

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

KELLY JANINE PEDERIVA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO
MUNICÍPIO DE ENCANTADO-RS**

PORTO ALEGRE

2023

KELLY JANINE PEDERIVA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO
MUNICÍPIO DE ENCANTADO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Geografia no Departamento de Geografia
da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul.

Orientadora: Prof^a. Dra. Nina Simone
Vilaverde Moura

PORTO ALEGRE

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Pederiva, Kelly Janine
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA
DO MUNICÍPIO DE ENCANTADO-RS / Kelly Janine Pederiva.
-- 2023.
53 f.
Orientador: Nina Simone Vilaverde Moura.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Geociências, Bacharelado em Geografia, Porto
Alegre, BR-RS, 2023.

1. Sensoriamento Remoto. 2. Uso e Ocupação da
terra. 3. Classificação. 4. Análise Espaço-Temporal.
I. Moura, Nina Simone Vilaverde, orient. II. Título.

KELLY JANINE PEDERIVA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO
MUNICÍPIO DE ENCANTADO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia no Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a. Dra. Nina Simone Vilaverde Moura

Aprovado em 13 de Abril de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Breno Viotto Pedrosa – UFRGS

Prof^a. Dr^a. Kátia Kellem da Rosa – UFRGS

Prof^a. Dr^a. Tânia Marques Strohaecker – UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família pelo apoio e suporte, não somente durante a realização deste trabalho, como também ao longo da vida acadêmica. Sem vocês não seria possível.

À todos os Professores(as), pelo conhecimento transmitido que foram essenciais para a minha formação profissional. Em especial, à Professora Dra. Nina Simone Vilaverde Moura pela orientação, disponibilidade e atenção que foram fundamentais para a realização e finalização do meu trabalho de conclusão de curso.

Ao Ailton, que me auxiliou nos momentos de dúvida sobre os procedimentos de geoprocessamento.

Ao meu amigo Lucas pela ajuda na correção do meu resumo em inglês.

Aos membros da banca examinadora, pela disposição em avaliar este trabalho.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi ao longo desses anos, pela troca de experiências e pelo companheirismo que permitiram guardar muitos momentos de aprendizado e de alegrias.

À UFRGS, pela oportunidade de estudar em uma universidade pública de qualidade, que possibilitou todo o conhecimento para a minha formação profissional.

E à todos que, de alguma maneira, contribuíram durante a minha vida acadêmica.

Muito obrigada!

RESUMO

O município de Encantado-RS está localizado a 144 km de distância da capital Porto Alegre, inserido à margem direita do Rio Taquari, tem apresentado o aumento da área urbanizada associado à especulação imobiliária que promove modificações na configuração territorial do município. Este trabalho visou realizar uma análise espaço-temporal das mudanças das classes de uso e ocupação da terra no município de Encantado-RS entre os anos 2003 e 2022. Foi realizada a caracterização física e socioeconômica da área de estudo. Após, foram utilizadas as imagens do satélite Landsat-7 e Landsat-8 para realizar a classificação supervisionada, e imagens dos Google Earth para o mapeamento das áreas urbanizadas e de silvicultura. Por último, foi criado um projeto no software QGis para associar a classificação de uso e ocupação com as áreas de riscos geológicos para então analisar a evolução espaço-temporal, e propor diretrizes à gestão e ao planejamento do município. Os resultados mostraram a expansão das áreas urbanizadas, o aumento do plantio de silvicultura, a redução das áreas de campo/pastagem e de vegetação, e a permanência das áreas agrícolas. Observou-se o crescimento das ocupações urbanas em setores de risco geológico, sendo indicado a porção entre à oeste da Estrada São José e à oeste da RS-129 para a expansão urbana do município.

Palavras-Chave: sensoriamento remoto; uso e ocupação da terra; classificação; análise espaço-temporal.

ABSTRACT

The municipality of Encantado-RS, located 144 km away from the capital Porto Alegre and inserted on the right bank of the Taquari River, has shown an increase in the urban area associated with real estate speculation which promotes changes in the territorial configuration of the city. This work presents a space-time analysis of changes in land use and occupation classes in the municipality of Encantado-RS between the years 2003 and 2022. A physical and socioeconomic characterization of the area was also developed. Afterwards, Landsat-7 and Landsat-8 satellite images were used to perform the supervised classification, and Google Earth images were used for mapping urban and forest areas. Finally, a project was created in the QGis software to associate the classification of use and occupation with the areas of geological risks, in order to analyze the space-time evolution and propose guidelines for the management and planning of the region. The results showed the expansion of urban areas, the increase in forestry planting, the reduction of field/pasture and vegetation areas, and the permanence of agricultural areas. The urban occupations in sectors of geological risk have increased, which is indicated by the portion between the west of Estrada São José and the west of RS-129, employed on the urban expansion of the municipality.

Keywords: remote sensing; land use; land cover; classification; space-time analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	14
Figura 2 - Fluxograma da elaboração do cálculo das áreas das classes de uso da terra.....	23
Figura 3 - Padrões de relevo de Encantado-RS.....	25
Figura 4 - Mapa hipsométrico de Encantado-RS.....	26
Figura 5 - Mapa das regiões fitoecológicas de Encantado-RS.....	28
Figura 6 - Mapa pedológico de Encantado-RS.....	29
Figura 7 - Mapa de uso e ocupação da terra de 2003.....	33
Figura 8 - Mapa de uso e ocupação da terra de 2022.....	34
Figura 9 - Áreas de Silvicultura mapeadas em 2003 e 2022.....	37
Figura 10 - Expansão Urbana no Bairro Lambari.....	39
Figura 11 - Crescimento do núcleo urbano da Localidade de Linha Argola.....	39
Figura 12 - Mapa das áreas urbanizadas de 2003 e de 2022 de Encantado-RS.....	40
Figura 13 - Cristo Protetor.....	41
Figura 14 - Mapa de localização do Cristo Protetor em Encantado-RS.....	42
Figura 15 - Região de acesso à estátua Cristo Protetor.....	43
Figura 16 - Setores de Risco Geológico de Encantado-RS.....	45
Figura 17 - Setor de alto risco no Bairro Navegantes.....	46
Figura 18 - Setores de alto e muito alto risco no Bairro Lajeado.....	47
Figura 19 - Setor de muito alto risco no Bairro Barra do Jacaré.....	47
Figura 20 - Porção à oeste da Estrada São José até a RS-129.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de instrução da população	30
Tabela 2 - Produto das lavouras temporárias e permanentes X Área colhida	31
Tabela 3 - Empresas e outras organizações por seção da classificação de atividades	32
Tabela 4 - Áreas das classes de uso e ocupação da terra.....	35
Tabela 5 - Diferença de área das classes de uso e ocupação da terra.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

USGS - United States Geological Survey

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Problema	12
1.2 Pressupostos da Pesquisa	12
1.3 Objetivo Geral	12
1.4 Objetivos Específicos	12
1.5 Justificativa	13
1.6 Localização da Área de Estudo	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Espaço Geográfico e Políticas Públicas	15
2.2 Sensoriamento Remoto	17
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
3.1 Materiais	19
3.2 Procedimentos	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Caracterização da Área de Estudo	24
4.1.1 Caracterização Física	24
4.1.2 Caracterização Socioeconômica	29
4.2 Análise Espaço-Temporal entre os anos de 2003 e 2022	32
4.3 Setorização das Áreas de Risco do município	43
4.4 Diretrizes à gestão e ao planejamento do município	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, o desenvolvimento de tecnologias espaciais possibilitou uma tendência crescente de pesquisas científicas que utilizam imagens de sensoriamento remoto para obter informações espaciais para a execução de estudos de diferentes áreas do conhecimento. O estudo sobre a ocupação e o uso da terra é um dos frequentemente produzidos em pesquisas relacionadas ao planejamento e à gestão urbana, onde visa a análise de uma determinada área da superfície terrestre. Nesse contexto, o tema deste trabalho de conclusão de curso foi abordado e desenvolvido.

Em uma análise espaço-temporal do uso e ocupação da terra, busca-se identificar, mapear, analisar e interpretar as mudanças existentes, em um determinado período de tempo, em uma área da superfície terrestre por meio de imagens de satélites. É possível, dessa forma, realizar a identificação de diferentes modificações no espaço geográfico, tais como a expansão de áreas urbanas, áreas agrícolas, conversão de vegetação para pastagens, corpos d'água, solo exposto, entre outros ambientes e fenômenos.

Da mesma forma, este trabalho se propôs a verificar as transformações ocorridas no município de Encantado-RS entre as décadas de 2000 e 2020. Nas quais foram identificados e quantificados, os tipos de uso e a cobertura vegetal, fornecendo importantes resultados para avançar na compreensão do processo de organização e reorganização espacial do município.

A proposta de pesquisa surgiu a partir do interesse em tomar conhecimento, de forma científica, da evolução da ocupação e do uso da terra de Encantado para compreender a organização do seu território com a intenção de propor medidas de planejamento territorial em que considerem tanto as características físico-naturais quanto as condições socioeconômicas do município.

Outra questão relevante são as alterações ambientais resultantes da intervenção antrópica ao meio natural durante os dois últimos séculos na Terra, onde se evidencia a necessidade de aplicar políticas públicas que considerem a redução de impactos ambientais e a preservação do ecossistema existente para assegurar a qualidade ambiental e de vida da população.

A partir dos resultados obtidos desta análise espacial espera-se fornecer aos órgãos públicos e à sociedade um conhecimento que sirva de apoio para a construção

de políticas públicas voltadas à gestão territorial e urbana do município. Assim, este trabalho busca ser uma referência que contribua na organização territorial de Encantado por meio da leitura da evolução da ocupação e do uso da terra, importante abordagem na análise do espaço geográfico do município.

1.1 Problema

Em decorrência do desenvolvimento do trabalho de conclusão do curso, surgiu a seguinte questão: quais as modificações, possíveis de serem observadas em imagens de satélite, que ocorreram no espaço territorial do município de Encantado-RS nas últimas décadas?

1.2 Pressupostos da Pesquisa

Como pressupostos tem-se que, a partir da realização deste trabalho, será possível identificar e avaliar as mudanças ocorridas no período entre as décadas de 2000 e 2020. Tais como a expansão urbana, a redução ou o aumento da cobertura vegetal e das áreas agrícolas, entre outros eventos. De modo que permitirá realizar a interpretação e análise da dinâmica urbana e das alterações ambientais do município estudado.

1.3 Objetivo Geral

Este trabalho visa realizar uma análise espaço-temporal das mudanças das classes de uso e ocupação da terra no município de Encantado no estado do Rio Grande do Sul.

1.4 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos consistem em:

- caracterizar o município relacionado aos aspectos do meio físico e socioeconômico;
- identificar e quantificar as mudanças de uso e ocupação da terra no período entre 2000 e 2020;

- analisar as áreas de risco a movimentos de massa e inundação;
- e propor, a partir dos resultados, diretrizes à gestão e ao planejamento do município.

1.5 Justificativa

O município de Encantado está localizado próximo ao Rio Taquari, o qual apresenta eventos de inundações sazonais. Neste contexto, o município tem apresentado aumento da área urbanizada associado à especulação imobiliária, o qual cria elementos de valorização do uso urbano como, por exemplo, a construção do “Cristo Protetor” (réplica do Cristo Redentor do Rio de Janeiro) impulsionada pelos interesses econômicos na área. Tais alterações têm criado funcionalidade turística para o município e, conseqüentemente, modificações socioespaciais. A partir deste contexto, considera-se relevante analisar o desenvolvimento da configuração territorial do município ao longo das últimas décadas, uma vez que, até o momento, não há um estudo relacionado a esta dinâmica. Para, então, propor diretrizes à gestão e ao planejamento do município.

Logo, por meio da identificação das mudanças das classes de uso e ocupação da terra em um determinado período de tempo será possível avaliar o espaço territorial do município de Encantado-RS. E, a partir dos resultados dos dados obtidos, através da quantificação das diferentes classes de uso, de dados socioeconômicos, incluindo questões de contexto histórico, político e social, possibilitarão a interpretação do processo de evolução espacial do município.

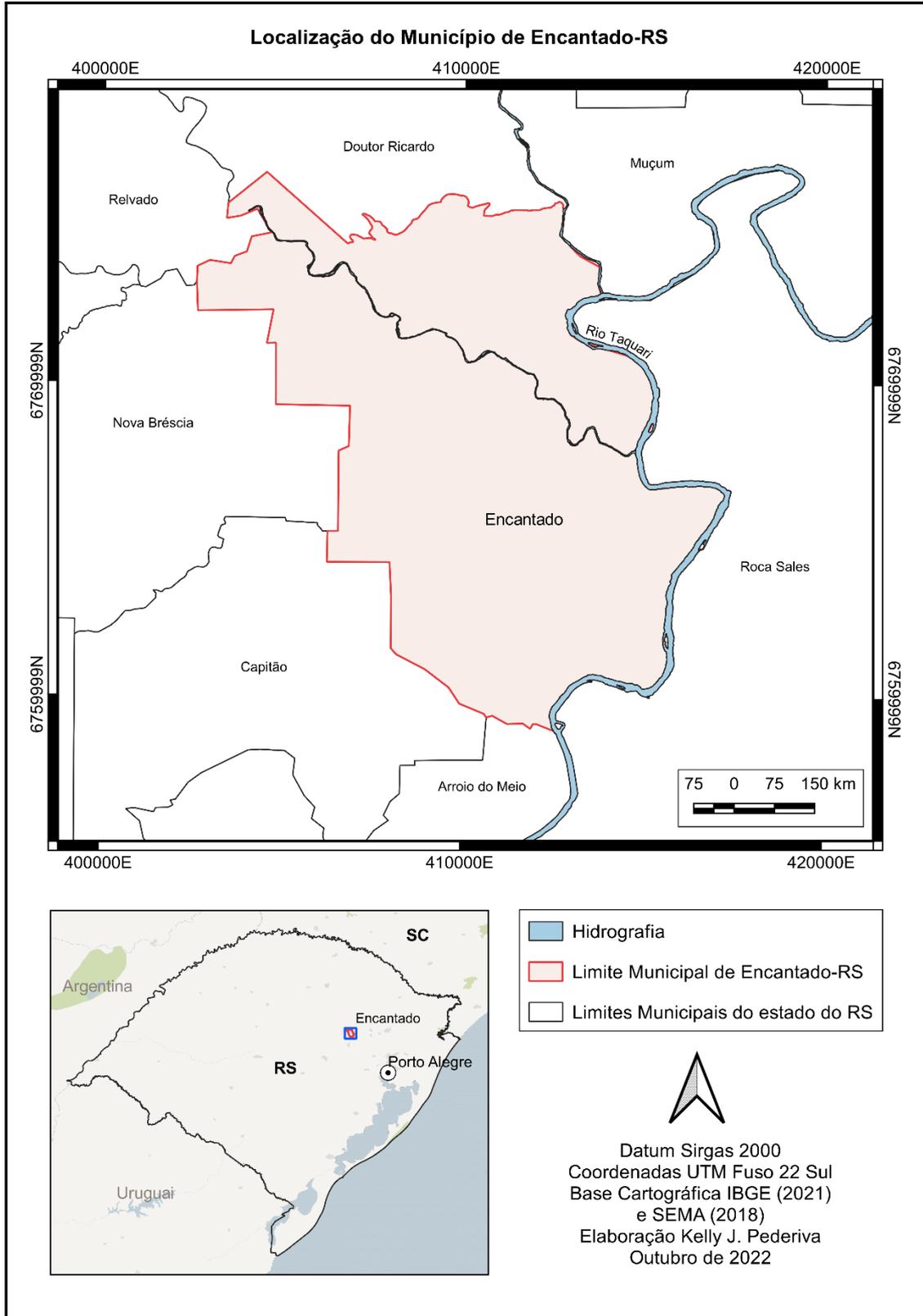
Sendo assim, os resultados da pesquisa são úteis para ter conhecimento das prováveis áreas que necessitam de uma atenção especial e, conseqüentemente, contribuirão para orientar os gestores públicos no estabelecimento de diretrizes, ações e políticas públicas de forma adequada. Tal como a atualização do Plano Diretor do município, importante instrumento no ordenamento territorial.

1.6 Localização da Área de Estudo

O município de Encantado está localizado na mesorregião Centro Oriental Rio-grandense do estado do Rio Grande do Sul, ocupando uma área de 140,006 km² (IBGE, 2021). Está localizado a 144 km de distância da capital Porto Alegre,

situado à margem direita do rio Taquari na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas (Figura 1).

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo



Fonte: elaborado pela autora.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Espaço Geográfico e Políticas Públicas

O espaço geográfico, objeto de estudo da Geografia, pode ser melhor elucidado através da fundamentação apresentada pelo Geógrafo Milton Santos (2014) em que define como um conjunto indissociável do arranjo de objetos geográficos, naturais e artificiais, e da dinâmica social, conjunto de relações da sociedade, que interagem de forma contínua. Logo, constituindo o resultado das ações sociais produzidas no espaço pelo homem.

Atrelado ao arranjo de objetos está a configuração territorial (ou configuração espacial). Considerado para Santos (2014) a organização dos objetos sobre o território, tais como o autor cita: “plantações, canais, caminhos, portos e aeroportos, redes de comunicação, prédios residenciais, comerciais e industriais etc.” (SANTOS, 2014, p. 120). O arranjo desses objetos se modifica através da dinâmica social, que é expressa por questões econômicas, culturais e políticas em cada momento histórico (SANTOS, 2014).

Para Côrrea (2011), a produção do espaço é consequência da ação de agentes sociais concretos, isto é, sujeitos com “interesses, estratégias, práticas espaciais próprias, contradições e geradores de conflitos” (p.43). Os quais fazem parte da formação socioespacial capitalista em seu tempo e espaço, no qual constituem a materialização dos processos sociais, como a rede urbana (CÔRREA, 2011). E, a escala, para o autor, é considerada como dimensão espacial, onde a ação humana se realiza.

Diante disso, pode-se considerar o espaço geográfico como um resultado contínuo das relações socioespaciais, onde as relações econômicas, políticas e simbólico-culturais correlacionam-se (BRAGA, 2007). Ou seja, na sociedade contemporânea, pode-se compreender como um reflexo das relações sociais e do modo de reprodução do capital em um dado momento histórico em uma determinada escala.

Nesse contexto, para Moura e Moran (2017), a análise da evolução do uso da terra e da cobertura vegetal é uma forma de identificar as mudanças produzidas pela ação humana no espaço geográfico, pois é onde ficam expressos as relações socioeconômicas em diferentes tempos. Pode-se, então, inferir sobre a situação e a

qualidade ambiental da área de estudo. Para isso, os autores afirmam que é necessário “identificar os fatores, sua velocidade, sua escala de abrangência e repercussão, o grau de alteração e seu nível de desequilíbrio ou alteração na paisagem” (MOURA; MORAN, 2017, p. 27).

Outros conceitos, também, abordados na pesquisa, estão relacionados às políticas públicas, e dialogam com questões de organização do espaço geográfico, como: gestão urbana e planejamento urbano. Neste trabalho será considerada a perspectiva apresentada por Marcelo Lopes de Souza, pesquisador e especialista em Sociologia Urbana, sobre esses temas.

Para Souza (2011), a gestão urbana traz uma compreensão relativa ao presente, de administrar circunstâncias dentro das possibilidades e recursos existentes frente às necessidades imediatas, enquanto que o planejamento remete ao tempo futuro, em que é preciso preparar-se para lidar com as situações futuras, visando evitar ou tornar mínima as adversidades decorrentes ao longo do tempo. Logo, para o autor esses termos são “distintos e complementares” (SOUZA, 2011, p.46), pois para ele a gestão tem condições de atenuar problemas que foram considerados durante a construção de um planejamento prévio. É importante destacar que

O desafio, então, é o de planejar de modo não-racionalista e flexível, entendendo-se que a história é uma mistura complexa de determinação e indeterminação, de regras e de contingência, de níveis de condicionamento estrutural e de graus de liberdade para a ação individual, em que o esperável é, frequentemente, sabotado pelo inesperado – o que torna qualquer planejamento algo, ao mesmo tempo, necessário e arriscado. (SOUZA, 2011, p.51).

Conforme Souza (2011), o planejamento e a gestão urbana são ferramentas de promoção do desenvolvimento socioespacial, além de contribuírem para uma mudança social positiva. E, para alcançá-lo, é necessário haver uma melhoria da qualidade de vida e um aumento da justiça social, sendo assim o planejamento uma estratégia de desenvolvimento socioespacial.

No artigo “O papel da Geografia e Políticas Públicas”, o autor Ângelo Serpa, argumenta que a Geografia no seu pensar em dimensão espacial permite a análise de questões como a “[...] distribuição espacial de programas, planos e projetos no território nacional [...]” (SERPA, 2011, p. 38), onde

[...] escalas, território, poder, região, cultura, identidade e cidadania. Elas oferecem a oportunidade para a Geografia avançar nessa discussão, norteando-se por uma abordagem dialética e cultural para a análise das políticas públicas [...]. (SERPA, 2011, p.46)

Dessa forma, a Geografia é de suma importância para as análises territoriais que envolvem a tomada de decisões. Uma vez que a Geografia tem a capacidade de analisar o espaço geográfico no seu contexto físico-natural e socioeconômico com a interação entre os diferentes atores sociais.

2.2. Sensoriamento Remoto

Para atingir uma melhor qualidade ambiental, Thomaziello (2007) sustenta que é necessário ter harmonia entre o processo de ocupação e de intervenções dos usos humanos com os arranjos e funções das dinâmicas naturais. A autora afirma que a interpretação da paisagem é um meio para orientar as próximas intervenções, pois é preciso identificar os principais componentes desse cenário complexo para poder compreendê-los.

Sendo assim, o sensoriamento remoto e as geotecnologias têm um papel importante como ferramenta para auxiliar na análise espacial e temporal de uma determinada região, município ou bairro, por exemplo. Permitindo produzir mapas temáticos e dados estatísticos dos diferentes usos da terra, da cobertura vegetal, além de outros, aplicados em estudos de bacias hidrográficas, de vulnerabilidade ambiental, de planejamento urbano, entre outros.

O mapeamento de usos da terra, como o realizado por Silva, Leite e Magalhães Filho (2017), demonstra que os modelos socioeconômicos adotados, em determinado local, influenciam e são responsáveis pela configuração territorial, sendo essenciais para a gestão pública desse tipo de estudo.

O sensoriamento remoto é conceituado como uma tecnologia capaz de captar a energia refletida ou emitida da superfície terrestre, por meio de um sensor sem ter contato físico com os objetos da superfície, resultando em imagens, além de outros dados, da superfície (FLORENZANO, 2011). As primeiras aplicações do sensoriamento remoto foram para o uso militar, onde as fotografias aéreas foram o primeiro meio de observar a superfície terrestre. No início, pombos-correios, com câmeras fixadas no peito, eram usados para sobrevoar uma determinada área de interesse e as câmeras realizavam o registro das imagens. Posteriormente, os balões

não tripulados passaram a ser utilizados, por conseguinte os aviões e, a partir da década de 70, os satélites de recursos terrestres proporcionaram um grande avanço no sensoriamento remoto (FIGUEIREDO, 2005). Atualmente, existem diferentes séries de satélites, desenvolvidos por diferentes países, tais como o Landsat, lançado pelos Estados Unidos, o CBERS, de cooperação sino-brasileira, o Spot, o NOAA, entre outros.

Os satélites com sensores de alta resolução espacial fornecem imagens de detalhes que podem variar de 0,5 a 2,5 metros de resolução, sendo aplicadas na análise de áreas urbanas, em recursos florestais, na agricultura, na dinâmica de uso das terras, etc. A título de exemplo, os satélites SuperView-1, KOMPSAT-3, SPOT-6, SPOT-7, Pléiades 1A e 1B são alguns satélites atuais com sensores de alta resolução espacial.

Um dos princípios físicos essenciais para o sensoriamento remoto é a radiação eletromagnética (REM), a qual se propaga por meio de ondas eletromagnéticas. A interação dessa fonte de energia com os materiais terrestres permite o desenvolvimento de imagens da superfície terrestre (MENESES, 2012). Segundo Florenzano (2011) a radiação eletromagnética quando captada e registrada, pelo sensor do satélite, é transmitida, na forma de sinais elétricos, para estações de recepção na Terra, onde são gerados os dados e as imagens da superfície terrestre. Uma vez que os materiais da superfície possuem características biofísico-químicas únicas, a interação da REM produzirá reflexão, absorção e transmissão da radiação eletromagnética de modo diferente para cada material. Desse modo, a energia refletida, utilizada pelo sensoriamento remoto, apresentará uma variação com o comprimento de onda, possibilitando a distinção dos diferentes objetos nas imagens.

Essa variação característica de cada alvo é denominada comportamento espectral ou assinatura espectral, e é a partir do conhecimento deste aspecto que é possível identificar e interpretar nas imagens as classes de usos da terra, como a vegetação, a água, o solo e as áreas urbanas. Conforme Meneses (2012), os espectros de reflectância são importantes guias para realizar a seleção das bandas do sensor que melhor distinguem os materiais para a interpretação das imagens.

A composição colorida, gerada a partir da associação de três bandas espectrais, para a qual é definida uma cor primária (azul, verde e vermelho), permite a interpretação visual das informações, sendo um dos meios de maior utilidade para o sensoriamento remoto (FIGUEIREDO, 2005).

Quanto à aplicação do sensoriamento como uma ferramenta para a análise ambiental, Meneses (2012) argumenta que a vantagem de obter imagens periodizadas e contínuas da faixa de cobertura imageada pelo sensor do satélite, possibilita a identificação e o monitoramento das mudanças que ocorrem nos ecossistemas terrestres. Outra vantagem importante que Bias, Brites e Rosa (2012) apontam, atualmente, são as imagens de alta resolução espacial, quando aplicadas técnicas de processamento de imagens que permitem realizar análises com maior fidelidade e identificação de detalhes. E, ao mesmo tempo, auxiliam a dimensionar as alterações antrópicas em estudos de planejamento do ambiente urbano, possibilitando interpretar as prováveis origens dos agentes modificadores do espaço. Além de visar à gestão do local, a qual requer uma análise e planejamento.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Materiais

Os materiais utilizados para o estudo foram os seguintes:

- Imagem Landsat-7 de 21 de abril de 2003;
- Imagem Landsat-8 de 02 de janeiro de 2022;
- Imagens do Google Earth Pro de 12 de abril de 2003, de 21 de outubro de 2004, de 23 de janeiro de 2022 e de 31 de agosto de 2022;
- e Software QGis versão 3.22.14.

3.2 Procedimentos

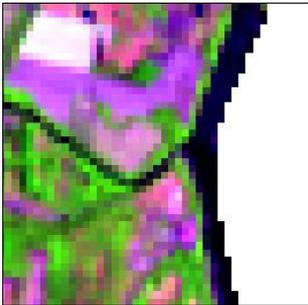
Para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica da área de estudo, em que se buscou elaborar uma caracterização física e socioeconômica a partir de dados obtidos em documentos, páginas eletrônicas e SIG (Sistemas de Informações Geográficas) de órgãos públicos principalmente. Além disso, optou-se pela periodicidade de cerca de 20 anos para verificar as mudanças do uso da terra, pois as cenas dos satélites mais recentes apresentam uma maior resolução espacial, demonstrando uma boa visualização dos objetos.

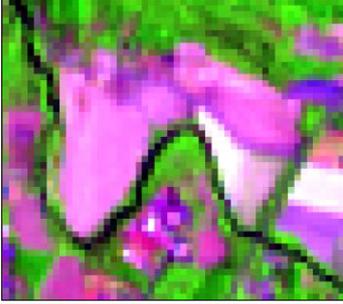
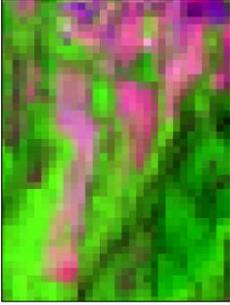
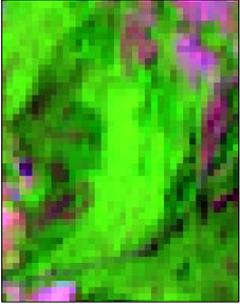
Após, foram selecionadas e obtidas as imagens do satélite Landsat-7, sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), da órbita 221 ponto 080 de abril de 2003 e do Landsat-8, sensor OLI (Operational Land Imager), da órbita 222 ponto 080 de

janeiro de 2022 sem a cobertura de nuvens, disponibilizadas no site Earth Explorer de domínio do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), onde foi escolhida a coleção “Landsat Collection 2 Level-2”. Uma vez que essas imagens possuem correção para efeitos atmosféricos, resultando em imagens de reflectância da superfície.

Em seguida, para o processamento das imagens foi utilizado o software QGis versão 3.22.14, primeiramente, sendo realizado o recorte das imagens que abrangem a área de estudo e gerado imagens RGB, de composições coloridas, para a identificação visual das diferentes classes de uso da terra. A composição escolhida para a classificação supervisionada foi o conjunto das bandas 5(R), 4(G), 3(B) para as imagens do Landsat-7, e 6(R), 5(G), 4(B), para o Landsat-8, pois apresentou a melhor distinção visual das classes. A composição de cores naturais auxiliou à identificação das classes. Também, foi realizado um ajuste de contraste, brilho, realce entre outras aplicações básicas de processamento de imagens, que permitiram uma melhor percepção visual das imagens. O Quadro 1 ilustra a chave de interpretação das classes temáticas.

Quadro 1- Chave de interpretação das classes temáticas

Classe Temática	Características de Interpretação
<p data-bbox="229 1234 312 1265">Água</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="850 1267 1171 1299">- Cor azul-marinho a preto; <li data-bbox="850 1312 1007 1344">- textura lisa; <li data-bbox="850 1357 1043 1388">- forma sinuosa; <li data-bbox="850 1402 1241 1433">- borda arredondada em açudes.

<p>Área Urbanizada</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Textura rugosa; - padrão geométrico reticular.
<p>Áreas Agrícolas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Cor magenta a branco (solo arado); - forma linear, regular.
<p>Campo/Pastagem</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Cor magenta; - textura lisa; - forma regular a irregular.
<p>Silvicultura</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Cor verde escuro; - textura rugosa; - forma regular.
<p>Vegetação</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Cor verde; - textura rugosa; - forma irregular.

Fonte: elaborado pela autora.

O próximo passo deu-se a observação das imagens, identificação e seleção das classes de uso da terra. Foi, então, definido seis classes de maior evidência, as quais são: água, vegetação, área urbanizada, silvicultura, campo ou pastagem e áreas agrícolas (podendo ser áreas de lavoura ou solo arado). Para estas duas últimas classes, foram identificados subtipos, isto é, diferentes áreas apresentaram diferentes reflectâncias, sendo possível identificá-las pela forma e/ou cor. Para fins de comparação, durante a constituição do mapa final de classificação foi determinado uma única cor para esses subtipos.

Para a classificação supervisionada das imagens Landsat de 2003 e 2022, foram criadas 10 amostras de pixels, para cada classe, dispersas na área de estudo. Ou seja, foram gerados 10 polígonos, em diferentes locais, em que se identificaram os pixels de determinada classe temática, onde se observou características como forma, textura, cor e tonalidade. Nesta etapa, somente as classes água, vegetação, campo/pastagem e áreas agrícolas foram amostradas. Pois, devido à uma resposta espectral conflitante ter ocorrido em uma primeira classificação, entre as classes lavoura e área urbanizada e silvicultura e sombra, preferiu-se por remover a área urbanizada e a silvicultura desta classificação.

Após o processo de coleta das amostras, foi, então, utilizado o plugin “dzetsaka” para produzir a classificação das imagens. Para o prosseguimento do estudo, optou-se pela digitalização em tela de todas as áreas caracterizadas como área urbanizada e silvicultura, tanto para o ano de 2003, como para o de 2022. Deste modo, estas classes foram mapeadas através das imagens de alta resolução do *Google Earth Pro*, compondo assim um arquivo vetorial *shapefile* com os polígonos criados a partir da interpretação visual.

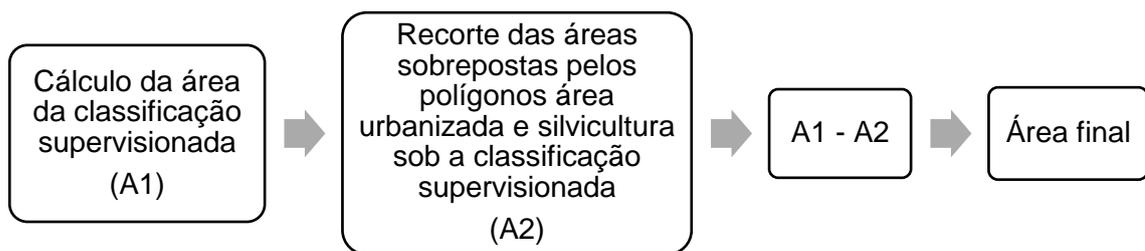
Quanto ao mapeamento das imagens do *Google Earth*, para o ano de 2003, foram utilizadas as imagens datadas de 12 de abril de 2003 e, quando necessário, de 21 de outubro de 2004, visto que em uma pequena área do município não havia imagem do ano de 2003. Enquanto, para o ano de 2022, foram usadas as imagens de 23 de janeiro de 2022 e de 31 de agosto de 2022.

Cabe ressaltar que imagens de outras épocas também foram utilizadas concomitantemente para auxiliar na análise e identificação das classes. Sendo assim, para o mapeamento, a área de estudo foi dividida em seis quadrantes de tamanhos mais ou menos similares, com o objetivo de sistematizar e garantir uma verificação aprimorada de toda a área. Desta forma, as áreas de interesse foram identificadas

visualmente e traçados os polígonos correspondentes em uma escala de altitude do ponto de visão entre 250 e 450 metros.

Na sequência, foram realizados os procedimentos de cálculo da área das classes dos anos 2003 e 2022. O primeiro passo consistiu em obter o valor das áreas urbanizadas e de silvicultura para após subtrair da classificação supervisionada as áreas sobrepostas. Para isto, foi recortada a imagem *raster* pelos polígonos, em formato *shapefile*, mapeados. Após, nesta área resultante, utilizando um plugin, calculou-se a área ocupada de cada classe para em seguida reduzir este valor pelo valor da área da classificação supervisionada. Assim, chegando ao valor final das áreas das classes água, vegetação, campo/pastagem e lavoura/solo arado. O fluxograma (Figura 2) ilustra essa etapa.

Figura 2 - Fluxograma da elaboração do cálculo das áreas das classes de uso da terra



Fonte: elaborado pela autora

Na sequência, foi realizado um cálculo simples da diferença de área de 2003 para 2022. E, após, a elaboração desses cálculos, os dados foram organizados em tabelas para posterior análise.

A verificação em campo também foi realizada para fins de confrontar com a imagem classificada de 2022. Fez-se o registro fotográfico de 10 pontos na área de estudo de todas as classes temáticas, que foram analisados com os padrões de uso identificados.

Por fim, no software QGis, foi criado um projeto para realizar o gerenciamento dos dados espaciais, como os cursos d'água e as áreas de riscos geológicos. Estas obtidas através da página do Serviço Geológico do Brasil. Tais informações, em conjunto com as imagens classificadas de 2003 e 2022, foram associadas para avaliar a evolução espaço-temporal das mudanças das classes de uso e ocupação da terra, que permitiram a interpretação do espaço geográfico para posteriormente propor diretrizes à gestão e ao planejamento do município.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da Área de Estudo

A criação do município de Encantado data de 31 de março de 1915. A origem do atual município deu-se da emancipação do município de Lajeado, o qual teve origem dos sucessivos desmembramentos territoriais, resultantes da vila ancestral de Porto Alegre. Encantado, também, cedeu terras para a formação dos municípios de Doutor Ricardo e Nova Bréscia, configurando a formação territorial atual (Estado do Rio Grande do Sul, 2018).

Atualmente, possui uma população estimada em 23.047 habitantes (IBGE, 2021). Sabe-se que os primeiros habitantes foram os povos originários pertencentes ao povo Tupi-Guarani. Já, a partir de 1882, iniciou-se o processo de colonização pelos imigrantes italianos provenientes da região de Vêneto (FERRI; TOGNI, 2012).

Conforme o site da prefeitura, o município tem uma economia bastante diversificada. No setor comercial, predomina empreendedores locais, e nas atividades industriais destacam-se empresas de embutidos (Dália Alimentos e Quinta do Vale), de higiene e limpeza (Fontana S/A) e, mais recentemente, de cosméticos, configurando um polo industrial de cosmético (como SGM Indústria de Cosméticos, Vitto Cosméticos, CDC Indústria de Cosméticos, AM Indústria de Cosméticos, Gaudore, Hedera e Di Hellen). A produção de carne suína, erva-mate e soja também são importantes elementos na economia.

4.1.1 Caracterização Física

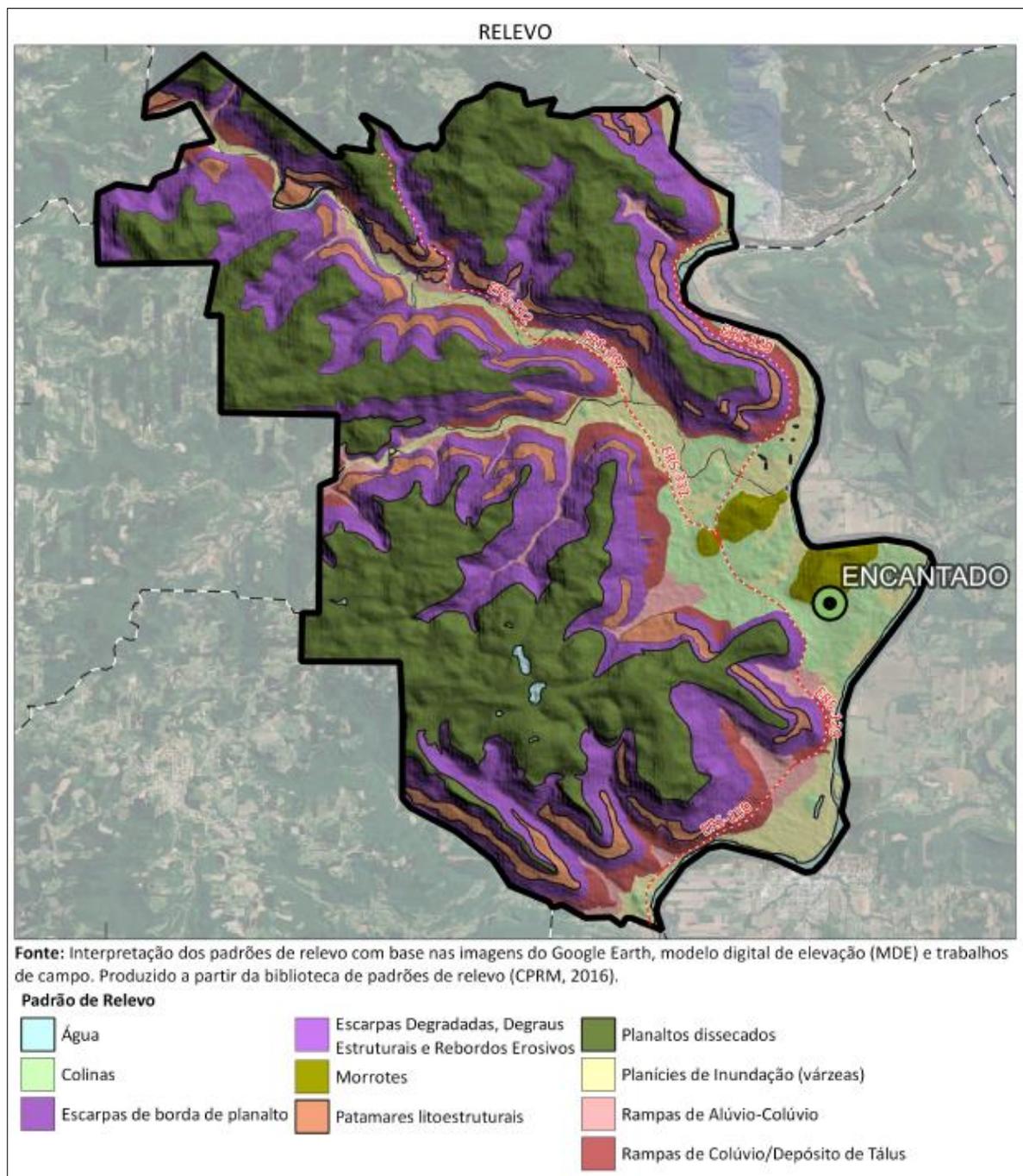
Quanto ao meio físico, a compartimentação geológica está inserida na Morfoestrutura Bacia Sedimentar do Paraná, onde as unidades geológicas presentes na área do município pertencem ao Grupo Serra Geral, constituído por rochas basálticas de composição básica. E, depósitos aluvionares holocênicos, do tipo inconsolidado.

Conforme o CPRM (2016), a compartimentação do relevo é composta por planaltos dissecados, escarpas de borda de planalto, patamares litoestruturais, rampas de alúvio-colúvio, morrotes, planícies de inundação e colinas, onde as Unidades Geomorfológicas correspondem, às Planícies Alúvio-coluvionares e à

Escarpa do Planalto Meridional. A Figura 3 representa os padrões de relevo do município.

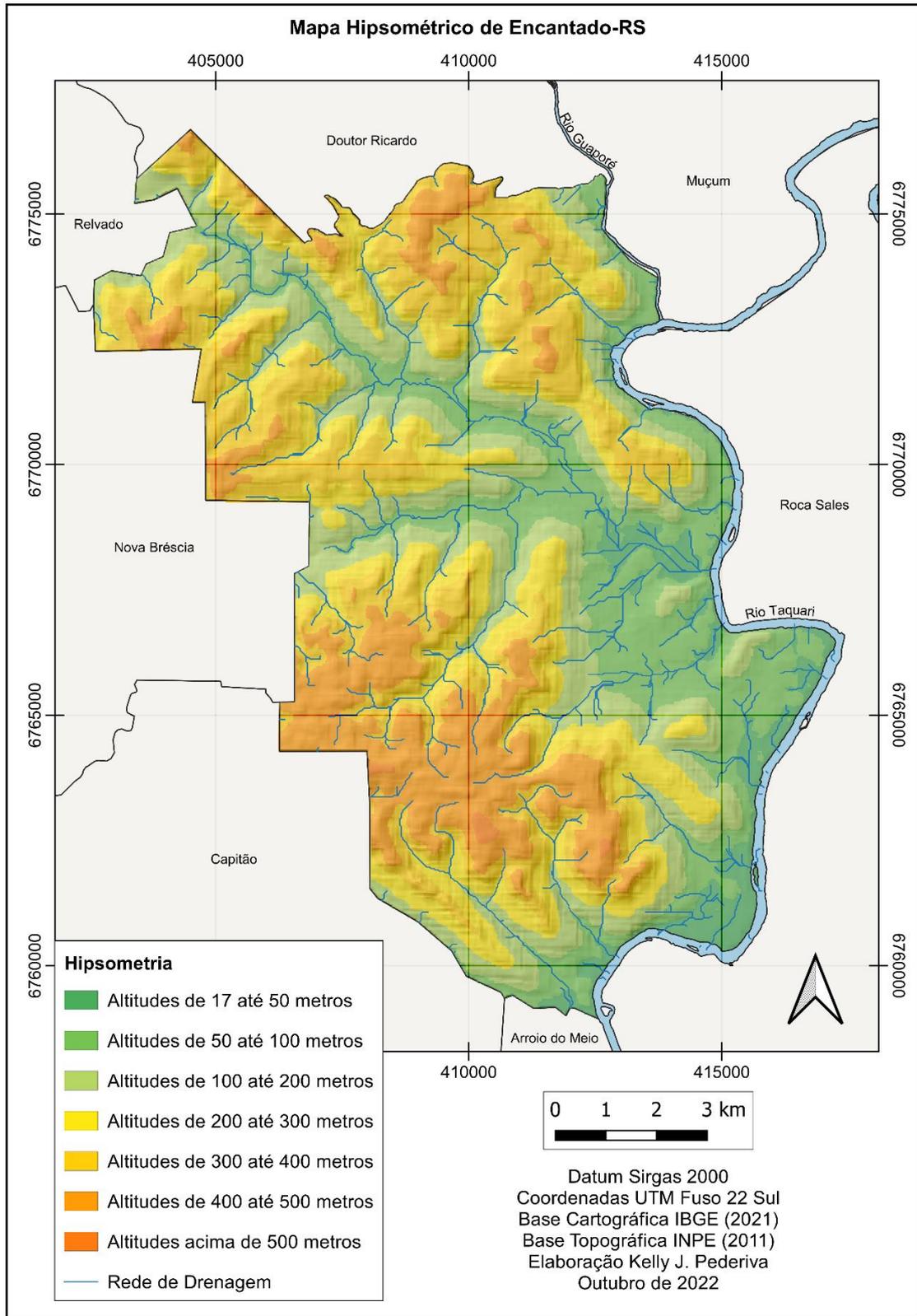
A forma do relevo é representada por morros de topos convexos de até 530 metros de altitude e por uma planície fluvial alongada (Figura 4). Estes morros foram formados pela ação de processos erosivos, ao longo do tempo geológico, sobre os derrames de lavas basálticas que compõem a Formação Serra Geral.

Figura 3 - Padrões de relevo de Encantado-RS



Fonte: retirado de CPRM (2021).

Figura 4 - Mapa hipsométrico de Encantado-RS



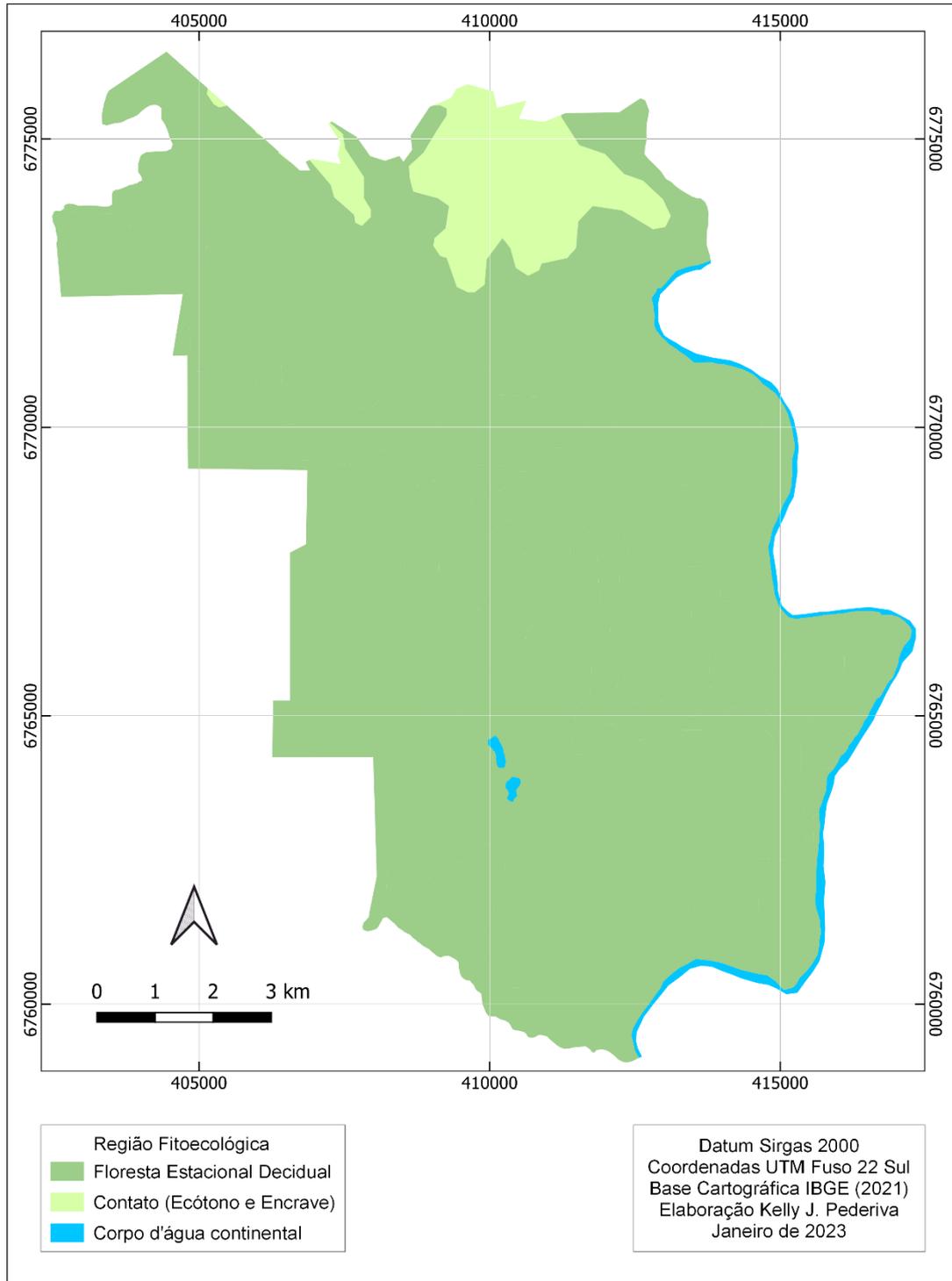
Fonte: elaborado pela autora.

A formação florestal do município é característica do Bioma Mata Atlântica, onde são identificadas as tipologias de vegetação natural: Floresta Estacional Decidual, área de maior abrangência, e Contato (entre Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Mista) situada ao Norte, compreendendo uma área de 8,88 km² (Figura 5), sendo denominada como área antrópica dominante em tensão ecológica pelo IBGE. O percentual de cobertura florestal natural no município de Encantado, conforme o Inventário Florestal Nacional de 2018 é de 47%, correspondendo a 6.509,40 hectares.

Os solos são classificados como Chernossolo Argilúvico Órtico, Neossolo Litólico Chernossólico e Nitossolo Bruno Aluminoférrico (Figura 6). O clima predominante é do tipo Subtropical Úmido (Cfa) de acordo com o sistema de Classificação de Köppen, onde as estações são bem definidas e a precipitação é bem distribuída ao longo do ano.

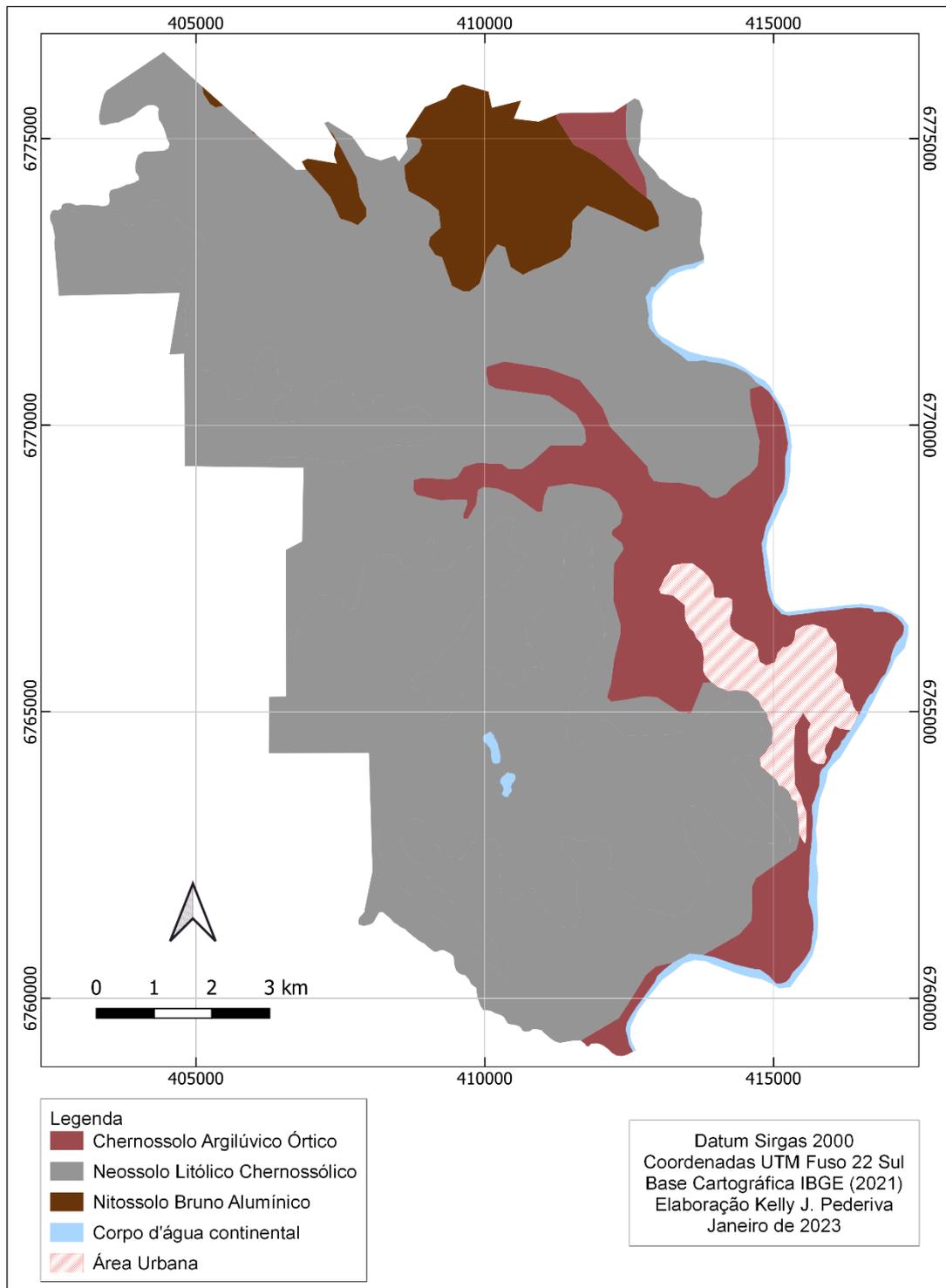
O município de Encantado está inserido na bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, situado à margem direita do rio Taquari. De acordo com o Relatório Técnico do Plano de Bacia do Rio Taquari-Antas (2012), os usos atuais das águas da bacia são para pecuária, agricultura irrigada, abastecimento público, uso industrial, transporte hidroviário, pesca extrativa e aquicultura, mineração, geração de energia, turismo e lazer. Em relação à qualidade da água na Bacia, o relatório aponta os principais poluentes da bacia sendo: o fósforo, coliformes termotolerantes, matéria orgânica e oxigênio dissolvido, respectivamente.

Figura 5 - Mapa das regiões fitoecológicas de Encantado-RS



Fonte: BDIA (2021).

Figura 6 -. Mapa pedológico de Encantado-RS



Fonte: BDIA (2021).

4.1.2 Caracterização Socioeconômica

A população total do município de Encantado, conforme o censo demográfico de 2010 do IBGE é de 20.510 habitantes, sendo 18.389 pessoas autodeclaradas

brancas, 1712 pardas, 351 pretas, 33 amarelas e 25 indígenas. A população residente em área urbana corresponde a 87,17%, já em área rural 12,83%, considerando por sexo, 51,57% da população é representada por mulheres e 48,43% por homens.

A faixa etária do município distribui-se em 62,78% de adultos (21 a 65 anos), 13,96% de crianças (0 a 11 anos), 12,94% de adolescentes (12 a 20 anos) e 10,32% de idosos (maiores de 65 anos). Ainda, conforme os dados do censo de 2010, a religião predominante é a católica com 17.452 pessoas, representando 85% da população total. Em seguida, 2731 pessoas declaram-se evangélicas e 44 espíritas.

Em relação ao trabalho formal, o percentual de pessoas ocupadas era de 43,5%, onde o rendimento, no caso o salário médio mensal, correspondia a 2,2 salários mínimos (IBGE, 2020). Enquanto que o percentual de pessoas com rendimentos mensais de até meio salário mínimo representava 21,9% (IBGE,2010). O Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 2010 era de 0,767.

Quanto ao nível de instrução, o censo de 2010 demonstrou que 48,96% da população correspondem aos sem instrução e ensino fundamental incompleto, 20,96% aos que possuem fundamental completo e médio incompleto, 24,06% aos com médio completo e ensino superior incompleto, 5,76% aos com superior completo e 0,26% aos não determinados. Considerando a faixa etária, na Tabela 2 pode-se observar a distribuição etária por nível de instrução.

Tabela 1 - Nível de instrução da população

Pessoas de 10 anos ou mais de idade por nível de instrução					
Grupo de Idade	Sem instrução e fundamental incompleto	Fundamental completo e médio incompleto	Médio completo e superior incompleto	Superior completo	Não determinado
10 a 14 anos	1353	62	-	-	-
10 a 13 anos	1104	8	-	-	-
14 anos	250	54	-	-	-
15 a 19 anos	437	817	310	-	9
15 a 17 anos	336	616	56	-	9
18 e 19 anos	101	201	255	-	-
20 a 24 anos	276	326	914	61	38
25 a 29 anos	321	410	766	265	-
30 a 34 anos	545	318	544	147	-
35 a 39 anos	434	382	445	130	-
40 a 44 anos	718	289	398	122	-
45 a 49 anos	813	300	369	99	-
50 a 54 anos	751	216	246	98	-

55 a 59 anos	746	315	175	73	-
60 a 69 anos	1228	280	178	59	-
70 anos ou mais	1339	124	60	-	-
Total	8961	3837	4404	1054	47

Fonte: IBGE, Censo Demográfico de 2010.

Dados do IBGE referentes à produção agrícola do ano de 2020 demonstram que as áreas de maior cultivo foram de plantações de milho, com 650 hectares, e de soja, com 360 hectares. Os demais cultivos representam na ordem de dezenas a unidades de hectares, totalizando no município 1273 hectares de produção agrícola. Como pode ser observado na Tabela 2, a área colhida dos produtos das lavouras temporárias e permanentes. Dados do Censo Agropecuário de 2017 apontam que 1.606 hectares são utilizados para lavouras permanentes e temporárias, sendo 249 hectares e 1357 hectares, respectivamente.

Tabela 2 - Produto das lavouras temporárias e permanentes X Área colhida

Produto das lavouras temporárias e permanentes	Área colhida (hectares)
Abacate	2
Abacaxi	1
Amendoim (em casca)	1
Banana (cacho)	15
Batata-doce	30
Cana-de-açúcar	30
Erva-mate (folha verde)	15
Feijão (em grão)	15
Figo	10
Fumo (em folha)	1
Goiaba	4
Laranja	40
Limão	3
Mandioca	40
Melão	2
Milho (em grão)	650
Noz (fruto seco)	26
Pêssego	2
Soja (em grão)	360
Tangerina	15
Tomate	1
Uva	10
Total	1273

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2020.

Sobre o efetivo de rebanhos de animais destaca-se no ano de 2021, conforme os dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (IBGE), a criação de galináceos (2.730.911 de cabeças) e de suínos (51.000 cabeças). Seguidos por bovinos (4.774 cabeças), suínos em matrizes (3.395 cabeças), ovinos (1.200 cabeças), equinos (271 cabeças) e caprinos (20 cabeças).

Entre as atividades de empresas e de outras organizações, o Cadastro Central de Empresas do IBGE de 2020 demonstra que os setores de comércio e de indústrias de transformação possuem o maior número de unidades atuantes no município. Seguida pelas atividades de transporte, saúde e demais serviços, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Empresas e outras organizações por seção da classificação de atividades

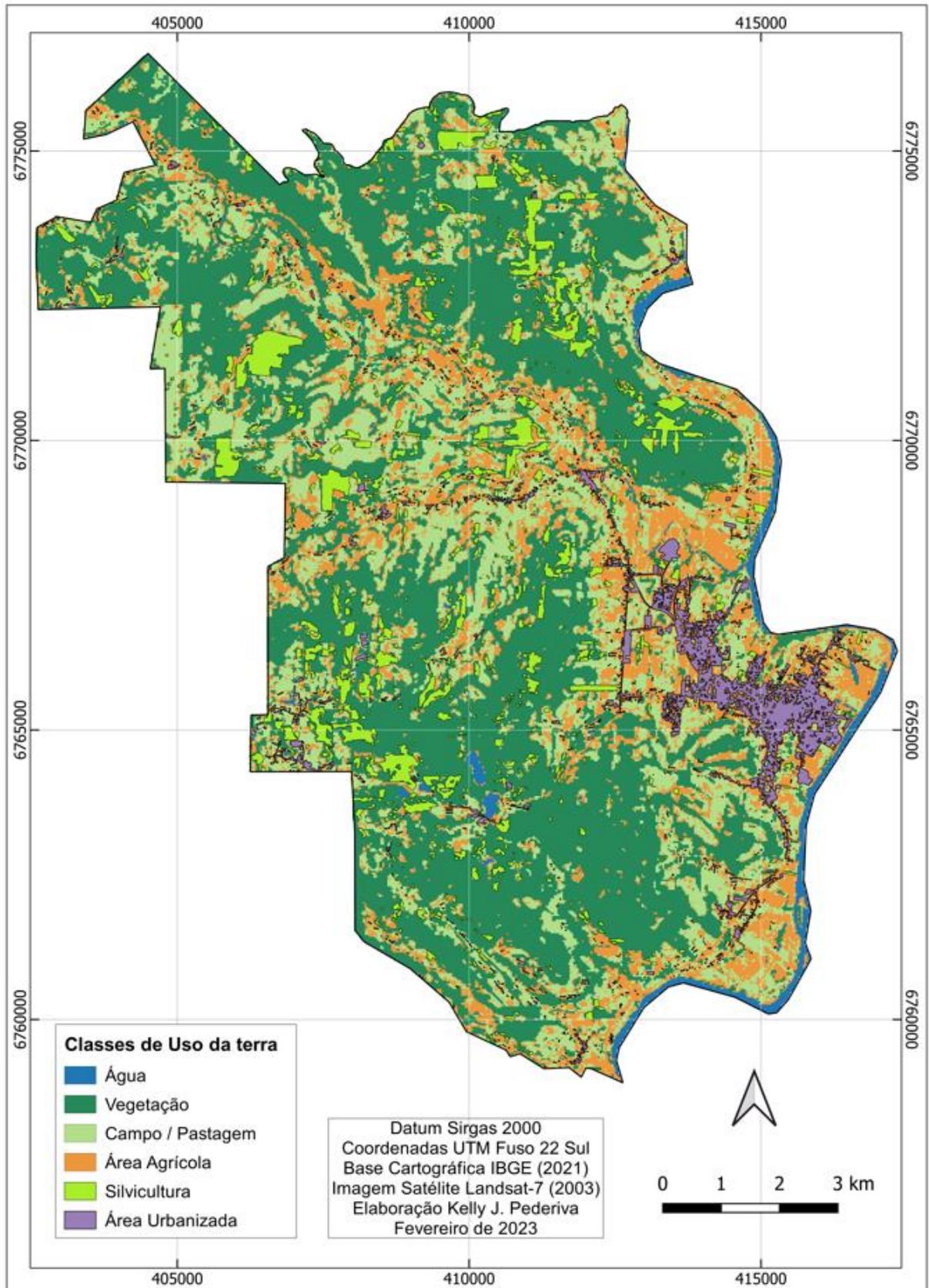
Atividades	Unidades	%
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	432	29,9
Indústrias de transformação	168	11,63
Transporte, armazenagem e correio	109	7,54
Saúde humana e serviços sociais	104	7,2
Outras atividades de serviços	101	6,99
Atividades profissionais, científicas e técnicas	98	6,78
Atividades administrativas e serviços complementares	98	6,78
Construção	94	6,51
Alojamento e alimentação	64	4,43
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	33	2,28
Atividades imobiliárias	31	2,15
Artes, cultura, esporte e recreação	31	2,15
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	26	1,8
Educação	24	1,66
Informação e comunicação	22	1,52
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	5	0,35
Indústrias extrativas	3	0,21
Administração pública, defesa e seguridade social	2	0,14
Total	1445	

Fonte: IBGE, Classificação Nacional de Atividades Econômicas 2020.

4.2 Análise Espaço-Temporal entre os anos de 2003 e 2022

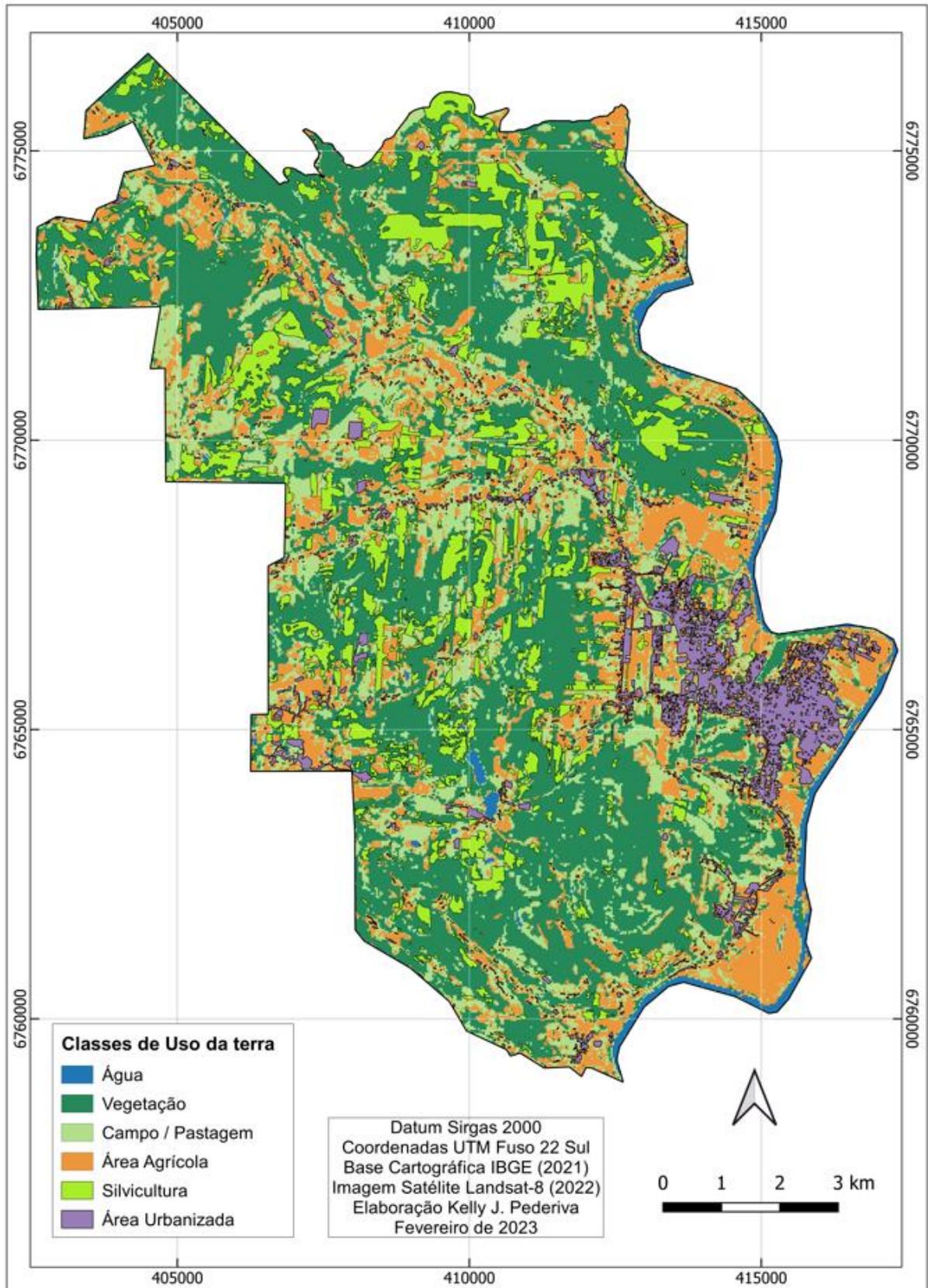
O resultado da classificação supervisionada das imagens e do mapeamento das áreas urbanizadas e de silvicultura de 2003 e de 2022 pode ser observado nos mapas de uso e ocupação da terra (Figura 7 e 8).

Figura 7 - Mapa de uso e ocupação da terra de 2003



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 8 - Mapa de uso e ocupação da terra de 2022



Fonte: elaborado pela autora.

Os resultados obtidos a partir do cálculo das áreas das classes temáticas podem ser observados na Tabela 4:

Tabela 4 - Áreas das classes de uso e ocupação da terra

Classe	2003		2022	
	hectare	%	hectare	%
Vegetação	6174,27	44,12	5745,09	41,08
Campo/Pastagem	3300,03	23,58	2863,24	20,47
Lavoura/Solo arado	2701,98	19,31	2708,00	19,36
Silvicultura	851,365	6,08	1645,33	11,76
Área Urbanizada	511,049	3,65	774,33	5,54
Água	239,13	1,71	250,62	1,79
TOTAL	13777,824		13986,60	

Fonte: elaborado pela autora.

A Tabela 5 apresenta os valores em hectares e em porcentagem calculados, resultantes da diferença de área ocorrida entre os anos de 2003 e 2022.

Tabela 5 - Diferença de área das classes de uso e ocupação da terra

Transição 2003 - 2022		
Classe	hectare	%
Vegetação	-429,18	-7,47
Campo/Pastagem	-436,79	-15,26
Lavoura/Solo arado	6,02	0,22
Silvicultura	793,96	48,26
Área Urbanizada	263,28	34,00
Água	11,49	4,58

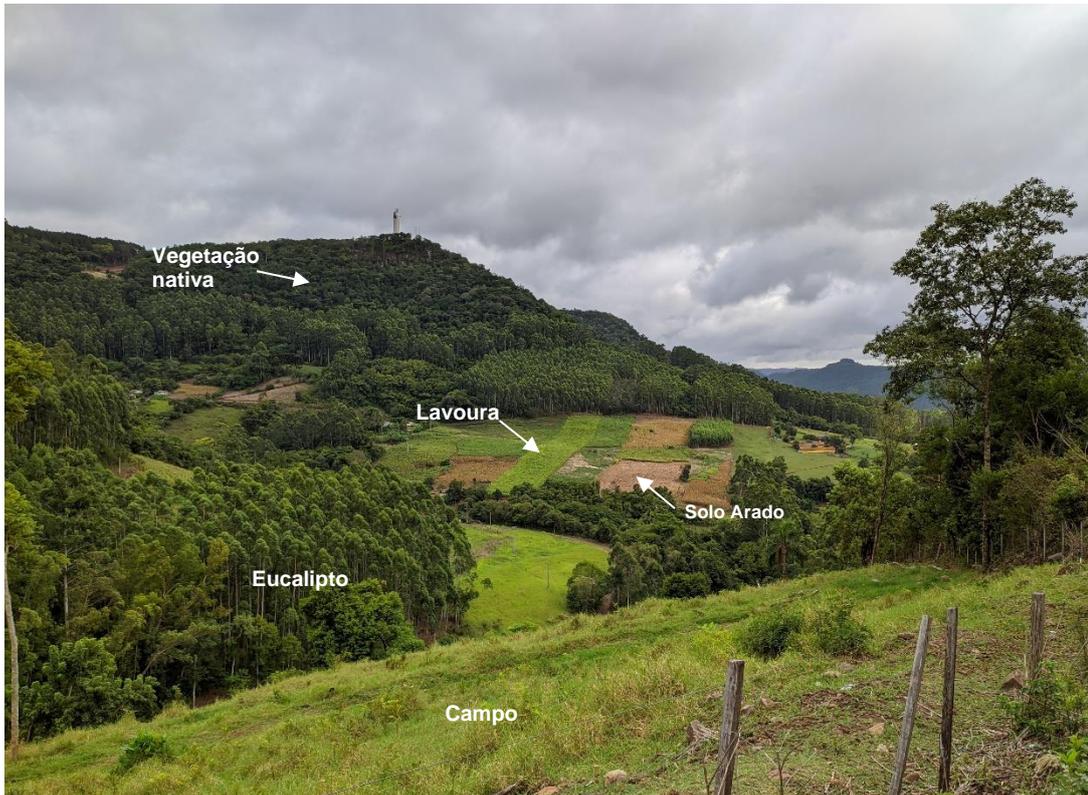
Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser visto nas tabelas, a classe vegetação ocupou, e ainda ocupa a maior parte da área do município, compreendendo 41% do território, seguida pelas áreas de campo/pastagem e área agrícola. O primeiro representa 20,4% da área total, e o segundo 19,3%. Enquanto que a classe área agrícola manteve o mesmo número de áreas ocupadas entre os anos analisados. E, as áreas de corpos d'água expressou um pequeno acréscimo de 4,5 %, indicando ou novos açudes ou açudes que estavam cobertos pela vegetação anteriormente.

A partir da verificação em campo foi possível conferir a realidade atual, permitindo reconhecer e caracterizar os diferentes padrões de uso da terra. A Foto 1, de coordenada geográfica -29°14'36.41"S e -51°54'19.80"O, demonstra os diferentes padrões de uso observados em campo em uma área na porção centro-sul do

munícipio. Neste local foi possível verificar áreas de plantio de eucalipto, campo, vegetação nativa, lavoura e solo arado. Estes dois foram classificados como área agrícola.

Foto 1 - Vista dos diferentes padrões de uso na localidade Lambari Alto



Fonte: da autora. Data: fevereiro de 2023.

As áreas de campo/pastagem apresentaram uma redução de 15%, enquanto que as de vegetação reduziram 7,4%. Já as áreas de silvicultura apresentaram um crescimento significativo de 2003 para 2022 de 48%. A Foto 2 (-29°15'10.96"S; -51°55'42.80"O) demonstra, de certo modo, o conflito entre estas classes, onde a vegetação e o campo/pastagem podem estar sendo ocupadas pela silvicultura.

Com base na análise comparativa temporal, observou-se a expansão do plantio de espécies exóticas (eucalipto) sobre a vegetação nativa principalmente. E, os plantios que possuíam maior tamanho de área estavam situados em altitudes a partir 160 metros. Fato que indica que as planícies são destinadas preferencialmente à ocupação urbana.

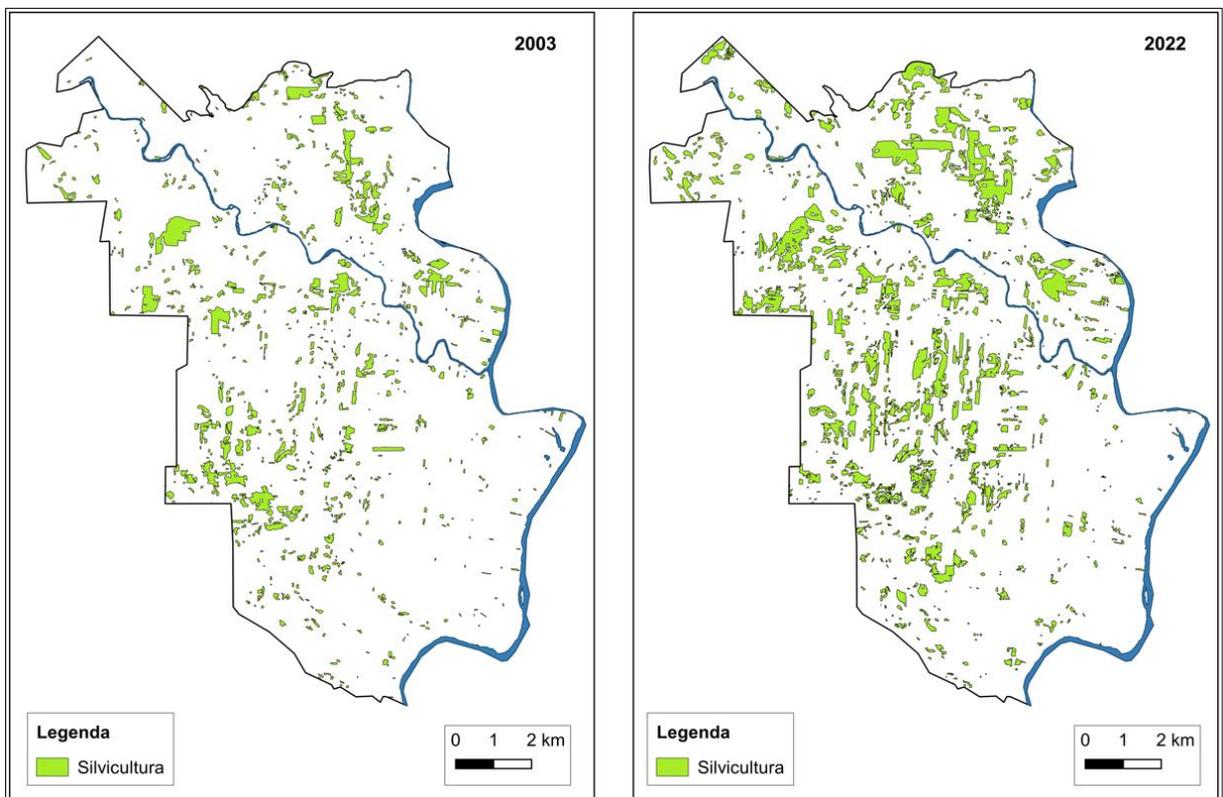
Atualmente, verifica-se que as maiores áreas de silvicultura estão localizadas na porção nordeste, e as demais concentram-se à leste e centro-leste do município. A Figura 9 mostra as áreas de silvicultura mapeadas em 2003 e 2022.

Foto 2 - À frente área de campo/pastagem e ao fundo vegetação e silvicultura na localidade de Linha Garibaldi



Fonte: da autora. Data: fevereiro de 2023.

Figura 9 - Áreas de Silvicultura mapeadas em 2003 e 2022



Fonte: elaborado pela autora.

Houve, também, a expansão urbana, onde apresentou um crescimento de 34% de 2003 para 2022. Notou-se que a mancha urbana se ampliou, sobretudo, lateralmente às áreas já ocupadas, além dos entornos de rodovias e estradas principais. As Fotos 3 e 4 mostram uma área de expansão urbana que por meio da implementação de um loteamento urbano iniciado em torno de 2006, perpendicular à rua Estrada dos Imigrantes, via principal do Bairro Lambari, resultou na ampliação da mancha urbana. A Figura 10 apresenta o mapeamento urbano de 2003 e 2022 desta área.

Foto 3 - Moradias na Rua Valdir Orlando Pinheiro (-29°14'2.17"S; - 51°53'38.51"O)



Fonte: da autora. Data: março de 2023.

Foto 4 - Moradias do loteamento situado no Bairro Lambari (-29°14'3.94"S; -51°53'35.32"O)



Fonte: da autora. Data: março de 2023.

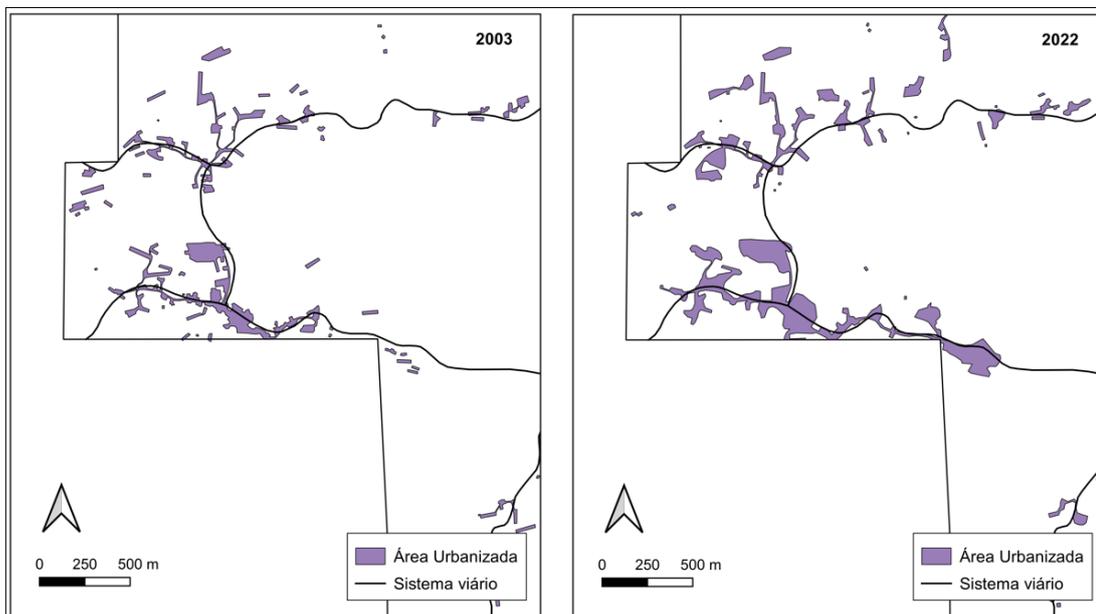
Figura 10 – Expansão Urbana no Bairro Lambari



Fonte: elaborado pela autora.

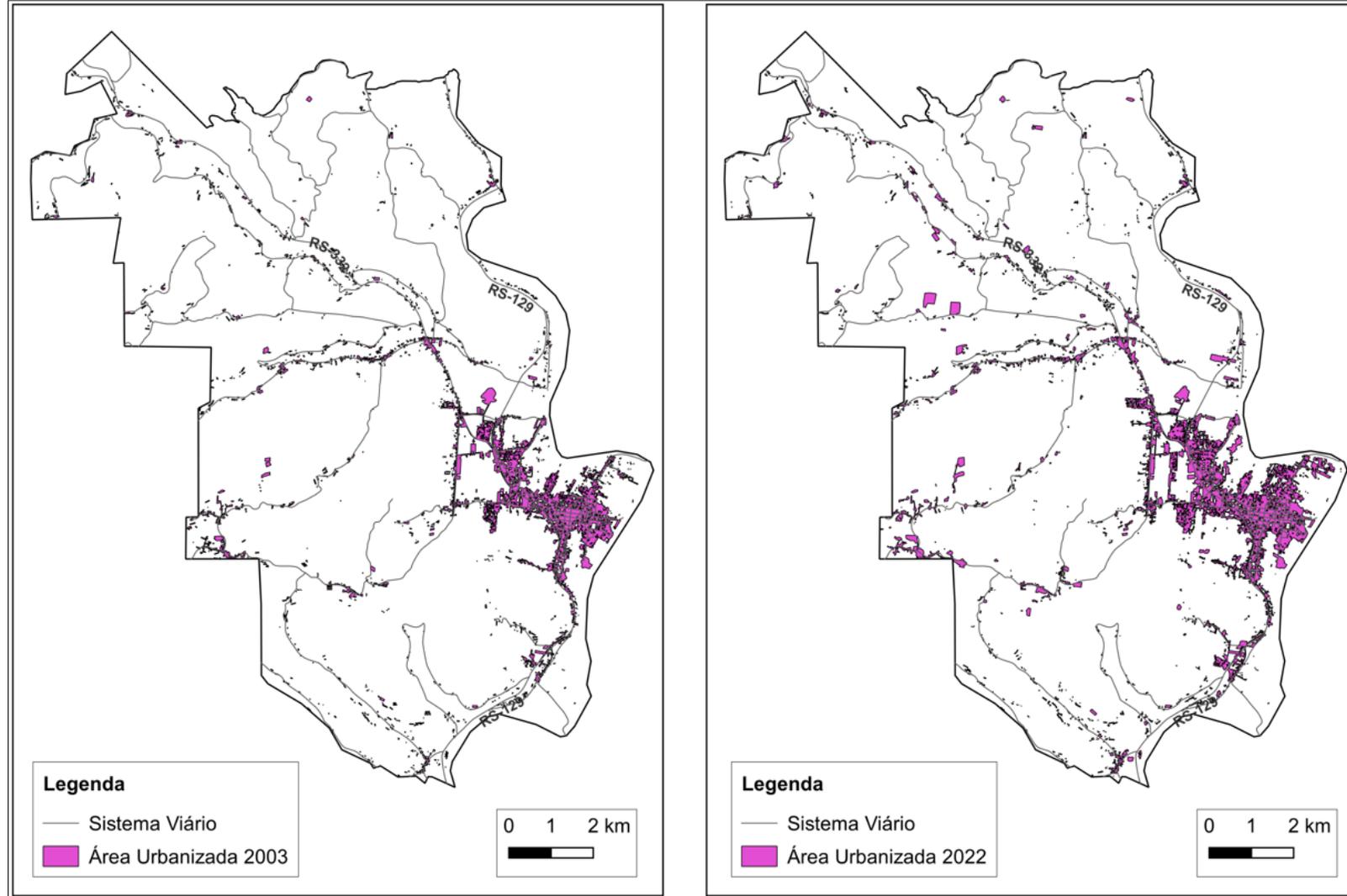
Observou-se não somente o aumento da mancha urbana em área como também em densidade urbana, especialmente em áreas de planície, como também o crescimento dos núcleos urbanos rurais das sedes dos distritos. A figura 11 mostra o crescimento do núcleo da localidade rural de Linha Argola, situada à sudoeste do município ($-29^{\circ}14'45.88''S$; $-51^{\circ}57'17.78''O$). Enquanto que a Figura 10 demonstra as áreas urbanizadas mapeadas de 2003 e de 2022 no município, onde é possível notar o crescimento da mancha urbana no território.

Figura 11 - Crescimento do núcleo urbano da Localidade de Linha Argola



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 12 - Mapa das áreas urbanizadas de 2003 e 2022 de Encantado-RS



Fonte: elaborado pela autora.

Um ponto analisado, em especial, foi a área de implementação da estátua do “Cristo Protetor”¹ (Figura 13), localizado na porção centro-sul do município (Figura 14). Em virtude das modificações que está produzindo atualmente no entorno, cuja sua construção iniciou em julho de 2019.

Verificou-se, de 2003 para 2022, o crescimento da ocupação urbana no entorno das estradas de acesso ao “Cristo”. A substituição de áreas vegetadas por áreas agrícolas, que na verdade trata-se de solo exposto (como verificado nas imagens atuais do Google Earth), para a ampliação da estrada de acesso e para a construção de equipamentos turísticos na proximidade do monumento. Observou-se, também, uma relevante conversão de áreas vegetadas para o plantio de espécies exóticas, além de um número maior de áreas de campo/pastagem na região.

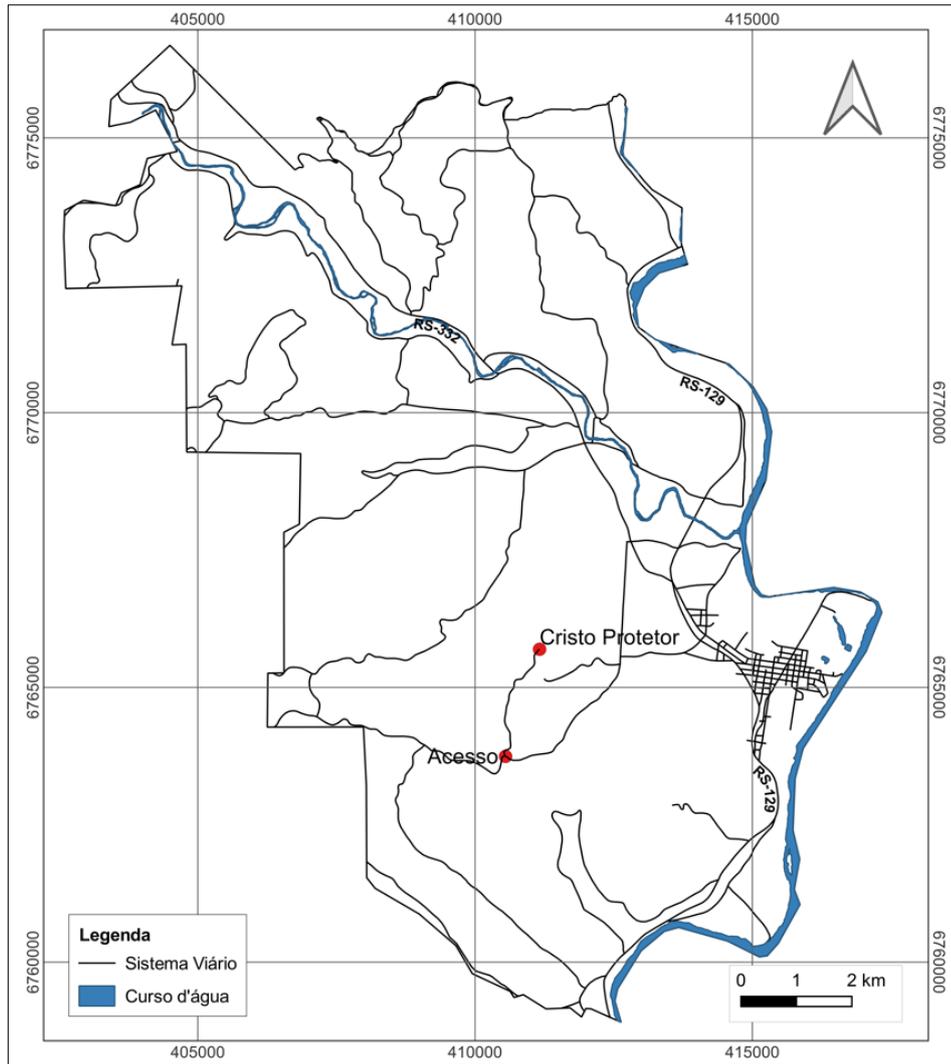
Figura 13 – Cristo Protetor



Fonte: retirado de Cristo Protetor (2023).

¹ Monumento réplica do “Cristo Redentor” financiado a partir de doações de empresários e da comunidade local que visa “transmitir a fé do povo encantadense e alavancar o turismo da região” (CRISTO PROTETOR, 2023).

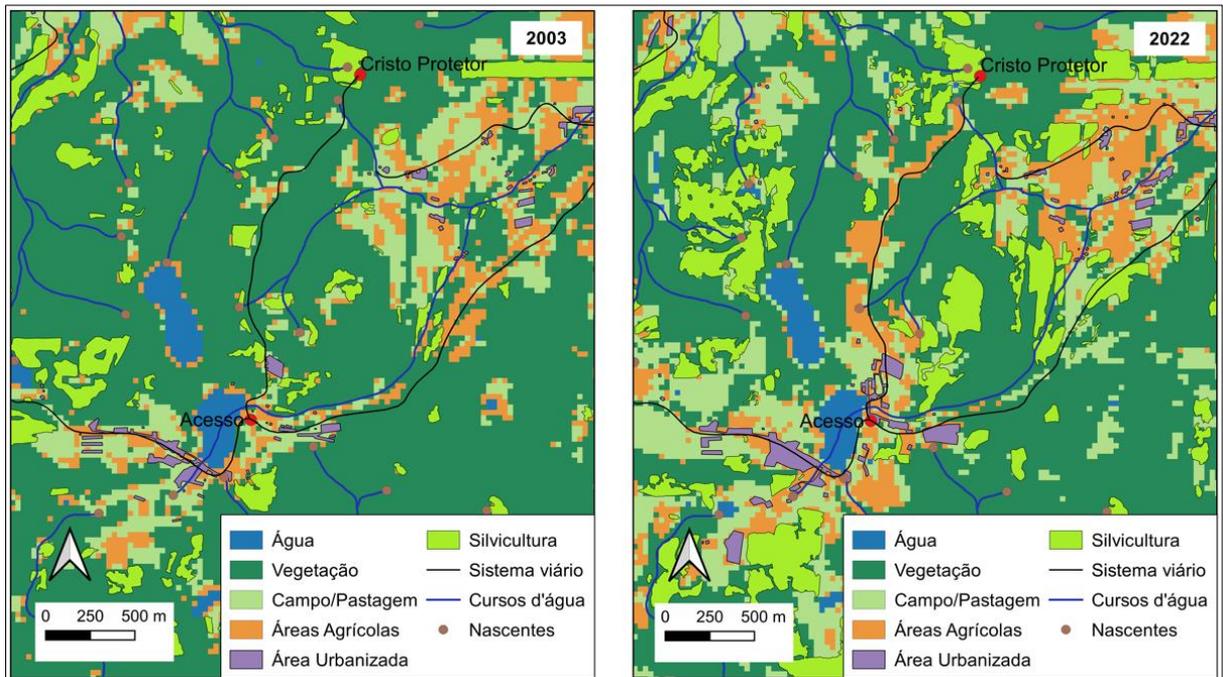
Figura 14 – Mapa de localização do Cristo Protetor em Encantado-RS



Fonte: elaborado pela autora.

Ao sobrepor os cursos d'água e as nascentes, nota-se o avanço dos usos antrópicos sobre os recursos hídricos. Isto aponta a necessidade de acompanhar a expansão destes usos sobre as áreas de matas ciliares ao longo dos corpos hídricos, consideradas Área de Preservação Permanente pelo Código Florestal Federal. A Figura 15 apresenta os recursos hídricos sobrepostos às imagens classificadas de 2003 e de 2022 na região, e entornos, da localidade de Linha Garibaldi. Local em que está inserido o monumento, e que no ano de 2022 passou a ser classificada pelo Plano Diretor como zona urbana.

Figura 15 - Região de acesso à estátua Cristo Protetor



Fonte: elaborado pela autora.

4.3 Setorização das Áreas de Risco do município

O relatório de “Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações” realizado pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) em maio de 2019 no município de Encantado visou classificar o risco geológico. Isto é,

a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequência sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade maior o risco (CPRM, 2019, p.3).

Para a identificação das áreas de risco, é realizado pela CPRM uma primeira etapa de levantamento de informações relacionadas à ocorrência de desastres naturais, e o contato com a Defesa Civil do município. Em uma segunda etapa, é feito o levantamento de campo, onde são apuradas e identificadas as áreas de risco geológico, observando construções e moradias em vulnerabilidade. E, em uma última etapa, são definidas e descritas as áreas de alto e muito alto risco geológico.

É importante ressaltar que a CPRM não buscou mapear em campo as áreas consideradas de grau de baixo e médio risco, uma vez que se tratava de uma ação emergencial, sendo assim identificados apenas os setores de risco alto e muito alto

em locais em que há ocupação. Assim como, considerar que se passaram 4 anos do levantamento.

Os setores delimitados compreenderam os fenômenos: inundação, deslizamento, queda e erosão marginal. A CPRM utiliza a definição do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2007) para conceituar estes fenômenos. Da mesma forma, este trabalho, usará a mesma referência. Sendo assim:

- *Inundação* é o processo caracterizado pelo extravasamento de um curso d'água para a planície de inundação. Ocorre quando em uma enchente a água supera a calha principal do rio, ocupando o leito maior do canal;

- *Deslizamento* é um processo que ocorre em encostas, e é caracterizado por movimentos rápidos. Pode ocorrer associado a rocha sã, solo, saprólito e depósitos. O principal fator contribuinte para ser desencadeado são as chuvas prolongadas que variam conforme a região. Há diferentes tipos de deslizamentos;

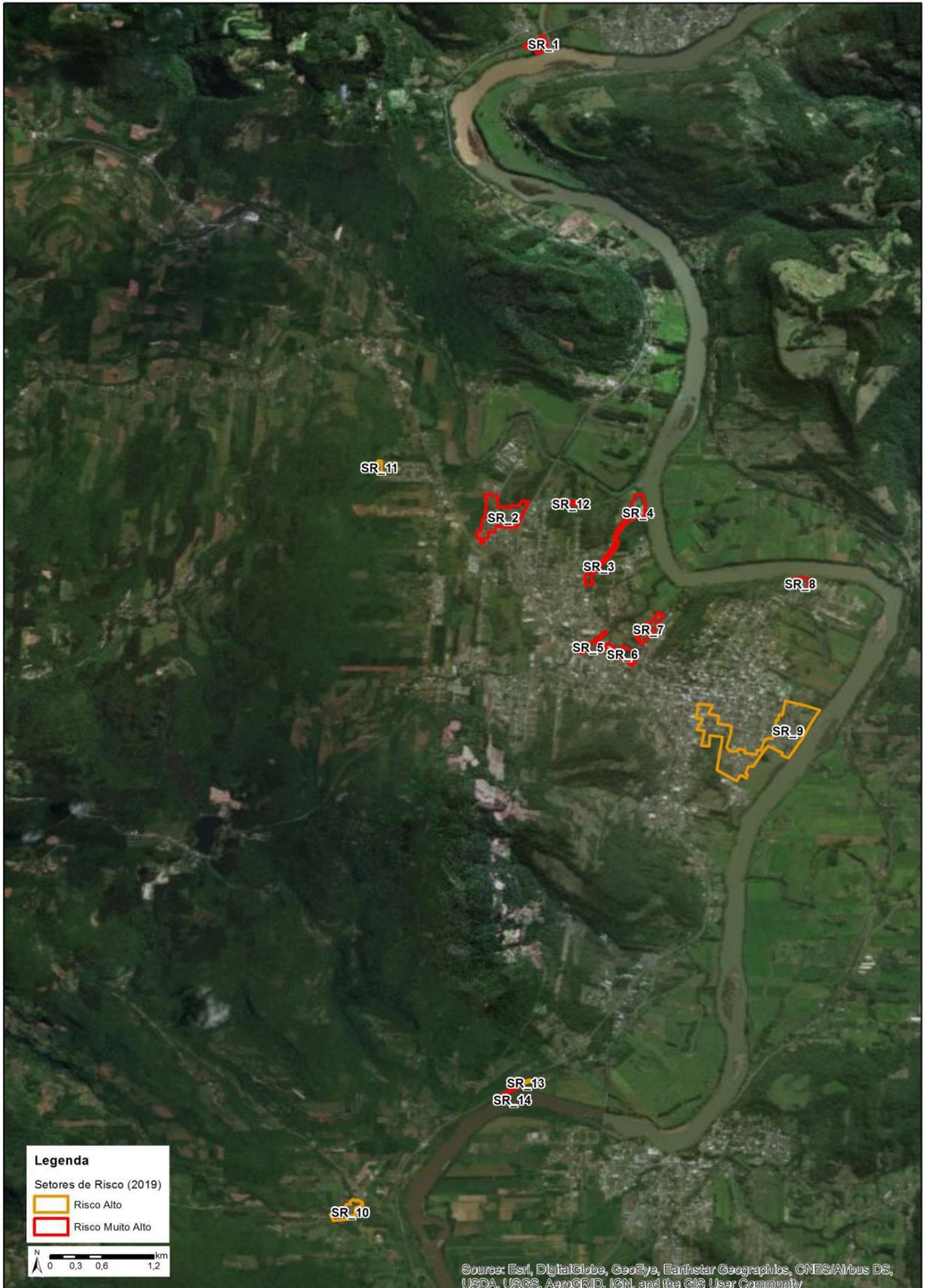
- *Queda* é um processo de movimento instantâneo provocado pela ação gravitacional. Está associado a blocos ou fragmentos de rochas em encostas íngremes, abruptas ou em taludes de escavação;

- e *Erosão Marginal* é o processo de transporte de sedimentos situados no talude do canal, e é provocado pela ação da corrente fluvial.

A CPRM mapeou em Encantado-RS 14 setores de alto e muito alto risco em áreas de ocupação urbana atingidos por eventos naturais, tais como inundações e movimentos de massa. O fenômeno de inundação apresentou 10 setores delimitados, localizados na planície de inundação e margens de rios e arroios. Enquanto que os demais setores apresentaram risco de movimentos de massa, e estão situados nas encostas e nas margens fluviais (CPRM, 2019).

Ainda, conforme o relatório, 1.045 imóveis estão em áreas de risco e estima-se que 4.180 pessoas, cerca de 19% da população, também estão em risco. A Figura 16 demonstra as 14 áreas setorizadas de alto e muito alto risco.

Figura 16 - Setores de Risco Geológico de Encantado-RS



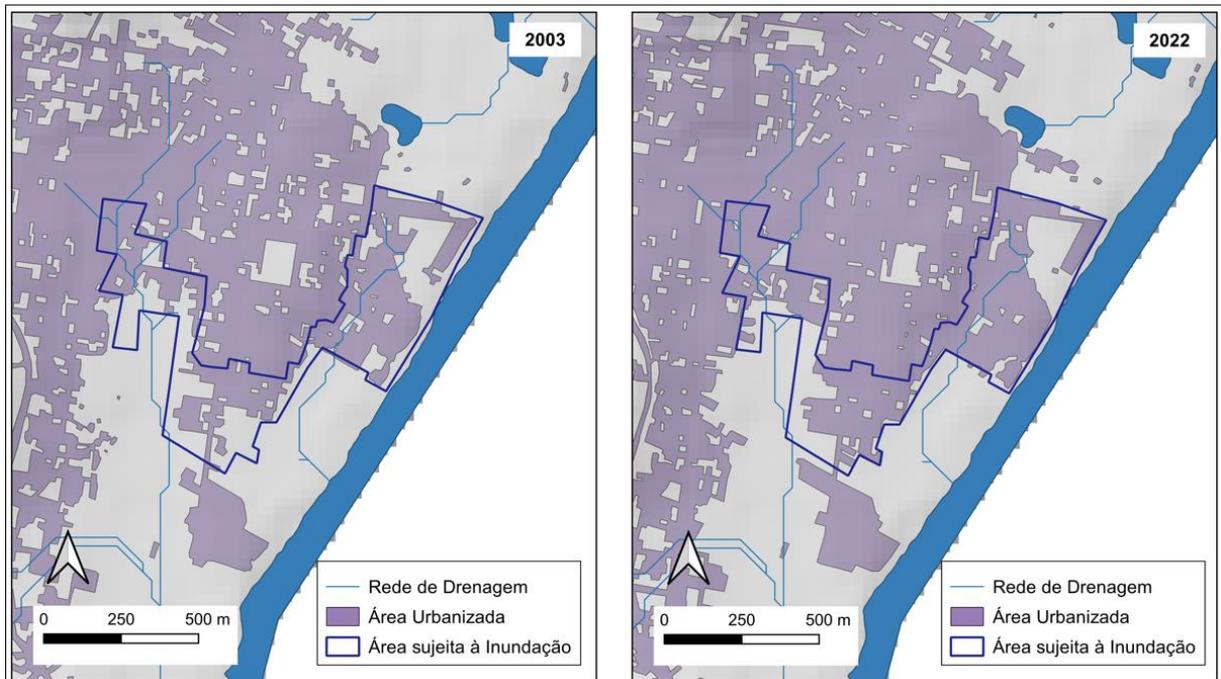
Fonte: retirado de CPRM (2019).

4.4 Diretrizes à gestão e ao planejamento do município

A partir da sobreposição dos setores de risco geológico sobre a área urbanizada mapeada, foi possível avaliar a evolução espaço-temporal nestes locais. Observou-se que, de 2003 para 2022, houve a expansão da mancha urbana em áreas sujeitas à inundação, deslizamento e queda classificadas como de alto e muito alto risco. As áreas sujeitas à inundação estão situadas na planície de inundação do Rio Taquari, enquanto que as de deslizamento e queda estão nas encostas.

A Figura 17 mostra o crescimento da mancha urbana no setor de alto risco no Bairro Navegantes localizado à margem do Rio Taquari que pode ser atingido por inundações.

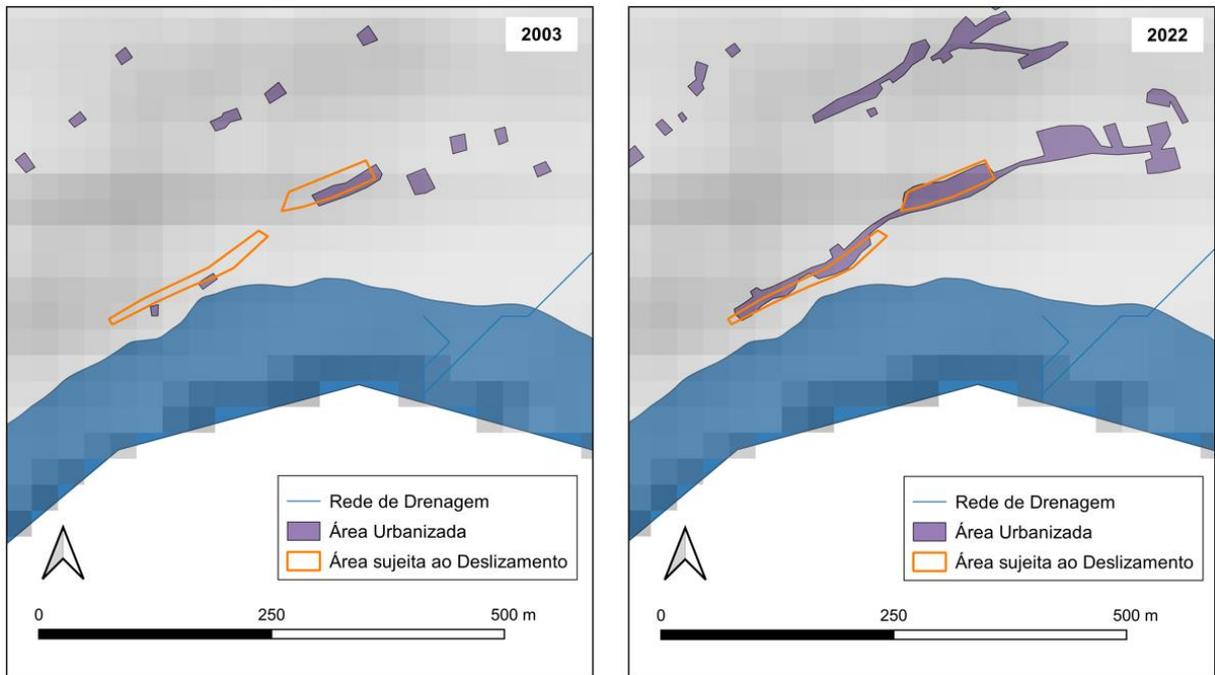
Figura 17 - Setor de alto risco no Bairro Navegantes



Fonte: elaborado pela autora.

Outro local de risco alto e muito alto está situado no sopé da encosta de um vale à margem do Rio Taquari, no Bairro Lajeado, onde apresentou um aumento de habitações de 2003 para 2022, e está suscetível à deslizamento. A Figura 18 mostra as mudanças de 2003 para 2022 no local.

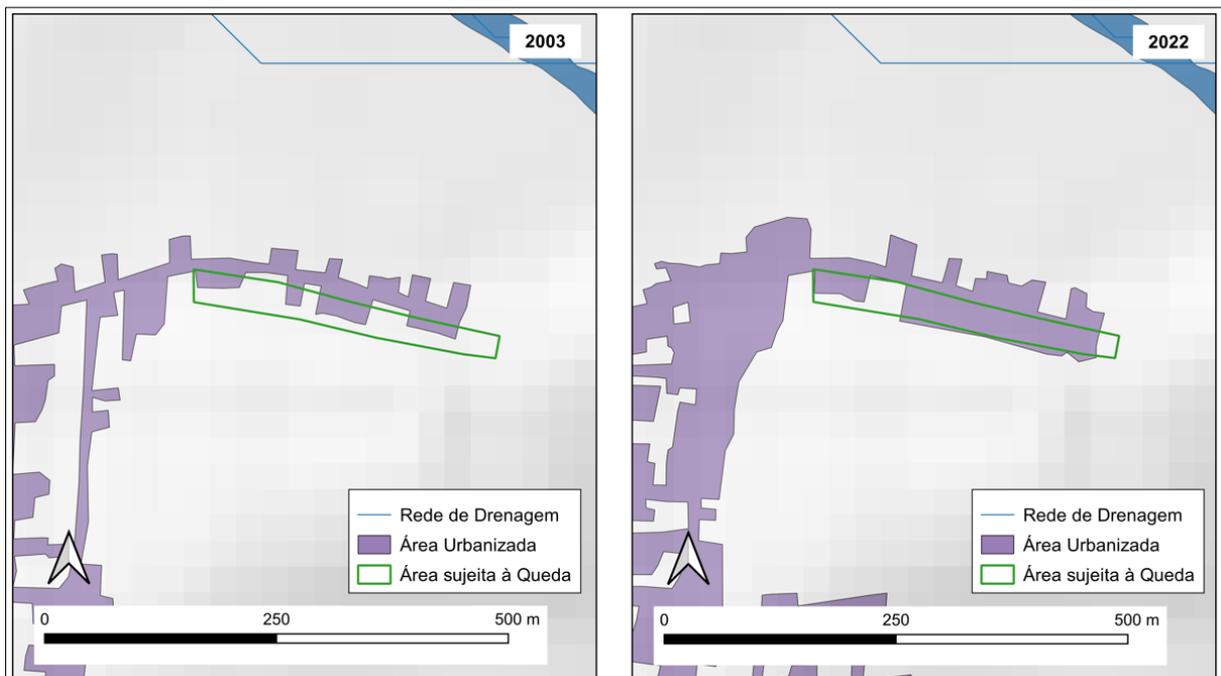
Figura 18 - Setores de alto e muito alto risco no Bairro Lajeadozinho



Fonte: elaborado pela autora.

Referente ao risco de queda, há um local com risco muito alto de queda de blocos situado no terço médio de uma encosta com residências (CPRM, 2019). Neste setor notou-se também o crescimento da ocupação urbana de 2003 para 2022, como pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 - Setor de muito alto risco no Bairro Barra do Jacaré



Fonte: elaborado pela autora.

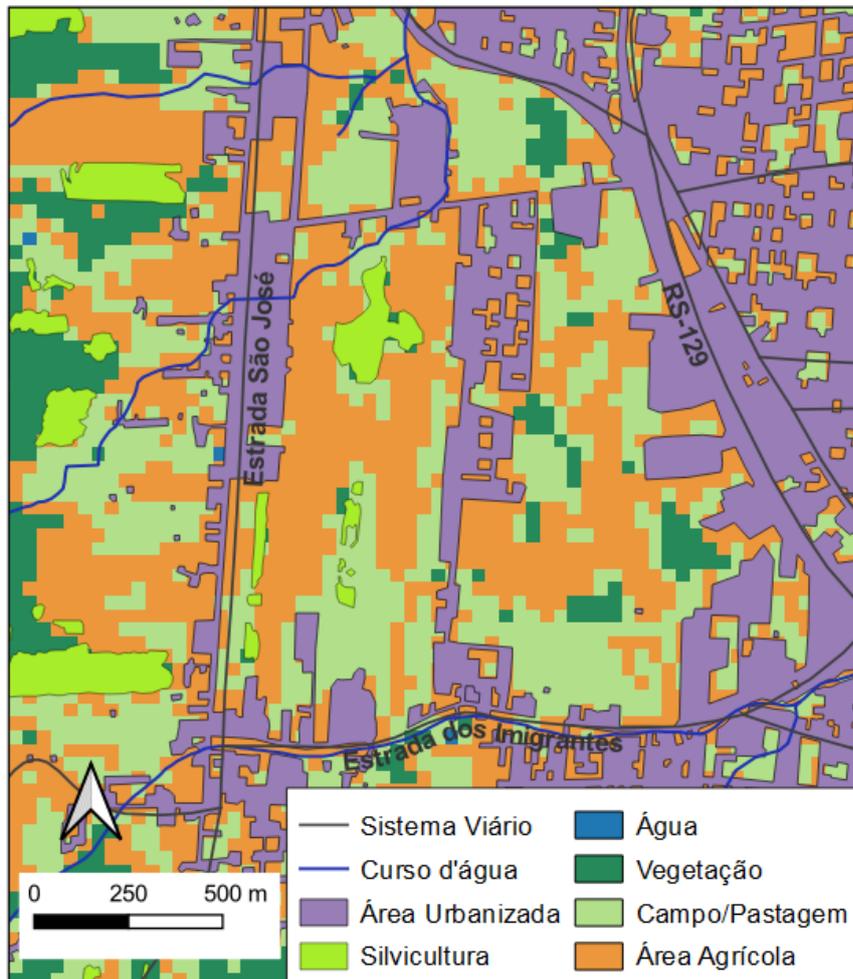
Nesta circunstância do município verificou-se a necessidade de fiscalização e controle do crescimento de habitações em setores de risco, sobretudo na planície de inundação e nas encostas íngremes, para evitar ocupações irregulares que futuramente poderão sofrer consequências sociais e econômicas em situações de desastres naturais. O município, também, pode ter atenção à educação para risco à desastres.

Sabe-se que a desvalorização da terra em locais que apresentam risco à instalação de construções, estão sujeitas à ocupação pela população de menor poder aquisitivo, resultando na acentuação da segregação socioespacial. Dessa forma, o Estado Municipal, como agente regulador, pode atuar no direcionamento da ocupação do seu território a partir da promoção de medidas de planejamento urbano no Plano Diretor do município.

Um fator relevante a ser considerado é que diante das mudanças climáticas atuais a frequência e a intensidade dos desastres naturais estão aumentando, sendo necessário redobrar a atenção e a prevenção das consequências provocadas, principalmente, pelas chuvas intensas que possam a vir atingir o município de Encantado-RS.

Neste contexto recomenda-se que o município busque seguir as orientações da CPRM quanto às medidas de prevenção e mitigação ao risco geológico apresentadas no relatório técnico. Em relação ao direcionamento das ocupações para as áreas seguras, sugere-se as áreas situadas na porção oeste da malha urbana, tal como entre à oeste da Estrada São José e à oeste da RS-129, considerando uma distância segura de arroios, que podem ser represados em épocas de inundação. A Figura 20 demonstra a área mencionada, situada na planície, porém afastada da margem do Rio Taquari, onde não representa alto risco à população.

Figura 20 – Porção à oeste da Estrada São José até a RS-129



Fonte: elaborado pela autora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo geral realizar uma análise espaço-temporal das mudanças das classes de uso e ocupação da terra no município de Encantado-RS no período entre a década de 2000 e de 2020, buscando identificar e quantificar estas classes. Com a análise das áreas de risco a movimentos de massa e inundação, foi possível traçar algumas orientações à gestão e ao planejamento do município.

A partir da classificação supervisionada das imagens de satélite obtidas dos anos de 2003 e 2022, além do mapeamento das áreas urbanizadas e de silvicultura, foi possível identificar e quantificar a evolução dos padrões de uso durante este período. Verificou-se o aumento do plantio de espécies exóticas e das áreas urbanizadas, a redução das áreas de campo/pastagem e de vegetação, e a permanência das áreas agrícolas. Diante destes resultados, analisados em conjunto com as imagens classificadas e com a verificação em campo, observou-se as

principais modificações ocorridas na configuração territorial do município. Como a expansão da ocupação urbana na área de alta densidade urbana, nos núcleos urbanos rurais e no entorno das principais vias, além do expressivo cultivo de eucalipto. Verificou-se a identificação das mudanças na região de implantação da estátua “Cristo Protetor”, que cria a valorização do uso da terra a partir dos interesses econômicos.

E, por fim, notou-se o crescimento das ocupações urbanas, de 2003 para 2022, em setores de risco geológico, em que estão suscetíveis à inundação, deslizamento e queda de blocos. Levantando a necessidade de os órgãos públicos permanecerem em precaução e fiscalização quanto à ampliação destas áreas, sendo indicado a porção entre à oeste da Estrada São José e à oeste da RS-129 para a expansão urbana afim de evitar os setores de risco.

Com base nos resultados obtidos, o território do município apresenta-se heterogêneo comparado à 2003. Demonstrando a avanço das intervenções antrópicas sobre o ambiente natural.

O trabalho limitou-se na classificação das áreas agrícolas, onde inclui as classes lavoura e solo arado, que necessitam de uma classificação mais acurada, uma vez que os plantios agrícolas estão reduzindo no município e não foi possível discriminar as áreas de solo arado de solo exposto. É provável, portanto, ter ocorrido a contabilidade do solo exposto na classe área agrícola durante a classificação das imagens.

Outro ponto a ser considerado, é a limitação do mapeamento das áreas de silvicultura do ano de 2003, pois a baixa qualidade da imagem do Google Earth, por vezes, dificultava a identificação das espécies exóticas em locais em que havia uma vegetação densa, sem uma textura característica.

Identificou-se a carência de representações cartográficas na escala municipal, limitando à comprovação da expansão da malha urbana dentro dos limites do perímetro urbano e do avanço em direção às áreas consideradas rurais, e à ilustração das subdivisões em escala intraurbana. Isto corrobora para a necessidade de ter um profissional capacitado, como o Geógrafo, para atuar em demandas municipais.

Apesar das suas limitações, o trabalho oferece informações sobre a evolução da configuração territorial e contribui para uma primeira identificação das mudanças dos padrões de uso do município nas últimas duas décadas. De modo a ser um apoio aos próximos estudos e um auxílio à gestão e ao planejamento territorial do município.

REFERÊNCIAS

BIAS, Edilson de Souza; BRITES, Ricardo Seixas; ROSA, Antonio Nuno de Castro Santa. Imagens de Alta Resolução Espacial. In: PAULO ROBERTO MENESES (org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UNB, 2012. p. 239-257.

BRAGA, Rhalf Magalhães. O espaço geográfico: um esforço de definição. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 11, n. 2, p. 65-72, 2007.

Brasil. MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Celso Santos Carvalho Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura (org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: IPT, 2007. 176 p. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/185>. Acesso em: 16 mar. 2022.

CORRÊA, Roberto Lobato. Sobre Agentes Sociais, Escala e Produção do Espaço: um texto para discussão. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; SOUZA, Marcelo Lopes de; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org.). **A Produção do Espaço Urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. São Paulo: Contexto, 2011. p. 41-51.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Encantado, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2019. 23 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20097>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação**: Encantado, RS. Porto Alegre: CPRM, 2021. Escala 1: 30.000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22294>. Acesso em: 10 mar. 2022

CRISTO PROTETOR. **História**. Disponível em: <https://cristoencantado.com.br/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (Rio Grande do Sul) (org.). **Plano de Bacia Taquari-Antas**: relatório técnico síntese. Porto Alegre: Serviços Técnicos de Engenharia S.A., 2012. 158 p.

Estado do Rio Grande do Sul. **Genealogia dos municípios do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2018. 59 p.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos básicos de sensoriamento remoto**. Brasília: Conab, 2005. 32 p.

FIORINI, Maicon; ECKHARDT, Rafael Rodrigo, REMPEL, Claudete. Organização de um banco de dados geográfico para o município de Encantado - RS - Brasil: uma perspectiva para o planejamento e o gerenciamento ambiental. In: **ANAIS XIV**

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 3793-3800.

FERRI, Genuino Antônio; TOGNI, Ana Cecília. **A história da bacia hidrográfica Taquari-Antas**. Lajeado: Univates, 2012. 375 p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **BDiA: Banco de Dados de Informações Ambientais**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pesquisa>. Acesso em: 10 jan. 2022

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra: sistema IBGE de recuperação automática**. Rio de Janeiro, 2010.

MENESES, Paulo Roberto. Princípios de Sensoriamento Remoto. In: PAULO ROBERTO MENESES (org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Unb, 2012. p. 2-33.

MOURA, Nina Simone Vilaverde; MORAN, Emilio Federico. Problemas Ambientais Urbanos: questões metodológicas nos estudos geográficos com ênfase na análise geomorfológica e nas mudanças do uso da terra. In: LUÍS ALBERTO BASSO (org.). **Geografia: dinâmica, conflitos e proposições**. Porto Alegre: wwlivros, 2017. p. 12-30.

QUEVEDO, Renata Pacheco. **Gestão de Risco de Desastres no Município de Encantado-RS**. 2016. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Ufrgs, Porto Alegre, 2016.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia**. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2014. 132 p.

SERPA, Angelo. Políticas Públicas e o Papel da Geografia. **Revista da Anpege**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 37-47, out. 2011.

SILVA, Lucas Augusto Pereira da; LEITE, Manoel Reinaldo; MAGALHÃES FILHO, Raul de. Geotecnologias Aplicadas ao Mapeamento da Evolução Geográfica dos Sistemas de Usos da Terra da Bacia do Rio Jatobá. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 7, n. 2, p. 93-108, dez. 2017.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

THOMAZIELO, Sueli. Usos da Terra e sua influência sobre a Qualidade Ambiental. In: Rozely Ferreira dos Santos (org.). **Vulnerabilidade Ambiental: desastres**

naturais ou fenômenos induzidos?. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 24-38.