



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO
DE NOVA SERRANA – MG**

ÍTALO PATRÍCIO PEDERSOLI

BELO HORIZONTE

2023

ÍTALO PATRÍCIO PEDERSOLI

**GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO
DE NOVA SERRANA – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho

**BELO HORIZONTE
2023**

Ítalo Patrício Pedersoli

Geoprocessamento para análise da expansão urbana no município de
Nova Serrana - MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro Ambiental e
Sanitarista.

Aprovado em 30 de Junho de 2023

Banca examinadora:

Prof Dr. Carlos Wagner G AAndrade Coelho
CEFET-MG

Msc. Leonardo França Silva
Universidade Federal de Viçosa - MG

Dr. Ricardo José Gontijo Azevedo
CEFET-MG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Deus, pela sua misericórdia que se renova todos os dias. Aos meus pais, Sérgio e Sônia, por todo apoio incondicional que eu sempre recebi durante toda a minha vida. À minha irmã Sabrina, por sempre me ajudar e apoiar. Por último, à minha noiva Stephane, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos. Ao meu professor orientador por todo apoio no trabalho. Além disso, gostaria de agradecer a todos os meus amigos e professores do CEFET-MG que me ajudaram em todo o meu crescimento profissional.

RESUMO

O município de Nova Serrana/MG é conhecido como a cidade que mais cresce no aspecto populacional em todo o Estado de Minas Gerais, principalmente analisando os dados desde a década de 80. Devido esse grande crescimento, muitas vezes não controlado, as áreas de preservação do município podem ser comprometidas, causando degradação dos ecossistemas naturais. A área de estudo do presente trabalho é constituída por todo o município de Nova Serrana. Esta pesquisa teve o objetivo de analisar se o crescimento da malha urbana está de acordo com as legislações vigentes, que abordam sobre as áreas de preservação ambiental. Para o desenvolvimento do trabalho, foram feitos cálculos de NDVI e NDBI das imagens de satélites dos anos de 1989, 2000, 2013 e 2022, por meio do software QGIS. Com isso, sendo possível identificar a evolução do crescimento urbano e as mudanças de uso do solo no município, pois os resultados do NDVI mostram que na área urbana não existem vestígios das APPs dos cursos d'água, enquanto isso, os resultados do NDBI comprovam o crescimento da malha urbana no município.

Palavras chaves: NDVI, NDBI, Malha Urbana, LANDSAT.

ABSTRACT

The County of Nova Serrana/MG is known as the fastest growing city in the entire State of Minas Gerais, mainly analyzing data since the 1980s. Due to this large, often uncontrolled growth, the County's preservation areas may be compromised, causing the degradation of natural ecosystems. The study area of the following work consists of the entire municipality of Nova Serrana, which aims to analyze whether the growth of the urban fabric is in accordance with current legislation, which deals with areas of environmental preservation. For the development of the work, NDVI and NDBI calculations were made from satellite images of the years 1989, 2000, 2013 and 2022, using the QGIS software. With this, it is possible to identify all the urban growth of the County, as the results of the NDVI show that in the urban area there are no traces of the APPs of the watercourses, meanwhile, the results of the NDBI prove the growth of the urban fabric in the municipality.

Key words: NDVI, NDBI, Urban Mesh, LANDSAT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Distribuição de RPPN's por setor em 2022	16
Figura 3-2: Esquema mostrando um satélite em órbita da Terra e a área imageada pelos sensores a bordo.	25
Figura 3-3: Espectro eletromagnético.....	26
Figura 3-4: Descrição das características do Landsat-5.....	27
Figura 3-5: Descrição das características do Landsat-8.	28
Figura 4-1: Mapa de localização do município de Nova Serrana.....	29
Figura 4-2: Distância entre as cidades de Belo Horizonte e Nova Serrana	30
Figura 4-3: Identifica	31
Figura 5-1: Cálculo NDVI de 4 de junho de 1989.....	34
Figura 5-2: Cálculo NDVI de 18 junho de 2000	35
Figura 5-3: Cálculo NDVI de 13 junho de 2013	36
Figura 5-4: Cálculo NDVI de 14 junho de 2022	37
Figura 5-5: Cálculo NDBI de 4 de junho de 1989.....	38
Figura 5-6: Cálculo NDBI de 18 junho de 2000.....	39
Figura 5-7: Cálculo NDBI de 13 junho de 2013.....	40
Figura 5-8: Cálculo NDBI de 14 junho de 2022.....	41
Figura 5-9: Buffer de 30 metros	42
Figura 5-10: Mapa do Macrozoneamento.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1: Divisão das Zonas Especiais de Interesse Social	18
Tabela 3-2: Divisão das Zonas Especiais de Interesse Ambiental.....	19
Tabela 3-3: Categorias das Unidades de Conservação criadas pelo SNUC	20
Tabela 4-1: Bandas usadas	32

LISTA DE FÓRMULAS

Equação 1:	<i>NDVI</i>	32
Equação 2:	<i>NDVI</i>	32
Equação 3:	<i>NDBI</i>	33
Equação 4:	<i>NDBI</i>	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	14
3.1	BIOMA CERRADO.....	14
3.2	ÁREAS PROTEGIDAS.....	15
3.3	INSTRUMENTOS DE GESTÃO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	16
3.3.1	<i>Estatuto da cidade: Lei N°10.257/2001</i>	16
3.3.2	<i>Zoneamento e o Plano Diretor</i>	16
3.3.3	<i>Plano Diretor e zoneamento do município de Nova Serrana - MG.....</i>	17
3.3.4	<i>Zonas de Especial Interesse.....</i>	17
3.3.4.1	ZONA ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL	18
3.3.4.2	ZONA ESPECIAL DE INTERESSE AMBIENTAL.....	18
3.3.5	<i>Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): LEI 9.985/2000.....</i>	19
3.3.6	<i>Código Florestal: LEI 12.651/2012.....</i>	22
3.4	SENSORIAMENTO REMOTO	25
3.5	SATÉLITE LANDSAT	26
3.5.1	<i>LANDSAT 5</i>	26
3.5.2	<i>LANDSAT 8</i>	27
4	METODOLOGIA.....	29
4.1	ÁREA DE ESTUDO	29
4.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E COLETA DE DADOS.....	30
4.3	SATÉLITES E IMAGENS UTILIZADOS	31

4.4	CÁLCULO DO NDVI.....	32
4.5	CÁLCULO DO NDBI.....	32
5	RESULTADOS.....	34
5.1	IMAGENS NDVI	34
5.2	IMAGENS NDBI	37
5.3	BUFFER DOS RIOS DE NOVA SERRANA	41
5.4	MACROZONEAMENTO	42
6	CONCLUSÃO.....	44
7	REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Segundo censo de 1940, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira era de 41.565.083 habitantes. Desse modo, comparando com o último censo realizado pelo IBGE em 2010, a população cresceu, aproximadamente, 5 vezes, resultando em um pouco mais de 206 milhões de brasileiros. Além disso, o êxodo rural, durante esse período, gerou uma redução da população rural, que representava cerca de 70% do país, para apenas 16% na atualidade (IBGE, 2022).

Conforme Silva (2015), as cidades brasileiras não possuíam infraestrutura que comportasse o seu crescimento acelerado, dessa forma, ocorreu a distribuição desigual dos recursos. Logo, as áreas que recebiam maiores investimentos eram onde havia maior poder aquisitivo da população, intensificando as assimetrias de infraestrutura e serviços em relação às áreas periféricas. Assim, gerando um crescimento irregular, não planejado e ambientalmente não favorável.

Todavia, esse crescimento exponencial, ligado à precariedade do planejamento urbano no desenvolvimento das cidades no Brasil, tem gerado, em vários casos, consequências que afetam diretamente na forma de uso e ocupação do espaço (SILVA, 2015).

Segundo Alves e Bilac (2014), o desenvolvimento rápido das cidades, correlacionado com a falta de políticas públicas de uso e ocupação do solo e à especulação imobiliária, vem ocasionando ocupações em áreas ambientais que deveriam ser protegidas. Pode se notar que, entre os diferentes impactos socioambientais, predominam os de ocupação e crescimento populacional urbano em áreas impróprias, como por exemplo, nas Áreas de Preservação Permanente (APP).

De acordo com Targa (2011 apud Santos, 2021), as atividades humanas prejudiciais combinadas com o uso incorreto do solo geram problemas ambientais, acarretando o assoreamento dos rios, levando à redução da disponibilidade hídrica e piora da qualidade das águas.

Dessa forma, a presente pesquisa possui o objetivo de estudar o uso e ocupação do município de Nova Serrana, que, desde o século XIX, garante a renda da população por meio da produção de artefatos de couro e outras atividades econômicas. Na atualidade, é considerado como um dos principais polos de produção de calçados do Brasil (NOVA SERRANA, 2022). Segundo o Sindicato Intermunicipal das Indústrias de Calçados de Nova Serrana

(SINDINOVA, 2022), o município possui, aproximadamente, 1200 indústrias de calçados em atividade, empregando 20 mil trabalhadores diretos e 22 mil indiretos, produzindo cerca de 292 mil de pares de calçados, com uma produção média diária de 800 pares.

Mesmo com sua emancipação política datada de 1º de janeiro de 1954, o município de Nova Serrana é considerado como uma das populações que mais crescem no Brasil. No estado de Minas Gerais é a que mais cresce, segundo SINDINOVA (2022).

Nessas perspectivas, este trabalho tem como motivação avaliar, por meio de ferramentas de Geoprocessamento e programas de mapas e Google Earth Pro, o crescimento da cidade de Nova Serrana, analisando se está de acordo com o Plano Diretor do município elaborado no ano de 2022. Além de verificar se está de acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, na qual segundo o art 1º-A do Código Florestal (2012) “estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal”.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e mapear, nos últimos 33 anos, o uso e ocupação do solo no município de Nova Serrana – MG.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar e organizar dados suficientes para a elaboração do trabalho;
- Analisar, elaborar e correlacionar mapas temáticos com o uso do Software QGIS 3.22.5;
- Avaliar o crescimento do uso e ocupação do município de Nova Serrana em diferentes anos;
- Verificar, à luz do Plano Diretor de 2022 do município, o crescimento urbano da cidade;
- Investigar se o Código Florestal está em conformidade com a atual situação do município.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Bioma Cerrado

Bioma pode ser definido como um conjunto de vida vegetal e animal, que podem ser identificados devido ao seu tipo de vegetação e localização regional, possuindo condições de geologia e clima parecidos. Além disso, no Brasil existem seis diferentes tipos de biomas: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal (IBGE, 2022). Sendo considerado o país com a maior biodiversidade do mundo (ICMBIO, 2022).

Segundo o ICMBIO (2022), o Cerrado é o segundo bioma mais extenso no território brasileiro, ficando atrás somente da Floresta Amazônica, com 23,9% e 49,3%, respectivamente (IBGE, 2022). Além de ser um dos maiores biomas no Brasil, o Cerrado é considerado como a savana mais rica do mundo, pois possui 6 mil espécies de plantas nativas e diversas espécies endêmicas, 200 espécies de mamíferos, 800 de aves e mais de 1,2 mil de peixes distribuídos em seu todo o seu território (ICMBIO, 2022).

O Cerrado faz parte de vários estados do Brasil, sendo eles Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, sul do Mato Grosso, oeste de Minas Gerais, Distrito Federal, oeste da Bahia, sul do Maranhão, oeste do Piauí e parte do estado de São Paulo. Sendo encontrado também em regiões como o Paraná e áreas de transição com outros biomas - Mata Atlântica e Floresta Amazônica (ICMBIO, 2022).

O clima no segundo maior bioma do país é predominantemente tropical-quente-subúmido, possuindo duas estações bem definidas, um inverno seco, com estiagem prolongada e um verão chuvoso. Além disso, os solos são antigos, profundos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e acidez elevada (EMBRAPA, 2012).

Segundo Embrapa (2012), oito das 12 grandes regiões hidrográficas brasileiras recebem água de rios que nascem no Cerrado. Sendo assim, fundamental para a manutenção da distribuição de água pelos rios do Brasil, a gestão adequada dos solos e dos recursos hídricos nessa região.

Devido ao avanço da fronteira agrícola, nos últimos 30 anos mais de 50% do território do Cerrado foi transformado em monoculturas, tendo como principal produto a soja. A partir dos anos 2000, o governo brasileiro pensa em maneiras de evitar a destruição do Cerrado, por meio da criação de novas áreas protegidas e o monitoramento do Código Florestal (SILVA et al., 2019).

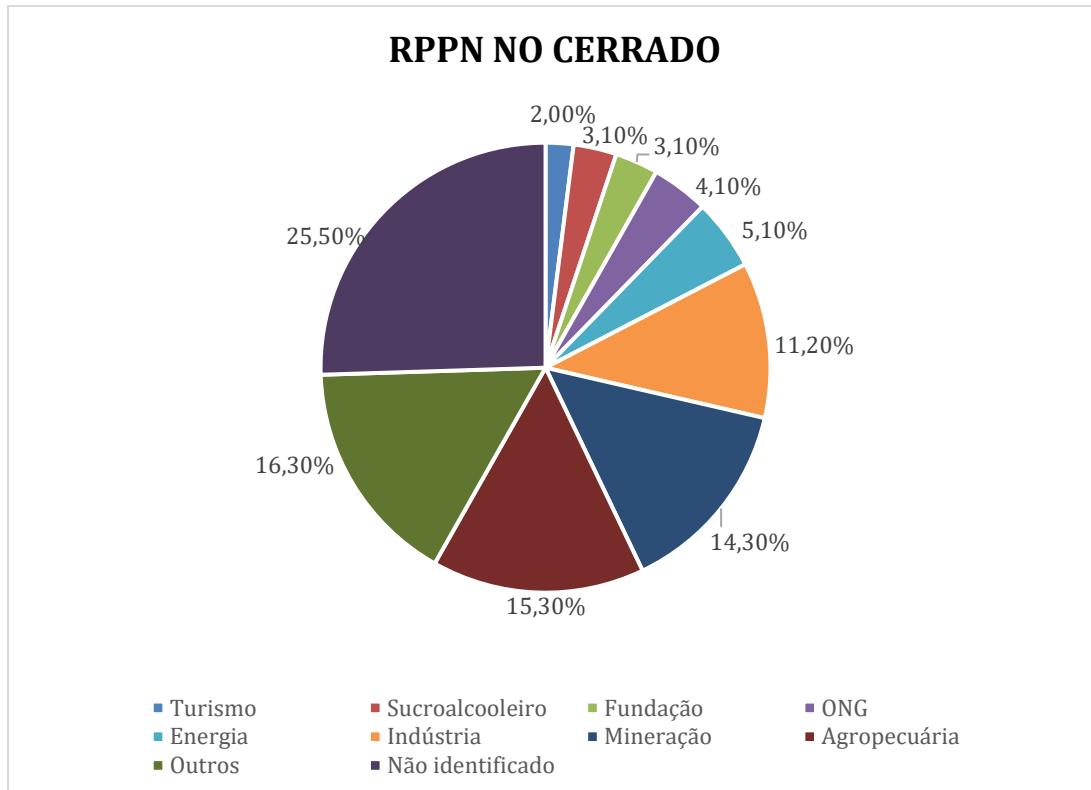
3.2 Áreas protegidas

A iniciativa de criar, ampliar e manter áreas de proteção ambiental é de grande valia, pois contribui para a proteção do meio ambiente conservando a biodiversidade do local (SCHLINDWEIN, 2020). Desde os anos 250 a.C, existem relatos na Índia já se protegiam alguns animais e áreas florestadas (IBAMA 20--, apud SCHENINI; COSTA; CASARIN, 2004). Entretanto, apenas em 1872, nos Estados Unidos, que ocorreram as primeiras ideias de criação de áreas legalmente protegidas, com a ideia de preservar os ecossistemas e as paisagens naturais (SCHENINI; COSTA; CASARIN, 2004).

No Brasil, apenas em 14 de junho de 1937 foi criado o Parque Nacional do Itatiaia (PNI), sendo considerado o primeiro Parque Nacional. No ano da sua criação, originalmente possuía 11.943 hectares, após a sua ampliação em 21 de setembro de 1982 pelo Decreto n° 87.586, o Parque teve a sua área alterada para 28.086 hectares (ICMBIO, 2022).

Para Siqueira (2006), é de grande importância a criação de reservas naturais no Cerrado, em especial em locais que já sofreram a intervenção do homem. Por meio da preservação do bioma, é possível desenvolver estudos sobre a grande diversidade da fauna e flora deste lugar. Pensando nisso, desde a criação da Lei Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), foram criadas 277 Reversas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN, 2000), o que representam aproximadamente 186 mil hectares, segundo bioma mais preservado, atrás somente da Mata Atlântica, tendo como responsáveis diversos setores (**Figura 3-1**), desde a pessoa física a pessoa jurídica. Além disso, 77,6% das RPPN's criadas, possui como proprietários a iniciativa privada, segundo dados Confederação Nacional de Reservas Particulares do Patrimônio Natural – CNRPPN, 2022.

Figura 3-1: Distribuição de RPPN's por setor em 2022



Fonte: Adaptado do Brasil (2022).

3.3 Instrumentos de Gestão, Uso e Ocupação do Solo

3.3.1 Estatuto da cidade: Lei N°10.257/2001

A Lei 10.257 em 10 de julho de 2001 estabelece normas de ordem pública e de interesse social, determinando o uso da propriedade urbana visando o coletivo, a segurança dos cidadãos e o equilíbrio ambiental (BRASIL, 2001).

Denominada como Estatuto da Cidade, esta Lei, após a data de publicação, informa que o Plano Diretor é indispensável para os municípios que possuem uma população maior que 20 mil habitantes; para aqueles situados em regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; em áreas de interesse turístico; ou em áreas sob influência de empreendimentos que causem qualquer tipo de impacto ambiental (QUEIROZ, 2003).

3.3.2 Zoneamento e o Plano Diretor

De acordo com Nogueira (2017), o zoneamento pode ser considerado como um processo urbanístico com a ideia de destinar de forma mais correta o para finalidade do uso do solo de

um determinado município. As cidades são planejadas a partir do Plano Diretor do município, legislação que reúne normas para a ordem de uso e ocupação do solo (NOGUEIRA, 2017).

Além disso, segundo Prieto (2006), o zoneamento ambiental é um mecanismo de estrutura do território que deve ser usado como base na implementação de planos, obras e atividades públicas ou privadas. O zoneamento ambiental propõe medidas que garantam o desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida dos habitantes da região, na forma de proteção ambiental visando manter a qualidade ambiental, a proteção dos recursos hídricos e do solo, além de preservar a biodiversidade da região (PIETRO, 2006).

O Estatuto da Cidade – Lei Federal 10.257/2001, que determina que os municípios elaborem o Plano Diretor, sendo obrigatório para os municípios (BRASIL, 2001):

- I – Com mais de vinte mil habitantes;*
- II – Integrantes de regiões metropolitanas e aglorações urbanas;*
- III – Onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no inciso 4º do art. 182 da Constituição Federal;*
- IV – Integrantes de áreas de especial interesse turístico;*
- V – Inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.*
- VI - Incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.*

3.3.3 Plano Diretor e zoneamento do município de Nova Serrana - MG

O Plano Diretor do município de Nova Serrana foi estabelecido pela Lei Complementar n.36 de 2022, o qual estabelece a respeito das políticas de desenvolvimento urbano e ordenamento territorial, bem como os instrumentos urbanísticos e dá outras providências (NOVA SERRANA, 2022).

Conforme anexo 1, o município é dividido em 5 macrozonas: Macrozona Urbana Consolidada, Macrozona Urbana em Consolidação, Macrozona de Expansão Urbana, Macrozona de Núcleos Urbanos Específicos e Macrozona de Usos Não Urbanos, que são as áreas rurais (NOVA SERRANA, 2022).

3.3.4 Zonas de Especial Interesse

Segundo art 113 da Lei Complementar 036 (2022), as Zonas de Especial Interesse podem ser definidas como áreas do território municipal que são demarcadas por possuírem parâmetros

especiais de uso, ocupação e planejamento da cidade. As Zonas de Especial de Interesse podem ser divididas em Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) e Zonas Especial Interesse Ambiental (ZEIA).

3.3.4.1 ZONA ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL

Segundo o Plano Diretor do município, as ZEIS são as áreas de domínio do município, as quais são demarcadas por meio do sobrezoneamento em terrenos de propriedade pública ou privada. São destinados a: parâmetros específicos de uso e ocupação do solo, assegurar que sejam promovidas políticas habitacionais e de regularização fundiária para população de baixa renda e ações de planejamento urbano específico.

Mediante a isso, as ZEIS são classificadas em Zona Especial de Interesse Social I (ZEIS I) e Zona Especial de Interesse Social II (ZEIS II), conforme **Tabela 3-1** abaixo:

Tabela 3-1: Divisão das Zonas Especiais de Interesse Social

Zona Especial de Interesse Social	Definição
ZEIS I	São porções consolidadas do território, de propriedade pública ou privada, ocupadas predominantemente por assentamentos habitacionais de baixa renda
ZEIS II	São porções não edificadas, não ocupadas, ou subutilizadas do território, de propriedade pública ou privada.

Fonte: Adaptado de Nova Serrana (2022).

3.3.4.2 ZONA ESPECIAL DE INTERESSE AMBIENTAL

Segundo o Plano Diretor de Nova Serrana, no art 149 as Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA) são definidas como áreas do município que são demarcadas por meio do sobrezoneamento, podendo ser em terrenos de propriedade pública ou privada. Essas áreas são destinadas à proteção, preservação e recuperação ambiental, ao desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis, para à educação ambiental e oferta de espaços de conveniência, além de ser espaços voltados a atividade de lazer.

As ZEIA são divididas em Área de Preservação Permanente (APP), Área de Vegetação Remanescente Significativa (AVRS) e Área de Intervenção Urbanística (AIU), conforme a **Tabela 3-2** abaixo:

Tabela 3-2: Divisão das Zonas Especiais de Interesse Ambiental

Zonas Especiais de Interesse Ambiental	Definição
Área de Preservação Permanente (APP)	<p>Ser uma área protegida;</p> <p>Ser uma área coberta ou não por vegetação nativa;</p> <p>Ter a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade;</p> <p>Facilitar o fluxo gênico de fauna e flora;</p> <p>Proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.</p>
Área de Vegetação Remanescente Significativa (AVRS)	<p>Pela presença representativa de remanescentes do bioma Cerrado;</p> <p>Pela ocorrência de formações de vegetação nativa;</p> <p>Pela arborização de relevância ambiental;</p> <p>Pela vegetação significativa;</p> <p>Pela existência de áreas com alto índice de permeabilidade;</p> <p>Pela existência de áreas com ocorrência de nascentes;</p> <p>Pela presença de áreas com função ambiental relevante.</p>
Área de Intervenção Urbanística (AIU)	<p>A viabilização da implantação de parques urbanos;</p> <p>Ao estabelecimento de parâmetros de uso e ocupação do solo específicos;</p>

Fonte: Adaptado de Nova Serrana (2022).

3.3.5 Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): LEI 9.985/2000

A Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Ela define as Unidades de Conservação (UC) como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção.

O SNUC regulamenta e dá outras providências de 12 tipos de UC, sendo divididas entre o grupo de Proteção Integral e o grupo de uso sustentável (BRASIL, 2000). A seguir, na **Tabela 3-3**, é apresentado as categorias das Unidades de Conservação criadas pelo SNUC informando os dois grupos existentes com seus respectivos objetivos de manejo.

Tabela 3-3: Categorias das Unidades de Conservação criadas pelo SNUC

Grupo	Categoria	Objetivo de Manejo
Proteção Integrada	Estação Ecológica	Preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas
	Reserva Biológica	Preservação integral da biota demais atributos naturais existentes
	Parque Nacional	Preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica
	Refúgio de Vida Silvestre	Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies
	Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais

(Continua)

(Conclusão)

Grupo	Categoria	Objetivo de Manejo
Uso Sustentável	Área de Relevante Interesse Ecológico	Manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas
	Floresta Nacional	Uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica
	Reserva Extrativista	Proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade
	Reserva de Fauna	Adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Preservar a natureza e assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais
	Reserva de Particular de Patrimônio Natural	Conservar a diversidade biológica

Fonte: Adaptado do Brasil (2000).

3.3.6 Código Florestal: LEI 12.651/2012

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como novo “Código Florestal” (EMBRAPA, 2022), em seu art 1º-A dispõe sobre:

A proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

Diante disso, ela expõe o que se entende por APP:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL 2012).

No art 4º do novo Código Florestal (2012) considera se APP, em zonas rurais ou urbanas os seguintes locais.

I - As faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;*
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;*

II - As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d’água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;*
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;*

III – As áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV – As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros;

V – As encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive;

[...]

Em casos de intervenção ou supressão de vegetação nativa nas APP’s, ocorrerá somente em casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental (Brasil, 2012). Conforme art 3º da Lei 12.651/2012 essas três opções são detalhadas abaixo:

XIII. Utilidade pública:

a) As atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
b) As obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos Municípios, saneamento, gestão de resíduos , energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais , bem como mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho;
(Vide ADC Nº 42) (Vide ADIN Nº 4.903)

c) Atividades e obras de defesa civil;

d) Atividades que comprovadamente proporcionem melhorias na proteção das funções ambientais referidas no inciso II deste artigo;

e) Outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto, definidas em ato do Chefe do Poder Executivo federal;

IX. Interesse social:

a) As atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas;

b) A exploração agroflorestal sustentável praticada na pequena propriedade ou posse rural familiar ou por povos e comunidades tradicionais, desde que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área;

c) A implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais ao ar livre em áreas urbanas e rurais consolidadas, observadas as condições estabelecidas nesta Lei;

d) A regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas consolidadas, observadas as condições estabelecidas na Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009;

- e) Implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos cujos recursos hídricos são partes integrantes e essenciais da atividade;
- f) As atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente;
- g) Outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional à atividade proposta, definidas em ato do Chefe do Poder Executivo federal;
- [...]

Em relação a áreas rurais consolidadas e pequenas propriedades ou posse rural familiar, a Lei do Código Florestal (2012) determina como, respectivamente:

Área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastorais, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;

Aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006.

De acordo com o inciso 6º, da Lei 12.651/2012 nos imóveis rurais com até 15 (quinze) módulos fiscais:

É admitida, nas áreas de que tratam os incisos I e II do caput deste artigo, a prática da aquicultura e a infraestrutura física diretamente a ela associada, desde que:

I - Sejam adotadas práticas sustentáveis de manejo de solo e água e de recursos hídricos, garantindo sua qualidade e quantidade, de acordo com norma dos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente;

II - Esteja de acordo com os respectivos planos de bacia ou planos de gestão de recursos hídricos;

III - Seja realizado o licenciamento pelo órgão ambiental competente;

IV - O imóvel esteja inscrito no Cadastro Ambiental Rural - CAR.

V - Não implique novas supressões de vegetação nativa.

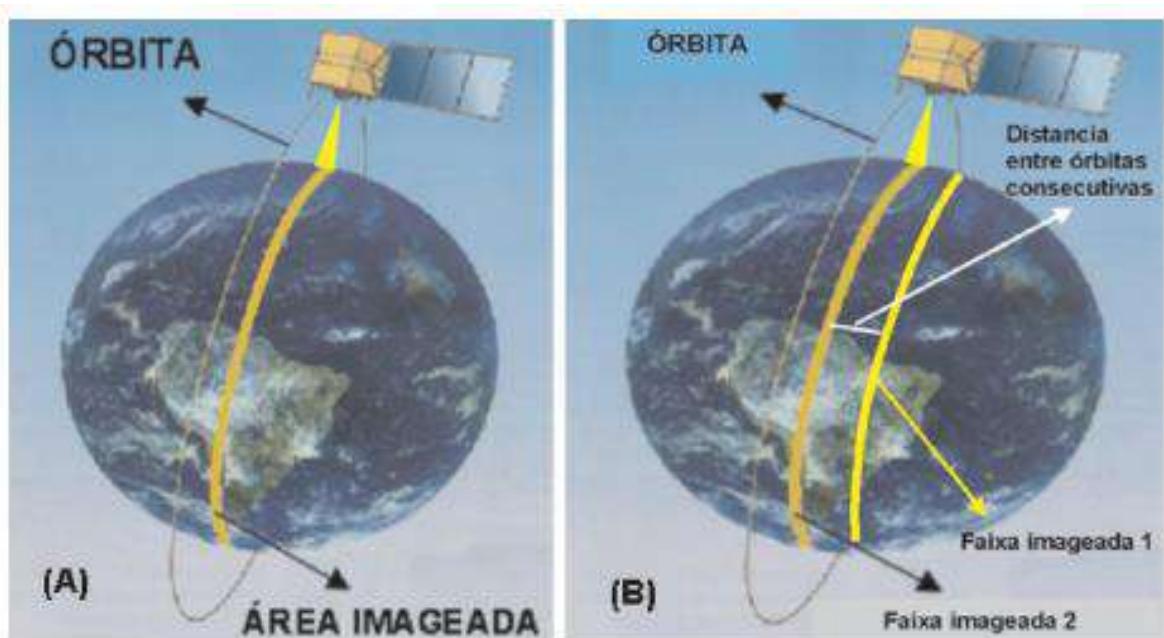
Analizando a Lei Complementar nº 036-2022 - Plano Diretor do município de Nova Serrana, a área rural é composta por Macrozona de Usos Não Urbanos, como pode ser visto no anexo 1.

3.4 SENSORIAMENTO REMOTO

Segundo o IBGE (2023), o sensoriamento remoto (SR) consiste em uma técnica de coletar informações acerca de um determinado objeto, área ou fenômeno na Terra, sem a necessidade que ocorra contato físico entre o sensor e seus alvos terrestres. Sendo que essas informações podem ser obtidas por meio da radiação eletromagnéticas (REM), geradas por fontes naturais (sensor passivo) ou fontes artificiais (sensor ativo).

A partir do momento em que os satélites ficam em órbita (**Figura 3-2**), eles são capazes de emitir e/ou receber a energia eletromagnética refletida da Terra, portanto, mapeando toda a área atingida, possibilitando muitas aplicações como a avaliação de impactos ambientais (IBGE, 2023).

Figura 3-2: Esquema mostrando um satélite em órbita da Terra e a área imageada pelos sensores a bordo.

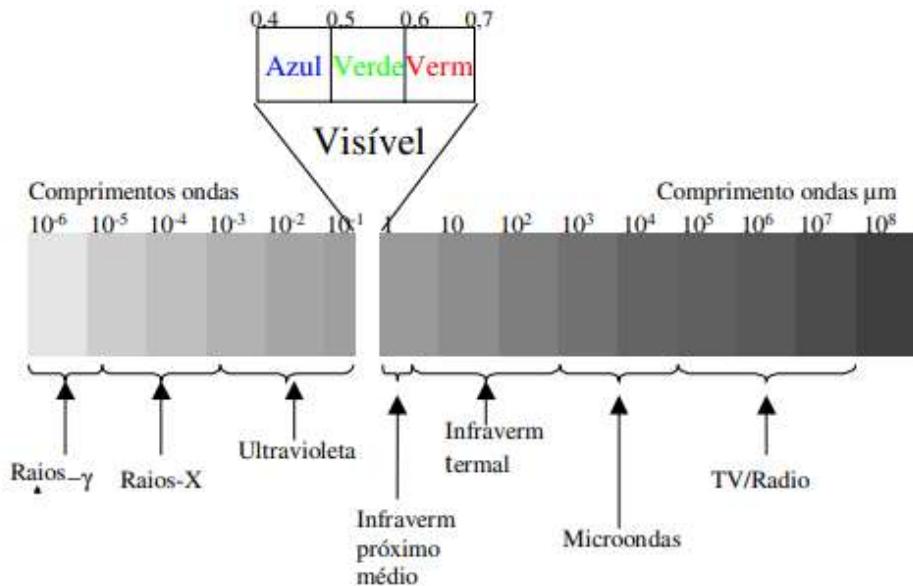


Fonte: Figueiredo (2005).

Para Figueiredo (2005), a REM não apenas capta as informações pertinentes às principais características das feições terrestres, mas também podem levá-las até os satélites, sendo consideradas como “termômetros-mensageiros”. Desse modo, a REM pode ser definida como a propagação da energia, através da variação temporal dos campos elétrico e magnético.

Toda a faixa do comprimento de onda e de frequência da REM é conhecida como espectro eletromagnético, conforme mostra a **Figura 3-3**, podendo variar de radiações gama até comprimentos de onda de tv/rádio.

Figura 3-3: Espectro eletromagnético



Fonte: Agência Espacial Brasileira (2008).

3.5 SATÉLITE LANDSAT

A história do satélite LANDSAT começou a partir da segunda parte da década de 1960, devido ao projeto da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), o qual possui o objetivo exclusivo de monitoramento dos recursos naturais da Terra Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023).

A princípio, esse trabalho foi inicialmente denominado ERTS (Earth Resources Technology Satélite), anos depois, em 1975, passou a se denominar LANDSAT. Ao todo, já foram lançados 9 satélites, sendo o primeiro lançado foi o ERTS-1 ou LANDSAT-1 em 1972 e o mais recente o LANDSAT 9 (INPE, 2023).

3.5.1 LANDSAT 5

A história do LANDSAT 5 (L5) começou no dia 01/03/1984, data de lançamento realizado pela NASA, possuindo as mesmas características do LANDSAT 4, os instrumentos Multispectral Scanner System (MSS) e Thematic Mapper (TM) (NASA, 2013).

Segundo a NASA (2023), o L5 forneceu dados globais com alta resolução da superfície da Terra por quase 29 anos, ultrapassando o seu tempo de vida de projeto, 25 anos. O instrumento

MSS foi desativado em agosto de 1995 e, 16 anos depois, em novembro de 2011, o sistema foi totalmente desativado. Resoluções, recebendo o título do Guinness World Records para o “satélite de observação da Terra com operação mais longa”.

Figura 3-4:Descrição das características do Landsat-5.

LANDSAT-5	
Instrutor /Sensor	MSS (até ago/1995) e TM
Operadora/Instituição Responsável	NASA
País	Estadudos Unidos
Situação Atual	inativo (22/11/2011)
Lançamento	01/03/1984
Altitude	705 km
Inclinação	98,20º
Órbita	Quase-Polar, Heliossincrona
Faixa imageada	185 km
Tempode de Duração da Órbita	98,20 min
Período de Revisita	16 dias
Resolução Espacial	MSS: 80m/TM: 30m

Fonte: Adaptado de INPE (2023).

3.5.2 LANDSAT 8

Segundo a NASA (2023), o satélite LANDSAT 8 (L8) entrou em órbita no dia 11 de fevereiro de 2013, tendo como ponto de lançamento a Base Aérea de Vandenberg, na Califórnia, a partir de um foguete Atlas-V 401.

O satélite é dividido em dois instrumentos científicos, o primeiro deles o Operational Land Imager (OLI) e o Thermal Infrared Sensor (TIRS). Sendo que em ambos os casos fornecem uma cobertura sazonal da superfície terrestre com uma resolução de 30 metros (visível, NIR, SWIR); 100 metros (térmica); e 15 metros (pancromático) (NASA).

O L8 foi elaborado a partir de uma parceria entre a NASA e United States Geological Survey (USGS) (em português, "Levantamento Geológico dos Estados Unidos"). A NASA foi responsável pelas fases de projeto, construção, lançamento e calibração em órbita, período em que o satélite era conhecido como Landsat Data Continuity Mission (LDCM). Após isso, em 30 de maio de 2013, o USGS assumiu toda a operação e renomeou para Landsat 8 (NASA, 2023).

Figura 3-5: Descrição das características do Landsat-8.

LANDSAT-8	
Instrutor /Sensor	OLI e TIRS
Operadora/Instituição Responsável	NASA
País	Estadudos Unidos
Situação Atual	Ativo
Lançamento	11/02/2013
Altitude	705 km
Inclinação	98,20°
Órbita	Circular, Polar, Heliosíncrona
Faixa imageada	185 km
Tempode de Duração da Órbita	99 min
Período de Revisão	16 dias
Resolução Espacial	Pancromático: 15 m Multiespectral: 30 m Termal: 100 m reamostrada para 30 m

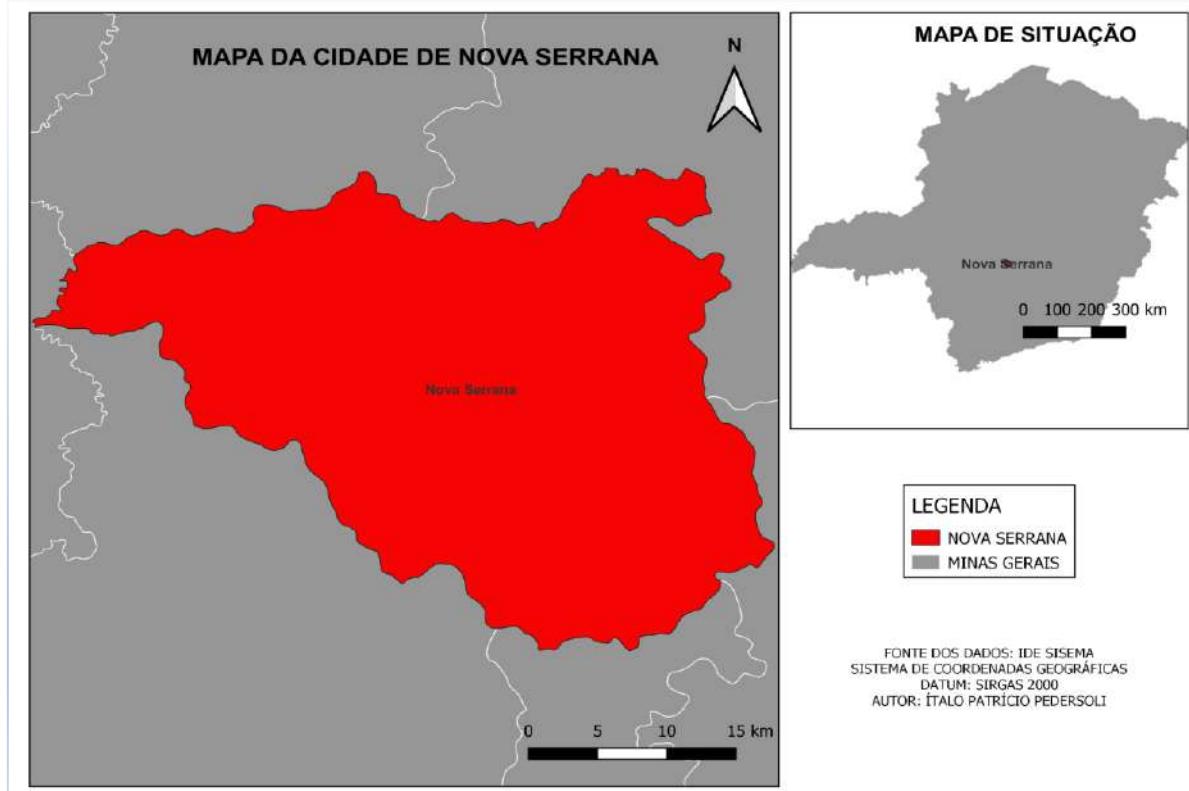
Fonte: Adaptado de INPE (2023).

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

A área de estudo é o município de Nova Serrana (*Erro! Fonte de referência não encontrada.*), localizado na mesorregião oeste do estado de Minas Gerais, na transição do Bioma de Mata Atlântica e Cerrado, tendo o Cerrado como bioma predominante (**Figura 4-3**). Possui uma população estimada em 2021 de 108.241 pessoas, em uma expansão territorial de 282,472 km², situado a 126 quilômetros da capital da cidade mineira (**Figura 4-2**), 539 quilômetros da cidade do Rio de Janeiro, 553 quilômetros da Cidade de São Paulo, 643 quilômetros de Vitória e 709 quilômetros de Brasília (IBGE, 2022).

Figura 4-1: Mapa de localização do município de Nova Serrana

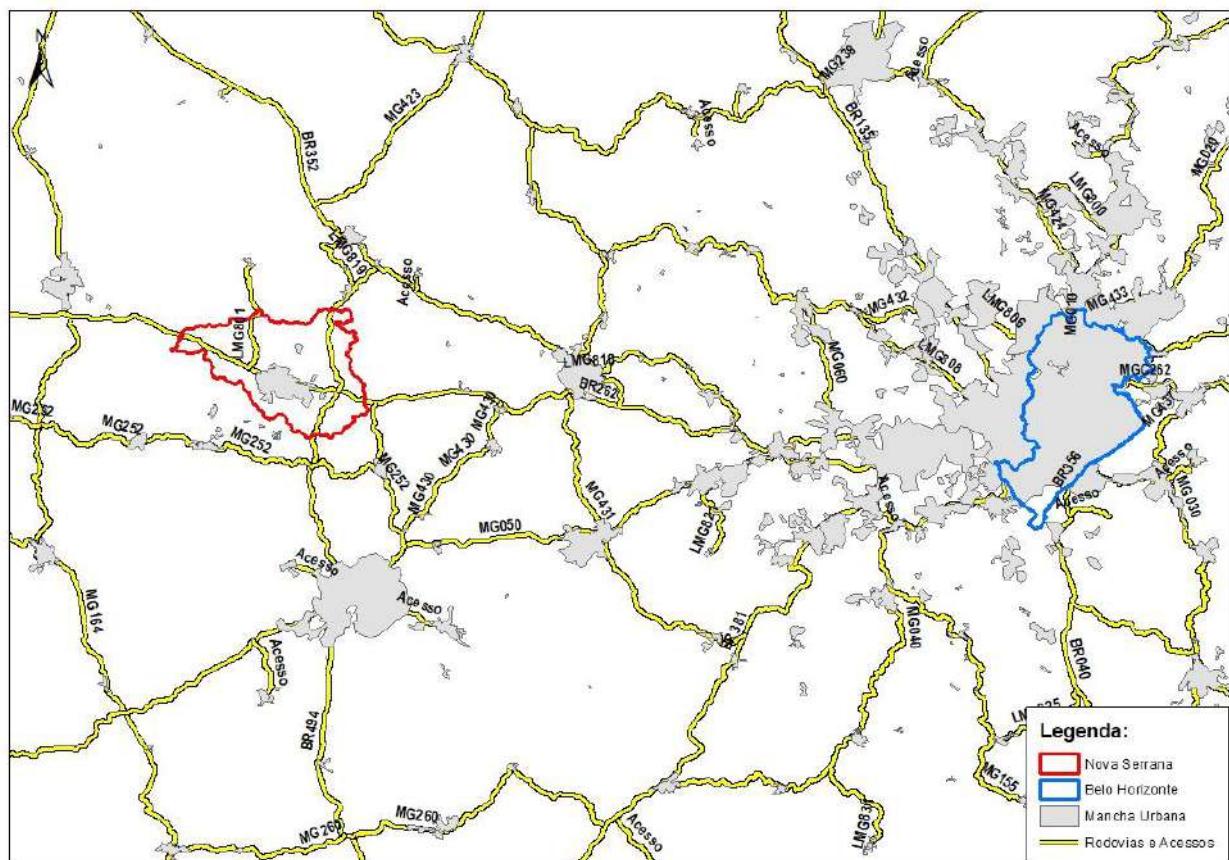


Fonte: Adaptado de Nova Serra (2022).

Segundo o IBGE (2022), o município teve a sua emancipação em 12 de dezembro de 1953, porém sua fundação foi em 01 de janeiro de 1954, possui altitude média de 732,91 metros,

clima temperado, Produto Interno Bruto (PIB) Per capita de R\$ 25.012,61, além de possuir o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH -2010) de 0,715, valor abaixo do IDH nacional, o qual é 0,754 (ATLAS, 2022).

Figura 4-2: Distância entre as cidades de Belo Horizonte e Nova Serrana



Fonte: Adaptado de Belo Horizonte e Nova Serrana (2023).

A cidade de Nova Serrana possui uma cadeia produtiva de calçados com 687 empresas sendo, 465 fabricantes de calçados; 210 fornecedores de matérias-primas, acessórios, máquinas e outras 62 prestadoras de serviços que complementam o setor (SINDINOVA, 2022).

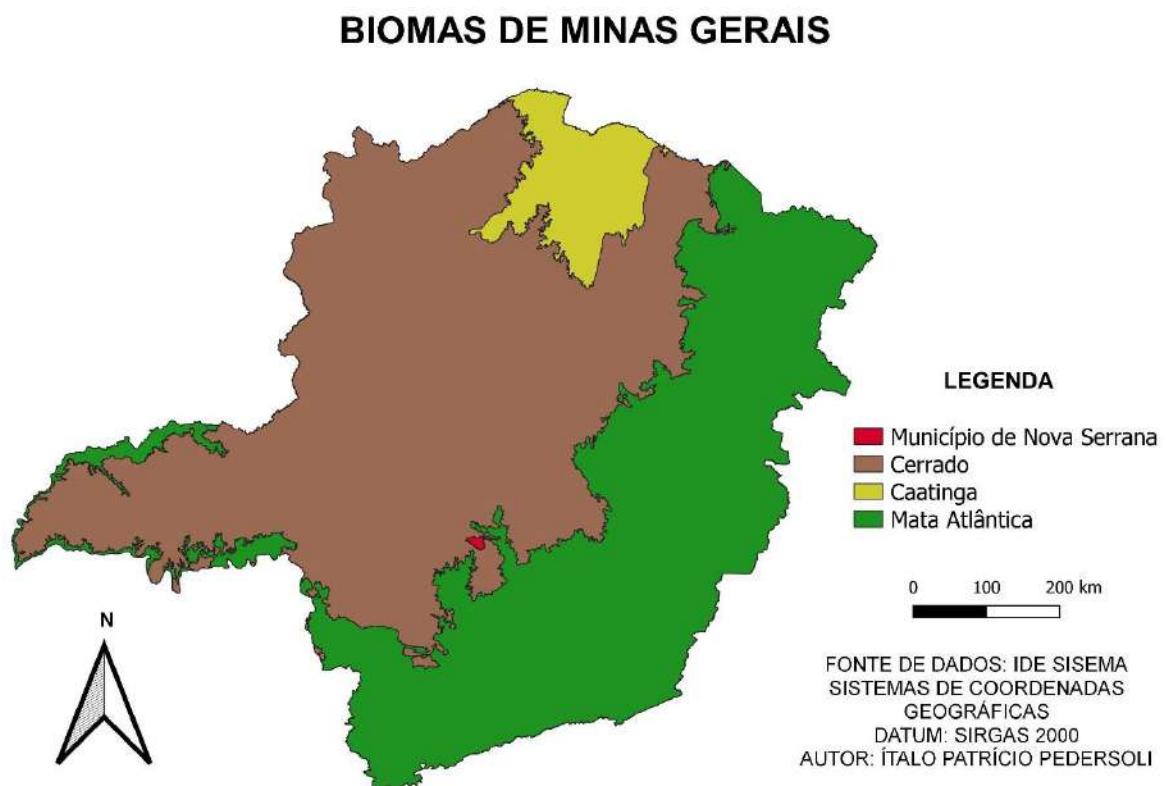
Conforme SINDINOVA (2022), as atividades industriais do município oferecem empregos para as cidades do entorno, que cedem mão de obra e, por influência de Nova Serrana, também se tornaram produtoras de calçados.

4.2 Revisão bibliográfica e coleta de dados

O projeto foi dividido em duas etapas, a primeira consistiu em coletar dados com base em artigos científicos, Lei Complementar 036/2022 -Plano Diretor do município de 2022 e livros

relacionados ao tema de uso e ocupação do solo, dados do Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), como por exemplo informações das bacias hidrográficas, tipo de bioma predominante (**Figura 4-3**), limite do município e principais rodovias. Além disso, a agrupar dados de imagens do satélite LANDSAT 5 e LANDSAT 8 extraídas da instituição científica USGS, que serão usadas na segunda etapa, a qual compreendeu em realizar trabalhos de geoprocessamento usando o software livre e gratuito QGIS 3.22.5, sendo assim possível gerar mapas temáticos de acordo com o tema proposto.

Figura 4-3: Identificação dos biomas no estado de Minas Gerais



Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2022).

4.3 Satélites e Imagens Utilizados

Para o seguinte trabalho, foram utilizadas imagens de satélite de um período de 33 anos de intervalo entre a primeira e a última imagem de satélite, obtidas para os anos de 1989, 2000, 2013 e 2022, desse modo mapenado grande parte do crescimento do município de Nova Serrana. Portanto, utilizou-se de imagens dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8, o qual, segundo INPE (2023), o ano de lançamento e inativação dos satélites foram em 1984 e 2011

(LANDSAT 5) e 2013 para o LANDSAT 8, que ainda continua ativo. Na tabela 4-1 há a descrição das bandas utilizadas.

Tabela 4-1: Bandas usadas

SATÉLITE	BANDA	APLICAÇÃO
LANDSAT 5	3	VERMELHO
	4	INFRAVERMELHO PRÓXIMO
	5	INFRAVERMELHO MÉDIO
LANDSAT 8	4	VERMELHO
	5	INFRAVERMELHO PRÓXIMO
	7	INFRAVERMELHO MÉDIO

Fonte: Adaptado do INPE (2023).

4.4 Cálculo do NDVI

O cálculo do NDVI para as imagens de satélite foi realizado por meio da ferramenta do Software QGIS, usando como base a fórmula a seguir, onde, ρ_{NIR} e ρ_{RED} são, respectivamente, os elementos de reflectância bidirecional de superfície para as bandas do infravermelho próximo (B5) e do vermelho (B4) (BONFIM; CUNHA; TROIAN, 2018).

$$\text{Equação 1: } NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

ou

$$\text{Equação 2: } NDVI = \frac{\text{Banda 5} - \text{Banda 4}}{\text{Banda 5} + \text{Banda 4}}$$

A partir dessa equação, são gerados dados que podem variar entre -1 e 1, o que significa que quanto mais próximo de -1, mais exposto está o solo e maior o índice de vegetação no caso de próximo de 1 (BONFIM; CUNHA; TROIAN, 2018).

4.5 Cálculo do NDBI

Semelhante ao anterior, o NDBI consiste em substituir a banda 4 (Infravermelho) pela banda 7 (infravermelho médio), onde, a partir do uso da calculadora Raster do Software QGIS, é

possível identificar áreas construídas (ZHA; GAO; NI, 2003). A fórmula do NDBI consiste em:

$$\textbf{Equação 3: } NDBI = \frac{\rho_{SWIR} - \rho_{NIR}}{\rho_{SWIR} + \rho_{NIR}}$$

ou

$$\textbf{Equação 4: } NDBI = \frac{\text{Banda 7} - \text{Banda 5}}{\text{Banda 7} + \text{Banda 5}}$$

A partir desse cálculo, será possível identificar áreas construídas, pois, as áreas edificadas, são demarcadas com valores positivos e áreas com vegetação, valores negativos (ZHA; GAO; NI, 2003).

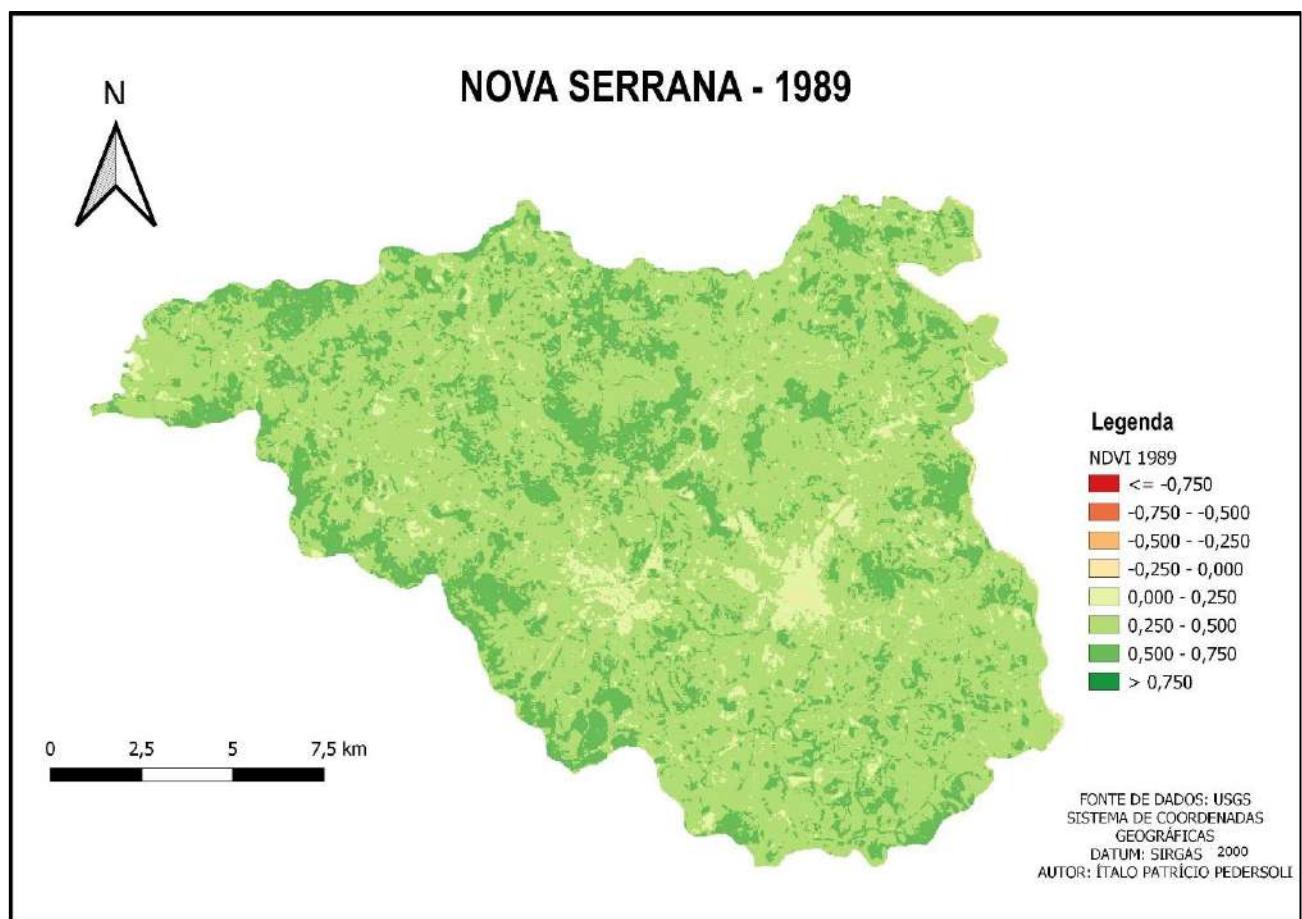
5 RESULTADOS

Analisando as imagens dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 7, foi possível identificar e acompanhar as áreas de crescimento do município de Nova Serrana, sendo assim atingindo o ponto focal do trabalho, que trata de observar se a cidade está respeitando a Lei Complementar número 036/2022 – Plano Diretor e a Lei 12.651 de 2012 - Código Florestal Brasileiro.

5.1 Imagens NDVI

A primeira análise foi feita no ano de 1989, no qual foram observadas imagens do dia 4 (quatro) de junho daquele ano. Na imagem 5-1, apresenta o resultado obtido por meio do cálculo do NDVI.

Figura 5-1: Cálculo NDVI de 4 de junho de 1989



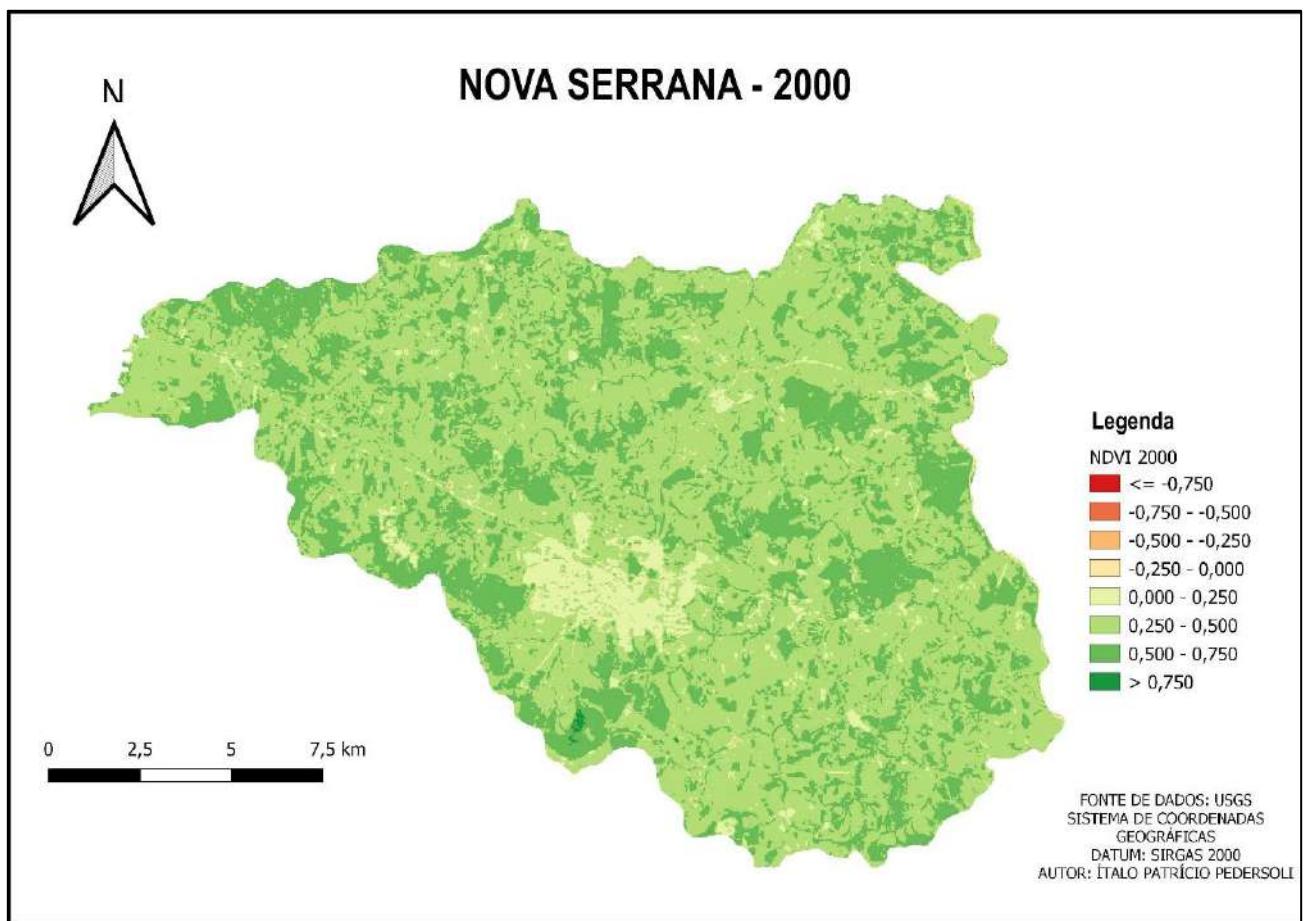
Fonte: Adaptado do USGS

Pelo fato de o município ter sido emancipado em 1954, é possível perceber que, após 35 anos, houve um crescimento da população significativo no lado esquerdo da imagem. Conforme

pode ser visto no mapa, há dois polos com valores que apresentam baixa refletância da vegetação, com valores entre -0,25 e 0,25, entretanto, essa ausência de vegetação no lado direto da imagem, não foi possível inferir exatamente. Além disso, todo o restante da área do município, aparentemente, permaneceu intocada por apresentarem índices de refletância da vegetação acima de 0,5.

Já para o próximo ano, analisando as imagens do dia 18 (dezoito) de junho de 2000, podemos perceber que em 11 anos a cidade cresceu de forma bem expressiva se comparando com o ano de 1989, conforme mostra imagem 5-2. Além disso, onde havia baixa refletância da vegetação no mapa anterior, no ano de 2000, possui o seu aumento.

Figura 5-2: Cálculo NDVI de 18 junho de 2000

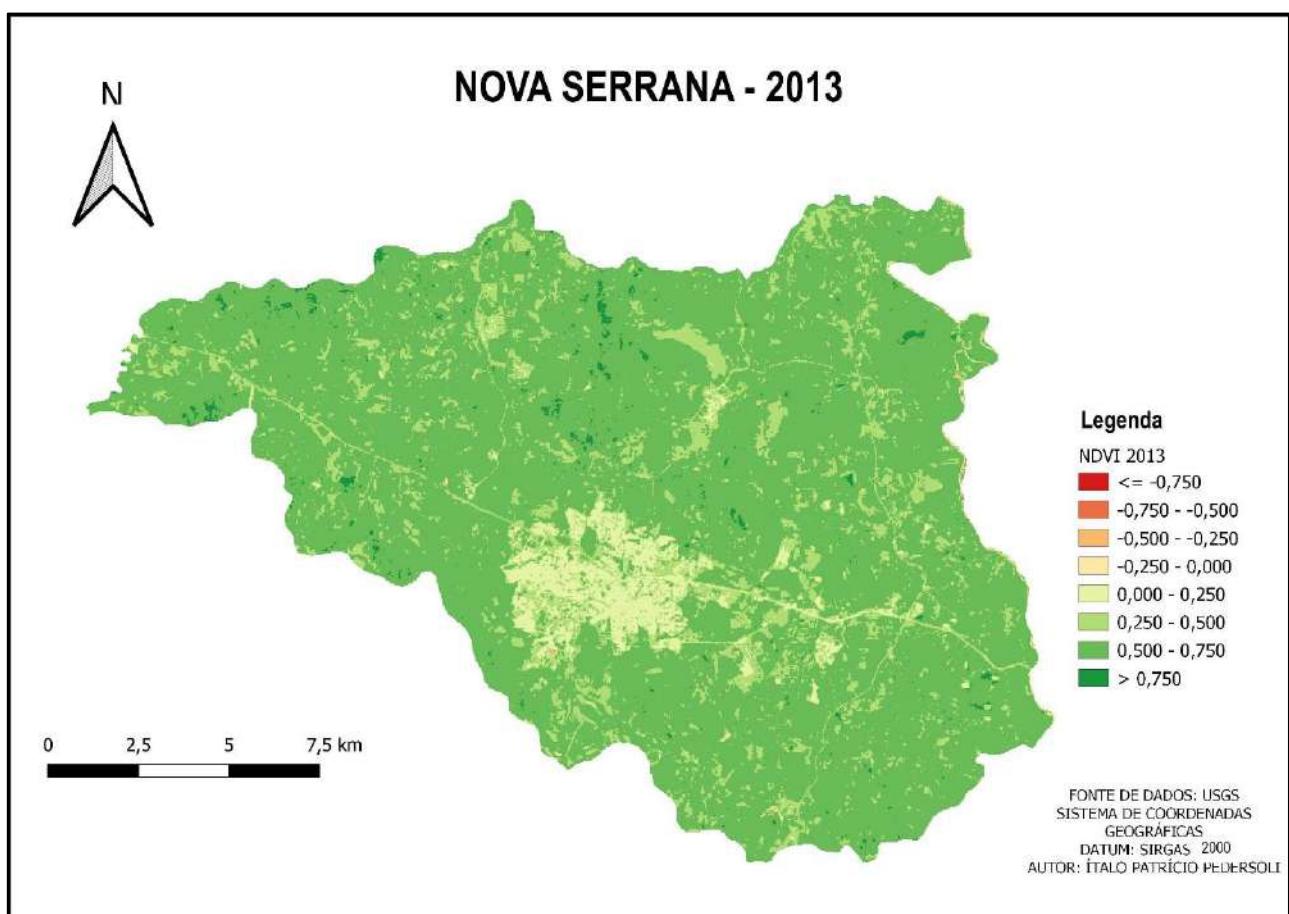


Fonte: Adaptado do USGS

Analizando o restante da área do município, é possível perceber que as áreas verdes permaneceram inalteradas, comparando com a imagem anterior, além de ser capaz de conseguir identificar a construção da BR 262 que liga o município até a capital mineira.

O próximo ano foi analisado com um intervalo de 13 anos de diferença, sendo imagens do dia 13 (treze) de junho de 2013. Para que a análise entre as imagens seja a mais fiel, todas receberam os mesmos valores para os seus índices de refletância. Entretanto, para a imagem 5-3 é possível perceber que, aparentemente, a vegetação de todo o município teve um aumento na sua densidade, pois os valores de refletância passaram de 0,5 para valores acima de 0,75. Além disso, a cada ano que passa, a população do município cresce e, consequentemente, a mancha urbana também cresce. É também possível ver com maior nitidez a BR 262 que atravessa todo o município,

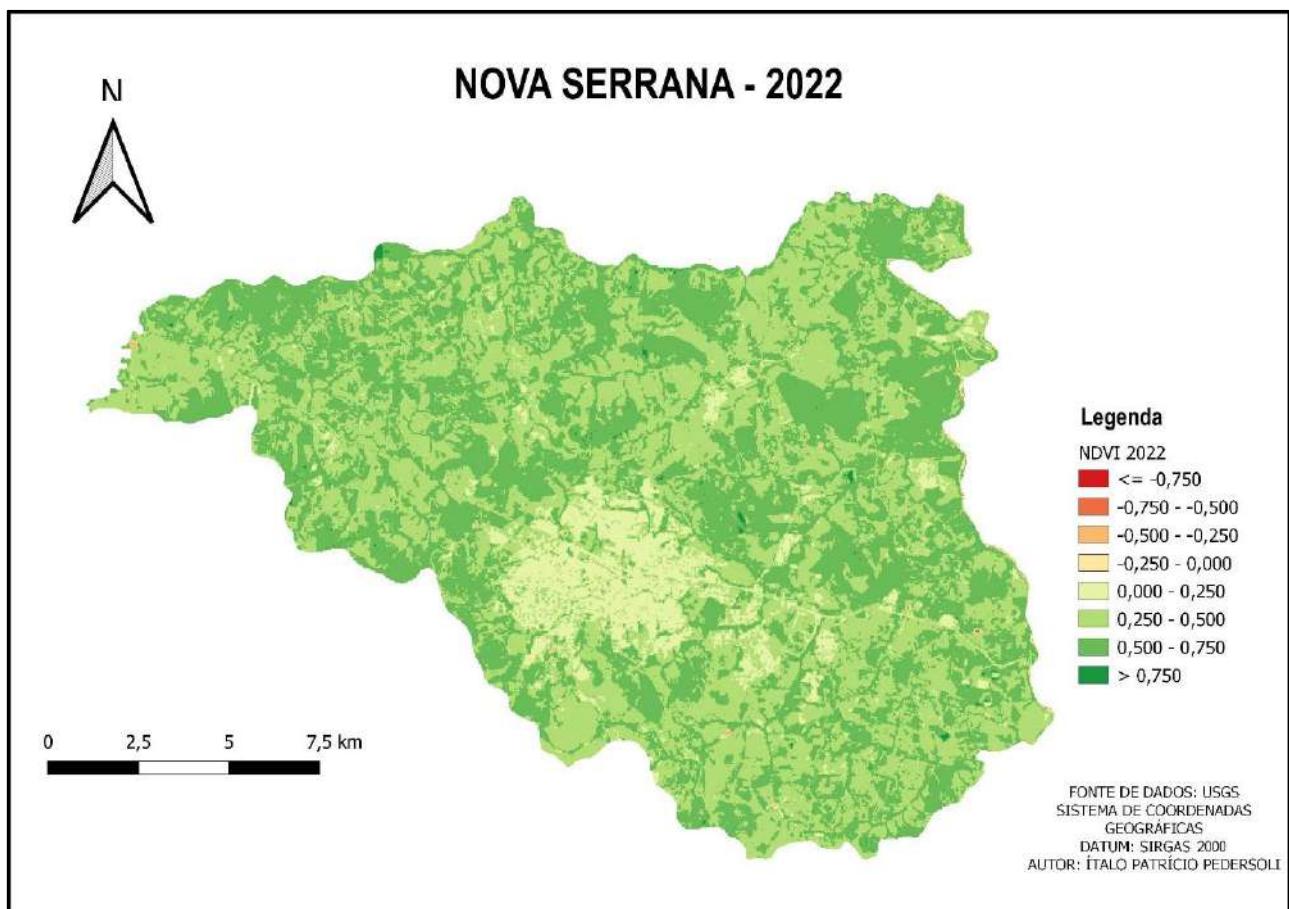
Figura 5-3: Cálculo NDVI de 13 junho de 2013



Fonte: Adaptado do USGS

As últimas imagens analisadas foram do dia 14 (quatorze) de junho de 2022. Nessa imagem é possível ver a realidade mais próxima do município na atualidade, tendo uma mancha urbana de área ainda mais representativa, possuindo maior densidade, tudo isso devido o crescimento populacional na região e, também, pelo fato de melhorar as vias de acesso com os municípios vizinhos.

Figura 5-4: Cálculo NDVI de 14 junho de 2022



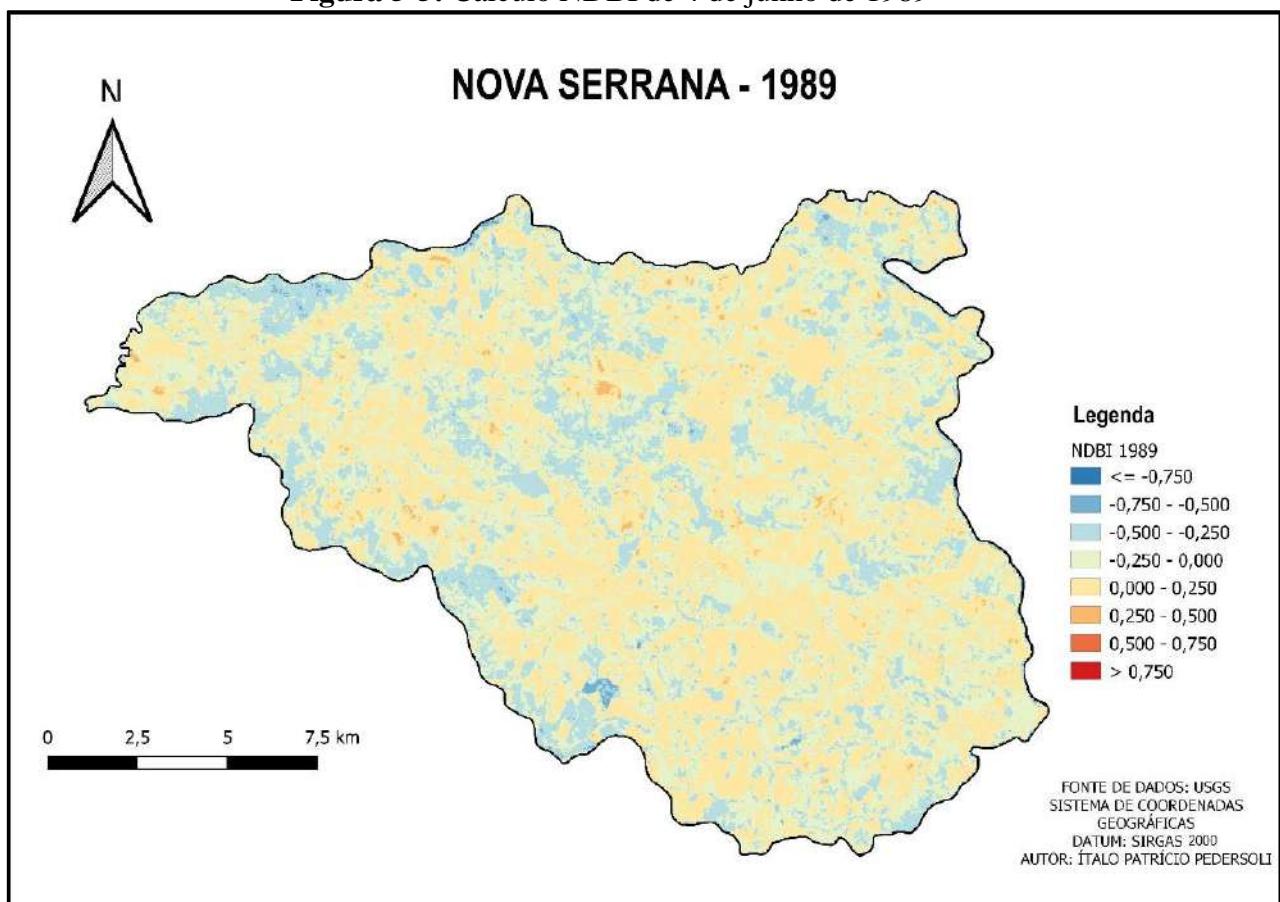
Fonte: Adaptado do USGS

5.2 Imagens NDBI

Para evidenciar ainda mais as áreas construídas, foi usada as mesmas imagens do NDVI para o cálculo do NDBI, o qual consistem em pegar as bandas do infravermelho próximo e o infravermelho médio, resultando em imagens com valores positivos nas áreas construídas e valores negativos para as áreas de vegetação.

Para o ano de 1989, o cálculo do NDBI não trouxe resultados significativos, uma vez que não foi possível identificar as áreas construídas no mapa, conforme observado na imagem 5-5, a qual apresentava dois polos urbanos. O fato de não mostrar a concentração da malha urbana, conforme imagens a seguir, não auxilia no entendimento do crescimento populacional do município de Nova Serrana.

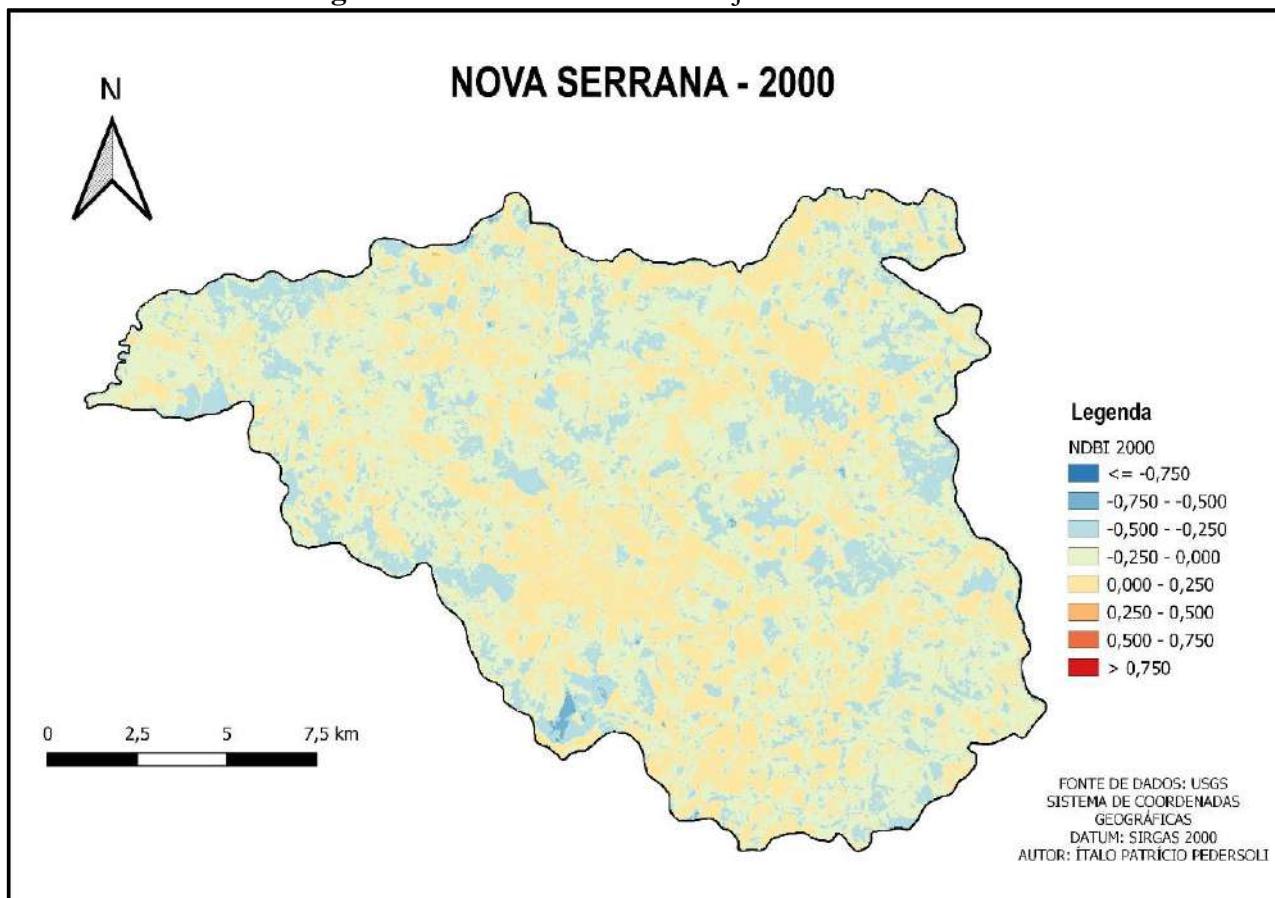
Figura 5-5: Cálculo NDBI de 4 de junho de 1989



Fonte: Adaptado do USGS

Semelhante a imagem anterior, do ano de 2000, também não houve concentração significativa que ajudasse a evidenciar as áreas construídas no município. Foi possível identificar apenas valores neutros, entre 0 e 0,25, o que não diz muito sobre o município.

Figura 5-6: Cálculo NDBI de 18 junho de 2000

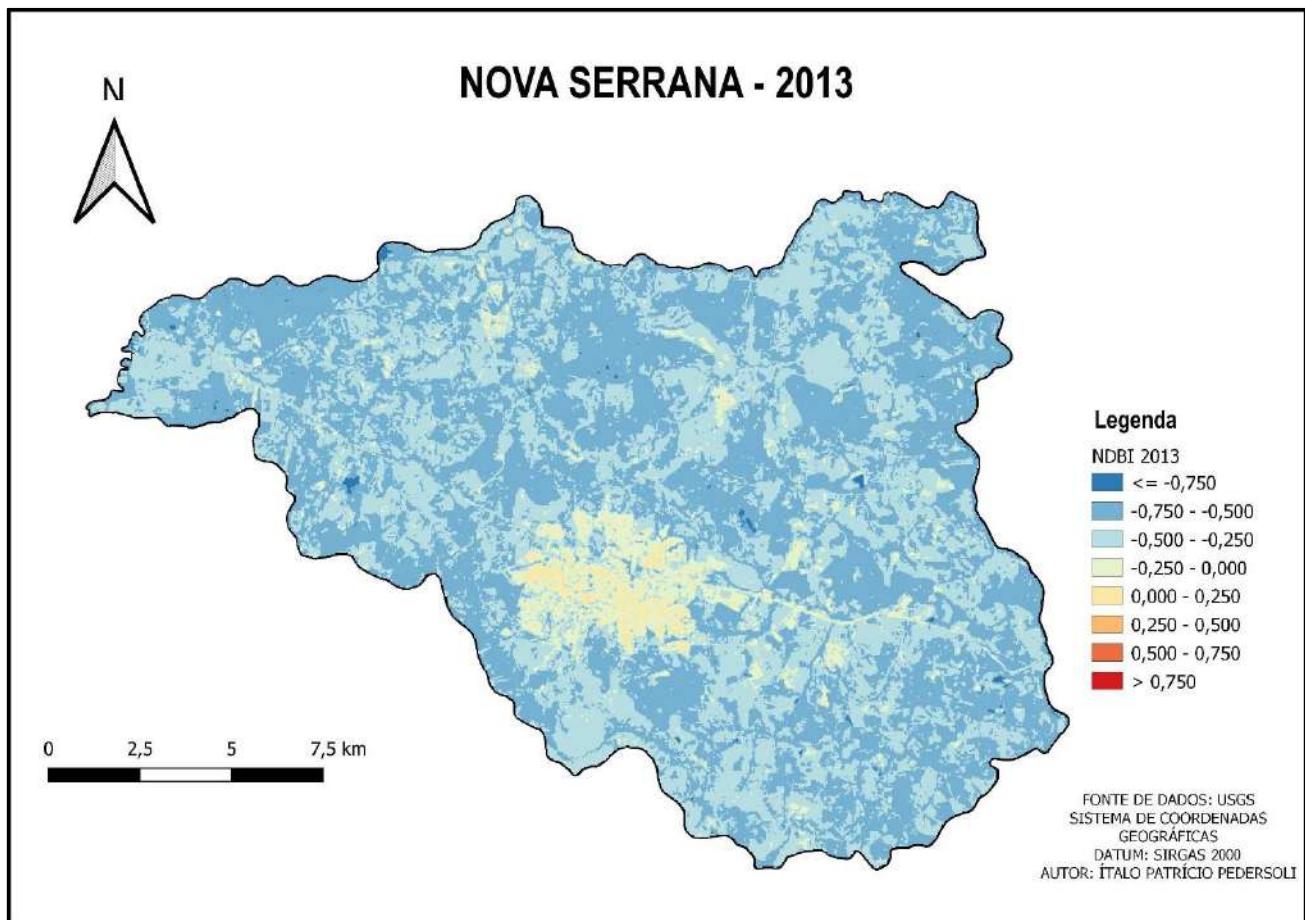


Fonte: Adaptado do USGS

No ano de 2013, diferente dos dois mapas anteriores, apresentou uma concentração bem significativa, desse modo, evidenciando as áreas construídas. Conforme imagem 5-7, é possível observar que os valores nas áreas construídas apresentam dados positivos no intervalo de 0,25 a 0,5.

Além disso no restante do município de Nova Serrana, observam-se valores menores que -0,5, evidenciando as áreas verdes, conforme já observado no NDVI do mesmo ano.

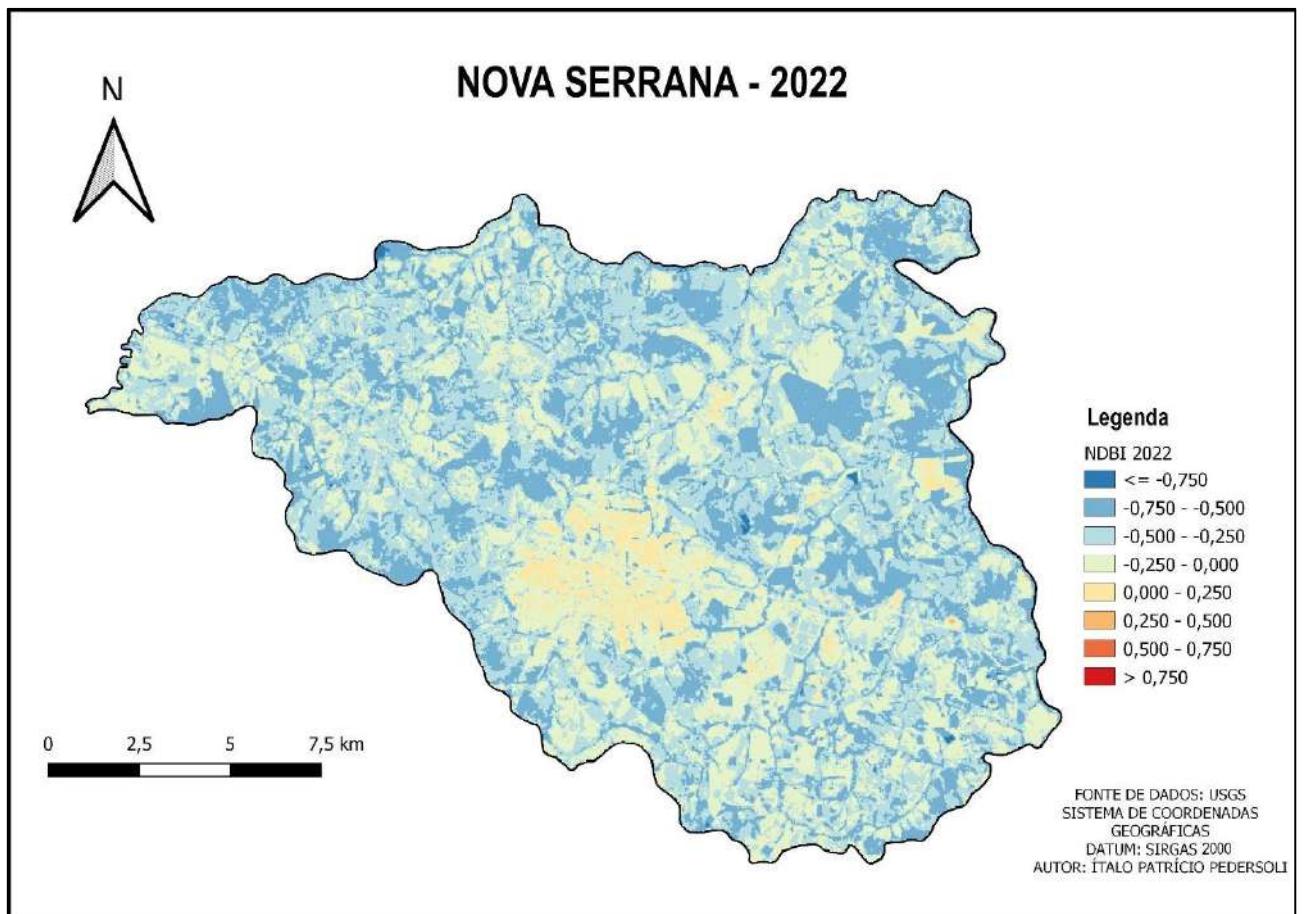
Figura 5-7: Cálculo NDBI de 13 junho de 2013



Fonte: Adaptado do USGS

No último mapa gerado, do ano de 2022, também é possível perceber o destaque há no local onde existe a área urbana, evidenciando ainda mais devido ao crescimento da população.

Figura 5-8: Cálculo NDBI de 14 junho de 2022



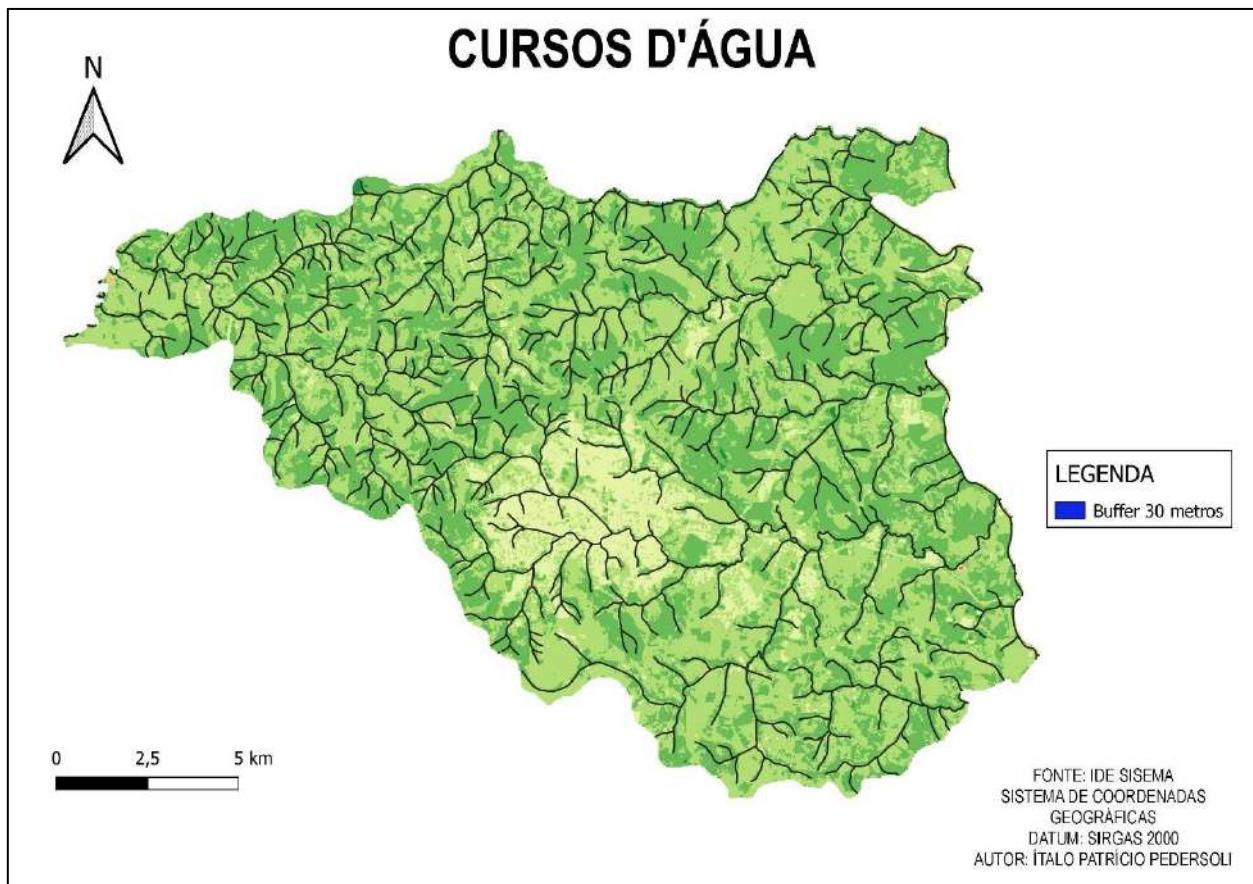
Fonte: Adaptado do USGS

5.3 Buffer dos rios de Nova Serrana

No município de Nova Serrana existem vários cursos d'água de pequeno porte, segundo camada de dados geoespaciais do IDE SISEMA. Pelo fato de esses cursos d'água apresentarem na sua grande maioria larguras menores que 10 metros, as APP desses rios devem ser de, no mínimo, 30 metros em cada uma das margens, conforme apresenta a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

Para exemplificar de forma mais clara, na figura foi gerado a partir do auxílio do software QGIS, um Buffer de 30 metros ao entorno dos cursos d'água de todo o município, a fim de analisar se essas áreas estão sendo respeitadas.

Figura 5-9: Buffer de 30 metros



Fonte: Adaptado do IDE SISEMA

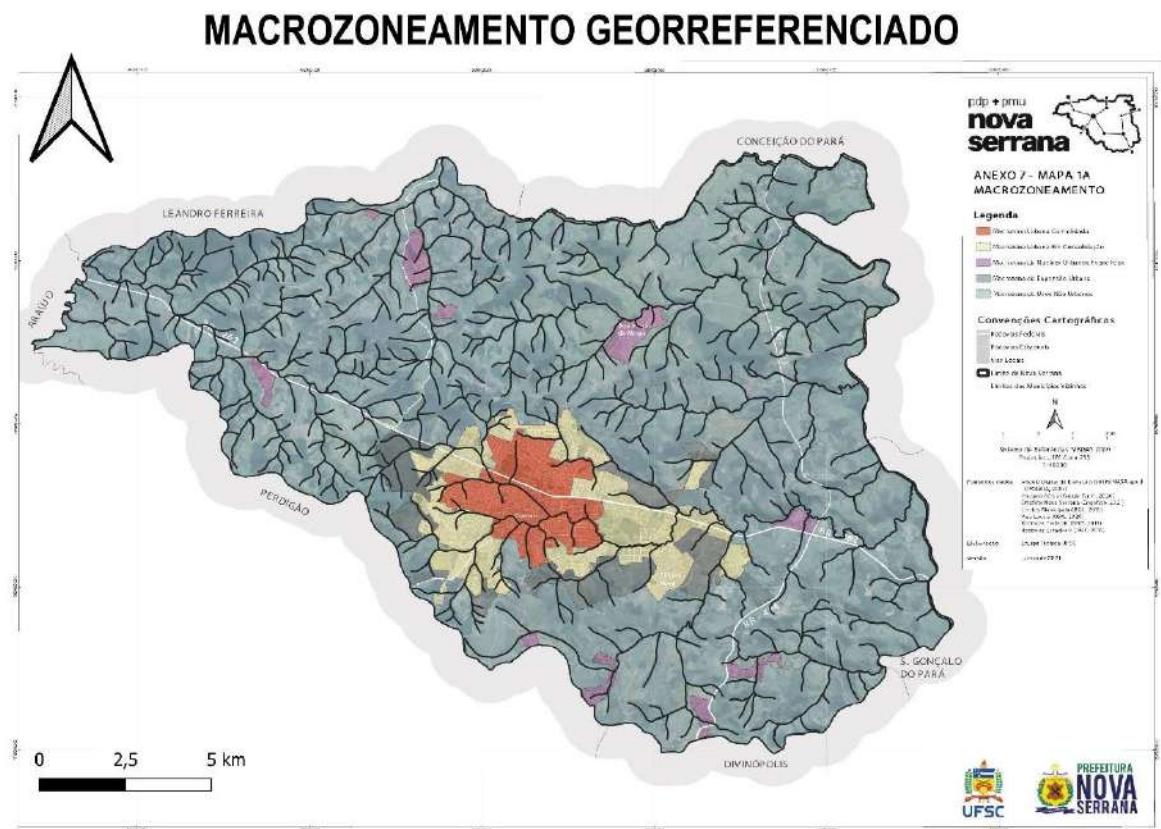
A partir do buffer gerado, foi possível perceber que, no banco de dados do IDE SISEMA, há cursos d'água que passam por toda a região do município de Nova Serrana, os quais não possuem as suas APPs, devido a ausência da refletância da vegetação no mapa do cálculo do NDVI de 2022, o que pode ser complementado quando analisado em conjunto com o mapa de NDBI do mesmo ano, identificando o avanço da construção urbana.

5.4 Macrozoneamento

Para auxiliar na visualização dos cursos d'água da cidade de Nova Serrana no mapa 1^a Macrozoneamento, foi feito o seu georreferenciamento e, após isso, feito a análise dos rios com buffer de 30 metros de APP, conforme imagem abaixo.

A partir desse mapa, é possível identificar em quais regiões há áreas construídas em relação aos locais que deveriam ser preservados para que ocorresse a manutenção do corpo hídrico local.

Figura 5-10: Mapa do Macrozoneamento



Fonte: Adaptado do IDE SISEMA e Nova Serrana.

Conforme informado nos mapas anteriores, a região onde está concentrada a malha urbana do município Nova Serrana, é o local que não há indicativos de preservação das APPs dos cursos d'água que cruzam a cidade. Isso ocorre devido os baixos valores de NDVI encontrados, indicando a ausência de vegetação e os altos valores de NDBI, indicando o avanço as construções no município.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho ficou claro como é fundamental o uso de ferramentas de geoprocessamento para a análise de crescimento urbano, não apenas para o município de Nova Serrana, mas para qualquer outro. Além disso, as imagens de satélites possuem um papel fundamental, pois só por meio delas foi possível identificar a real situação das áreas urbanas da cidade.

Pensando no Lei Complementar 036/2022 – Plano Diretor do município de Nova Serrana, os resultados dos mapas mostram que o crescimento da cidade está de acordo com o planejamento do município, pois as construções estão expandindo para os locais onde está delimitada a área delimitadas como Macrozonas de Expansão Urbana, conforme anexo 1.

As imagens geradas por meio dos cálculos de NDVI e NDBI, mostram que a população cresceu de forma bastante considerável durante o período amostrado, o qual se trata de 33 anos, além de mostrar que o planejamento do município está sendo bem executado, pois a população está bem concentrada praticamente apenas na região centro sul da cidade.

Entretanto, é possível perceber que há áreas chamadas de Macrozonas de Núcleos Urbanos Específicos em que pequenos vilarejos estão crescendo sem o devido planejamento, sendo localizados mais a distante do polo principal. Desse modo, nesse caso, sendo ponto de atenção, pois por estarem em regiões mais afastadas, necessitam que o poder público leve infraestrutura para atender a população e ocorra a necessidade de intervir em áreas de vegetação e em cursos d'água.

Por fim, analisando a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, em relação as áreas de APP cidade, podemos perceber que, por meio do buffer de 30 metros, na sua grande maioria, as áreas de preservação estão preservadas, exceto na área central do município e na Macrozona de Núcleos Urbanos Específicos, em que nos dois casos essas áreas de proteção foram tomadas por construções. Desse modo, sendo necessário continuar executando o planejamento urbano do município para que essas regiões continuem sendo preservadas.

7 REFERÊNCIAS

- ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL. Índice de desenvolvimento humano.** 2022. Disponível em: < <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/indice-de-desenvolvimento-humano-idh-e-idhm#:~:text=Conforme%20o%20relat%C3%A9rio%20de%20Desenvolvimento,86%C2%A2%C2%20com%20%C3%ADndice%20de%2000%2C758> >. Acesso em: 20/06/2023.
- BILAC, R. P. R; DE MEDEIROS ALVES, A. CRESCIMENTO URBANO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs): UM ESTUDO DE CASO DO LEITO DO RIO APODI/MOSSORÓ NA ZONA URBANA DE PAU DOS FERROS-RN.** Revista Geotemas, v. 4, n. 2, p. 79-85, 2014. Disponível em < <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/677/589> >. Acesso em: 21/09/2022.
- BONFIM, N. P. S; CUNHA, D. V. P.; TROIAN, A. Aplicação do ndvi na caracterização da cobertura vegetativa de vitória da conquista – bahia.** 2018. Disponível em < <http://www2.uesb.br/eventos/seeflor/wp-content/uploads/2018/03/Trabalho-64.pdf> >. Acesso em: 22/09/2022.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o novo Código Florestal Brasileiro.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm >. Acesso em: 19/09/2022.
- BRASIL. Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.** Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm >. Acesso em: 02/11/2022.
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade.** Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm >. Acesso em: 02/11/2022.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE RESERVAS PARTICULARES DP PATRÔMONIO NATURAL (CNRPPN). Confederação Nacional de RPPN's. [2022?].** Disponível em: <<https://www.rppn.org.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. O Cerrado.** 2012. Disponível em < <https://www.cpac.embrapa.br/unidade/ocerrado/#:~:text=O%20clima%20dominante%20na%20regi%C3%A3o,de%201500%20%C2%B1%20500%20mm> >. Acesso em : 31/10/2022.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Entenda a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012.** 2022? Disponível em < <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal> >. Acesso em: 02/11/2022.
- FIGUEIREDO, DIVINO.** 2005. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** Disponível em< https://clickgeo.com.br/wp-content/uploads/2013/04/conceitos_sm.pdf>. Acesso em: 22/04/2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2022.
2022a. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>>. Acesso em: 26/04/2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e estados. 2022b. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>>. Acesso em: 13/09/2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Biomas Brasileiros. 2022c. Disponível em <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>>. Acesso em: 31/10/2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil em Síntese. 2004d. Disponível em <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em: 31/10/2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil em sensoriamento remoto. 2023e. Disponível em <<https://atlasescolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/o-que-e-cartografia/sensoriamento-remoto.html#:~:text=O%20sensoriamento%20remoto%20%C3%A9%20a,contato%20f%C3%ADosico%20com%20o%20mesmo>>. Acesso em: 21/04/2023.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Conheça o Time do Bioma do Cerrado. 2018. Disponível em <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/conheca-o-time-do-bioma-do-cerrado>>. Acesso em: 31/10/2022.

IDE - SISEMA-INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Limites- municípios IEDE-MG. [2022?]. Disponível em <<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>>. Acesso em: 12/09/2022.

INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. LANDSAT. 2023?. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>>. Acesso em: 21/04/2023.

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. LANDSAT 5. 2023?. Disponível em <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-5/>>. Acesso em: 22/04/2023.

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. LANDSAT 8. 2023?. Disponível em <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/>>. Acesso em: 22/04/2023.

NOGUEIRA, T. M. P. Alternativas de uso e ocupação do solo frente às pressões do avanço urbano nas encostas do morro do ribeirão ao norte dos limites do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis – SC. 2017. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187795>>. Acesso em: 15/09/2022.

NOVA SERRANA. Lei complementar 036 de 08 de jul. 2022. **Plano Diretor do município de Nova Serrana.** Disponível em <<https://www.novaserrana.mg.gov.br/plano-diretor---nova-serrana->> Acesso em: 05/09/2022.

- NUNES, J. F; ROIG, H. L. **Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa.** Revista árvore, v. 39, p. 25-36, 2015. Disponível em <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4883842000>>. Acesso em: 15/09/2022.
- QUEIROZ, L.M.B, 2003. **A EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO EM CACUPÉ – ILHA DE SANTA CATARINA.** Disponível em <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85128>>. Acesso em: 05/11/2022.
- ROCHA, A. C. T; BARBOSA, S. A. A. R; RODRIGUES, J. **Uso de SIG para confecção de um mapa de uso e ocupação do solo do município de Bambuí-MG.** Minas Gerais, 2016. Disponível em <<https://www.bambui.ifmg.edu.br/evento/images/SEP/2016/Resumo%2014.pdf>>. Acesso em: 15/09/2022.
- SANTOS, P. S; SANTOS, M. E. G; SANTOS, R. **Uso e ocupação do solo: Reflexão sobre o impacto ambiental.** 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.36725/agries.v7i1.5208>>. Acesso em: 12/09/2022.
- SCHENINI, P. C; COSTA A. M; CASARIN, 2004. **Unidades De Conservação: Aspectos Históricos e sua Evolução.** Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/204662>>. Acesso em: 02/11/2022.
- SCHLINDWEIN, L. F, 2020. **ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO DO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS/SC.** Disponível em <<https://docplayer.com.br/13091598-Unidades-de-conservacao-aspectos-historicos-e-sua-evolucao.html>>. Acesso em: 02/11/2022.
- SINDINOVA. SINDINOVA - Sindicato Intermunicipal de Calçados de Nova Serrana. 2022? Disponível em <<https://www.sindinova.com.br/novo/nova-serrana/>>. Acesso em: 19/09/2022.
- SILVA, A. L. **POLÍTICAS AMBIENTAIS SELETIVAS E EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA NO CERRADO: IMPACTOS SOBRE AS COMUNIDADES LOCAIS NUMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NO OESTE DA BAHIA.** Revista Nera, n. 47, p. 321-347, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.47946/rnera.v0i47.6274>> Acesso em: 02/11/2022.
- SILVA, P. J. **USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO: UMA ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS ÁREAS DE DUNAS NO BAIRRO DE FELIPE CAMARÃO/NATAL-RN.** 2015. Disponível em <<https://doi.org/10.15628/holos.2015.2350>>. Acesso em 12/09/2022.
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Satelite images.** 2022. Disponível em <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 15/09/2022.
- ZHA; GAO; NI, 2003. **Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery.** Disponível em <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431160304987>>. Acesso em: 22/04/2023.

ANEXO I - MAPA DO MACROZONEAMENTO

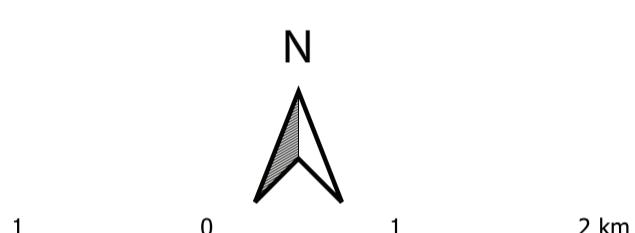
ANEXO 7 - MAPA 1A MACROZONEAMENTO

Legenda

- Macrozona Urbana Consolidada
- Macrozona Urbana Em Consolidação
- Macrozona de Núcleos Urbanos Específicos
- Macrozona de Expansão Urbana
- Macrozona de Usos Não Urbanos

Convenções Cartográficas

- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Vias Locais
- Limite de Nova Serrana
- Limites dos Municípios Vizinhos

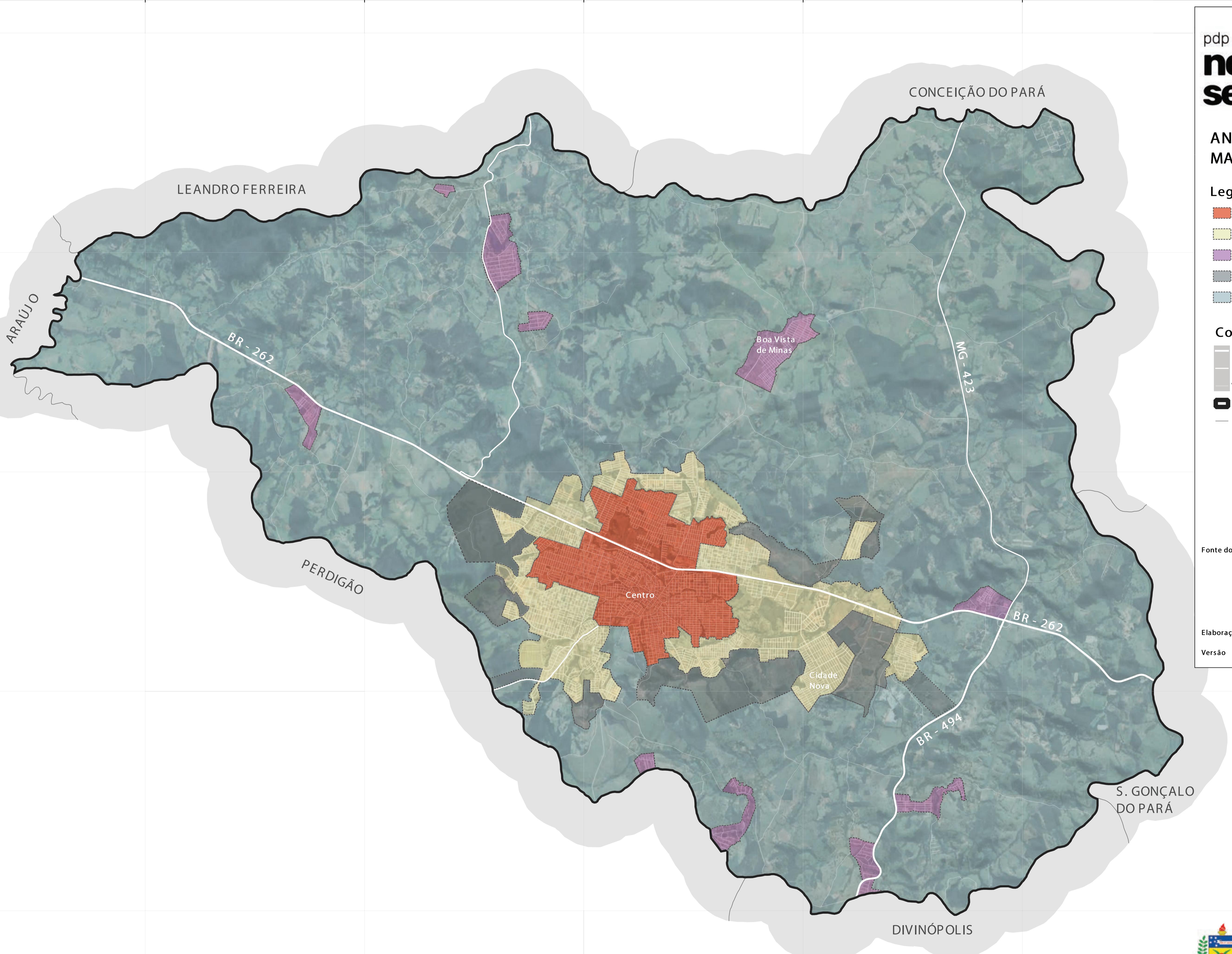


Sistema de Referências SIRGAS 2000
 Projeção UTM Zona 23S
 1:40000

Fonte dos dados: Modelo Digital de Elevação (SRTM/NASA apud TOPODATA, 2005)
 Imagem Aérea (Google Earth, 2020)
 Ortofoto Nova Serrana (Engefoto, 2021)
 Limites Municipais (IBGE, 2015)
 Vias Locais (OSM, 2020)
 Rodovias Federais (DNIT, 2013)
 Rodovias Estaduais (DNIT, 2015)

Elaboração: Equipe Técnica UFSC

Versão: Junho de 2021



Emitido em 06/07/2023

CÓPIA DO TRABALHO Nº 119/2023 - CEAMS (11.51.05)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 06/07/2023 07:33)

CARLOS WAGNER GONCALVES ANDRADE COELHO

COORDENADOR - TITULAR

CEAMS (11.51.05)

Matrícula: ####454#1

Visualize o documento original em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número: **119**, ano: **2023**, tipo: **CÓPIA DO TRABALHO**, data de emissão: **06/07/2023** e o código de verificação: **3e6f8bb505**