

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM VACARIA
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**ANÁLISE GEOGRÁFICA, DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO COM
SUPORTE DE GEOTECNOLOGIAS NO MUNICÍPIO DE VACARIA / RS**

TALIA BORGES DE ALMEIDA

VACARIA

2022

TALIA BORGES DE ALMEIDA

**ANÁLISE GEOGRÁFICA, DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO COM
SUPORTE DE GEOTECNOLOGIAS NO MUNICÍPIO DE VACARIA / RS**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia pelo convênio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul e da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Eléia Righi

**VACARIA
2022**

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

A447a	<p>Almeida, Talia Borges de</p> <p>Análise geográfica, da cobertura vegetal e uso do solo com suporte de geotecnologias no município de Vacaria/ RS/ Talia Borges de Almeida. – Vacaria, 2022.</p> <p>51 f.; il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Curso de Agronomia (Bacharelado), Unidade em Vacaria, 2022.</p> <p>Orientadora: Prof.^a Dra. Eléia Righi</p> <p>1. Análise Ambiental. 2. Geotecnologias. 3. Mapeamentos. 4. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. I. Righi, Eléia. II. Curso de Agronomia (Bacharelado), Unidade em Vacaria, 2022. III. Título.</p>
-------	--

TALIA BORGES DE ALMEIDA

**ANÁLISE GEOGRÁFICA, DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO COM
SUPORTE DE GEOTECNOLOGIAS NO MUNICÍPIO DE VACARIA / RS**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia pelo convênio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul e da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Eléia Righi

Aprovado em: 15/06/2022

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Professora Doutora Eléia Righi
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Professor Mestre / Doutorando Guilherme Kunde Braunstein
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Professor Doutor Luidi Eric Guimarães Antunes
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

A conclusão deste trabalho resume-se em dedicação, foi pensando nas pessoas que o executei, por isso dedico a todos aqueles que de alguma forma este trabalho possa ajudar.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, que me acalmou e conduziu o trabalho com paciência e dedicação, compartilhando todo o seu vasto conhecimento.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Porque quando não temos mais nada...

Ainda temos esperança!

RESUMO

As geotecnologias vêm inovando e ocupando espaço no cenário mundial, se expandindo em diferentes assuntos, principalmente as referidas com questões ambientais. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi verificar a cobertura vegetal e uso do solo com suporte de geotecnologias no município de Vacaria / RS, bem como organizar uma análise geográfica. Foram organizados diversos temas como: uso do solo e cobertura vegetal, altitude, declividade, recursos hídricos, divisão de bacias hidrográficas, tipos de solos etc., para assim, quando necessário, servir para planejamentos de políticas públicas. Foi possível obter uma melhor compreensão espacial das atividades socioeconômicas e usos do solo, bem como a forma de ocupação no município, visto que neste município são desenvolvidas atividades de agricultura, embora não tenha sido possível se deslocar a campo para validação das áreas identificadas. O aprofundamento no assunto das geotecnologias é de grande importância para futuras pesquisas, uma vez que a tendência é aumentar o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, é raro encontrar empresas e instituições que não se apoiam em geotecnologias, como suporte de auxílio na análise ambiental.

Palavras-chave: Geotecnologias; Geoprocessamento; Mapeamentos; Análise ambiental.

ABSTRACT

Geotechnologies have been innovating and occupying space on the world stage, expanding in different subjects, especially those related to environmental issues. In this sense, the objective of this work was to verify the vegetation cover and land use with the support of geotechnologies in the municipality of Vacaria / RS, as well as to organize a geographic analysis. Several topics were organized, such as: land use and vegetation cover, altitude, slope, water resources, division of hydrographic basins, types of soils, etc., so that, when necessary, they could be used for planning public policies. It was possible to obtain a better spatial understanding of the socioeconomic activities and land uses, as well as the form of occupation in the municipality, since agricultural activities are carried out in this municipality, although it was not possible to travel to the field to validate the identified areas. Deepening the subject of geotechnologies is of great importance for future research since the trend is to increase technological development. In this sense, it is rare to find companies and institutions that do not rely on geotechnologies as an aid in environmental analysis.

Keywords: Geotechnologies; Geoprocessing; Mappings; Environmental analysis.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Classes de uso.....	20
Quadro 02: Classes de solos.	32
Quadro 03: Fáceis litológicas na área de estudo.....	36
Quadro 04: Uso do solo e cobertura vegetal.	40
Quadro 05: Algumas imagens do uso do solo e cobertura vegetal.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Tecnologias integradas.....	15
Figura 02: Esquema representativo dos quatro elementos fundamentais das técnicas de sensoriamento remoto.....	17
Figura 03: Localização do município.....	24
Figura 04: Mapa de altitudes.....	27
Figura 05: Mapa de declividade.....	28
Figura 06: Mapa hidrográfico.....	30
Figura 07: Mapa de direção de fluxo.....	31
Figura 08: Mapa de solos.....	34
Figura 09: Mapa geológico.....	35
Figura 10: Mapa de distribuição de chuvas.....	37
Figura 11: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal.....	39
Figura 12: Gráfico do uso do solo e cobertura vegetal.....	41
Figura 13: Pomar de maçã.....	42
Figura 14: Mapa de potencialidades e fragilidades do município de Vacaria.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 GEOTECNOLOGIAS	14
2.2 SENSORIAMENTO REMOTO	16
2.3 APLICAÇÕES.....	18
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
3.1 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS	20
3.2 ANÁLISE DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL.....	20
3.3 ANÁLISE GEOGRÁFICA.....	21
4 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS	23
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	23
4.2 ANÁLISE GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO	25
4.3 ANÁLISE DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO	38
4.4 POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES DO MUNICÍPIO.....	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

As geotecnologias têm ocupado espaço no cenário mundial de forma a se expandir em diversas ciências, principalmente as que se preocupam com questões ambientais (SOUZA; CUNHA, 2020). O geoprocessamento possui ferramentas como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), um sistema que processa informações gráficas ou não, dando prioridade em análises espacial e modelagens de superfícies (SILVA, 1999). A utilização de produtos do sensoriamento remoto com *softwares* de SIG proporciona a obtenção de dados de forma rápida, confiável e repetitiva (SANTOS, 2020).

Essas ferramentas também promovem um planejamento mais preciso e eficiente do local, permitindo monitoramento, avaliação e a tomada de decisões para melhor gerenciar os recursos disponíveis (SILVA, 1999). Nesse sentido, o monitoramento dos recursos naturais do nosso planeta é essencial para a obtenção de informações que possam subsidiar estratégias de conservação e utilização sustentável desses recursos (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

A caracterização do uso e cobertura da terra através de imagens de satélites fornece informações importantes para identificação e visualização de representações de elementos geométricos, através da interpretação obtida pelo sensoriamento remoto que caracteriza categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações (LEITE; ROSA, 2012).

A avaliação do uso e cobertura do solo é de suma importância, tendo em vista identificação dos fenômenos naturais ou antrópicos, que podem estar ocorrendo na área monitorada, por degradação como erosões, assoreamentos ou outras alterações causadas pelo uso não planejado do solo (SANTOS, 2020).

Nesse contexto, é possível estruturar dados do município de Vacaria, no Estado do Rio Grande do Sul, com o intuito de trazer informações referentes ao uso e cobertura vegetal, além de mapear altitude, declividade, recursos hídricos, divisão de bacias hidrográficas e tipo de solos, dentre outros, para assim, quando necessário, servir para planejamentos de políticas públicas municipais.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse estudo foi verificar a cobertura vegetal e uso do solo com suporte de geotecnologias no município de Vacaria / RS, bem como organizar uma análise geográfica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Estruturar uma base de dados do município, através da elaboração de um Banco de Dados Geográfico;
- Analisar o uso e cobertura vegetal, com o auxílio de imagens do sensor Landsat 8;
- Mapear variáveis geográficas para fazer uma análise ambiental do município;

1.3 JUSTIFICATIVA

A utilização de dados de sensores remotos e a aplicação do geoprocessamento auxiliam os estudos de mudanças de uso e cobertura da terra, que assim retratam as formas e dinâmicas de ocupação da terra. Esses dados são fundamentais no planejamento e na orientação da tomada de decisão quanto às análises ambientais (ROSAN; ALCÂNTARA, 2016).

Dessa forma, os estudos ambientais com utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento revestem-se de grande importância, pois podem auxiliar no entendimento dos processos de ocupação da região em estudo e no desenvolvimento de planejamento político e econômico para o uso adequado dos recursos naturais disponíveis (WATRIN *et al.*, 2005).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sensoriamento remoto se constitui na utilização conjunta de sensores e equipamentos para processamento de dados, colocados plataformas orbitais com o objetivo de estudar fenômenos, eventos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra (NOVO, 2010). O geoprocessamento é um conjunto de tecnologias que permitem coletar, armazenar, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecidas (FITZ, 2008).

A partir de dados de sensoriamento remoto e de ferramentas de geoprocessamento torna-se possível sobrepor e comparar diversas informações espaciais, bem como oferece a oportunidade de executar modelagem para prever cenários futuros, auxiliando assim na tomada de decisão e elaboração de diretrizes (VALE *et al*, 2020).

2.1 GEOTECNOLOGIAS

Historicamente a observação e a representação da superfície terrestre têm se apresentado como fator relevante na organização e desenvolvimento das sociedades. O conhecimento sobre a distribuição espacial dos recursos naturais, infraestrutura instalada, distribuição da população, entre outros, sempre fez parte, das informações básicas sobre as quais eram traçados os novos rumos para o desenvolvimento regional (ROSA, 2013).

Nesse sentido, o surgimento das geotecnologias permite a coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica. São compostas por soluções de hardware, software e *peopleware* que juntas constituem-se em poderosos instrumentos como suporte a tomada de decisão. Dentre as geotecnologias podemos destacar: a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global, o sistema de informação geográfica (ROSA, 2013).

A atual geração de Sistema de Informação Geográfica (GIS) configura uma tecnologia estabelecida para armazenar, organizar, recuperar e modificar informações sobre a distribuição espacial de recursos naturais, dados geo-demográficos, redes de utilidade pública e muitos outros tipos de dados localizáveis na superfície da terra. Nesta área, um dos principais desafios para os próximos anos é transformar estes sistemas, essencialmente estáticos, em ferramentas capazes de prover representações realistas de processos espaço-temporais. A modelagem de grande quantidade de processos físicos, em aplicações como Geomorfologia, Estudos Climáticos, Dinâmica Populacional e Impacto Ambiental, requer que os GIS tenham

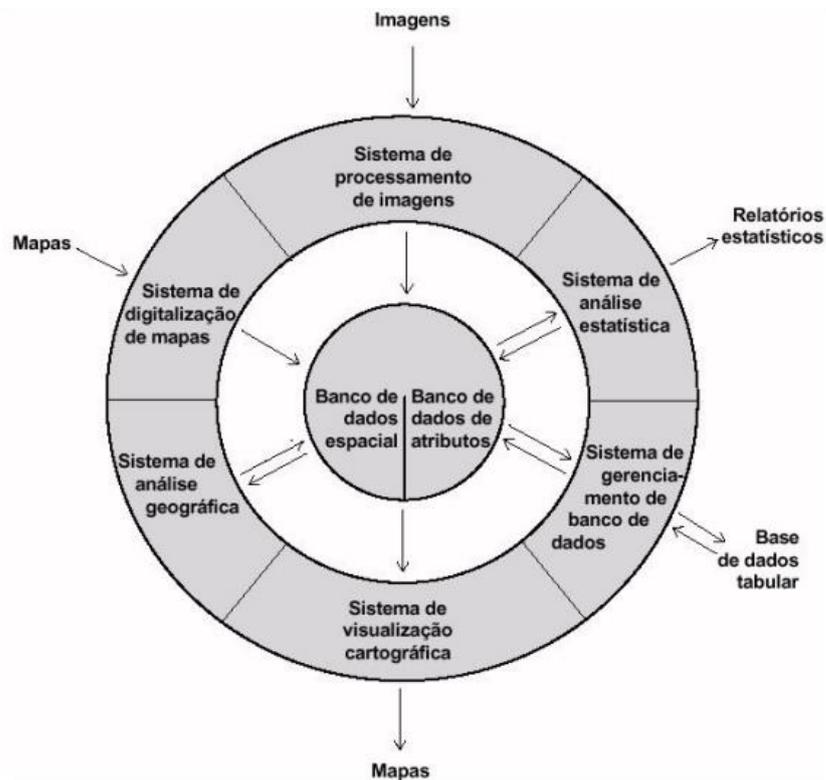
capacidade de representar os tipos de processos dinâmicos encontrados em estudos de sistemas físicos e socioeconômicos (PEDROSA; CÂMARA, 2002).

O Sistema de Informação Geográfica são ferramentas computacionais, composta por equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização de informações georreferenciadas, que possibilitam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas, referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão, relativas ao espaço geográfico (ROSA, 2013).

O Geoprocessamento é um termo recente. Após o surgimento e consagração da informática vários procedimentos e modelos matemáticos utilizados para análise espacial foram aos poucos programados e transformados em rotinas, o que resultou no surgimento dos primeiros programas utilizados para geoprocessamento (ZAIDAN, 2017).

Conforme Rosa (2013), o geoprocessamento pode ser definido como sendo o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação (Figura 01).

Figura 01: Tecnologias integradas.



Fonte: Rosa (2013).

Em linhas gerais o termo geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica. Embora estas atividades sejam diferentes elas estão intimamente inter-relacionadas, usando na maioria das vezes as mesmas características de hardware, porém software distinto (ROSA, 2013).

A Geotecnologia gera soluções tanto para atividades cotidianas quanto para o setor produtivo e políticas públicas, a partir da localização geográfica de objetos e fenômenos (EMBRAPA, 2021).

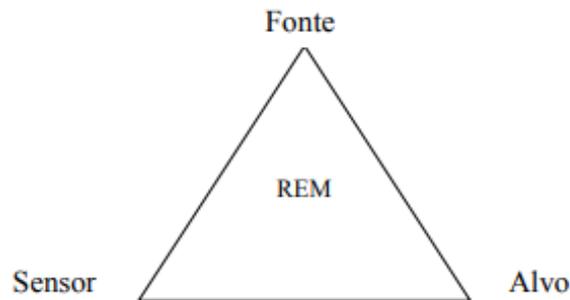
Em meios técnico-científicos, os profissionais da área valem-se principalmente de dados e informações espaciais gerados por sensores embarcados em satélites, aeronaves, Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) e outros equipamentos e dispositivos (máquinas e tratores, por exemplo). Tais dados também podem ser obtidos a partir de coletas em campo (dados primários) ou aqueles produzidos por órgãos oficiais (dados secundários). Os dados espaciais obtidos por esses meios podem ser associados a diversos outros já existentes, transformando-se em valiosas informações geográficas que auxiliam no entendimento de fenômenos (EMBRAPA, 2021).

Na produção rural, a agricultura de precisão tem gerado importantes resultados por meio da coleta de dados em tempo real, a partir de análises da variabilidade espacial e com o auxílio de máquinas e implementos agrícolas que semeiam, aplicam insumos e colhem, por meio da geolocalização. Essas informações contribuem para a otimização na destinação de recursos, maximizando a rentabilidade no campo. Na pecuária, a geoinformação pode ser empregada no monitoramento e na rastreabilidade dos rebanhos. Nas médias escalas, a Geotecnologia vem sendo largamente empregada para quantificar, qualificar e monitorar safras, realizar estudos climáticos e identificar áreas aptas para diferentes culturas (EMBRAPA, 2021).

2.2 SENSORIAMENTO REMOTO

A definição clássica do termo sensoriamento remoto (SR) refere-se a um conjunto de técnicas destinado à obtenção de informação sobre objetos, sem que haja contato físico com eles. Para melhor compreender esta definição, faz-se necessário identificar os quatro elementos fundamentais das técnicas de SR, os quais podem ser representados através do esquema apresentado na Figura 02 (NOVO; PONZONI, 2001).

Figura 02: Esquema representativo dos quatro elementos fundamentais das técnicas de sensoriamento remoto.



Fonte: Novo e Ponzoni (2001).

Atualmente, a resolução espectral das imagens obtidas pelos sensores imageadores já ultrapassa centenas de bandas, e a resolução espacial de muitas imagens já é maior que 1 metro, possibilitando suas aplicações nas áreas de levantamentos de recursos naturais e mapeamentos temáticos, monitoração ambiental, detecção de desastres naturais, desmatamentos florestais, previsões de safras, cadastramentos multifinalitários, cartografia de precisão, defesa e vigilância, entre outras. O acelerado avanço com que o sensoriamento remoto se desenvolveu em poucas décadas deve-se à revolução nos meios de se observar à Terra numa escala global e periódica, e na rapidez da monitoração dos fenômenos dinâmicos e das mudanças das feições terrestres. É uma tecnologia empregada em escala mundial e que, talvez, reúna a maior diversidade de pesquisadores e usuários, em torno de uma tecnologia de aplicação (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O objeto que será imageado é registrado pelo sensor por meio de medições da radiação eletromagnética (REM), tal como a luz solar refletida da superfície de qualquer objeto. A REM possui dualidade em seu comportamento da sua natureza: onda e energia. Ou seja, ela se propaga pelo espaço vazio, como a luz solar, é, ao mesmo tempo, uma forma de onda e uma forma de energia. Essa dualidade se torna importante, pois ao observar qualquer tipo de imagem de sensoriamento remoto, a coexistência da radiação eletromagnética na forma de onda e energia deverá ser considerada para que se possa explicar tudo o que se observa nas imagens com referência às características dos objetos (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Quando em contato com um corpo a radiação eletromagnética pode ser refletida, absorvida ou transmitida. No momento que for absorvida, a energia geralmente é reemitida com diferentes comprimentos de onda. De acordo com as características físicas e química do corpo

os quatro processos ocorrem com intensidade diferentes em diferentes regiões do espectro, sendo emissão, reflexão, transmissão e absorção os processos (QUARTAROLI *et al.*, 2014).

A partir disso, o registro do fluxo radiante proveniente de um corpo permite derivar informações importantes sobre suas características físicas, como por exemplo, dimensão, forma, temperatura, cor, entre outros. E, informações químicas, como sua composição (QUARTAROLI *et al.*, 2014).

Landsat é um programa de satélites de monitoramento de recursos terrestres, com o seu sensor é possível a observação da Terra. Sensores imageadores como este no Landsat geram uma imagem como produto, este na forma de uma matriz de números digitais, cada qual associado a um pixel (QUARTAROLI *et al.*, 2014).

2.3 APLICAÇÕES

Clemente e Santos (2017), analisaram a modificação da vegetal natural entre os anos de 1988 e 2015 na sub-bacia hidrográfico do rio Gavião (semiárido brasileiro). Foram utilizados as técnicas sensoriamento remoto e Processamento Digital de Imagens - PDI para aquisição e processamento dos produtos orbitais (satélites landsat5 TM e Landsat 8 OLI). E o Sistema de Informações Geográficas – SIG para armazenamento e análise do banco de dados alfanumérico georreferenciado. Os resultados indicam redução da cobertura vegetal de 751,69 km², entre os anos de 1988 e 2015. Também, manchas de desmatamento em áreas de nascentes, na parte alta da rede de drenagem e no desseque do canal principal. Assim, a presente pesquisa chamou a atenção para os efeitos da mudança da vegetação natural para outros usos da terra (solo exposto, plantio, entre outros), a concentração do desmatamento em áreas de fragilidade ambiental.

Vale *et al.* (2020), analisaram temporalmente as mudanças de uso e cobertura da terra no município de Conceição do Araguaia. Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas imagens do satélite Landsat-5/TM do ano de 1999 e 2009, e do satélite Landsat-8/OLI-TIRS do ano de 2019 processadas e classificadas na plataforma Google Earth Engine. A partir dos resultados obtidos constatou-se que entre os anos de 1999 e 2019 houve um desflorestamento de 22% no município em estudo, sendo que a atividade agropastoril obteve um aumento de 14,6%. Com isto pode-se concluir que as condições edafoclimáticas favorecem o desenvolvimento da agropecuária e ela está diretamente ligada ao desflorestamento local, caracterizando-se como a principal matriz econômica do município.

Souza e Cunha (2020), realizaram um levantamento das geotecnologias disponíveis e utilizadas para análise ambiental, verificando quais estão sendo utilizadas em instituições e

empresas no município de Jataí-Goiás, Brasil. Como resultado, notou-se que as geotecnologias mais utilizadas na análise ambiental em Jataí são: GNSS, Estação Total, Nível, Drone, Plotter, Bússola, Teodolito, Google Earth PRO, ArcGIS, AutoCAD, Topograph, MetricaTOPO, Qgis, Spring, Track Maker, DataGeosis e TopoEVN. Concluiu-se que as geotecnologias utilizadas são, em sua maioria, as mais atuais do mercado, o que é de suma importância para visualização e avaliação ambiental de imóveis, se atentando à situação das coberturas vegetais, dos recursos hídricos, e ao uso e ocupação do solo, se estão preservados e atendem às leis para licenciamentos ambientais.

Braz *et al.* (2017), usa como ferramenta as geotecnologias na análise ambiental e gestão da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, localizada no município de Três Lagoas/MS. A partir da construção dos mapas base e do uso e terra, utilizando-se da interpretação das imagens de satélites, de diferentes sensores, foi possível o mapeamento do manejo da terra e o estabelecimento de subclasses, que foram integrados ao uso e cobertura da terra, solo e declividade, para o mapeamento da capacidade de uso das terras, com destaque para as práticas de manejo conservacionista da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, em Três Lagoas/MS.

Santos *et al.* (2020), caracterizaram espacialmente as áreas alteradas, bem como processos de ocupação do município de Concórdia do Pará, tendo em vista a importância do mapeamento do uso e cobertura do solo. Foram aplicadas técnicas de processamento digital em imagem disponibilizadas da galeria de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas (INPE) obtida pela série do satélite Landsat-5/TM de órbita-ponto 223/61. O trabalho contou com metodologia empregada de classificação não supervisionada, os quais foram possíveis obter informações importantes para avaliação do uso e cobertura no município. Verificou-se que o uso e ocupação do solo é constituído por três classificações, respectivamente, floresta madura 7,3%, vegetação secundária 85,8% e áreas antropizadas com 6,9%; também foi verificado concordância das classificações entre o conjunto de dados por meio do índice de Kappa a qual chegou a 41,5 % o que demonstra nível razoável de concordância. A caracterização do uso e cobertura do solo a partir de imagens espaciais é um instrumento que pode fundamentar o planejamento e gestão ambiental.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As técnicas metodológicas deste trabalho levam em consideração as geotecnologias, que são um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica.

3.1 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

A elaboração de um banco de dados através de SIGs torna possível o planejamento das diversas atividades do território, designando-se um instrumento de contribuição para tomada de decisões pelos gestores em qualquer esfera.

Assim, foram organizados variados temas geográficos no formato de arquivo *shapefile*, que consiste em um arquivo contendo dados geoespaciais, uma ferramenta de formato vetorial muito usada em todo mundo, e é possibilitado seu uso nos mais diversos *softwares* de geoprocessamento, inclusive no ArcGis, o aplicativo que foi utilizado nesse trabalho.

3.2 ANÁLISE DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

O mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal foi realizado utilizando imagens do satélite Landsat –8, para o ano de 2021, que são disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens foram submetidas a procedimentos dentro do *software* como: composições coloridas, aumento de contraste, georreferenciamento, e recorte com o limite do município de Vacaria.

Na classificação foram discriminados elementos (classes) que compõem a imagem, como colocado no quadro 01:

Quadro 01: Classes de uso.

Classe	Característica
Áreas florestais	Mata nativa e ciliar;
Silvicultura	Florestas plantadas;
Áreas de cultivo/agricultura	Locais de preparo da terra ou recém cultivadas;
Recursos hídricos	Rios, lagos, açudes etc.;
Campo	Seco, úmido;

Área urbana	Áreas construídas;
Pomares	Áreas com maçãs;

Fonte: Autores (2022).

3.3 ANÁLISE GEOGRÁFICA

Para o mapeamento da altimetria e da declividade foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo USGS na rede mundial de computadores, que foi obtido do projeto TOPODATA – INPE.

Os valores das classes de declividade foram atribuídos de acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), como:

* 0 – 5%, correspondente às áreas sem problemas de ocorrência de erosão e o limite máximo de industrialização;

* 5 – 12%, correspondendo ao limite para emprego de mecanização na agricultura e construção civil sem a necessidade de cortes ou aterros;

* 12 – 30% representam maior inclinação do relevo, dificultando as práticas agrícolas, sendo possível a prática de culturas permanentes;

* 30 – 47% são as encostas de morro constituindo-se em limite para corte raso da vegetação;

* 47% ou superior não é permitida a retirada de vegetação, exceto em regime de utilização racional. São áreas de preservação permanente, de acordo com a Legislação Ambiental.

Para os mapeamentos de divisão de bacias hidrográficas foram utilizados os dados da base cartográfica na escala 1:50.000 da divisão do serviço Geográfico do Exército (DSGE).

No mapa de solos, foi utilizado o *shapefile* do Mapa de Solos elaborados no ano de 2011 pela Embrapa Solos (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos), disponibilizados para *downloads* pela mesma organização na rede mundial de computadores, contendo informações pertinentes ao processo de mapeamento. Para o mapeamento da geologia da área de estudo foi utilizado o *shapefile* do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

A distribuição da precipitação dentro do limite do município teve como base os dados obtidos junto a CPRM e disponibilizados pelo projeto Atlas Pluviométrico, programa que objetiva realizar o levantamento da geodiversidade, além de reunir, consolidar e organizar as

informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Utilizaram-se as isoietas médias anuais da série histórica de 1977 a 2006.

4 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

Estima-se que cerca de 80% das atividades efetuadas numa prefeitura sejam dependentes do fator localização. Os novos conceitos de *business intelligence* não podem prescindir das ferramentas de geoprocessamento, elas são capazes de mapear vários fatores críticos do sucesso de um negócio. Assim como os serviços públicos de saneamento, energia elétrica e telecomunicações podem valer-se das geotecnologias para relacionar suas redes de distribuição às demais informações de seus bancos de dados (ROSA, 2011).

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

Vacaria ou "*Baqueria de los Piñales*", como era chamada pelos espanhóis, está localizado a Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre o Rio Pelotas e o Rio das Antas, em uma região do Planalto a 280km da capital Porto Alegre (IBGE, 2011).

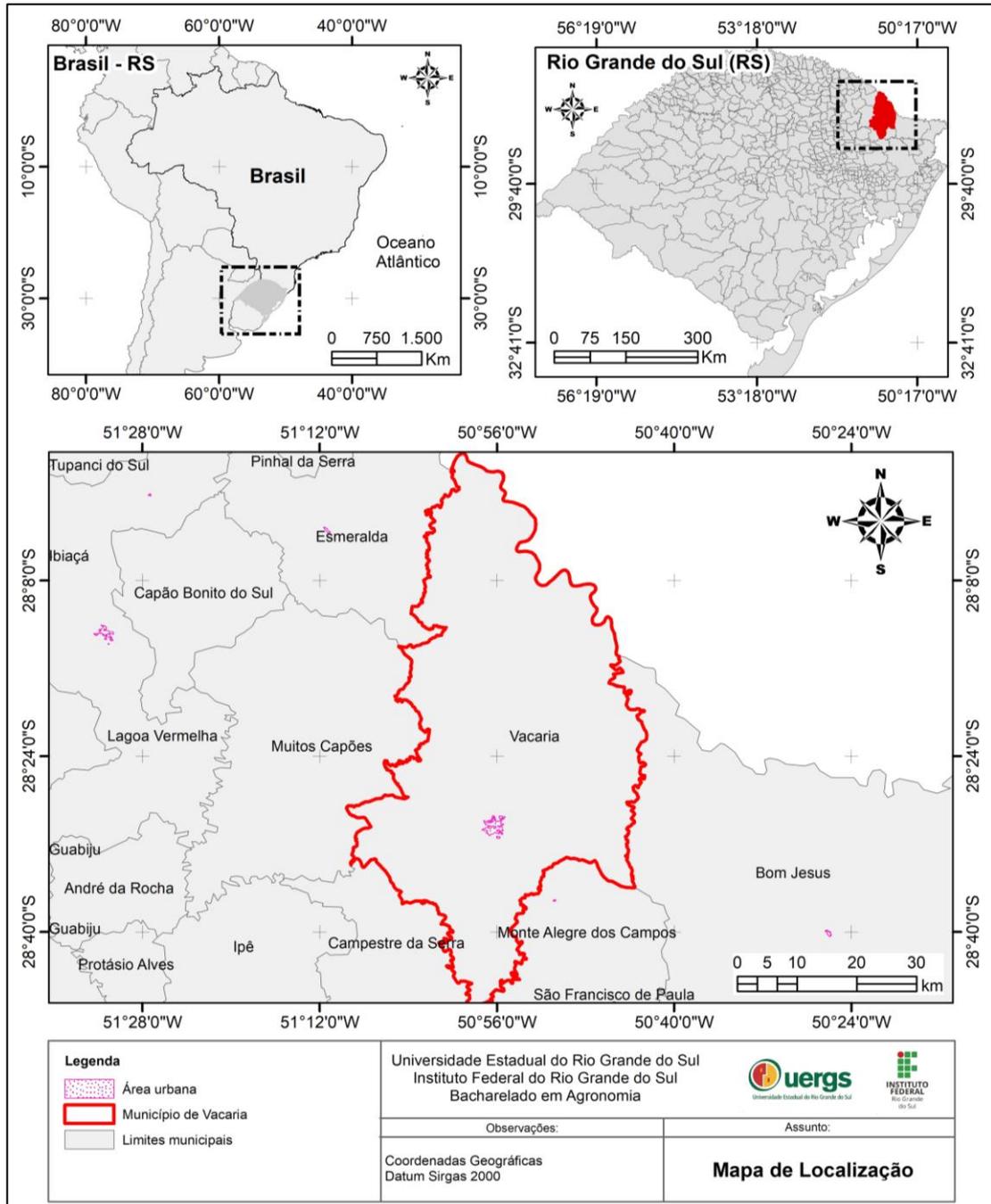
O município (Figura 03) conta com 2.124,422km² de área de unidade territorial, contando com um bioma de Mata Atlântica (IBGE, 2018). O Município se caracteriza pela forte exploração da pecuária, por conta das suas peculiaridades de relevo e suas tradições ligadas à história de sua origem. Mas o município possui boa aptidão agrícola por conta de seu solo, bem como da transformação do cenário político-econômico para o setor agropecuário, onde também, nos últimos anos vem se expandindo a produção de grãos, como culturas de soja, milho e trigo. Outro destaque é a fruticultura, em especial a cultura da maçã, que se tornou a principal cadeia produtiva do município (COLE, 2006). Uva, ameixa, amora, pêssego, laranja, mirtilo, são outros exemplos de produções (IBGE, 2017).

O clima na região de Vacaria se classifica como temperado, porém se observa a ocorrência de microclimas. Por exemplo, a região do município localizado ao norte, na costa do Rio Pelotas, de relevo mais montanhoso, se diferencia significativamente da região situada mais ao centro do município, de relevo formado por coxilhas (COLE, 2006).

Segundo o sistema de Köppen, o município de Vacaria se enquadra na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental 'Cf' ou temperado úmido, ficando dividida em duas áreas climáticas, "Cfa" e "Cfb". A variedade "Cfa" se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C. A variedade "Cfb" também apresenta chuvas durante todos os meses do ano, tendo a temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C (MORENO, 1961).

O relevo da região se caracteriza suavemente ondulado, contendo altitudes entre 800 e 1000 metros. Além disso, há predomínio de Latossolo Bruno (EMBRAPA, 2006) com mineralogia dominada por caulinita, óxidos de ferro e alumínio, com alto teor de matéria orgânica (LOPES *et al.*, 2010).

Figura 03: Localização do município.



Fonte: Autores (2022).

Um grande destaque do município é a fruticultura, em ênfase a produção de maçã. Por sua crescente produção a maçã vem se destacando na fruticultura mundial, tendo um acréscimo

de 39% ao ano ou mais nos últimos tempos, representando um crescimento superior à produção de todas as frutas juntas, que foi em torno de 25% ao ano (FEET, 2000).

Durante as décadas de 70 e 80 que ocorreu o desenvolvimento da cultura da macieira nos estados da Região Sul do Brasil, na maior parte das vezes estimulado por programas de incentivos e créditos especiais do governo no setor agrícola para plantio de culturas perenes e reflorestamento. Com isso, foram implantados os primeiros pomares de macieiras, com conhecimentos poucos profundos sobre técnicas a serem utilizadas durante o processo na Região dos Campos de Cima da Serra (FEET, 2000).

Com o passar, os técnicos e produtores relacionados à pomicultura no município, adquiriram experiências e informações quanto a formas mais modernas de produção utilizadas em países como Europa e nos Estados Unidos, pois a atividade estava cada vez mais se desenvolvendo. A partir disso, foram testando e adotando modificações nos sistemas de produção iniciais, a fim de alcançarem aumentos de produção e produtividade, trazendo uma maior rentabilidade ao produtor (FEET, 2000).

A forma de plantio e produção de pomares de macieiras distintos podem ter características bastantes particulares, mas geralmente, são seguidas algumas formas consideradas, pela maioria dos técnicos, mais adequadas que se tornam mais difundidas e utilizadas (FEET, 2000).

4.2 ANÁLISE GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO

O município em estudo está localizado no Corede Campos de Cima da Serra. O Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE), Campos de Cima da Serra, foi criado em 2006, sendo composto por dez municípios, em 2020 são: André da Rocha, Bom Jesus, Campestre da Serra, Esmeralda, Ipê, Monte Alegre dos Campos, Muitos Capões, Pinhal da Serra, São José dos Ausentes e Vacaria.

A produção do município de Vacaria possui destaque a fruticultura, enquanto, na pecuária, se destaca a criação de bovinos de corte e de leite. Também possui muitos grãos como soja, milho e trigo, e a batata inglesa. A Indústria de Transformação possui pouca participação, estando ligada principalmente à fabricação de conservas de frutas e de alimentos para animais (CORDE, 2015).

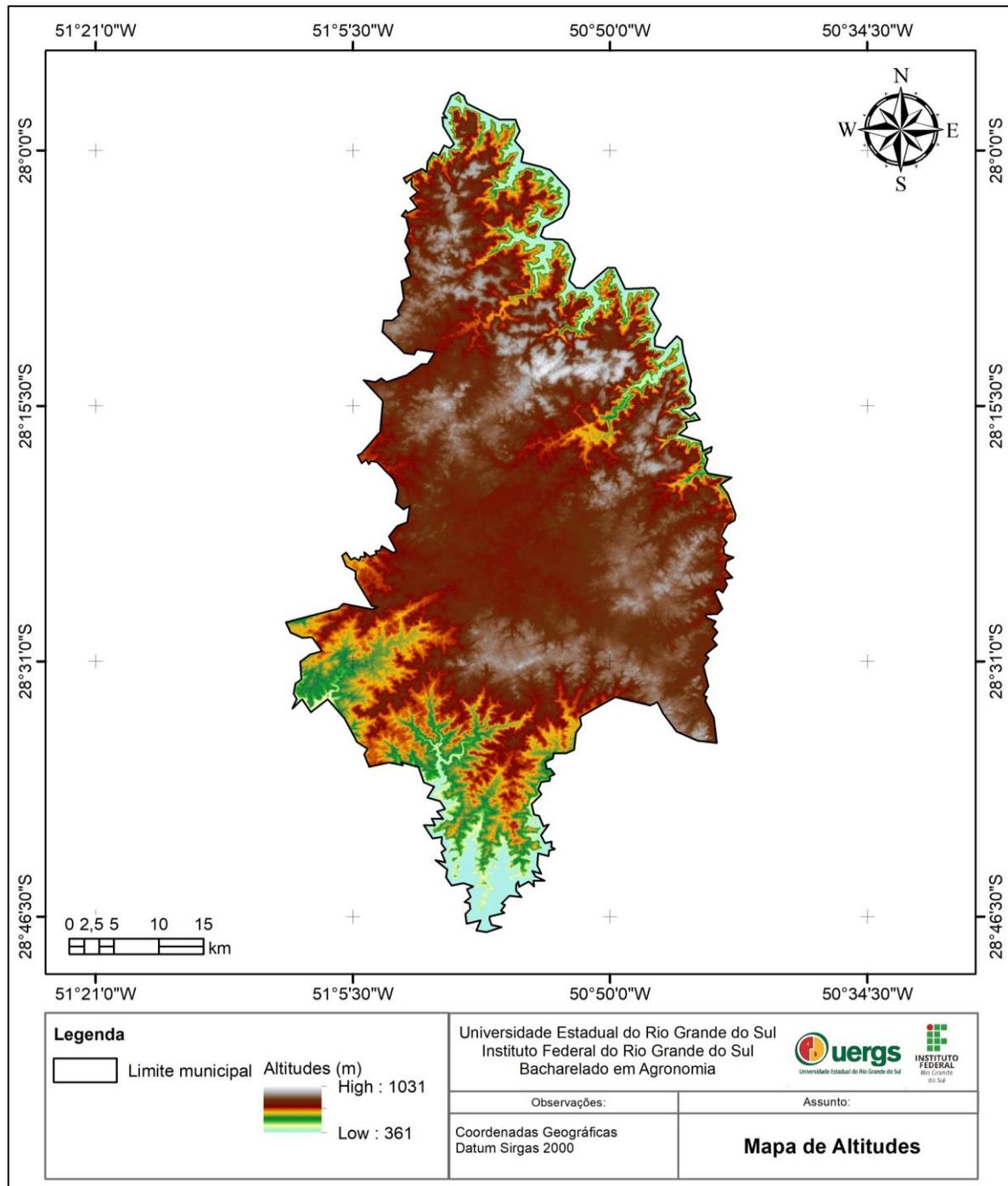
Recentemente, outros cultivos mais adaptados às condições de solo e ao regime de chuvas têm demonstrado bom desempenho como morango, mirtilo, *physalis*, amora, framboesa e a produção de mudas frutíferas (COREDE 2015).

O relevo da município vai desde plano de altitude a íngreme, com áreas de banhado nas áreas mais rebaixadas (Figura 04). O estudo da altimetria é importante na análise de cotas topográficas e formas do relevo, pois são responsáveis por indicarem condições mais propicias ao escoamento das águas superficiais e subterrâneas, em conformidade com o nível de declividade de cada região, o que viabiliza as informações das áreas possíveis de acumulação hídrica em locais de altitude menor.

A altitude dentro do município varia, a altitude mínima é em torno de 361 metros, ocupando a posição mais ao sul e um pouco ao norte. A altitude máxima é em torno de 1.331 metros, ocupando mais partes da área central, destacado na cor marrom.

Dessa forma, o espaço geográfico apresenta-se em constante transformação, sendo esses processos modeladores oriundos de ações naturais (fatores endógenos e exógenos) ou oriundos de ações antrópica, tendo o homem o papel de principal acelerador dos processos alteradores da paisagem. O relevo, superfície em que ocorre a interação entre o homem e a natureza, apresenta-se como temática fundamental para estudos ambientais, sendo o elemento caracterizador da paisagem (SANTOS *et al.*, 2017).

Figura 04: Mapa de altitudes.

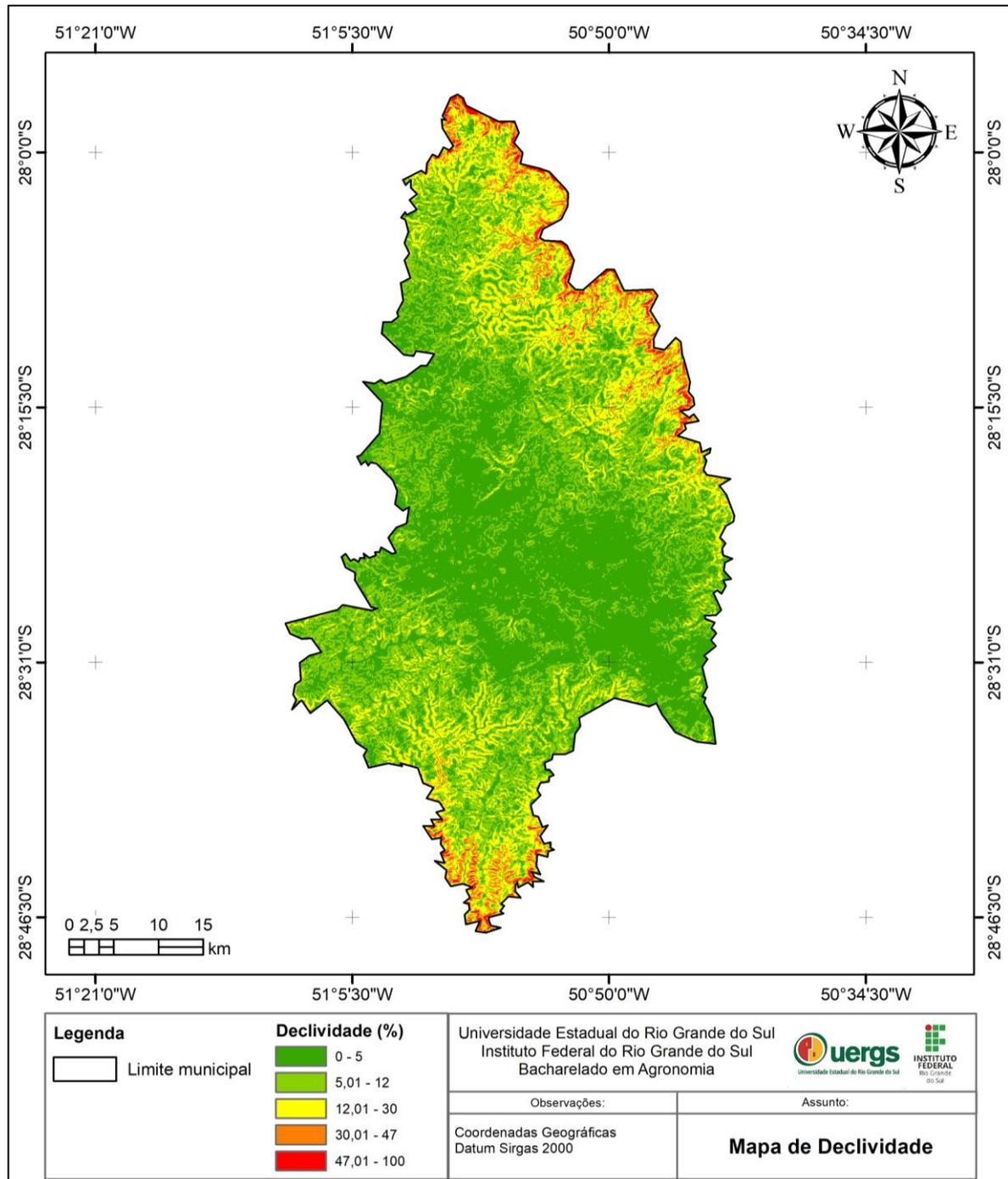


Fonte: Autores (2022).

A declividade é fundamental nos estudos de erosão dos solos, pois áreas mais íngremes são em maioria mais susceptíveis ao processo erosivo, combinado a outros fatores. A partir da visualização do mapa de declividade do município em estudo (Figura 05), pode-se perceber que o município conta com cerca de 12,01% a 30% de declividade em áreas localizadas mais ao Sul e ao Norte, contando com declividade em cerca de 0% a 5% em região central. Demonstrando

ter áreas mais planas centralmente e aumentando nos polos de limite do município, podendo chegar em declividades acima de 47,01% em regiões de extremo Sul e extremo Norte.

Figura 05: Mapa de declividade.



Fonte: Autores (2022).

A declividade é a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal, e segundo Mueller *et al.*, (2010), esse aspecto do terreno é uma das principais características

geomorfológicas limitantes à utilização de máquinas agrícolas uma vez que está intimamente ligada às condições de tráfego, pois afeta a velocidade de deslocamento e a estabilidade das máquinas. Para Silva (2016), o fator mecanização é de suma importância para a produção agrícola atual, pois as colheitadeiras e diversas outras máquinas agrícolas disponíveis no mercado são adaptadas para declividade de até 12%.

A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais que são interligados compondo desta forma uma bacia de drenagem ou bacia hidrográfica, podendo ser definida através de um rio principal. Segundo Christofolletti (1980), o volume hídrico drenado varia conforme fatores de área ocupada pela bacia, a precipitação total e o regime de chuvas, contabilizando-se as perdas devido a evapotranspiração e a infiltração profunda.

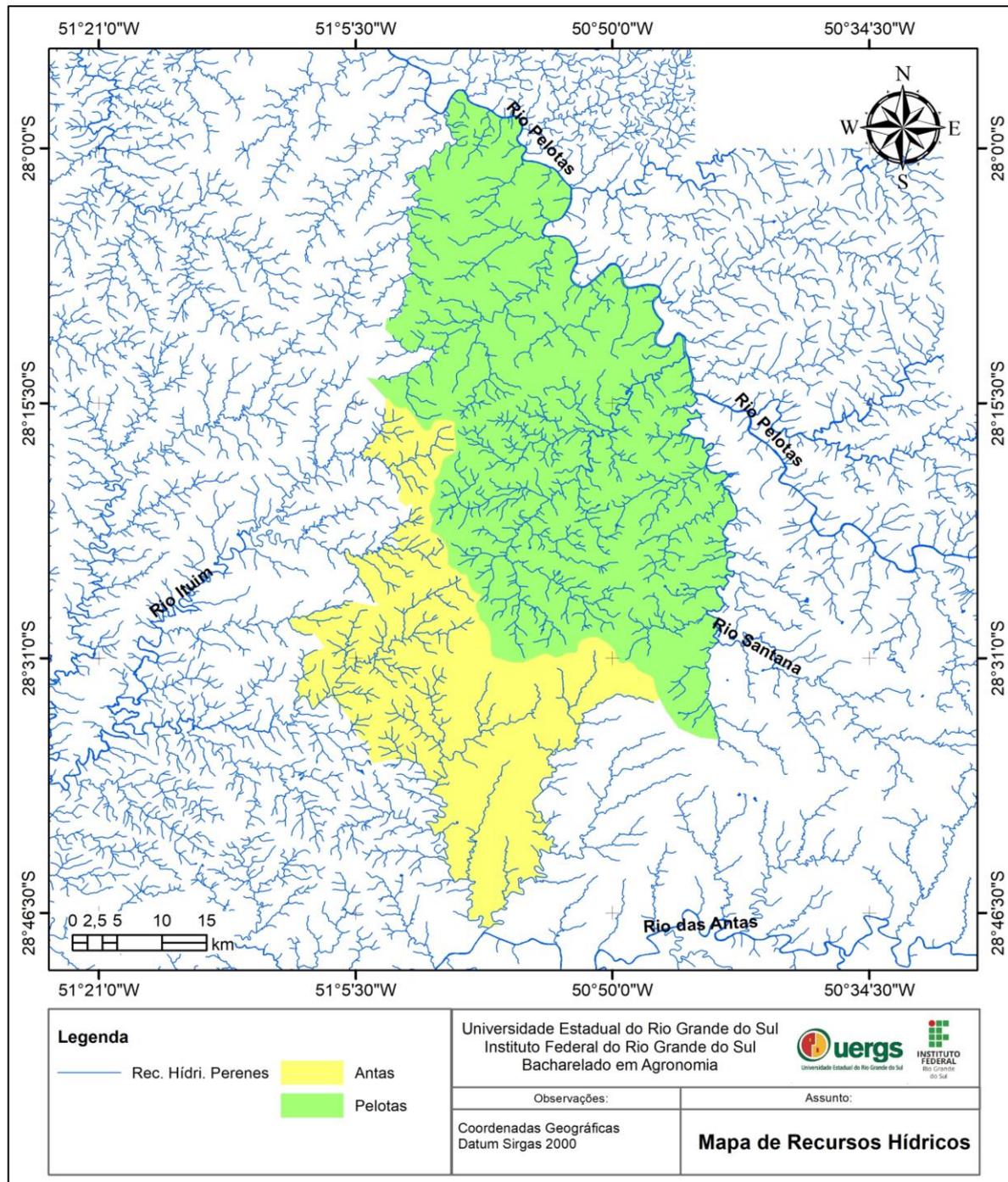
Conforme ilustrado no mapa hídrico do município (Figura 06), percebemos que ele é banhado pelo Rio Pelotas ao Norte, Rio Santana e Rio Ituim na área Central e Rio das Antas ao Sul. Além disso, Vacaria possui em seu território rios, córregos e sangas, que terão suas águas desembocando nas bacias hidrográficas do Taquari-Antas e Apuaê-Inhandava.

A bacia hidrográfica do Taquari-Antas localiza-se em partes das regiões do Planalto Médio, Campos de Cima da Serra, Encosta Superior do Nordeste e Encosta Inferior do Nordeste. Já a bacia hidrográfica do Apuaê-Inhandava localiza-se na região dos Campos de Cima da Serra e Alto Uruguai, no extremo nordeste do Rio Grande do Sul.

O Rio Pelotas é um dos principais rios do território vacariano, ele que faz a divisa natural entre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Em relação as áreas, 1.406,57 km² do município desaguam no rio Pelotas e 716,0006 km² desaguam no rio das Antas.

Os rios são considerados sistemas de escoamento fluvial, sendo parte integrante do ciclo hidrológico alimentado pelas águas superficiais e subterrâneas, sendo esse escoamento totalizado pelo volume do escoamento pluvial somando-se ao volume de água que, infiltrada, vai paulatinamente incorporando-se ao leito do rio. A proporção de águas superficiais e subterrâneas que alimentam um curso de água altera-se conforme fatores como o clima, solo, a formação rochosa, a declividade, a cobertura vegetal dentre outros elementos determinantes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 06: Mapa hidrográfico.

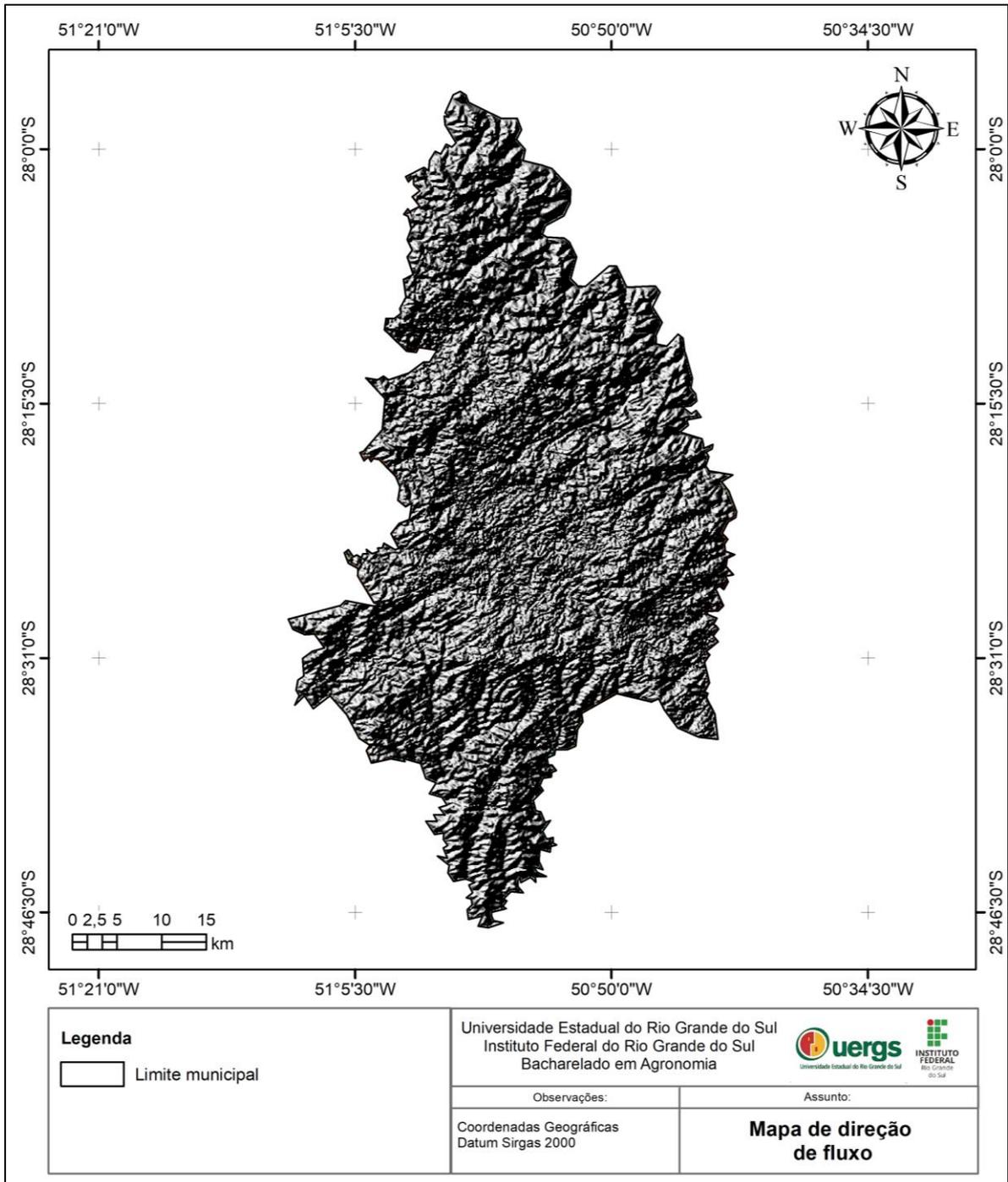


Fonte: Autores (2022).

As direções de fluxo são dados essenciais para modelagem hidrológica (Figura 07). Estas direções permitem simular o caminho que a água e materiais transportados como sedimentos, contaminantes, nutrientes etc., podem percorrer. Das direções de fluxo são derivadas as delimitações de bacias hidrográficas, as áreas de contribuição dos rios, a rede de drenagem, o comprimento e declividade de trechos de drenagem, os descritores de terreno, o

índice topográfico, entre outros (JARDIM, 2017). Em relação ao município de Vacaria, verificamos que as direções de fluxo conferem com os recursos hídricos apresentados no mapa anterior.

Figura 07: Mapa de direção de fluxo.



Fonte: Autores (2022).

O solo é um recurso natural lentamente renovável, formado por meio de um processo longo e lento de transformação das rochas e sedimentos, através do intemperismo sofrido por variáveis climáticas (vento, chuva, temperatura), bem como pela ação de outros organismos vivos da fauna e flora. Os solos são classificados de acordo com suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas.

No quadro 02 e na figura 08, apresentam a taxonomia de solos existentes na área, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS). Em Vacaria o solo tem características influenciadas fortemente pelo material de origem, derivado do derrame de basalto, predominando Latossolos Brunos Distroficos combinado com Cambissolos Humicos Distroficos e Nitossolos Brunos Distroficos.

Quadro 02: Classes de solos.

Símbolos	Descrição	Área (km²)
RLe23	Neossolos Litolicos Eutroficos + Cambissolos Haplicos Tb Eutroficos + Chernossolos Argiluvicos Orticos	104,942
LBd3	Latossolos Brunos Distroficos + Cambissolos Humicos Distroficos + Nitossolos Brunos Distroficos	796,136
RLe12	Neossolos Litolicos Eutroficos + Chernossolos Argiluvicos Orticos + Nitossolos Vermelhos Eutroficos	417,356
CHd1	Cambissolos Humicos Distroficos + Nitossolos Haplicos Distroficos + Neossolos Litolicos Distroficos	466,619
LBd2	Latossolos Brunos Distroficos + Nitossolos Haplicos Distroficos + Nitossolos Brunos Distroficos	335,746
NXe3	Nitossolos Haplicos Eutroficos + Nitossolos Haplicos Distroficos + Cambissolos Haplicos Ta Distroficos	5,851

Fonte: Autores (2022).

O município possui outros 2 tipos de solos predominantes (Neossolos e Cambissolos), também se salienta que nenhuma classe é pura, possuindo entremeios de outros tipos de solos.

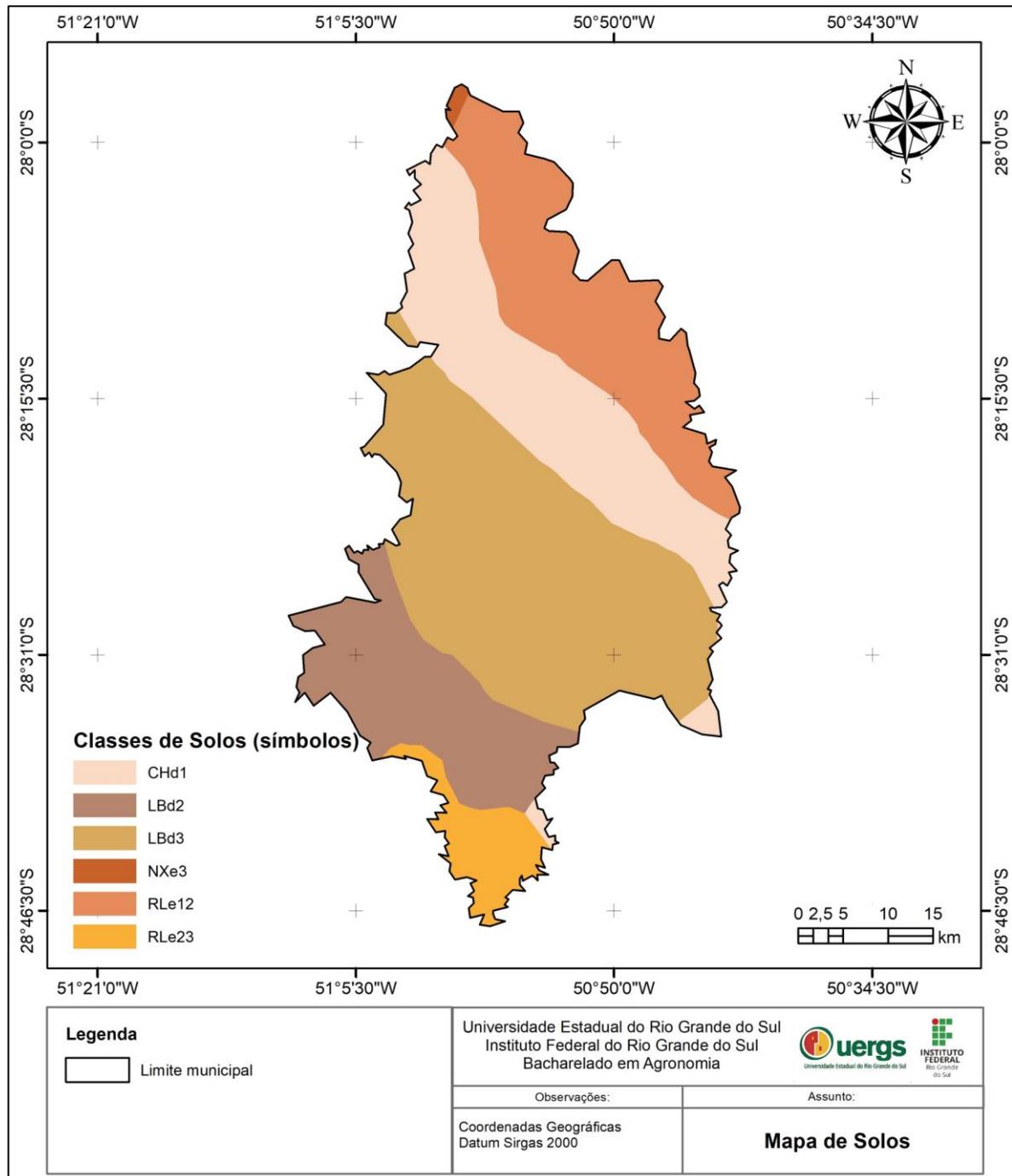
Latossolos Brunos Distroficos apresentam cores amarelas avermelhadas (brunadas) com enriquecimento de matéria orgânica na superfície, argilosos e muito argilosos, desenvolvidos em condições de clima subtropical e derivados de rochas basálticas e riodacíticas do Sul do Brasil, apresentando horizonte superficial húmico ou teores de carbono orgânico superiores a 1% até 70 cm ou mais de profundidade. A textura é argilosa ou muito argilosa ao longo do perfil, sendo que o horizonte A (superficial) é relativamente escuro, ocorrendo sobrejacente ao horizonte de cor brunada. Apresentam alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciado pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol por curtos

espaços de tempo (uma semana ou mais) formando uma estrutura tipo prismática (EMBRAPA, 2022).

Neossolos Litólicos Eutróficos compreendem solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. As limitações ao uso estão relacionadas a pouca profundidade, presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão. Sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distróficos e alícos. Os teores de fósforo são baixos em condições naturais (EMBRAPA, 2022).

Cambissolos Húmicos Ditróficos, são caracterizados pela presença do horizonte A superficial húmico, que se caracteriza pela cor escura, rica em matéria orgânica, associado a climas frios de altitude ou clima subtropical do Sul do Brasil. São solos de baixa fertilidade, geralmente ácidos, sendo mais utilizados para cultivos de subsistência, pastagem e reflorestamento (EMBRAPA, 2022).

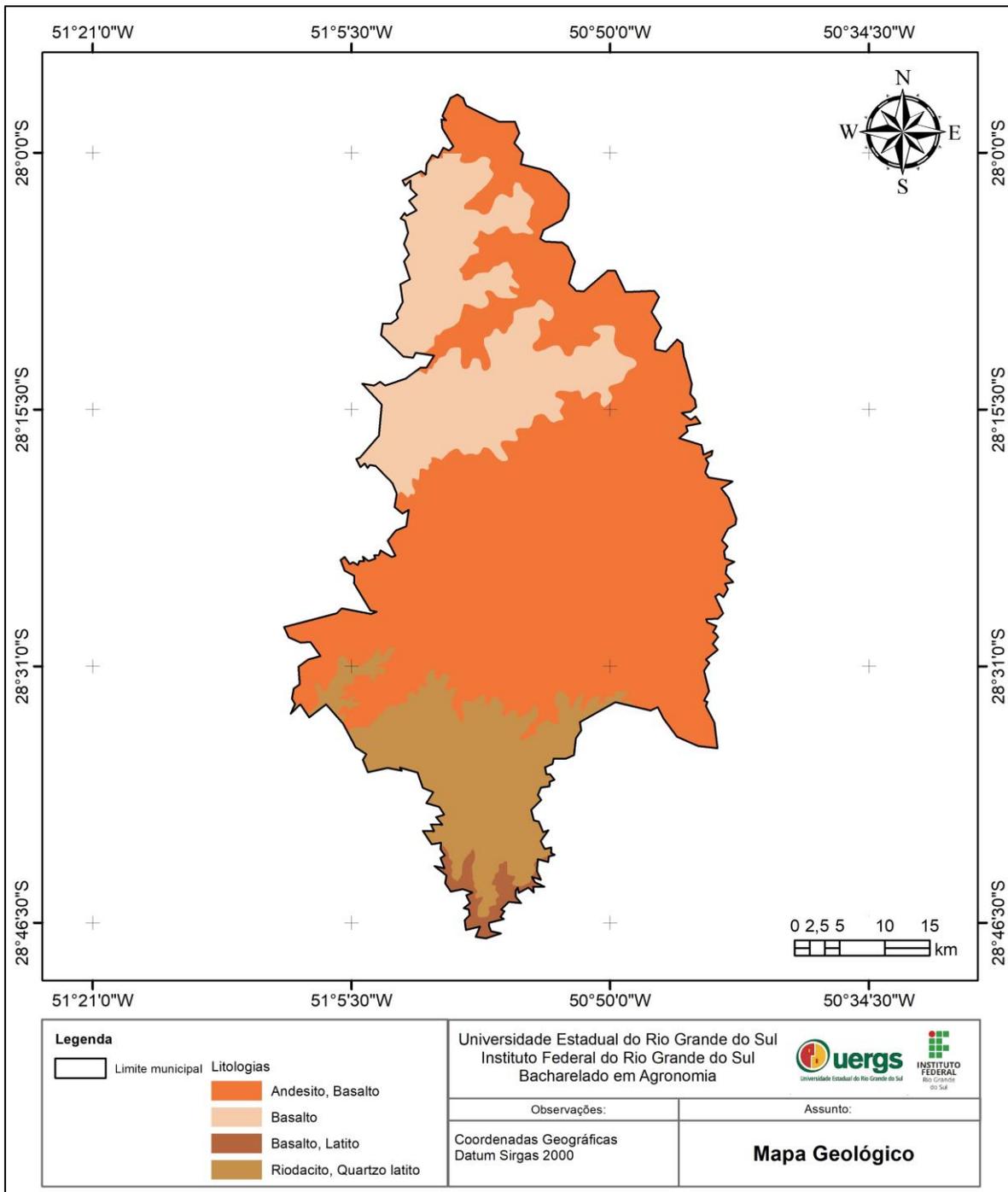
Figura 08: Mapa de solos.



Fonte: Autores (2022).

Há cerca de 190 milhões de anos ocorreu o início da formação do território Vacariano, e toda a metade norte do estado. Nesse período sucessivos derrames basálticos deram origem ao Planalto Meridional do Brasil. Por conta disso, o mapa geológico mostra a predominância de basalto (Figura 09).

Figura 09: Mapa geológico.



Fonte: Autores (2022).

A fácies Paranapanema, que é a formação predominante na área de estudo (Quadro 03), apresenta no espaço entre derrames a presença de sedimentos vulcanogênicos, que variam entre arenitos conglomeráticos a siltitos avermelhados, com espessuras que variam desde os 10 a 20 cm até 3 a 4 metros, constituindo camadas irregulares que foram detectadas entre 6 derrames de uma coluna constituída por 19 derrames (WILDNER *et al.*, 2006).

Litologicamente as rochas deste fácies são rochas granulares finas a médias, mesocráticas, cinza, cinza-esverdeado a cinza-avermelhadas quando alteradas, contendo horizontes vesiculares bem desenvolvidos, principalmente junto ao topo dos derrames. Petrograficamente trata-se da rocha microgranular composta por uma trama de prismas de plagioclásio e um par de clinopiroxênios (augita e pigeonita), aos quais somam-se o quartzo, óxidos e hidróxidos de Fe e Ti (titanitamagnetita-hematita) e apatita como acessórios, paragênese típica de toleitos. O espaço intergranular normalmente está preenchido por vidro intersertal, onde encontram-se cristálitos de plagioclásio e óxidos de Fe-Ti (WILDNER *et al.*, 2006).

Quadro 03: Fácies litológicas na área de estudo.

Unidade	Litologia	Área (km²)
Esmeralda	Basalto	414,406
Caxias	Riodacito, Quartzito latito	306,906
Gramado	Basalto, Latito	28,981
Paranapanema	Andesito, Basalto	1372,170

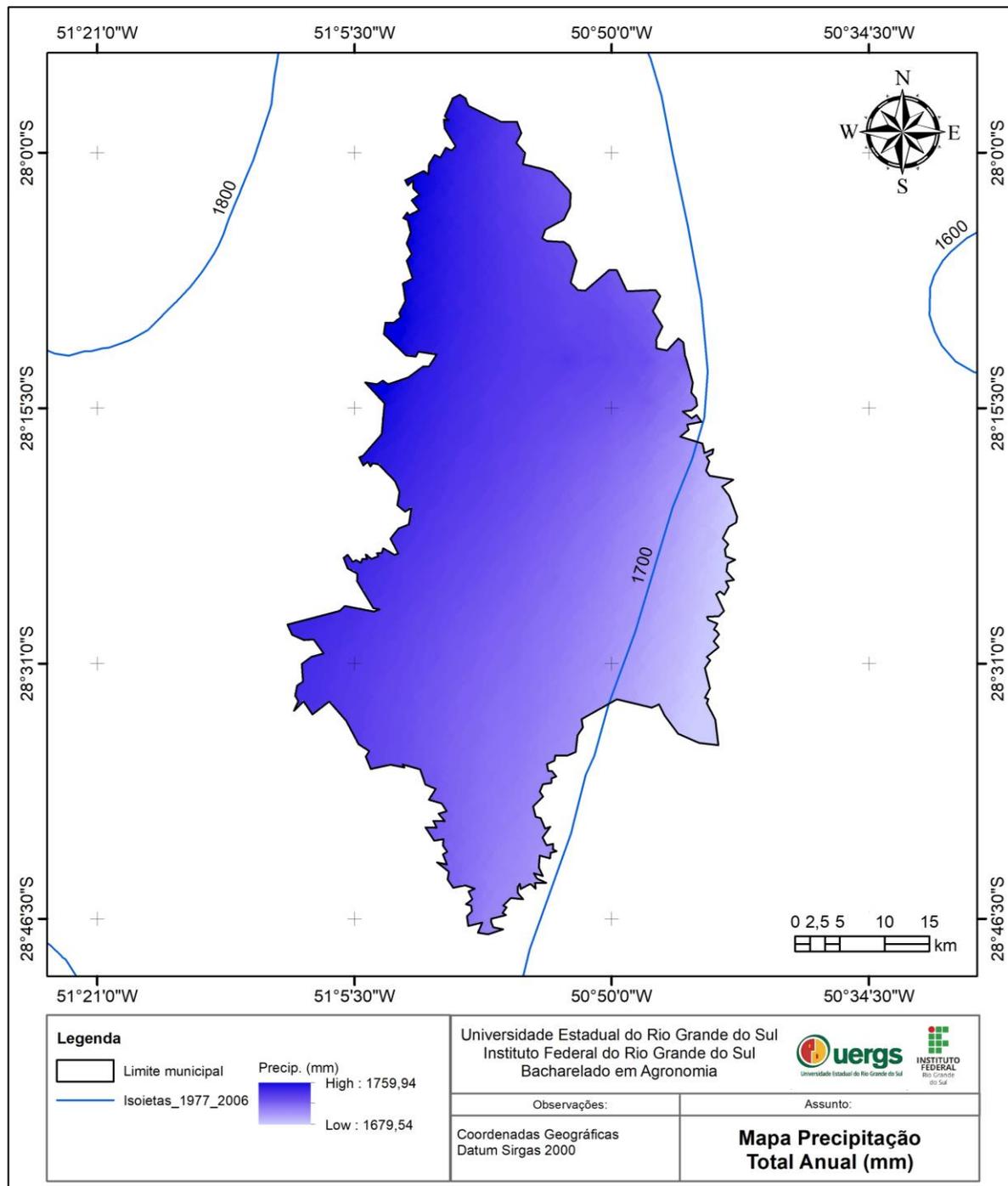
Fonte: Autores (2022).

O clima no Rio Grande do Sul é temperado do tipo subtropical, classificado de Mesotérmico Úmido. Em decorrência da localização geográfica do estado, ocorre o favorecimento de condições climáticas diferentes do restante do país, pois as massas de ar de temperaturas opostas se encontram sobre o estado e formam condições climáticas características do Rio Grande do Sul.

As variações de temperatura ocorrem em decorrência das estações do ano bem definidas, com invernos rigorosos apresentando eventos de geadas e em pontos específicos precipitação de neve, verões quentes, outono mais ameno do que a primavera. O regime de chuvas é relativamente bem distribuído ao longo do ano, conforme o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

O regime de chuvas, conforme ilustrado na Figura 10, é correspondente a série histórica analisada de 1977 a 2006, onde pode-se perceber que Vacaria está em uma região bem regada por chuvas, tendo uma distribuição espacial mais uniforme. Com a precipitação anual variando de 1.670mm ao Sul a 1.760mm ao Norte.

Figura 10: Mapa de distribuição de chuvas.



Fonte: Autores (2022).

Em Vacaria ocorre chuvas ao longo do ano inteiro, sendo um benefício a agricultura da região, pois seu excesso ou falta afetam diretamente a produção agrícola, trazendo impactos desde o produtor até para os consumidores finais. A produção agrícola depende de chuvas bem distribuídas, no município até mesmo nos meses mais secos, se tem chuvas.

Pereira *et al.*, (2009), analisaram alguns parâmetros climáticos para Vacaria e concluíram que a oscilação térmica indicou que julho é o mês mais frio e janeiro é o mês mais quente, sendo que a temperatura média mensal variou de 11,4 C a 22,1 C. A precipitação pluvial mensal oscilou entre 101mm e 174mm mensais e o número de dias com precipitação pluvial foi de 9 a 16 dias. Observou-se tendência de diminuição da temperatura máxima e aumento da temperatura mínima e do número de dias com precipitação.

4.3 ANÁLISE DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO

A classificação realizada pelo algoritmo MaxVer, da imagem Landsat, mostrou desempenho de 100% para o ano de 2021 (Landsat 8 OLI). A confiabilidade da classificação, medida pelo índice Kappa, para os mapas de uso e cobertura da terra de acordo com Landis e Koch (1977), demonstra que este desempenho é considerado excelente.

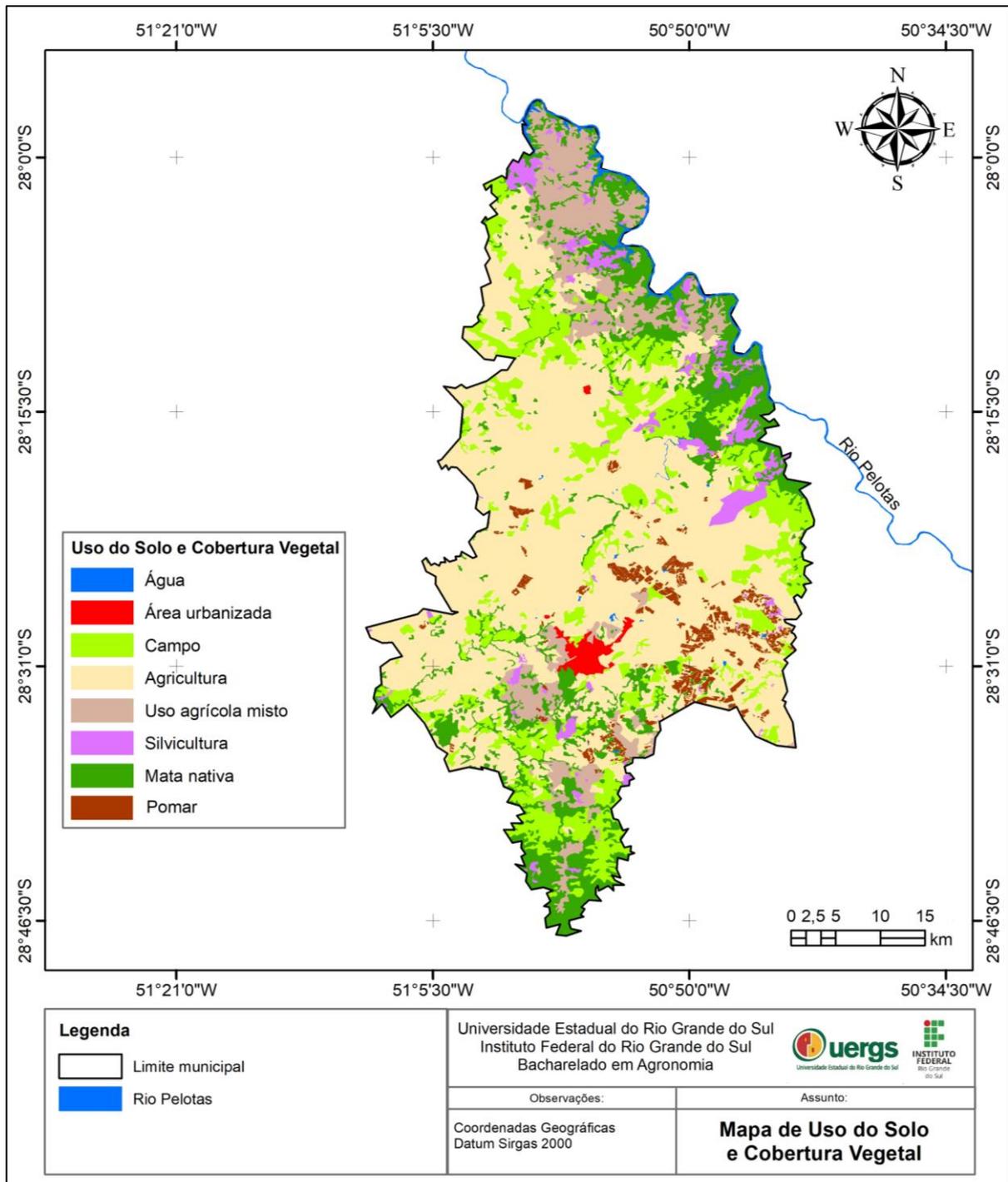
No mapa de uso e cobertura da terra do ano de 2021, correspondente o município de Vacaria (Figura 11), observou-se que as áreas florestais se localizam principalmente nas encostas, próximo aos principais rios da região, enquanto as culturas agrícolas estão distribuídas ao centro do município, apresentando junto a elas algumas áreas de agricultura mista e de solo exposto, as quais também podem estar relacionadas a áreas utilizadas para a agricultura.

Atualmente a agricultura detém 50,30% de uso do solo (Quadro 04 e Figura 12), pois o município possui áreas com declividades baixas favoráveis a esse uso, além disso está situada em uma região de clima e solo propícios para cultivo. Esse tipo de uso sofreu expansão agrícola ao longo dos últimos 60 anos e veio tomando impulso para a exploração de usos mais rentáveis.

A área urbanizada fluiu junto com a evolução do uso do solo, por conta do crescimento de oportunidades e empregos proporcionados pelos cultivos, instalando também, um ciclo econômico na região, se tornando 0,85% de uso do solo. Apresenta 87.7% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 59.3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 24% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio), conforme dados do IBGE (2010).

Em 2019, o salário médio mensal era de 2.0 salários-mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 27.7% (IBGE, 2010).

Figura 11: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal.



Fonte: Autores (2022).

A mata nativa conta com 15,21%, e não ocorreu uma grande mudança nos últimos anos, pois essas áreas de vegetação muitas vezes estão localizadas em regiões acidentadas e junto as drenagens, onde torna-se difícil outros usos.

O avanço de culturas como a soja e o reflorestamento, e mesmo o turismo, promovem o aumento do consumo de água e contribuem para alguns processos de degradação dos solos e

aumento da disposição de resíduos. Por isso, é importante a promoção da preservação da vegetação remanescente de Mata Atlântica presente na Região, nas encostas de morros e baixadas, bem como das matas ciliares para proteger o solo da erosão, a rede de drenagem superficial e as áreas de nascentes, viabilizando o processo produtivo na Região através de técnicas adequadas de conservação do solo e da água. É reconhecida a necessidade de preservação e recuperação da cobertura vegetal da mata de Araucária e da fauna do Bioma Mata Atlântica, através da criação de áreas de pesquisa, de parques e reservas e áreas turísticas (COREDE 2015).

Quadro 04: Uso do solo e cobertura vegetal.

Uso do solo e cobertura vegetal	%
Agricultura	50,30
Uso agrícola misto	10,00
Pomar	2,82
Água	0,90
Área urbanizada	0,85
Campo	16,36
Silvicultura	3,57
Mata nativa	15,21

Fonte: Autores (2022).

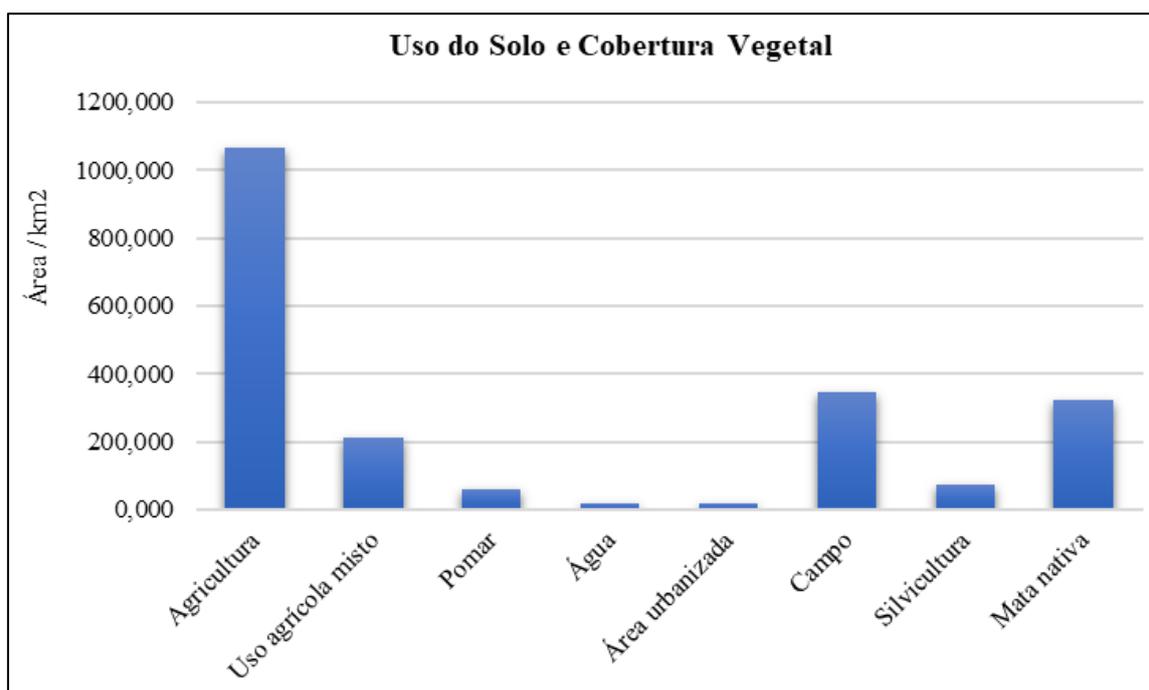
Os campos, possuem um total de 16,36% de área, sofrem com as consequências de sua diminuição ao longo do tempo, visto que ocorre o aumento de classes de lavouras, utilizando esses espaços quando possível. A agropecuária da região se baseia em bovinos, ovinos, aves, equinos, suínos, caprinos, codornas e babuínos.

Um trabalho realizado por Lopes *et al.*, (2010), avaliaram que o município de Vacaria, no período de 1950 e 2005, aproximadamente 40% do campo nativo foram convertidos em lavouras anuais e 2,3% em pomares. A parte da zona urbana incluída no estudo aumentou 14,0% neste período. A região dos Campos de Cima da Serra, foi ocupada, tradicionalmente, pela pecuária extensiva, porém nos anos 50 se iniciou a transição de campo nativo para a agricultura empresarial, mecanizada com culturas anuais e pomares.

Além disso, o município conta com 10,00% de uso agrícola misto; 2,82% de pomares bem significativos a região; 0,90% para águas; e 3,57% para áreas de silvicultura.

As estiagens periódicas em épocas de grande demanda por recursos hídricos fazem a oferta de água diminuir drasticamente, levando ao estabelecimento de conflitos crescentes pelo uso do recurso. Além disso, o núcleo urbano de Vacaria utiliza mananciais superficiais para abastecimento, aumentando as possibilidades de desabastecimento.

Figura 12: Gráfico do uso do solo e cobertura vegetal.



Fonte: Autores (2022).

Em relação a silvicultura, Cunha *et al.*, (2011), analisou o aumento no município de Jaquirana. Os resultados revelaram significativo aumento da silvicultura em detrimento da cobertura florestal natural nesse curto espaço de tempo. A perda da mata natural pertencente à classe de Floresta Ombrófila Mista no município foi de 5.643,37 ha no espaço de cinco anos. No entanto, a silvicultura que ocupava 921,10 ha em 2002 passou a ocupar 4.814,37 em 2007. Foi observado também que extensas faixas ao longo das margens dos rios Antas, Tainhas e Camisas que permeiam a região estão ocupadas por plantações de *Pinus sp.*

O município de Vacaria desfruta de um clima com temperaturas baixas durante a noite, isso traz benefícios como o aumento de taxa fotossintética líquida em função da respiração, característica que atribuída ao elevado e bem distribuído regime de chuvas, favorece o rendimento de culturas, como por exemplo, o milho e a soja.

Em relação a fruticultura, a cultura da maçã tem destaque (Figura 13), porém a produção de morangos, amoras, mirtilos e framboesas, dentre outras pequenas frutas, está se tornando

uma nova fonte de renda para os produtores, por conta de seu valor e demanda do mercado, antes tomado por pecuária de corte e o cultivo de grãos em grande escala.

Vacaria é um dos maiores produtores de pequenas frutas da região da Serra Gaúcha, sendo algo recente, porém com grande potencial, ultrapassando 175 hectares de produção, onde são colhidos em média 3.500 toneladas deste grupo. A colheita das amoras, framboesa e mirtilo ocorrem desde o início do mês de novembro e o morango é produzido durante o ano inteiro. Observando o manejo e controle de pragas, onde se intensifica na pré-colheita (STRVACARIA, 2016).

Figura 13: Pomar de maçã.



Fonte: Lorenzo Tissot (Abril / 2021).

O mel se torna outro produto agropecuário com alta produção do município, diversificando e sendo rentável para os produtores, que muitas vezes são produtores familiares. Essa produção de mel da região está unida a produção de maçã, pois é de suma importância a presença de abelhas nos pomares, para assim, acarretar uma melhor produtividade das frutas.

A produção de uva está presente no município também, contando com uma filial da Vinícola Campestre, produzindo vinhos, sucos, coolers e espumantes.

Nesse sentido, podemos avaliar que os produtos do sensoriamento remoto são os que apresentam informações intrinsecamente espacializadas com atualização frequente sobre o uso do solo possuindo, assim, maior confiabilidade e precisão das informações geradas. No quadro 05, estão listadas algumas imagens da paisagem do município.

Quadro 05: Algumas imagens do uso do solo e cobertura vegetal.

Água	
Área urbanizada	
Mata nativa	
Agricultura	

Fonte: Autores (2022).

4.4 POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES DO MUNICÍPIO

Os estudos de fragilidade ambiental são de relevância ao Planejamento Ambiental pois proporcionam um melhor entendimento do espaço físico viabilizando um zoneamento e subsidiando a gestão do território, integram informações do meio antrópico e natural sendo

necessário analisar as potencialidades dos recursos naturais, as fragilidades que o ambiente oferece e ao mesmo tempo apresenta as necessidades que a sociedade possui (SPÖRL, 2001 *apud* SANTOS *et al.*, 2010).

Segundo Santos *et al.*, (2010), a fragilidade potencial é representada pela integração de informações da geomorfologia, tipos de solos, morfometria de declividade, geologia e demais informações físicas, já a fragilidade emergente, integra a fragilidade potencial com o tipo do uso do solo.

A resposta do meio natural as intervenções sofridas por ações antrópicas são recebidas de formas diferentes, variando conforme as características da paisagem, nesse contexto o mapeamento da fragilidade possibilita identificar as áreas que necessitam maior atenção e orientação no seu uso e ocupação para preservar o sistema ecológico (VALLE *et al.*, 2016).

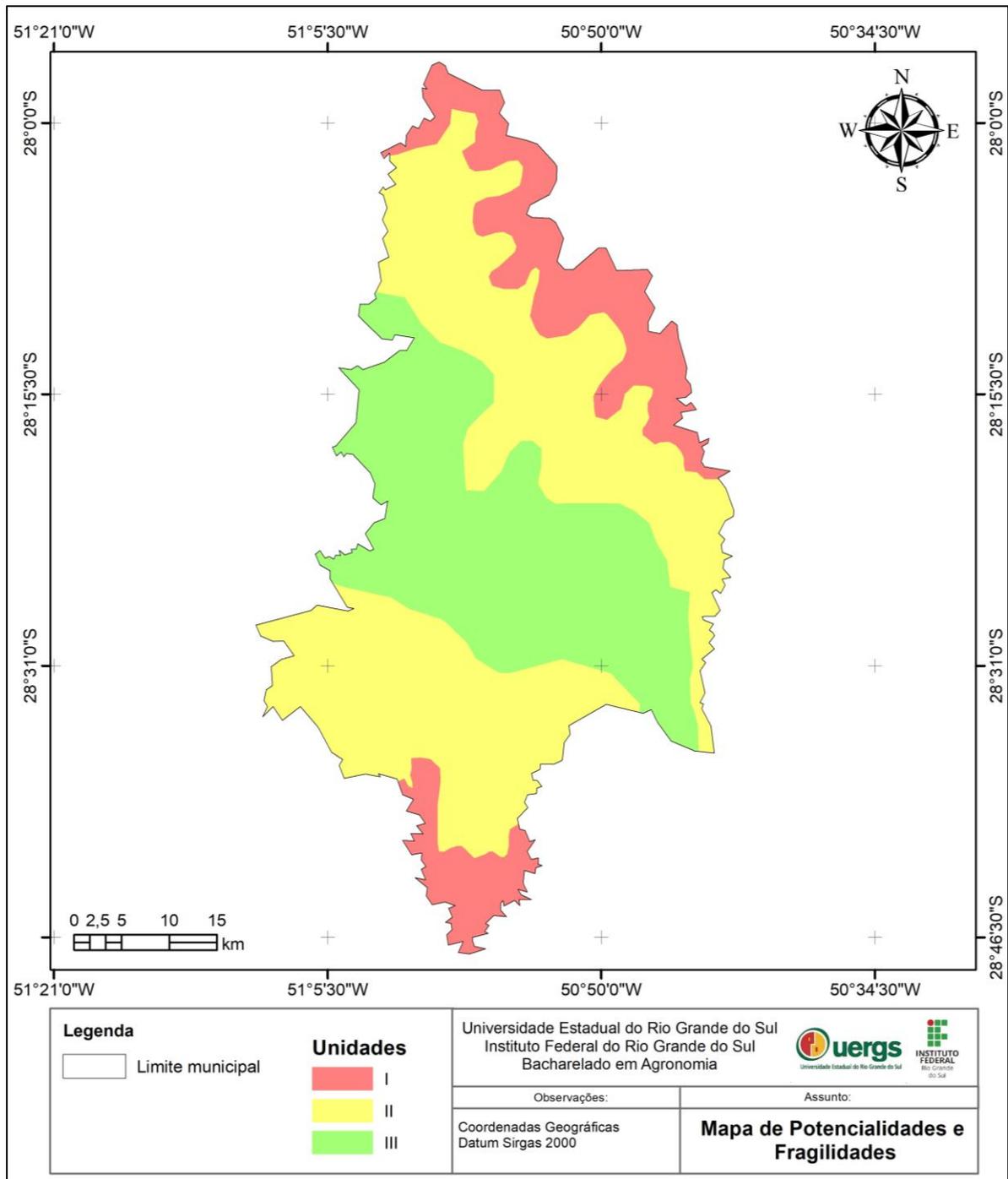
As potencialidades e fragilidades do terreno são avaliadas conforme elementos e características naturais do relevo associados aos seus usos. O território do município de Vacaria, foi dividido em três unidades com potencial e fragilidade ao uso distintas, assim elencou-se os pontos fortes e fracos em conformidade as suas características (Figura 14).

Unidade I: Localizada ao extremo sul e ao extremo norte do município, possui características de altas declividades (30 a 100%). Sua fragilidade emergente é considerada baixa devido as características do relevo não permitirem a ocupação da maior porcentagem do terreno o que preserva a vegetação e o solo. As maiores potencialidades da área estão representadas pela predominância da vegetação nativa e atrativos naturais para realização de ecoturismo.

Unidade II: Unidade com médio nível de fragilidade, devido as declividades do relevo oscilarem entre 5 e 30%, seus solos são passíveis de compactação com predominância de usos por atividades agrícolas, seu potencial resulta da viabilidade de mecanização das áreas e cultivos agrícolas, o que expande a fragilidade emergente.

Unidade III: Situado no centro do município é caracterizada por declividades de 0 a 10 %, relacionada a fragilidade muito fraca a fraca, o relevo é considerado plano. Seus usos predominantes são lavouras em decorrência da viabilidade de mecanização das áreas, apresentando potencialidades de exploração econômica. Sua localização precisa de ordenamento na ocupação do solo pela possibilidade de inundação de áreas urbanas quando ocorrem precipitação acima da média.

Figura 14: Mapa de potencialidades e fragilidades do município de Vacaria.



Fonte: Autores (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo foi possível verificar a cobertura vegetal e uso do solo com suporte de geotecnologias no município de Vacaria, Rio Grande do Sul. Cumprindo com os objetivos de estruturar uma base de dados do município, analisar o uso e cobertura vegetal e mapear variáveis geográficas.

Foi possível obter uma melhor compreensão espacial das atividades socioeconômicas e usos do solo, bem como a forma de ocupação no município, visto que neste município são desenvolvidas atividades de agricultura, embora não tenha sido possível se deslocar a campo para validação das áreas identificadas.

O uso de imagens da série Landsat confirmou-se como uma importante ferramenta para análise e monitoramento do uso e ocupação da terra. E os resultados da classificação supervisionada por pixel utilizando o algoritmo MaxVer geraram produtos próximos da realidade.

O aprofundamento no assunto das geotecnologias é de grande importância para futuras pesquisas, uma vez que a tendência é aumentar o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, é raro encontrar empresas e instituições que não se apoiam em geotecnologias, como suporte de auxílio na análise ambiental.

REFERÊNCIAS

BRAZ, A. M.; BARROS, M. H. de S.; BRAZ, A. M.; GARCIA, P. H. M. Manejo e capacidade de uso das terras aplicando Geotecnologias na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – Três Lagoas/MS. **Revista Cerrados**, [S. l.], v. 15, n. 01, p. 237–264, 2017. DOI: 10.22238/rc24482692v15n12017p237a264. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/1360>. Acesso em: 19 abr. 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2º ed. São Paulo: Blucher, 1980.

CLEMENTE, Carlos Magno Santos; SANTOS, Pablo Santana. Geotecnologias como suporte para análise da vegetação natural na sub-bacia hidrográfica do rio Gavião (1988 a 2015). **Revista Cerrados (Unimontes)**, vol. 15, núm. 1, pp. 98-113, 2017.

COLE, Dorlei Marcos. **Plano Ambiental Municipal Versão para o COMDEMA**. Vacaria RS, 2006.

COREDE - Campos de Cima da Serra. **Perfil Socioeconômico - COREDE Campos de Cima da Serra**. Disponível em: <https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134128-20151117100501perfis-regionais-2015-campos-de-cima-da-serra.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

CUNHA, Maria do Carmo Lima e; *et al.* Quantificação da dinâmica dos remanescentes florestais no município de Jaquirana, RS, em imagens de satélite. **Rev. Árvore**, 35 (4), ago 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000500012>

EMBRAPA. **Geotecnologia**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-geotecnologias/sobre-o-tema>. Acesso em: 19 nov. 2021.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/sistemabrasileirodecassificacaodosolos2006.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/sistemabrasileirodeclassificacaodosolos2006.pdf). Acesso em: 27 nov. 2021.

EMBRAPA - AGEITEC. **Latossolos Brunos**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r8ll2dpj.html. Acesso em: 01 jun. 2022.

EMBRAPA - AGEITEC. **Neossolos Litólicos**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html. Acesso em: 01 jun. 2022.

EMBRAPA - AGEITEC. **Cambissolos Húmicos**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn1sba0i02wx5ok0liq1mqkbnn5r8.html. Acesso em: 01 jun. 2022.

FEET, Mauro Sander. **Análise Econômica de Sistemas de Cultivo de Macieiras no Município de Vacaria/RS**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/2528>. Acesso em: 01 abr. 2022.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

IBGE. **Censo Agropecuário**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/vacaria/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 26 nov. 2021.

IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/vacaria/panorama>. Acesso em: 26 nov. 2021.

IBGE – Cidades. **Panorama Vacaria**. Censo 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/vacaria/panorama>. Acesso em: 02 jun. 2022.

IBGE. **Histórico**. 2011. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/vacaria/historico>. Acesso em: 26 nov. 2021.

JARDIM, Alexandre Copertino. **Direções de fluxo em modelos digitais de elevação: um método com foco na qualidade da estimativa e processamento de grande volume de dados**. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Programa de Pós-Graduação do INPE em Computação Aplicada. 2017. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/INPE_a98835a5009af0c6abb1e932e6f480a0#:~:text=.%2C%20podem%20percorrer,-.Das%20dire%C3%A7%C3%B5es%20de%20fluxo%20s%C3%A3o%20derivadas%20as%20delimita%C3%A7%C3%B5es%20de%20bacias,qualidade%20das%20dire%C3%A7%C3%B5es%20de%20fluxo. Acesso em: 10 maio. 2022.

LANDIS, J.; KOCH, G. The measurement of observer agreement for categorical data. Washington, USA. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p.159-174, 1977.

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

LOPES, Fabíola; *et al.* Evolução do uso do solo em uma área piloto da região de Vacaria, RS. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 14 (10), out 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001000003>

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de (Organizadores). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

MUELLER, L. *et al.* Assessing the productivity function of soils: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 30, p. 601-604, 2010.

NOVO, Evlyn; PONZONI, Flávio Jorge. **INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO**. São José dos Campos, 2001. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/Miguel/AlunosPG/Jarvis/SR_DPI7.pdf. Acesso em: 19 nov. 2021.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

OLIVEIRA, I. M. S. de; REIS, A. A. dos; SILVEIRA, E. M. de O.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; MELLO, J. M. de. Estoque do potencial produtivo do Cerrado utilizando geotecnologias. **Ciência Florestal**, 31(2), 766–785. 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509838596>

PEDROSA, Bianca Maria; CÂMARA, Gilberto. **MODELAGEM DINÂMICA E GEOPROCESSAMENTO**. São José dos Campos: INPE. 2002. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.15.07/doc/cap6-dinamica.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

PEREIRA, T. P.; FONTANA, D. C.; BERGAMASCHI, H. O Clima da Região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e híbridas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 15, n. 2, p. 145-157, 30 dez. 2009.

QUARTAROLI, C. F.; et al. **Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/988056>. Acesso em: 24 nov. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico**: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SCP, 2002. 2° ed. Atlas.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista Do Departamento De Geografia**, 16, 81-90. 2011. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0009>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288>. Acesso em: 10 maio. 2022.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento**. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia. Laboratório de Geoprocessamento. 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2016/12/Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-Geoprocessamento-Roberto-Rosa.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

ROSAN, T. M.; ALCANTARA, E. Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Matogrossense: o estudo de caso do município de Cláudia (MT). **Revista Brasileira de Cartografia**, [S.l.], n.68/5, p. 979-990, 2016.

SANTOS, J. C.; BARROS, J. W. C.; MARINHO, F. G. G.; SAKUMA, F. Y. S.; NOVAIS, T. N. O.; NASCIMENTO, J. L. P.; CANEIRO, F. S. Caracterização do uso e cobertura do solo do município de Concórdia do Pará utilizando geotecnologias. **Natural Resources**, v.10, n.2, p.33-37, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2020.002.0004>

SANTOS, Vinicius Silveira dos; *et al.* Definição das Unidades de Relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari – Oeste do RS. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, Vol. 21, n.2, p. 197-204, 2017.

SANTOS, R. M. dos. *et al.* Análise da Fragilidade Ambiental no Município de Tamboara – PR: Aplicações e Estudo Comparativo de Duas Metodologias. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia**, Jataí, n.14, p. 93-120. 2010.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Georreferenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Ed. Unicamp, 1999. 235p.

SILVA, C. O. **Geoprocessamento aplicado ao zoneamento agrícola para cana-de-açúcar irrigada do estado do Piauí**. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem). Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2016.

SOUZA, Carine Cabral; CUNHA, Márcia Cristina da. O uso das geotecnologias como ferramenta de auxílio na análise ambiental no município de Jataí Goiás. **Geoambiente Online**, Goiânia, n. 38, p. 151–174, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/63586>. Acesso em: 18 abr. 2022.

STRVACARIA. **Safra das pequenas frutas deve colher 3.500 toneladas**. 20 de dezembro de 2016. Disponível em: <http://www.strvacaria.com.br/safra-das-pequenas-frutas-deve-colher-3-500-toneladas/#:~:text=A%20colheita%20de%20amora%2Dpreta,de%20frutos%20de%20boa%20qualidade>. Acesso em: 02 jun. 2022.

VALE, J. R. B.; PEREIRA, J. A. A.; CEREJA, S. S. dos A.; SOUZA, L. F. P. de. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra do município de Conceição do Araguaia-Pará através do Google Earth Engine. **Revista Cerrados**, [S. l.], v. 18, n. 02, p. 297–318, 2020. DOI: 10.46551/rc24482692202019. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/1995>. Acesso em: 19 abr. 2022.

VALLE, I. C. FRANCELINO, M. R. PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**. [online]. vol.23, n.2, p. 295-308. 2016.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento Conceitos e Definições. **Revista de Geografia–PPGEO-UFJF**. Juiz de Fora, v.7, n.2, (Jul-Dez) p.195-201, 2017. DOI: <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2017.v7.18073>

WATRIN, O. S.; CRUZ, C. B. M.; SHIMABUKURO, Y. E. Análise evolutiva da cobertura vegetal e do uso da terra em projetos de assentamentos na fronteira agrícola amazônica, utilizando geotecnologias. **Geografia**, [S./l.], v. 30, n. 01, p. 59-76, 2005.

WILDNER, Wilson, *et al.* **Geologia E Recursos Minerais Do Sudoeste Do Estado Do Paraná**. Escala 1:200.000. Brasília: CPRM, 2006. (Convênio CPRM/MINEROPAR).