo, búfalos e na figura 25E mostra outra chácara com áreas desmatadas e plantação de mandioca para subsistência; na figura 25F observa-se construção de uma casa, ampliação da área de hortaliças e desmatamento com a presença de maquinário mecanizado.

Figura 25: Formas de Uso e Ocupação da Terra na APASL



Fonte: Fotografias tirada pela Autora (2023).

4.6 Análise de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 2010

No ano de 2010 os aspectos de Uso e Ocupação da Terra (Gráfico 4 e Figura 26) se caracterizam pela Agropecuária que ocupava a maior área da APASL, abrangendo cerca de 44% da mesma, correspondendo a 503.689,16 ha (Gráfico 4), destacando-se em praticamente todas as porções, leste, oeste, norte, centro e sul.

Pode-se enfatizar que a Formação Savânica-Campestre, praticamente não foi observada individualmente como área a ser contabilizada no Gráfico 4 e mapeada na Figura

26. Isto devido a serem parcelas pequenas, para resolução espacial das imagens utilizadas e também por se encontrarem misturadas as atividades de pecuária, que também são praticadas em campos nativos do Cerrado.

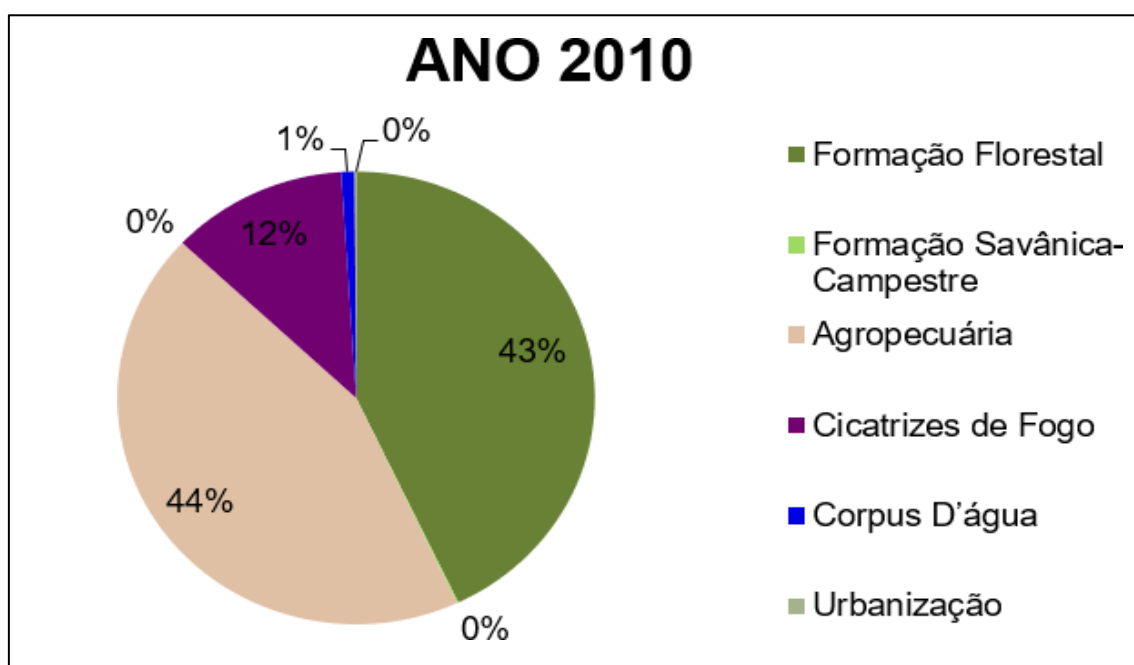
A Formação Florestal ocupava a segunda maior área da APASL, quase que equivalente a Agropecuária, abrangendo cerca de 43% da mesma, o que corresponde o total de 488.432,89 ha (Gráfico 4), encontrando-se principalmente nas margens de drenagens e nas porções mais

elevadas do relevo, porém se distribuindo por praticamente todas as porções norte, centro, leste, oeste e sul.

As Cicatrizes de Fogo ocupavam uma área significativa, cerca de 12% da APASL, equivalente a 139.020,12 ha (Gráfico 4), distribuindo-se em praticamente todas porções, com destaque para as porções norte e sul.

Os Corpos D'Água ocupavam cerca de 1% da APASL, ficavam restritos aos canais de drenagens, pequenas represas e lagoas presentes na área. Já as Áreas Urbanas ficavam restritas às sedes municipais inseridas na unidade de conservação.

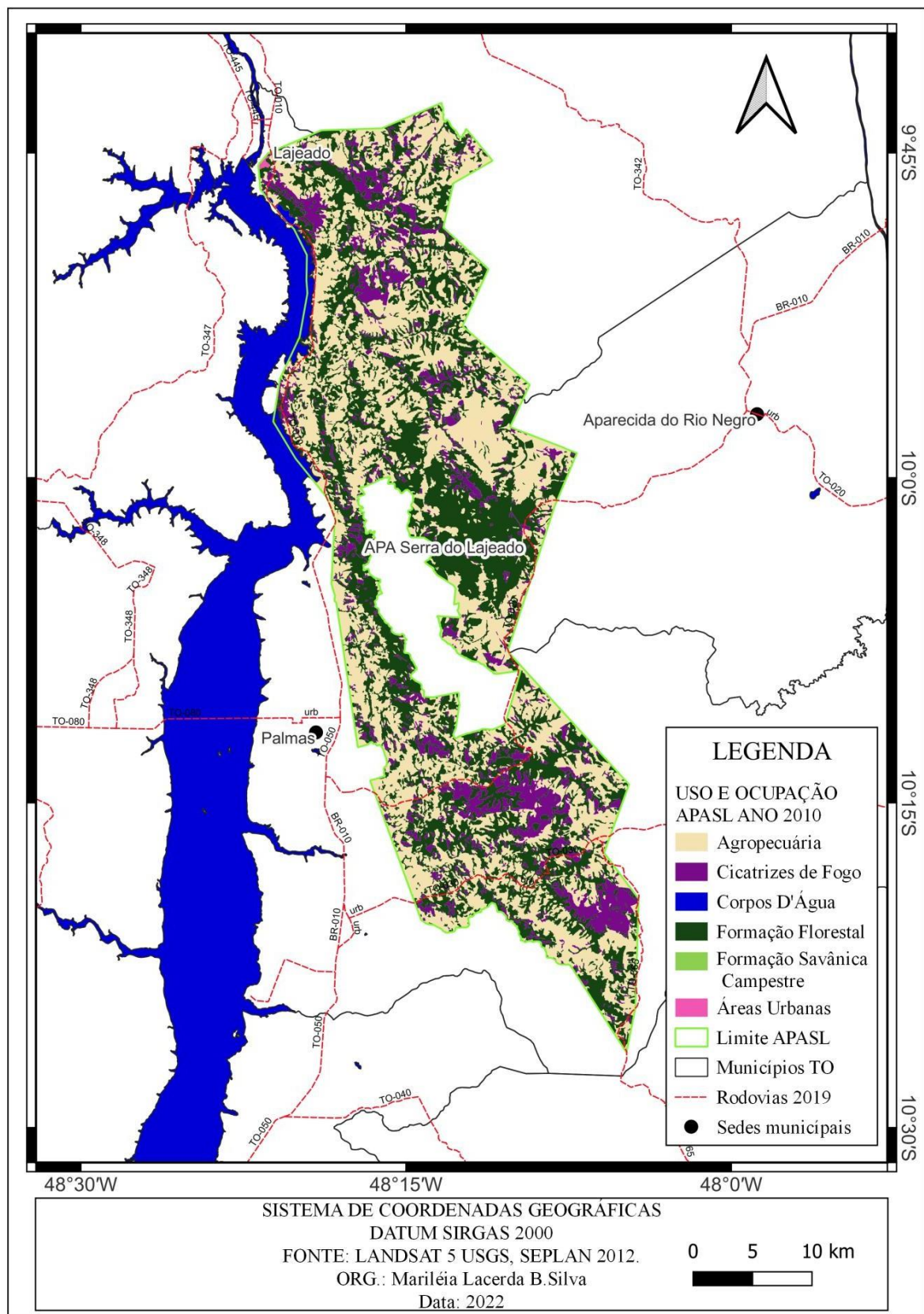
Gráfico 4: Uso e Ocupação da Terra na APASL do ano de 2010.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

No mapa de uso e ocupação da terra do ano de 2010 nota-se um crescimento na classe Formação Florestal bastante significativo, onde observa-se que esta classe anteriormente no ano de 2000 detinha 13% da área da UC e agora passa para 43% do total da área. Isto representa acréscimo de 30%, se comparado ao ano de 2000. Observa-se ainda que esse acréscimo ocorre principalmente em áreas de cursos d'água com a recuperação da vegetação nativa do Cerrado, como as matas ciliares e as matas de galeria ao longo destes cursos d'água (Figura 26, Tabela 5 e Gráfico 5).

Figura 26: Mapa de Uso e Ocupação da Terra APASL do Ano de 2010.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O aumento da Formação Florestal representa um sinal positivo de transformação ambiental e recuperação do Cerrado referente a esta fitofisionomia, e principalmente pela importância da sua presença junto às margens das drenagens, protegendo dos processos erosivos e assoreamento, auxiliando na infiltração superficial da água e contribuindo com as áreas de recarga dos aquíferos, além da grande importância quanto a biodiversidade na APA.

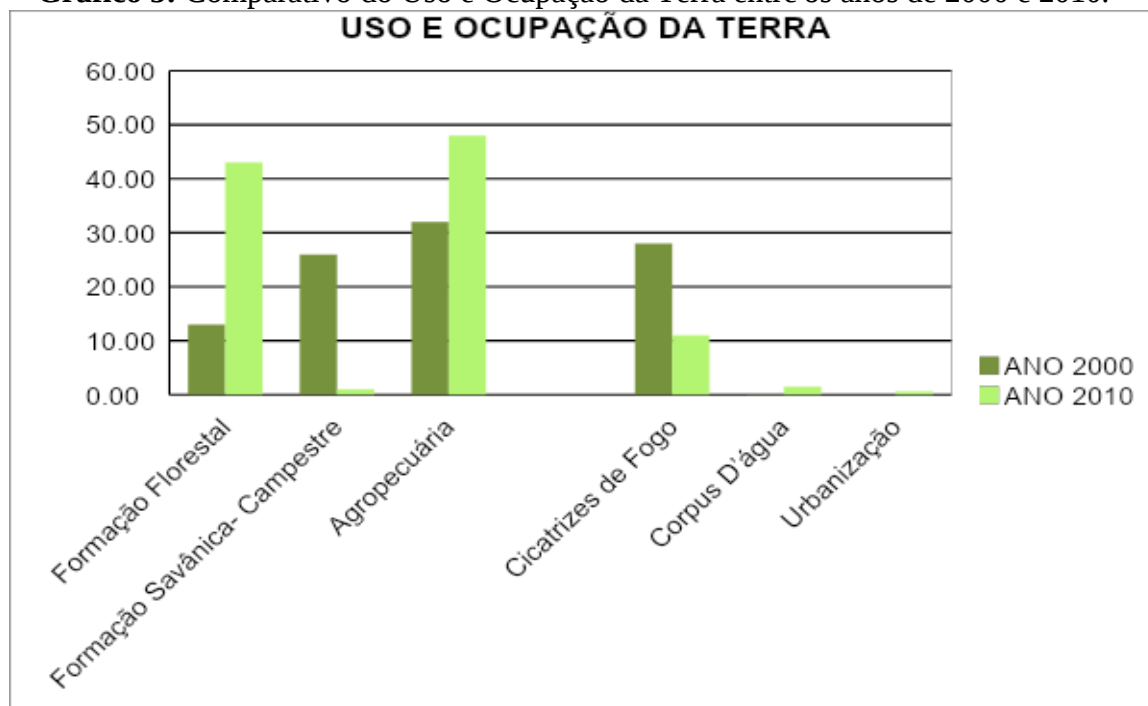
Tabela 5: Comparativo das Classes temáticas em porcentagens e hectare entre os anos 2000 e 2010.

Classes Temáticas	2000 (ha)	2000 (%) área	2010 (ha)	2010 (%) área	Evolução %	Evolução (ha)
Formação Florestal	154.844,68	13	488.432,89	43	29,4	+333.587,9
Formação Savânica-Campestre	294.361,15	26	1.042,08	0,1	25,85	-293.319,0
Agropecuária	364.342,77	32	503.689,16	44	12,28	+139.346,3
Cicatrices de Fogo	320.285,90	28	139.020,12	12	15,97	-181.265,7
Corpos D'água	0.010,00	0	1.717,01	0,1	259,55	1.716,0
Urbanização	0.661,36	1	1.673,87	0,1	148,55	+982,5

Legenda: (-) = redução de Classes; (+) = aumento da classe

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Gráfico 5: Comparativo do Uso e Ocupação da Terra entre os anos de 2000 e 2010.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na porção central da APASL é possível observar as áreas que outrora eram compostas

pelas Formações Savânica – campestre, ou seja, no ano de 2000, passando para Formação Florestal, além da presença de solos exposto bem decorrentes da ação do fogo com a presença de Cicatrizes de Fogo.

Contudo, levando em consideração o estudo de Cava (2017) em que estima-se que uma área de cerrado demore em média 47 a 49 anos para que sejam regeneradas as espécies que ele denomina de savana antiga, infere-se que estas áreas que aparentemente aparece regeneradas a possibilidade maior é que esta área esteja sendo alterada por vegetações exóticas dos tipos eucaliptos e pinos para extração de madeira de corte.

É possível observar ainda na figura 24, que a área composta pela Formação Savânica - campestre foi a fitofisionomia que mais sofreu transformação, o que se deve, em parte, principalmente pela descaracterização da vegetação nativa com o aumento expressivo da atividade agropecuária. A mesma abrangia 26% da área da APASL no ano de 2000 e, no ano de 2010, passa para menos de 1% da área.

Observa-se que essas áreas com cicatrizes de fogo, diferentemente do ano de 2000, onde a ocorrência era aleatória, no ano de 2010, nota-se que essas cicatrizes se concentram em determinados lugares com áreas mais abrangentes, ou seja, com ação do fogo, possivelmente originado por ação antrópica. “Os incêndios florestais antrópicos” são muito comuns em áreas rurais para a limpeza do pasto ou para a preparação do solo para agricultura.

Vale lembrar que as queimadas provocadas pelo ser humano o risco é enorme, pois o vento pode mudar de velocidade e direção, assim as fagulhas podem ser levadas para outras áreas, podendo iniciar outro incêndio e ficar fora de controle.

Mesmo utilizando técnicas, o ato de colocar fogo em um terreno é extremamente arriscado, tanto para os humanos quanto para a paisagem local. Ademais, a fumaça prejudica a qualidade do ar, nas proximidades e em áreas distantes, já que a mesma é transportada pela ação das correntes de ar.

Contudo, podemos inferir que as áreas em que há ocorrência de Cicatrizes de Fogo, nesse ano, principalmente no sul da APASL, serviram para ampliação e implantação de pastos e áreas de agricultura. Estando-se ciente que acontecem também em áreas urbanas onde as pessoas também os provocam.

Os Corpos d'água, apesar de a sua presença ser pequena, com cerca de 1%, tem relação com a construção da Usina Hidroelétrica Luiz Eduardo Magalhães ou Usina Hidrelétrica de Lajeado, no ano de 2002, que represou muitos rios e córregos locais.

4.7 Análise de Uso e Ocupação da Terra na APASL no ano de 2019

No ano de 2019 os aspectos de Uso e Ocupação da Terra (Figura 27 e Gráfico 6) se caracterizam principalmente pela Agropecuária que ocupava a grande maioria da área da APASL, abrangendo cerca de 67% da mesma, correspondendo a 752.727, 60 ha (Gráfico 6), destacando-se em praticamente todas as porções da unidade, porções leste, oeste, norte, centro e sul.

A exemplo do ano de 2010, pode-se verificar que em 2019, a Formação Savânica-Campestre, praticamente não aparece individualmente a ser contabilizada no Gráfico 6 e mapeada na Figura 26. Isto também é devido a serem parcelas pequenas, para resolução espacial das imagens de satélites utilizados e também por se encontrarem misturadas as atividades de pecuária, que também são praticadas em campos nativos do Cerrado.

A Formação Florestal ocupava a segunda maior área da APASL, porém ocupando cerca de 32% da mesma, o que corresponde a um total de 360.056,50ha (Gráfico 6), encontrando-se principalmente nas margens de drenagens e nas porções mais elevadas do relevo. Sua distribuição é por praticamente todas as porções, norte, centro, leste, oeste e sul.

As Cicatrizes de Fogo ocupavam apenas 1% da APASL, equivalente a 13.975,20ha (Gráfico 6), ficando restrita em algumas localidades das porções, norte, centro e sul.

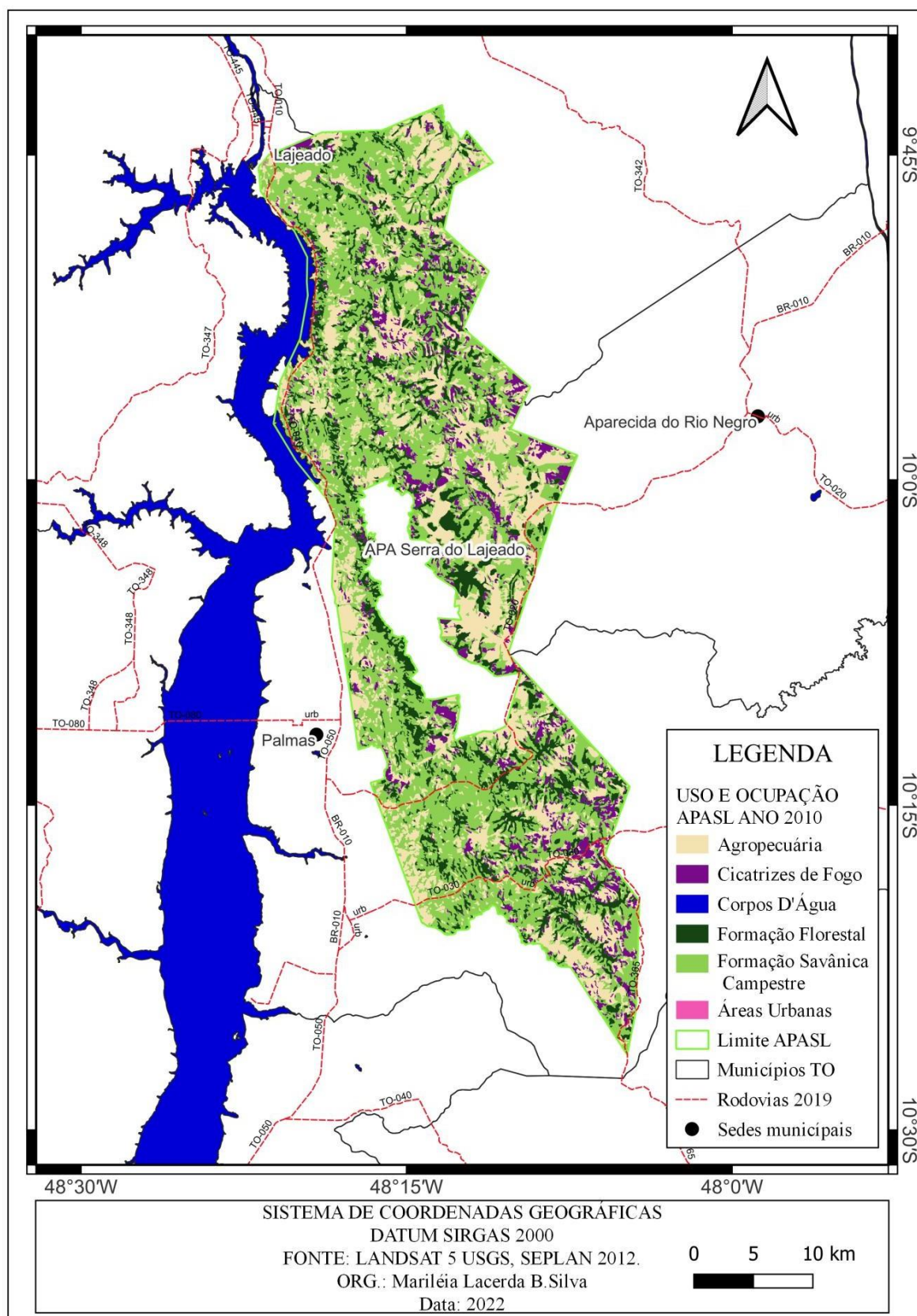
Os Corpos D'Água e a Urbanização ocupavam menos de 1% da APASL, desta forma não ficam representativas na Figura 26.

Os Corpos D'água encontravam-se restritos aos canais de drenagens, pequenas represas e lagoas presentes na área e a Urbanização, restritas às sedes municipais inseridas na unidade de conservação em pesquisa.

De modo geral, no ano de 2019, observa-se uma significativa supressão da cobertura vegetal, a exemplo das Formações Florestais e Campestres que foram reduzidas, inclusive, das matas ciliares e das matas de galeria localizadas nas margens dos cursos d'águas, sendo perceptível assim, as transformações ambientais na APASL.

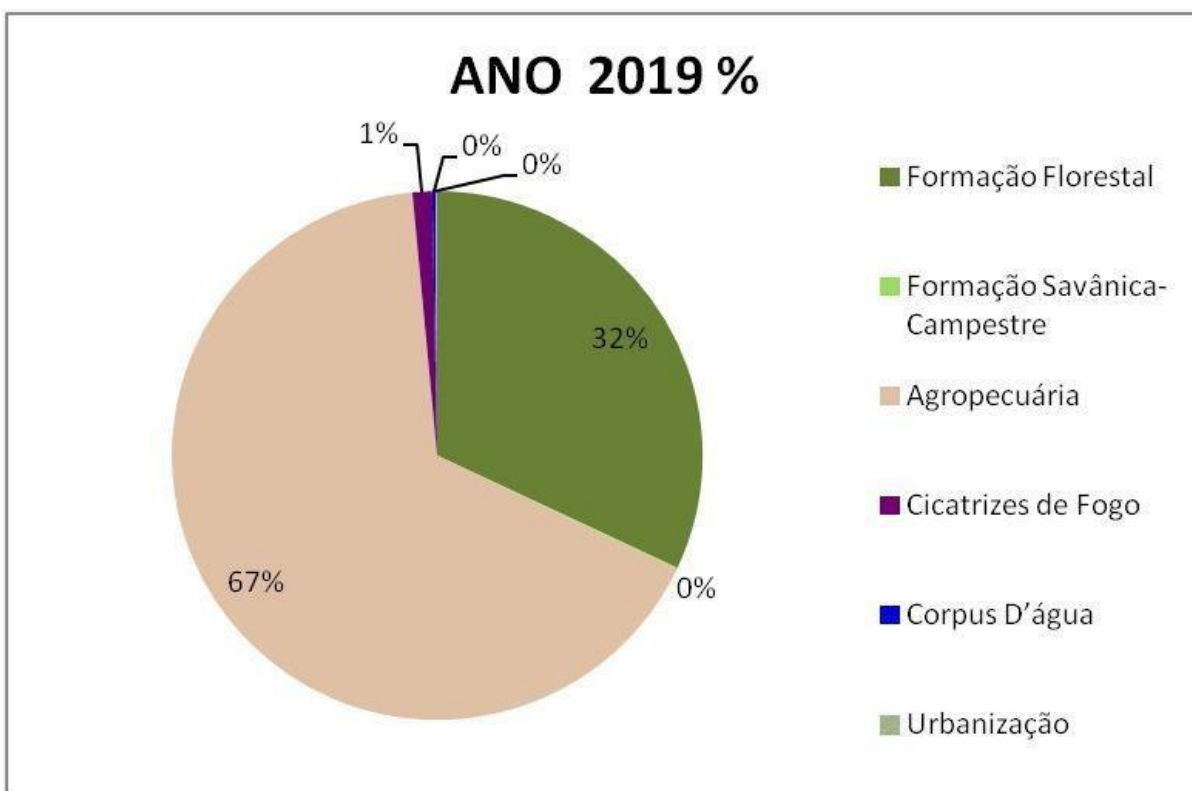
No mesmo sentido, observa-se as alterações, até mesmo em áreas que em anos anteriores, estavam sendo recuperadas, ou seja, áreas que naturalmente estavam se restabelecendo, voltam ser alteradas, transformadas, modificadas e impactadas pela ação antrópica na área.

Figura 27: Mapa de Uso e Ocupação da Terra da APASL do Ano de 2019.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Gráfico 6: Uso e Ocupação da Terra na APASL do ano de 2019.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Na Tabela 6 constata-se as alterações ocorridas na área da APASL entre os anos de 2010 e 2019.

Tabela 6: Comparativo das classes temáticas entre os anos 2010 e 2019.

Classes Temáticas	2010 (ha)	2010 (%)	2019 (ha)	2019 (%)	Evolução %	Evolução (ha)
Formação Florestal	488.432,89	43	360.056,50	31,9	11,32	-128.376,39
Formação Savânica-Campestre	1.042,08	0,1	1.079,10	0,09	0,003	+37,02
Agropecuária	503.689,16	44	752.727,60	66,3	21,96	+249.038,44
Cicatrizes de Fogo	139.020,12	12	13.975,20	1,2	11,02	-125.044,92
Corpos D'água	1.717,01	0,1	2.978,10	0,2	0,11	+1.261,09
Urbanização	1.673,87	0,15	3.161,90	0,1	0,13	1.487,43

Legenda: (-) = redução de Classes; (+) = aumento das classes

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ainda percebe-se que em 2019, houve uma redução de 11,32%, aproximadamente, na Formação Florestal, ou seja, uma diminuição de 128.376,39 ha na APA. Isto representa, uma passagem de 488.432,89 ha de vegetação florestal, para 360.056,50 ha em apenas 10 anos de uso.

Na Formação Savânica Campestre quase não houve alteração, se comparados os anos

de 2010 e 2019, pois esta formação, passa de 1.042,08 ha para 1.079,10 ha, totalizando apenas 37 ha a mais dentro da unidade de conservação, um acréscimo de 0,003%. Destaca-se que esta formação praticamente não é observada nos anos de 2010 e 2019, por considerar a mesma incorporada na Agropecuária. Vale lembrar, que essa classe, em 1989, era a formação que tinha maior abrangência de área APASL com quase 50% do total da mesma, e que no período analisado, foi a que mais sofreu alteração.

A Agropecuária, como nos anos anteriores analisados, continua expandindo sua ocupação, passando de 503.689,16ha, no ano de 2010, para 752.727,60 ha, no ano de 2019. Isto representa um aumento de 21,96%, correspondendo a 249.038,44 ha a mais, passando para 752.727,60 ha, ou seja, ocupando 66,3% do total da área na APASL.

Vale ressaltar, que em 1989, a atividade agropecuária somava uma ocupação de 298.935,80ha da APASL, ou seja, cerca de 26% do seu total e, em 2019, passa a ocupar mais de 66% da área de estudo, sendo o tipo de uso que mais provocou alteração na área de estudo, tanto nos aspectos visuais, quanto nos seus processos naturais.

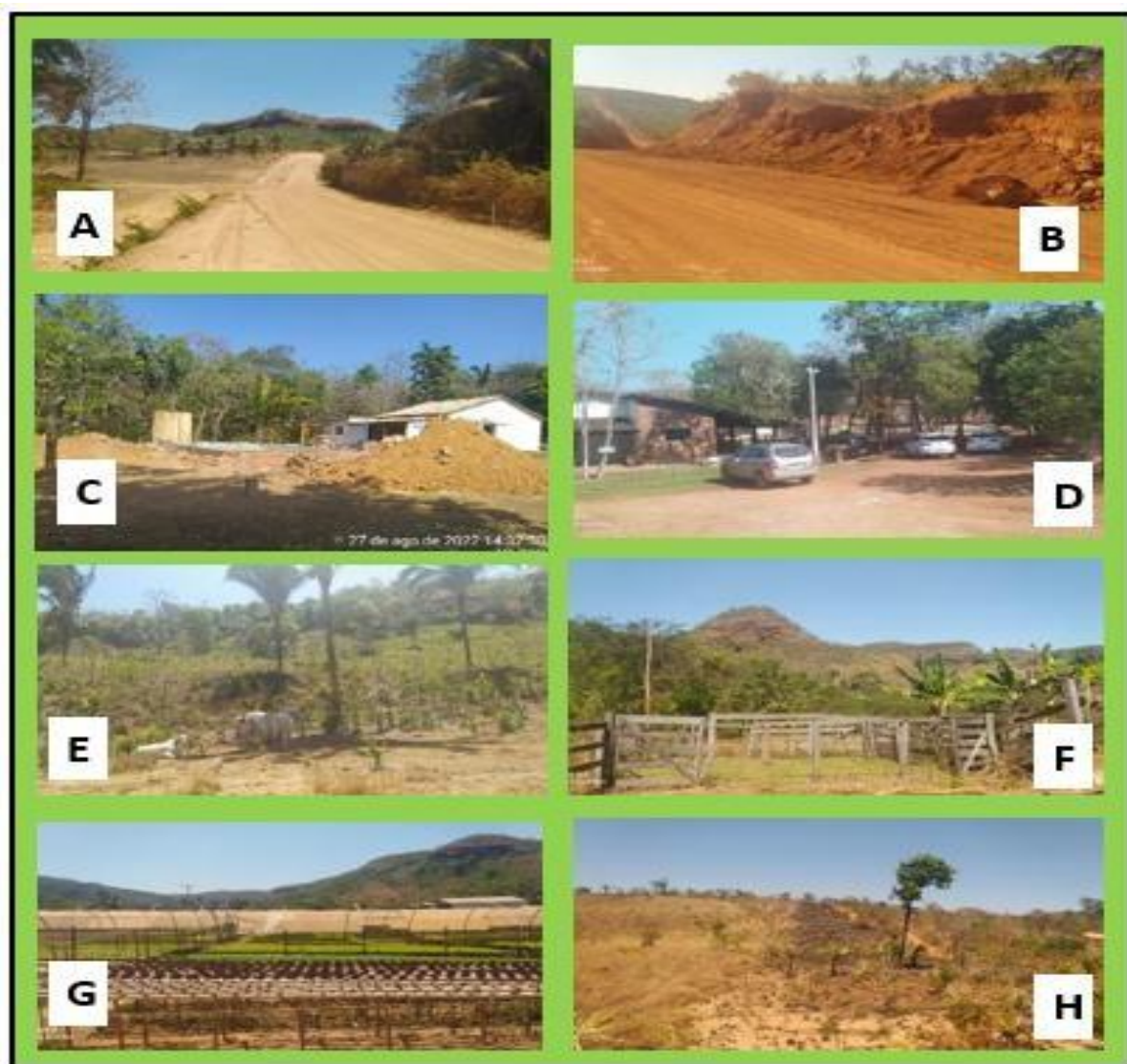
Quanto às Cicatrizes de Fogo, nota-se que a mesma, reduziu significativamente, passando de uma ocupação de 139.020,12 ha, no ano de 2010, para 13.975,20 ha, no ano de 2019. Isso corresponde a 125.044,92 ha a menos que sofreram ação do fogo, ou seja, cerca de 11% da APA em questão.

Esse resultado parece bastante importante se analisado separadamente, já que se pode pensar que 11% da vegetação, ou seja, mais de 125.000,00 ha deixou de ser queimado, mas quando analisado holisticamente e conjuntamente com as outras classes e, comparados há anos anteriores, observa-se que as áreas queimadas correspondem a área da Formação Savânica Campestre e a mesma, foi a que mais sofreu redução, restando apenas 0,09% desta fitofisionomia dentro da APA.

Nos Corpos D'água, em 2019, nota-se que obteve um aumento 0,11% na UC em questão, o que corresponde a 1.261,09ha. Este uso passa de 1.717,01ha em 2010 para 2.978,10ha em 2019, praticamente dobrou sua ocupação em apenas 10 anos. Isso pode ter ocorrido, justamente pela diminuição das matas ciliares e matas de galeria, o que mostra que os rios e córregos vêm sendo assoreados, e isso, ocasionando perda de profundidade e consequentemente alargamentos dos seus leitos.

A Urbanização também teve um aumento em 2019, passando de 1.673,87 ha no ano de 2010 para 3.161,90 ha no ano de 2019, ou seja, sua ocupação de área, praticamente dobrou de tamanho, correspondendo a 1.487,43 ha a mais na APA.

Figura 28. Uso e Ocupação da Terra atual na APASL



Fonte: Fotografias tirada pela autora (2023).

Os aspectos de uso e ocupação mais recentes da APASL podem ser observados nas Figuras 28 A e B abertura de rodovias como indicativos da expansão urbana; 28 C presença de residências em meio a Formação Florestal; 28 D local utilizado como um balneário servindo como área de lazer; 28 E e F mostram o desenvolvimento de atividades ligadas a pecuária; 28 G presença de uma extensa área com plantio de hortaliças e 28 H mostra cicatrizes de fogo, em meio a Formação Savânica Campestre, servindo como um aceiro para contenção de Incêndios Florestais.

Ainda referente ao uso e ocupação da terra atual, observou-se também a área urbana de Lajeado Figura 29 C, a presença de criação de pequenos animais como caprinos e ovinos, além

de búfalos, junto a cabeceiras de drenagens em pequenas propriedades, além de grandes áreas utilizadas para pecuária 29 A e D e para o plantio de soja e milho representando a intensificação da atividade agrícola na APA (Figura 29 B).

Figura 29: Uso e Ocupação da Terra atual na APASL

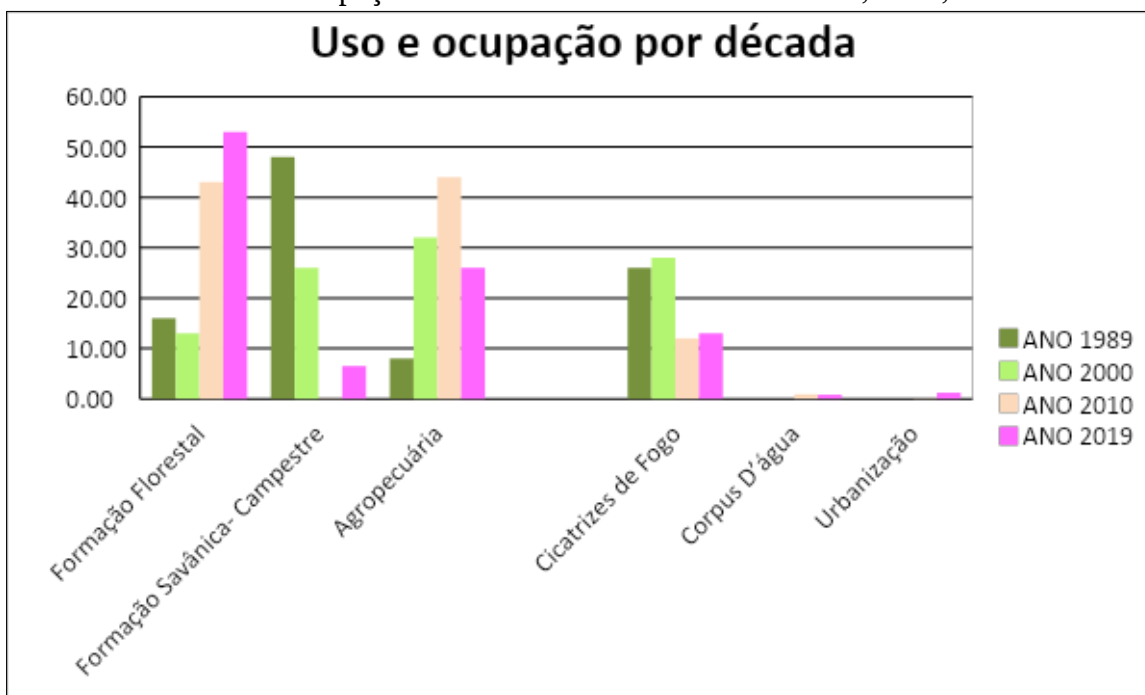


Fonte: Fotografias tirada autora(2022).

4.8 Análise das transformações ambientais da APASL entre os anos 1989 e 2019

Após a realização de uma análise de década após década de uso, para que se possa ver a área sendo transformada aos poucos e lentamente, bem como sua comparação para acompanhar a evolução ao longo de cada década (Gráfico 7), percebeu-se a importância de analisar e comparar o período como um todo. Assim, decidiu-se comparar os aspectos de uso, no ano de 1989 (início do estudo) com o ano de 2019 (término do estudo) e observar o quanto essa área de estudo foi modificada e transformada em 40 anos, conforme observa-se na Tabela 7 e Figura 30.

Gráfico 7: Uso e Ocupação da Terra na APASL anos de: 1989, 2000, 2010 e 2019.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 7: Comparativo das Classes temáticas em porcentagem e hectares entre os anos 1989 a 2019.

Classes Temáticas	1989 (ha)	1989 (%)	2019 (ha)	2019 (%)	Evolução (%)	Evolução (ha)
Formação Florestal	191.509,55	16	360.056,50	31,9		+168.546,55
Formação Savânica-Campestre	545.676,98	48	1.079,10	0,09	-47,98	-544.597,98
Agropecuária	298.935,80	26	752.727,60	66,3	+39,95	+453.792,80
Cicatrizes de Fogo	98.322,37	8	13.975,20	1,2	7,43	-84.347,17
Corpos D'água	0.012,30	1	2.978,10	0,2	0,26	+2.978,08
Urbanização	0.119,31	1	3.161,90	0,1	0,27	+3.161,78

Legenda: (-) = redução de Classes; (+) = aumento de classe

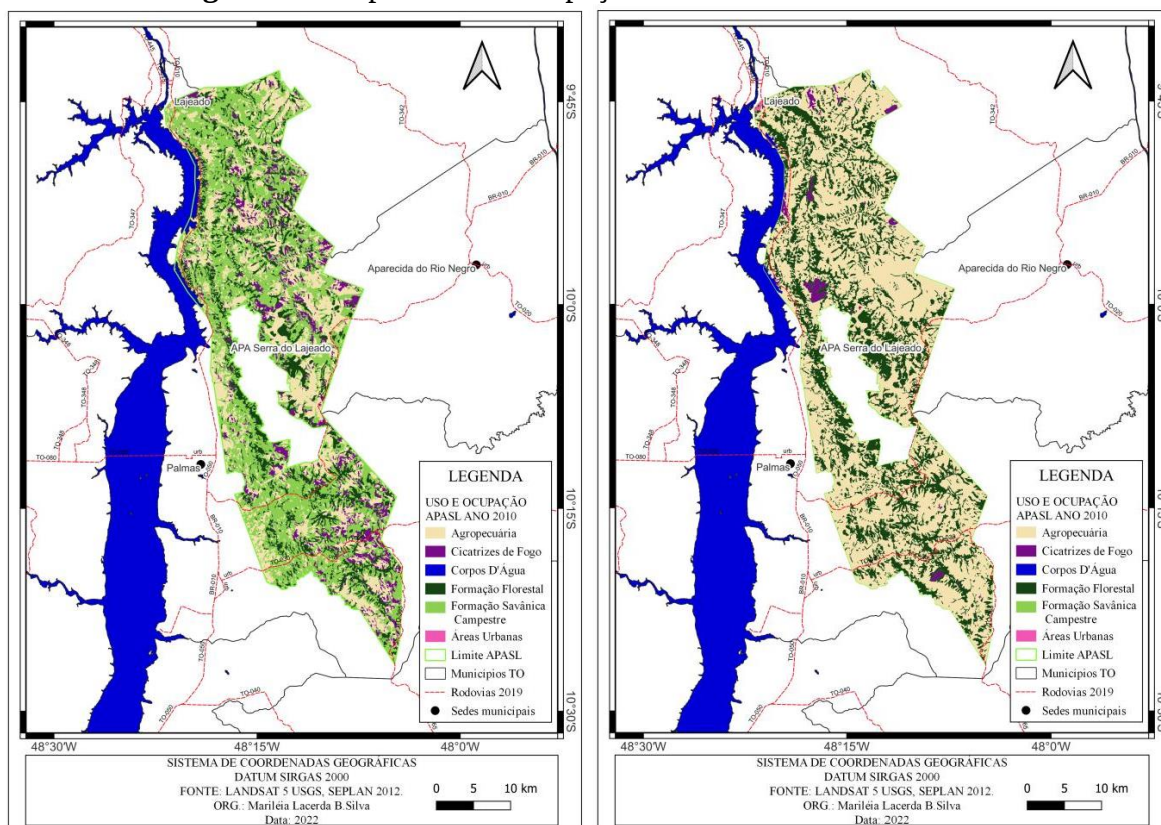
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

De maneira geral, quando realiza-se uma comparação entre os aspectos de uso e ocupação na APASL, entre os anos de 1989 de 2019, é perceptível a drástica mudança na APASL, pois observa-se principalmente, que a Formação Florestal, ao longo dos quarenta anos, aumentou em 14,85% de ocupação, correspondendo a 168.546,98ha a mais. No entanto, percebe-se que apesar desta formação, em anos anteriores, ser reduzida gradativamente, no período como um toda a sua área de ocupação aumentou.

Já na Formação Savânica Campestre, a situação é diferente, pois a mesma detinha 48% de ocupação da área de estudo em 1989, cerca de 545.676,98 ha e, no ano de 2019, ela ser reduzida a menos de 1%, ou seja, apenas 1.079,10 ha. Aqui percebe-se, que foi o tipo de uso e ocupação da terra, que mais foi alterado, sofrendo com a redução drástica da vegetação ou incorporação a atividade pecuária realizada na APASL.

A Agropecuária, foi o tipo de uso e ocupação que teve o maior aumento de ocupação na APA, passando de 26% de área, cerca de 298.935,80 ha em 1989, para 66% de área, ou seja, 752.727,60ha em 2019. Este aumento significativo com expansão de atividade em toda a APA, é acompanhado pelo detrimento da cobertura vegetal do Cerrado na mesma, principalmente da Formação Savânica Campestre.

Figura 30: Mapa de uso e ocupação da Terra anos 1989 a 2019.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Quanto às Cicatrizes de Fogo, a ocupação de área em 2019, é inferior a ocupação no ano de 1989, correspondendo respectivamente a 8% e 7% de ocupação da APASL. Isso pode ser atribuído principalmente, em virtude das áreas de Formação Savânica campestre, serem suprimidas ou transformadas em atividades de uso, relacionadas a Agropecuária, queimadas ou retiradas, restando pouco desta fitofisionomia para ser queimada.

Os Corpos D'água e Urbanização praticamente não tiveram grandes alterações de áreas ocupadas na APASL, pois como pode-se observar, houve pequenos aumentos, 0,26% de ocupação dos Corpos D'Água e 0,27% da Urbanização. Transformações destes usos, foram pouco observados também, pela dificuldade de identificação de suas respectivas áreas de ocupação, devido a resolução espacial baixa das imagens de satélites utilizadas na análise, ou seja, 30m de resolução espacial, o que não possibilita a identificação de alvos menores que 800 m².

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização da presente pesquisa e observação dos aspectos de Uso e Ocupação da Terra e as transformações ambientais da APASL, no período entre os anos de 1989 e 2019, pôde-se destacar como principais resultados a verificação de um aumento significativo das atividades agropecuárias na área de pesquisa, expandindo-se por praticamente todos os setores da mesma.

Na mesma perspectiva, observou-se que houve o processo de expansão da agropecuária, ocorreu uma redução da cobertura vegetal de Cerrado como um todo, ou seja, somando-se as áreas com Formações Florestais e Savânica Campestres, principalmente da última, que praticamente não aparece no último ano de análise.

Observou-se que o parcelamento do solo, associado à urbanização, também contribuiu com uma parte da retirada da Formação Savânica campestre e até mesmo, da Formação Florestal, pois os pequenos proprietários retiram as matas ciliares e galerias, para implantação de áreas de lazer.

Mesmo assim, cabe destacar que, ao longo dos anos em questão, ocorreu um aumento da ocupação com a Formação Florestal, que se faz presente em todos os setores da mesma, principalmente nas margens das drenagens e nos relevos com maiores elevações.

Nesse sentido, essa mudança ambiental já tinha sido prevista por Leite (2017), no qual, analisando a transformação ao entorno do Parque Estadual do Lajeado, ou seja, na APASL, fez um estudo de previsão, tendo como base os dados levantados por meio da regressão linear, foi possível inferir que a previsão da área de expansão agropecuária para o ano de 2020, seria de 197,86Km².

Corroborando com a previsão da referida autora, foi possível observar na presente pesquisa, um aumento de 4.537,92 km² aproximadamente na APASL, entre os anos de 1989 e 2019, ou seja, cerca de 39,95%.

Então, de maneira conclusiva pode-se observar que as transformações ambientais na paisagem da APASL, estão atreladas ao modo de uso e ocupação encontrado e que as condições ambientais e a conservação da mesma dependem da tomada de decisão, tanto de órgãos gestores ambientais, como dos gestores territoriais como um todo.

Acredita-se também que os mapas são, não só uma representação gráfica, mas sim elementos indispensáveis, sobretudo na tomada de decisão frente ao planejamento ambiental e territorial, bem como sua elaboração deve contemplar os elementos cartográficos, o que

possibilita uma identificação e análise concisa do objeto de estudo.

Ainda, destaca-se que as técnicas de Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto, são essenciais para analisar os diferentes modos de Uso e Ocupação da Terra que ocorrem na APASL, bem como as transformações ambientais observadas.

REFERÊNCIAS

- BALDIN, R. **Sobre o Conceito de Paisagem Geográfica**. Paisagem e Ambiente: Ensaios, São Paulo, v. 32, n. 47, 2021.
- BARROS, M. L.; NUNES, A. B.; LEITE, E. F. **Uso e cobertura da terra a partir de segmentação e classificação ISOSEG em imagens de satélite da Bacia Hidrográfica do Rio Areias TO**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu - PR: INPE, 2013. v. 1. p. 7508-7514.
- BENLLONCH, P. I. **Uma Propuesta Metodologica para El Estudio Del Paisaje Integrado**. Dpto de Geografia y Ordenación Del Territorio. Universidad de Zaragoza. Geographicalia 30, 1993. p. 229-242.
- BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. ed. Maringá: Massoni, 2007.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. Cruz, Olga (trad.). Cadernos de Ciências da Terra. São Paulo, USP-IGEOG, nº 43, 1972.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 03/11/2021
- BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza SNUC, e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm>. Acesso em: 03/11/2021.
- BRASIL. **Lei nº 6.902 de 27 de abril de 1981**. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6902.htm>. Acessado em: 08/11/2021.
- BRASIL. **Lei nº. 9.985 de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 03/11/2021.
- CAVA, M. G. B.; PILON, N. A. L.; RIBEIRO, M. C. DURIGAN, G. Abandoned pastures cannot spontaneously recover the attributes of old-growth savannas. **Journal of Applied**

Ecology, British Ecological Society, 55, p. 1164–1172, 11,2017.

CORRÊA, R. L. Carl Sauer e Denis Cosgrove: **a Paisagem e o Passado: Landscape and the Past**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, V. 4, N.1, 2014. p. 37-46

CORRÊA, R. L. E ROZENDAHL, Z. (orgs). **Paisagem, Tempo e Cultura**. Rio de Janeiro : Ed. UERJ, 1998. 123 p.

COSTA, Y. T; RODRIGUES, S. C. Relação entre cobertura vegetal e erosão em parcelas representativas de Cerrado. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.9, n.2, 2015.

CRISTO, S. S. V. **Abordagem geográfica e análise do patrimônio geomorfológico em unidades de conservação da natureza: aplicação na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins e área de entorno - Estados do Tocantins e Bahia**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

DAINESE, R. C. **Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual**. Botucatu, SP. 211 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) FCA/UNESP, 2001.

D'ARROCHELLA, M. **Conectividades e Trajetórias no estudo das Paisagens de Mata Atlântica sob a visão sistêmica em Geografia e Ecologia**. Revista Tocantinense de Geografia, [S. l.], v. 9, n. 17, p. 77–92, 2020. DOI: 10.20873/rtg.v9n17p77-92. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/view/8547>. Acesso em: 29 ago. 2023.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. Ed. Oficina de Textos. 3ª Ed. Ampl e atual, São Paulo, 2011.

FLORENZANO, T. G. **Os Satélites e Suas Aplicações**. 1. ed. São José Dos Campos: SindCT, v. 1, 2008.

FLOWERS, M.D.; LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollicochraqualf in northwest Ohio. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.48, p.21-35, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Manuais Técnicos em Geociências, nº. 7 – 3ª ed. Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Unidades de Conservação Federais**. Brasília: IBAMA, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) - **Manuais: Tutorial de geoprocessamento SPRING**. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Divisão de Geração de Imagens: Os Satélites Landsat 5 e 7**. Disponíveis em: <

http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php>. Acesso em:

13/11/2021.

INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS (NATURATINS) **Plano de Manejo: Encarte 3- APA Serra do Lajeado**. 2003.

INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS (NATURATINS). **Plano de Manejo da APA Serra do Lajeado**. 2003.

INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS (NATURATINS). **Zoneamento Ambiental da APA Serra do Lajeado**. DBO Engenharia, Palmas, 2019.

KLINK, C. A; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado Brasileiro**. MEGADIVERSIDADE. Brasília: UNB/ Volume 1, Nº1 ano: Jul. 2005.

LEITE, E. F. **Caracterização, diagnóstico e zoneamento ambiental: o exemplo da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga-TO**. 2011. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 2011.

LEITE, E. F. **Utilização do geoprocessamento na análise ambiental por diagnóstico físico-conservacionista: Estudo de caso na Microbacia Hidrográfica do Córrego Vilas Boas, Miranda-MS**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Geografia, Aquidauana/MS.

LEITE, S. E. **Transformações espaciais e Conflitos de uso no entorno do Parque Estadual do Lajeado, Palmas – Tocantins**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Porto Nacional, TO, 2017.

LÉVÊQUE, Christian. **A biodiversidade**. Bauru, SP: Editora da Universidade do Sagrado Coração, EDUSC, 1999.

Louzada, F. L. R. O; Pirovani, D. B; Lougon, M. S; Santos, A. R. dos. **Caracterização do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Valado Souza ES**. In: XIII Encontro

Latino Americano de Iniciação Científica/IX Encontro Latino Americano de Pós Graduação/III Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior. São José dos Campos, SP, Brasil 2009.

MARTINELLI, M; PETROTTI, F. **A Cartografia das Unidades de Paisagem: Questões metodológicas**. Revista do Departamento de Geografia, 14 USP. São Paulo, SP, 2001.

MAXIMINIANO, L. A. **Considerações sobre o conceito de paisagem**. Curitiba: Editora UFPR. 2004.

MENDONÇA, F de A.; VENTURI, L. A. B. **Geografia e metodologia científica**. In: SIMPÓSIO DE GEOMORFOLOGIA. Revista Geosul, n. especial. Florianópolis, 1998.

MENEZES. P. R; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. In: MENESES. P. R. Princípios de Sensoriamento Remoto. Brasília: UNB/CNPQ, 2012.p.1-33.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: **Biodiversidade Brasileira**. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html>> Acessada em 04/11/2021.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. – 4. Ed. Atual. E ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 3ª Ed. Ltda, 3ª Edição, São Paulo: Edgard Blucher, 2008

OLIVEIRA, J. C. de; SILVA, J. M. F. da. **Influência da segmentação no processo de classificação por região**. In.: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, Inpe, p. 4209-4216.

PANONTIN, J. F, et al. **Interferência do Avanço agrícola na qualidade ambiental das nascentes dos córregos Lagoa seca e Lajeado APA Serra do Lajeado, em palmas TO**. Gaia Scientia, 2019. VOLUME 13(2): 92-106 ISSN 1981-1268.

PASSOS, M. M dos. **A raia divisória: geossistema, paisagem e eco-história**. Vol. 1. Maringá: Eduem, 2006.

PASSOS, M. M. dos. **A paisagem, uma ferramenta de análise de territórios emergentes na interface entre natureza e sociedade: o vale do Guaporé – Jauru/MT-Brasil**. Caderno de Geografia nº 36. Coimbra, FLUC – PP.27-45, 2017.

- PEREIRA, M. D. R. ; CRISTO, S. S. V. DE. **Aplicação de técnicas de Geoprocessamento na análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do ribeirão Taquaruçuzinho, Palmas (TO)** Geoambiente Online. Revista Eletrônica do Curso de Geografia/Programa de Pós graduação UFJ/UFG, Jatai – Goiás, 2021. <http://www.revistas.ufg.br/geoambiente>
- PONZONI, F. J. **Comportamento Espectral da Vegetação**. In: Meneses, P. R. Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais. Brasília:UNB 2000. p. 100-127.
- QUEIROZ, J. E. RANGEL DE; GOMES, H. M. **Introdução ao Processamento Digital de Imagens**. RITA, Volume VIII, Número 1, 2001.
- RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO,
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (org.). **Cerrado: ecologia e flora**. Ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 2008. p. 151-222.
- RIGON, O. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pirapó-PR (1970-2010)**. 2012. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação – Doutorado, do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá-UEM, Maringá, PR, 2012.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**- 6. Ed.- Uberlândia: EDUFU, 2007.
- SALGUEIRO, T. B. **Paisagem e Geografia**. Finisterra, XXXVI, 72. Lisboa, PT. 2001. p. 37-53.
- SANO. S. M.; ALMEIDA, S. P. de. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa-PAC, 1998. p. 87-166.
- SANTOS, A. A. **Parques Nacionais Brasileiros: relação entre Planos de Manejo e a atividade ecoturística**. Revista Brasileira de Ecoturismo, São Paulo, v.4, n.1, 2011.
- SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. DE O; SAITO, N. S. **Spring 5.1.2, passo a passo: aplicações práticas**. Alegre-ES, Caufes, 2010.