UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

WILLIAN TOZETTO

USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÕES DE ÁREAS DE FRAGILIDADE GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC

Tubarão

2021

WILLIAN TOZETTO

USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÕES DE ÁREAS DE FRAGILIDADE GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro civil.

Orientador: Prof. Ismael Medeiros.

Tubarão

2021

WILLIAN TOZETTO

USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÕES DE ÁREAS DE FRAGILIDADE GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 18 de novembro de 2021.

_____

Professor e orientador Ismael Medeiros Esp. Eng. Civil
Universidade do Sul de Santa Catarina

_____

Dayani Della Giustina Michels, Ms. Eng. Civil

_____

Prof. Gercino Preve, Esp. Eng. Agrimensor
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
em seguida a minha namorada e meus pais por
todo apoio para que esta etapa fosse concluída.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder saúde e força para superar todos os desafios desta etapa.
Aos meus pais Darci Tozetto e Rosinete Pintado de Oliveira, por me apoiarem desde o início quando tomei a decisão de seguir o meu sonho.
A minha namorada Thaynã Goulart Cardoso, por estar sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis, e me incentivar a jamais desistir, por toda a paciência, companhia e amor. Obrigado.
Ao Professor e Orientador Ismael Medeiros pelo conhecimento compartilhado e experiência transmitidos durante a elaboração deste trabalho, e aos membros da banca examinadora, Eng. Civil Dayani Della Giustina Michels e Eng. Esp. Gercino Preve, meus agradecimentos pela disponibilidade de seu tempo.
Ao Eng. Civil Lucas Antunes Mendes que sempre se mostrou disponível para sanar todas as minhas dúvidas durante o período de estágio.
Agradeço também ao Alexandre do Amaral Pedro e Marcos Oliveira Ribeiro, por me conceder a oportunidade de fazer parte de sua empresa, e confiar em meu trabalho.
Por fim a todos os colegas e amigos que contribuíram de alguma forma para a conclusão dessa etapa.

“Apressa-te a viver bem e pensa que cada dia é, por si só, uma vida” (Seneca, 4 A.C.).

RESUMO

O desenvolvimento do perímetro urbano inclui inúmeros benefícios para a população, como o desenvolvimento econômico da região, porém consigo trás ônus: o crescimento desorganizado e desenfreado de ocupação de áreas suscetíveis a acidentes geotécnicos, impondo aos habitantes risco fatal. Assim o mapeamento geotécnico se mostra eficaz no direcionamento do planejamento de expansão territorial, corroborando as possíveis áreas de fragilidades. Neste contexto, através de métodos geotécnicos este trabalho apresenta uma metodologia que correlaciona os dados da evolução da mancha urbana do município de Orleans com a elaboração de mapas temáticos, tendo em vista que mais que um terço do território do município de Orleans está situado em possíveis áreas de risco. Como resultado de caso, através do estudo foram produzidos mapas temáticos, inclusive de suscetibilidade a erosão do munícipio de Orleans. Acredita-se que este trabalho corrobora em um planejamento da expansão territorial de forma correta, para que possa contribuir para a diminuição de acidentes geológicos.

Palavras-chave: Mapeamento Geotécnico. Suscetibilidade. Mapa Temático.

ABSTRACT

The development of the urban perimeter includes numerous benefits for the population, such as the economic development of the region, but also brings burdens: the disorganized and unbridled growth of occupation of areas susceptible to geotechnical accidents, imposing fatal risk to the inhabitants. Thus, geotechnical mapping proves to be effective in directing the planning of territorial expansion, corroborating the possible areas of fragility. In this context, through geotechnical methods, this work presents a methodology that correlates the data of the urban spot evolution in the city of Orleans with the elaboration of thematic maps, considering that more than a third of the Orleans territory is located in possible risk areas. As a case result, through the study, thematic maps were produced, including erosion susceptibility maps of the city of Orleans. It is believed that this work corroborates in a planning of the territorial expansion in a correct way, so that it can contribute to the reduction of geological accidents.

Keywords: Geotechnical mapping. Susceptibility. Thematic Map.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Funcionamento de coleta de informações através do sensoriamento remoto 18
Figura 2 - Sistema RTK Convencional, uma estação de referência 19
Figura 3 - RTK em Rede, várias estações como referência..... 20
Figura 4 - Operações aritméticas executadas pixel a pixel entre duas bandas 22
Figura 5 - Fluxograma com as etapas propostas 26
Figura 6 - Mapa de delimitação do município de Orleans.....28
Figura 7 - Fluxograma com as etapas de elaboração dos mapas temáticos 30
Figura 8 - Área de obtenção de imagens via satélite.....31
Figura 9 - Imagem raster delimitada pelo município de Orleans.....31
Figura 10 - MDT gerado a partir da vetorização da imagem raster.....32
Figura 11 - Mapa de declividade da região. 33
Figura 12 - Mapa temático das unidades geológicas da região. 34
Figura 13 - Mapa temático apresentando as características pedológicas da área.....34
Figura 14 - Mapa temático representando a hidrologia da região 35
Figura 15 - Mapa temático de mineralogia da região.....35
Figura 16 - Mapa temático das unidades geotécnicas da região 36
Figura 17 - Representação dos pontos de suscetibilidade da região de Orleans 37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Migração do perímetro rural para urbano 28
Gráfico 2 - Crescimento demográfico na região de estudo 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escalas e bases utilizadas..... 30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **14**
1.1 **OBJETIVO** **16**
1.1.2 Objetivo geral **16**
1.1.3 Objetivos específicos **16**
2 REVISÃO DE LITERATURA **17**
2.1 Princípios básicos do sensoriamento remoto **17**
2.2 Principais sistemas sensores e métodos de análise de dados gerados a partir de plataformas e orbitais **18**
2.2.1 Gps **18**
2.2.2 Gnss cinemátoco em tempo real (rtk) **18**
2.2.2.1 Rtk convencional **19**
2.2.2.2 Rtk em rede **19**
2.3 Processamento digital de imagens, envolvendo: pré- processamento, análises qualitativas e quantitativas sobre imagens digitais, e pós precessamento **20**
2.3.1 Pré processamento **20**
2.3.2 Processamento **21**
2.3.3 Pós processamento **21**
2.3.3.1 Aritimética de bandas **21**
2.3.3.2 Cor **22**
2.3.3.3 Filtragem **23**
2.4 Sistemas de informações geográficas – sig's **23**
2.5 Uso da cartográfia no Brasil como ferramenta de planejamento urbano **24**
2.6 Cartográfia geotécnica **24**
2.7 Mapeamento geotécnico **25**
3 METODOLOGIA **26**
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES **28**
4.1.1 Apresentação da área de estudo **28**
4.1.2 Preparação das bases **29**
4.1.3 Recortes e delimitações de área de estudo **31**
4.1.3.1 Imagem Raster **31**
2.1.3.2 Modelo Digital de Terreno – M.D.T. **32**
4.1.3.3 Curvas de nível e declividade **32**

4.1.3.4 Geologia **33**
4.1.3.5 Pedologia **34**
4.1.3.6 Hidrologia **34**
4.1.3.7 Minerologia **35**
4.1.3.8 Unidades geotécnicas **36**
4.1.3.9 Àreas de suscetibilidade geotécnica (declividade x pedologia x geologia) **36**
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **38**
REFERÊNCIAS **39**

1 INTRODUÇÃO

As Áreas Urbanizadas do Brasil são o resultado do mapeamento das manchas urbanas das cidades brasileiras com o objetivo de acompanhar o estágio de urbanização no território brasileiro.

As imagens fotogramétricas ou de satélites são cada vez mais utilizadas em estudos espaciais, pois possibilitam a identificação dos elementos da paisagem com maior periodicidade e precisão, trazendo resultados mais consistentes que um levantamento tradicional (SALES, 2010).

Segundo Oliveira e Bolaffi (1970) "O planejamento urbano no Brasil é uma atividade recente cuja necessidade passou a se fazer sentir com intensidade cada vez maior nas últimas décadas sob o impacto do crescimento rápido e desordenado das nossas cidades. Com efeito, em consequência do crescimento econômico e físico e da industrialização, as cidades brasileiras perderam o caráter de organismo dotado de funções urbanas diferenciadas e específicas, capazes de satisfazer a uma ampla gama de necessidades, para se transformarem nos aglomerados uniformemente caóticos e congestionados que todos nós conhecemos".

Mais ainda, a incapacidade de prever o crescimento e suas consequências fez com que se perdesse a oportunidade de aproveitar suas potencialidades latentes no sentido de um real desenvolvimento urbano (OLIVEIRA & BRITO, 1998).

O planejamento do desenvolvimento estadual se identifica, em grande medida, com o planejamento do desenvolvimento federal, sobretudo, no que se refere à ênfase na dimensão econômica, no curto e médio prazo, no tratamento setorial, nas dificuldades em lidar com as desigualdades regionais e urbanas e incorporar a problemática ambiental. Percebe-se, no caso catarinense, que o crescimento econômico impulsionado pela ação estatal, não levou a uma melhor distribuição da renda, à diminuição das desigualdades regionais e urbanas e a um melhor aproveitamento dos recursos naturais. "Não é necessário ter muita sensibilidade para perceber que grande parte da crise social e ecológica (catarinense) esteja intimamente associada a esta civilização dos negócios" (LENZI, 2000, p. 86).

A forte pressão provocada pela expansão urbana desordenada sobre os recursos naturais, principalmente os solos, tem provocado danos, muitas vezes de difícil reparo. A grande concentração populacional em centros urbanos cada vez maiores tem dirigido a atenção de diferentes profissionais para o recurso solo, no sentido de entender sua dinâmica para minimizar sua degradação (Fabricio; Ricardo; Antônio; João, 2004).

Para especialidades como a engenharia civil o solo é um material sobre o qual são edificados os mais diversos tipos de obras, devendo este apresentar propriedades que permitam sua sustentação. Diversos parâmetros geotécnicos devem ser observados como adensamento, permeabilidade, resistência ao cisalhamento, erodibilidade, colapsividade, resistência compactada e saturada, compressibilidade compactada e saturada, entre outras (OLIVEIRA & BRITO, 1998). A questão negativa da expansão urbana é relativa à artificialização do ambiente. Há, porém, uma prática crescente entre arquitetos e engenheiros em se considerar a organização original do ambiente nos projetos de obras urbanas (por exemplo, OLIVEIRA, 2002), esbarrando na falta de informação sobre a aptidão de uso do solo no meio urbano e dos demais elementos que compõem o ambiente.

O crescimento urbano acelerado tem provocado um excesso de superfícies impermeabilizadas, que reduzem a infiltração de águas das chuvas, aumentando os riscos de erosão, compactação e deslizamentos de solos, bem como alagamentos de córregos e ruas (ROBAINA et al., 2001). A falta de planejamento urbano e cumprimento da legislação vigente favorecem a excessiva impermeabilização da superfície urbana pelo revestimento de terrenos e/ou pela compactação dos solos. Um sistema hídrico de captação pluvial eficiente deve considerar informações sobre os diferentes tipos de solos que ocorrem numa microbacia urbana, para que a drenagem adequada seja efetuada sem danos ambientais.

O município de Orleans é privilegiado por localizar-se entre a serra e o mar, com uma situação geográfica bastante acidentada por possuir ligação direta ao planalto serrado, pelo qual havia, desde 1711, um caminho de passagem dos tropeiros, os quais estabeleciam negócios entre Lages, no planalto serrano e Laguna, na orla marítima. Contudo foi possível o descobrimento de uma grande área até então somente conhecida pelos índios – bugres (LOTTIN, 1998 - p.20).

No que se refere à geologia, o município encontra-se dentro da unidade lito estratigráfica Suítes Intrusivas Graníticas. Referida ao Proterozóico Médio Superior/Eo-Paleozóico, esta unidade inclui rochas graníticas que, embora apresentando variação de granulação, textura e cor, são homogêneas como um todo no que diz respeito à composição. Ocorrem tanto sob a forma de pequenas “bossas” ou de pequenos “strockes”, quanto sob a forma de imensos batólitos, com até 150 km de extensão, como o que se estende de Biguaçu até as proximidades de Criciúma.

Em áreas cársticas nas quais o solo é composto por materiais inconsolidados, os afundamentos cársticos correspondem ao efeito em superfície da tendência natural dos materiais de cobertura de preencherem e se depositarem sobre essas cavidades do solo

(processos de dissolução das rochas carbonáticas, conhecidos como carstificação). Esses processos podem ser acelerados ou deflagrados por ações de mineração, ocupação urbana, exploração de água subterrânea, agricultura intensiva ou exploração turística das formações cársticas. No caso da urbanização, os afundamentos podem decorrer da ocupação de terrenos que apresentem comportamentos geotécnicos indesejáveis ou estruturas subterrâneas (cavernas e cavidades) inadequadas à ocupação ou ao adensamento construtivo. Além disso, quando realizada de maneira inadequada aos níveis de aptidão à ocupação sobre solos cársticos, a urbanização pode potencializar a contaminação do aquífero subterrâneo, a partir do lançamento de esgotos (ibid.).

Considerando a geologia, pedologia e feições topográficas acidentadas, é cada vez mais comum a ocupação em áreas de risco. A análise de vetores de crescimento, podem auxiliar o poder público a desenvolver um mapeamento de futuras áreas de fragilidades a evitar sofrerem com ocupações.

1.1 **OBJETIVOS**

Neste item serão apresentados os objetivos geral e específico para a elaboração do trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar através de imagens de satélite, a evolução da mancha urbana do Município de Orleans/SC, e a possível ocupação de áreas de maiores fragilidades geotécnicas.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Obter imagens de satélites
- Analisar a evolução da mancha urbana dos últimos 30 anos;
- Identificar áreas de possíveis fragilidades geotécnicas, do ponto de vista de estabilidade de encostas;

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentada a revisão de literatura que irá embasar o estudo, assim, o primeiro tópico abordará o sensoriamento remoto, dando enfoque aos seus princípios básicos. O segundo tópico traz os conceitos sobre os métodos de análise a partir de plataformas orbitais. O terceiro apresenta as etapas do processamento digital. O quarto tópico abordará sobre os sistemas de informações geográficas (SIG's). O quinto traz como é utilizado a cartografia no Brasil como ferramenta de planejamento urbano. E por fim, no sexto item tem-se a cartografia geotécnica e suas aplicações.

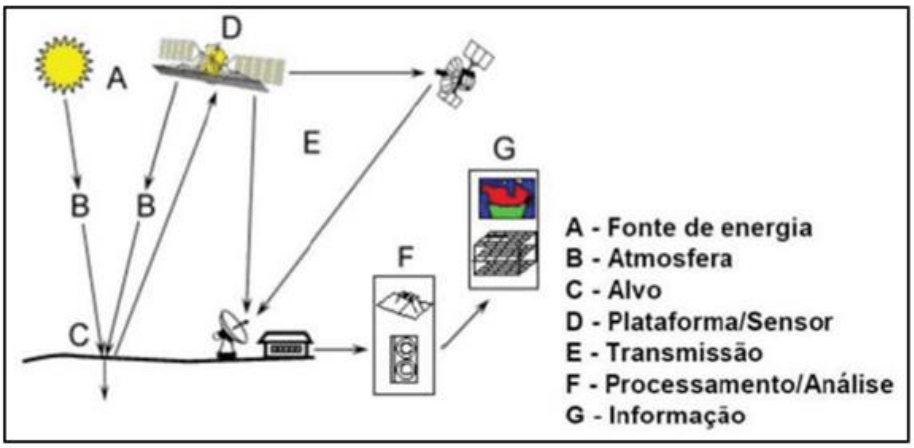
2.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SENSORIAMENTO REMOTO

Sensoriamento Remoto é o uso integrado de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc. Objetivando estudar o ambiente da Terra por meio de registros e das análises das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta, nas suas mais variadas manifestações (RODRIGUES, Renato, ARAÚJO, Sergio, 2018).

Tecnologias como o sensoriamento remoto, proporcionam benefícios como a captação de imagens à distância, projeção de cenários, flexibilidade nos planejamentos, novas estratégias, o melhoramento na preservação de áreas degradadas. As mais variadas técnicas podem auxiliar no processo de gestão e na elaboração de políticas públicas relacionadas a conservação dos recursos naturais, assim como instrumentar o monitoramento destes (CURI, 2011).

Os sensores remotos segundo Moraes (2002), são dispositivos que detectam energia eletromagnética de um objeto, converte em um sinal elétrico e salva, podendo transmitir ou armazenar informações para descrever as características do objeto analisado.

Figura 1 - Funcionamento de coleta de informações através do sensoriamento remoto



Fonte: Pereira Júnior, Island Costa (2021)

Conforme a Figura 1, os dados obtidos por sensores se dão devido a interação da radiação eletromagnética com objetos e fenômenos existentes na superfície terrestre.

2.2 PRINCIPAIS SISTEMAS SENSORES E MÉTODOS DE ANÁLISE DE DADOS GERADOS A PARTIR DE PLATAFORMAS E ORBITAIS

2.2.1 GPS

De acordo com Cintra e Gonçalves (2019) no processo de coleta de dados de campo por meio da tecnologia de sensoriamento remoto, o GPS fornece a localização da câmera no momento de cada foto, definindo assim o chamado voo suportado. Através da correlação entre imagens e outras tecnologias de reconhecimento de padrões e visão computacional, o programa pode detectar pontos comuns em fotos adjacentes dentro do mesmo alcance de voo e nas laterais e pode calcular a altura de cada ponto do objeto para gerar um modelo digital do terreno.

2.2.2 GNSS CINEMÁTICO EM TEMPO REAL (RTK)

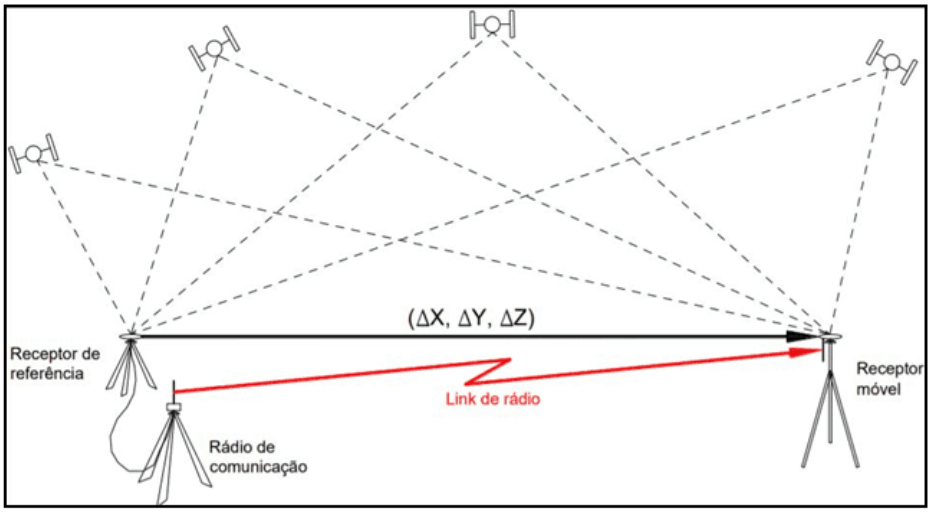
De acordo com United State Government (2016) e Lopes (2017), o sistema GNSS ou Global Navigation Satellite Systems permite aos humanos obtenham dados de posicionamento em escala global. Originando-se na década de 1970 para uso militar, fornecendo o posicionamento preciso das tropas inimigas.

Conforme ainda o autor supracitado a coleta de dados GNSS em tempo real cinemático ou RTK (Real Time Kinematic) obtém-se através de valores x, y, e z com alta precisão, aproximadamente 3 cm. Evitando assim a execução da medição em posição estática.

2.2.2.1 RTK Convencional

Um fator que limita a cobertura dos levantamentos RTK tradicionais é a faixa de transmissão das ondas de rádio. O alcance máximo é determinado com base na potência do rádio e nos obstáculos físicos. (INCRA, 2013).

Figura 2: Sistema RTK Convencional, uma estação de referência



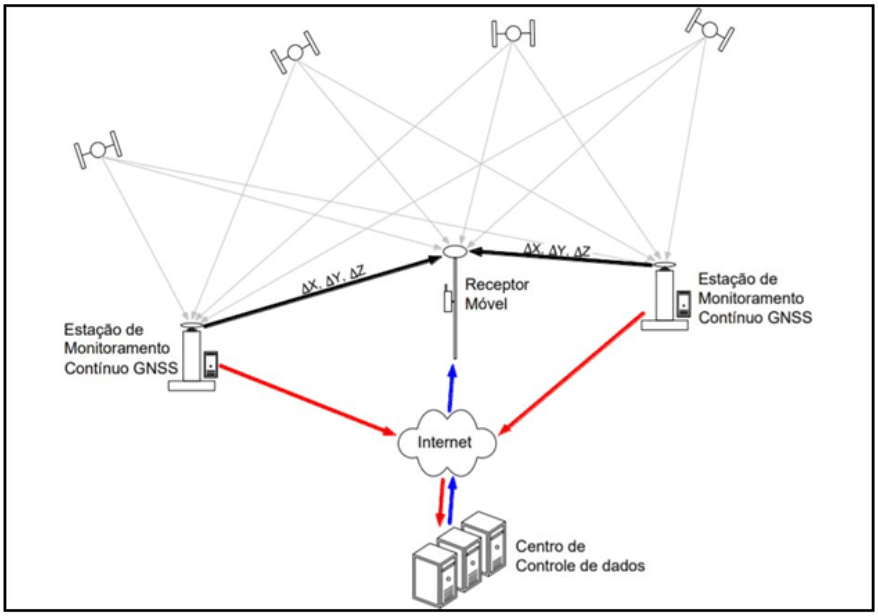
Fonte: INCRA (2013)

2.2.2.2 RTK em Rede

Conforme o INCRA (2013), usando este método de posicionamento, mais de um vetor pode ser obtido de acordo com o número de estações de referência envolvidas, executando assim o ajustamento das observações, o que leva a proporcionar maior precisão e controle.

Além disso é importante salientar que diferente da rede convencional onde apenas uma estação é usada como referência, na RTK de rede, há várias estações ligadas ao um ao um servidor central.

Figura 3: RTK em Rede, várias estações como referência



Fonte: INCRA (2013)

2.3 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS, ENVOLVENDO: PRÉ-PROCESSAMENTO, ANÁLISES QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS SOBRE IMAGENS DIGITAIS, E PÓS-PROCESSAMENTO

Como importante técnica das geotecnologias para se trabalhar com imagens de sensoriamento remoto, o Processo Digital de Imagens (PDI), tem como função fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração de informações contidas na imagem para posteriores interpretações (Crósta,1993).

De acordo com Moreira (2005), o PDI é um importante conjunto de técnicas responsáveis para o uso de imagens em sensoriamento remoto. Sendo dividia em três etapas: pré-processamento, processamento, e pós processamento.

2.3.1 PRÉ PROCESSAMENTO

Métodos de pré-processamento de imagens de sensoriamento remoto são projetados para compensar um ou mais de defeitos, distorções geométricas, interferência atmosférica e

variações na geometria de iluminação, para calibrar imagens para degradação do sensor e para corrigir a imagem e valores de pixel para os efeitos da topografia (Mather 2004).

2.3.2 PROCESSAMENTO

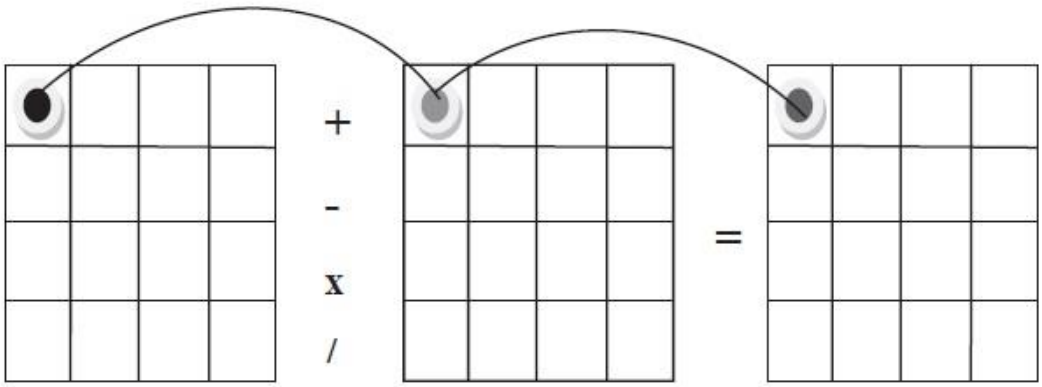
Menezes, Almeida (2012) Nos traz o conceito de processamento digital de imagens como “um segmento importante do processamento digital de imagens consiste na execução de operações matemáticas dos dados, visando as suas transformações em imagens de melhores qualidades espectrais e espaciais e que sejam mais apropriadas para uma determinada aplicação”. O que significa que o processamento de imagens de sensoriamento remoto é orientado para cada tipo de problema. Por exemplo, uma técnica que é eficaz na remoção de ruídos presentes em uma imagem, da qual interessa apenas a sua textura e não tanto a identificação de bordas, não é eficaz para identificar as altas frequências que caracterizam as mudanças de padrões em áreas urbanas.

2.3.3 PÓS PROCESSAMENTO

2.3.3.1 ARITMÉTICA DE BANDAS

Conforme os supra autores acima citados a Aritmética de bandas é uma das mais simples formulações algorítmicas de processamento de imagens e que pode ter resultados expressivos. A facilidade para executar as operações aritméticas de soma, subtração, multiplicação e divisão é uma notável demonstração das vantagens do uso de processamento de imagens multiespectrais. É um processo bastante rápido para ajustar e suavizar imagens muito ruidosas ou para se obter realces de toda a área de uma imagem ou de alvos específicos de interesse do analista. As operações aritméticas realizam um processamento de transformação dos dados a partir da combinação de imagens, gerando como resultado uma nova imagem completamente distinta das imagens de entrada. Em termos gerais, a soma e a multiplicação servem para realçar similaridades espectrais entre imagens de diferentes bandas ou datas, enquanto a subtração e a divisão são utilizadas para realçar diferenças espectrais dos alvos.

Figura 4: Operações aritméticas executadas pixels a pixels entre duas bandas



Fonte: Menezes, Almeida (2012)

2.3.3.2 COR

Na interpretação de imagens de sensoriamento remoto, a extração de informações visando à identificação e discriminação dos objetos, depende, primordialmente, da forma de apresentação visual da imagem na tela do monitor. Uma das formas mais comum e eficiente é por meio de imagens coloridas, pela simples razão de que a visão humana é colorida.

O termo cor é usado para referir-se a um aspecto da experiência visual de percepção. Para descrevê-la usamos vários atributos, como a cor dominante, o brilho, ou se ela é clara, escura ou acinzentada. Há também fatores físicos que podem ser considerados e que afetam esses atributos, como a iluminação da cena, a natureza da superfície e até a atitude do observador.

O procedimento mais simples para associar cor a uma imagem é por meio do fatiamento dos valores de brilho, processo que alguns pesquisadores consideram ser uma forma de realce de contraste, muito embora, de fato não é realizada uma operação matemática ou estatística de transformação da imagem.

2.3.3.3 FILTRAGEM

Enfatizar ou reduzir as informações contidas numa imagem por meio de operações que envolvam os pixels de uma vizinhança, portanto, considerando um certo espaço geométrico da imagem. São as técnicas que atuam no domínio espacial da imagem. Para filtrar uma imagem é importante conhecer a natureza do filtro que deve servir ao resultado que se deseja obter do processo de filtragem da imagem. A natureza de um filtro é determinada pela sua configuração que, de maneira geral, são classificados nos seguintes tipos:

Filtro passa-baixa: filtro que ressalta as estruturas maiores na imagem;
Filtro passa-alta: filtro que ressalta as estruturas de detalhe na imagem;
Filtro banda-passante: ressalta parte das maiores e menores estruturas da imagem.

2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG`S

Os Sistemas de Informações Geográficas – SIG (Geographic Information System-GIS) representam conjuntos de programas e procedimentos computacionais que permitem a representação, análise, integração espacial e gestão do espaço geográfico e dos fenômenos que nele ocorrem organizadas numa base de dados espaciais. Presumem a organização de informações espaciais (geográficas), representadas por dados referenciados geograficamente (coordenadas geográficas e/ou posição relativa), com atributos descritivos não espaciais associados (JONES, 1997; CLARKE, 1999; ROCHA, 2007, BLASCHKE; KUX, 2009).

Os SIGs representam informações geográficas, sendo elas: cartas topográficas, mapas temáticos, sensoriamento remoto, levantamento aerofotogramétricos, dados georreferenciados através de equipamentos GNSS, dentre outros.

Os dados estruturam-se em várias camadas de informações, denominando-se planos ou layers, podendo ser sobrepostos em diferente sequencias, conforme o objetivo do trabalho. Podem ser ainda armazenados em dois tipos de arquivos, vetor ou matricial.

2.5 USO DE CARTOGRAFIA NO BRASIL COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO URBANO

De acordo com o artigo 182 da Constituição do Brasil de 1998, o Plano Diretor é um instrumento básico de política de desenvolvimento urbano o qual é definido por “parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas”.

O mapeamento de referência mostra a localização acurada e precisa de feições naturais e artificiais na superfície da Terra e inclui objetos intangíveis, como limites, linhas de água, curvas de nível e nomes geográficos, em escalas padronizadas (Keates,1973; IBGE, 2018).

Segundo Elwood (2006), o mapa é a melhor maneira de organizar informações espaciais, e, para interagir com ele, a melhor ferramenta disponível atualmente é o Sistema de Informações Geográficas (SIG).

2.6 CARTOGRÁFIA GEOTÉCNICA

Dirce, Gentil (1998) nos traz o conceito mapeamento e cartografia geotécnica sendo, indiscutivelmente, ferramentas das mais importantes para gerenciamento do desenvolvimento urbano.

Os autores definem o objetivo da cartografia geotécnica como complementação de áreas e territórios, prescrever recomendações técnicas construtivas, tornar públicas as informações e a implementação de medidas adequadas na gestão do território, sendo uma ferramenta fundamental para a tomada de decisão.

EESCUSP desenvolveu um método conhecido como Zuquette (1987), baseia-se definição de atributos que são qualidades pertinentes aos componentes do meio físico e que são utilizados para caracterizá-lo, como tipo e espessura de materiais (inconsolidados ou rochoso), profundidade do lençol freático, declividade, permeabilidade, etc. Além de parâmetros relacionados com fatores de ocupação. Davison Dias (1995) Desenvolveu uma metodologia onde cruza informações sobre a pedologia do substrato geológico para a estimativa das unidades geotécnicas.

No que diz respeito à legislação, o Decreto-lei nº 243 (Brasil, 1967) fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e determina que as atividades cartográficas no país sejam levadas a efeito por meio do Sistema Cartográfico Nacional (SCN), o qual é constituído pelas

instituições nacionais, públicas e privadas, que têm por atribuição principal executar trabalhos cartográficos ou atividades correlatas. Entre essas instituições estão o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) e a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR).

2.7 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO

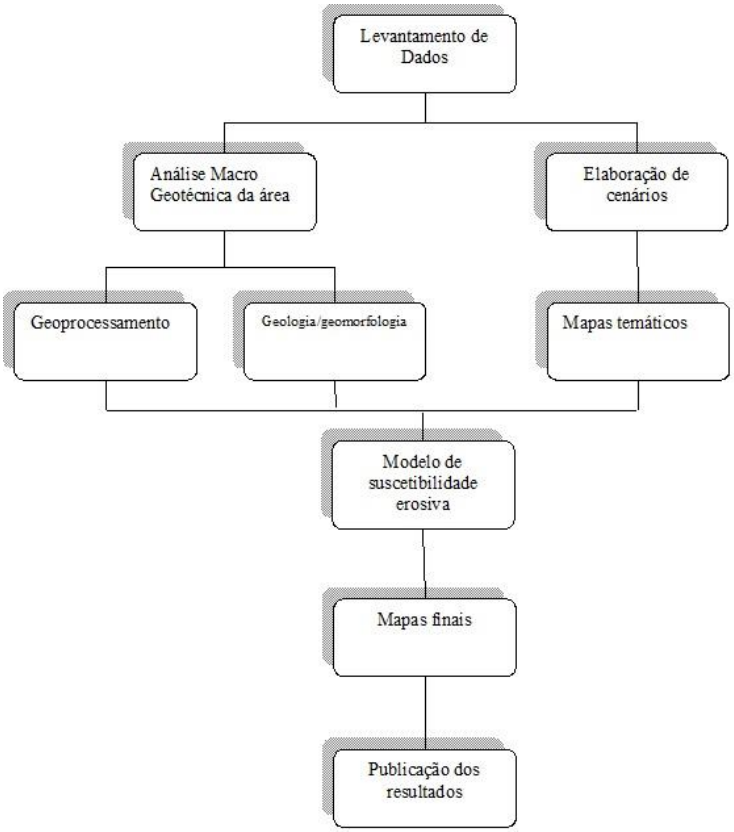
Os mapas geotécnicos constituem ferramentas básicas para inúmeras aplicações. Além de propiciarem subsídios para o planejamento urbano e regional, têm contribuído de forma decisiva para a elaboração das chamada Cartas Derivadas ou Interpretativas (Zuquette, 1987), destinadas à utilização direta pelos usuários, como por exemplo, cartas de erodibilidade, fundações, escavabilidade, materiais para construção, áreas sujeitas à inundação e risco de erosão potencial.

De acordo com UNESCO-IAEG (1976), mapa geotécnico define-se por ‘’ um tipo de mapa geológico que fornece uma representação geral de todos aqueles componentes de um ambiente geológico de significância para o planejamento do solo e para projetos, construções e manutenções, quando aplicados à Engenharia Civil e de Minas’’.

3 METDOLOGIA

A partir dos parâmetros iniciais, extraídos do Modelo Digital de Terreno - MDT, propõe-se correlacionar dados da expansão da mancha urbana com os parâmetros geotécnicos de campo, em uma adaptação do modelo proposto por Konig et al. (2019), Higashi (2004) e Davison Dias (1995), conforme apresenta o fluxograma da figura 5.

Figura 5: Fluxograma com as etapas propostas.



Fonte: Autor (2021)

Nos próximos itens será explicado como cada tópico será atendido:

- Análise Macro Geotécnica da Área: a partir da aplicação de metodologias clássicas voltadas a geotecnia de grandes áreas, serão realizadas análises quantitativas referente aos parâmetros geotécnicos, e suas possíveis interpelações com o universo ao qual está inserido.
- Elaboração de cenários: os diferentes cenários serão elaborados a partir do cruzamento das informações preliminares obtidas, tais como topografia, geologia, litologia, pedologia, entre outros.

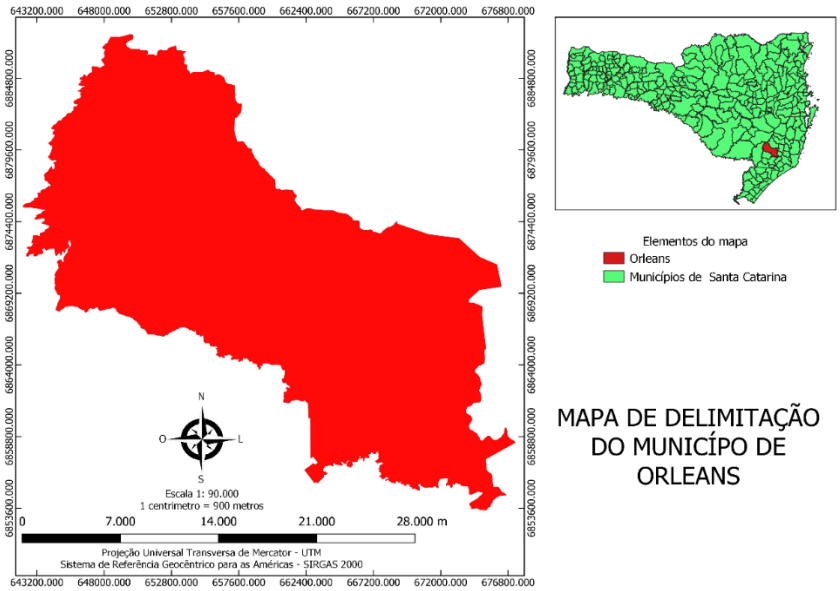
- Geoprocessamento: as informações serão geoprocessadas com o auxílio do Software QGis, versão 3.2. A escolha desta ferramenta se justifica pelo fato de ser do tipo Open Source, além de interface amigável.
- Geologia/ geomorfologia: formações e composições dos solos, bem como as mudanças no relevo.
- Mapas temáticos: Serão elaborados diferentes mapas temáticos, no intuito de permitir a melhor compreensão sobre os objetos analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.1 Apresentação da área de estudo

O munícipio de Orleans está situado no sul do estado de Santa Catarina. Com uma área de 548,7892 km², o município está distribuído em 546,721 km² área rural, e 2,08 km² área urbana, o qual representa 0,58% do território estadual.
A figura 6 representa as delimitações políticas da região, que tem Lauro Müller, São Ludgero, Urussanga, Pedras Grandes e Grão-Pará municípios limítrofes. Dispõe de uma extensão territorial de 181.756 km e um perímetro de 77.360,65 metros.

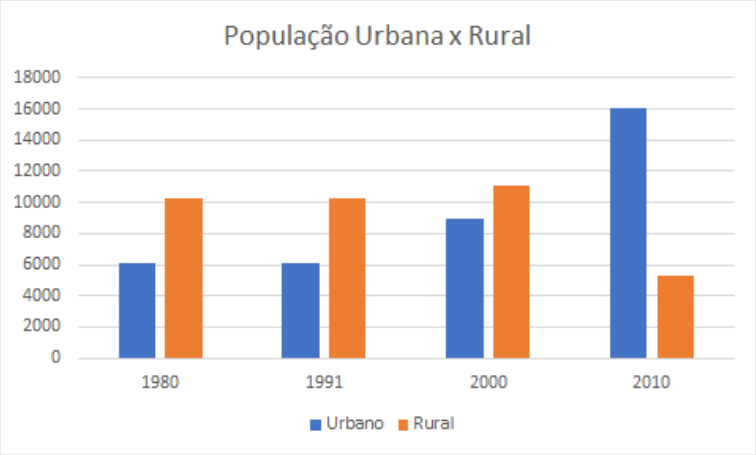
Figura 6: Mapa de delimitação do município de Orleans



Fonte: Autor (2021)

Com o desenvolvimento das indústrias e do comercio a população passou a migrar do perímetro rural para o urbano, gerando uma excessiva concentração na região.

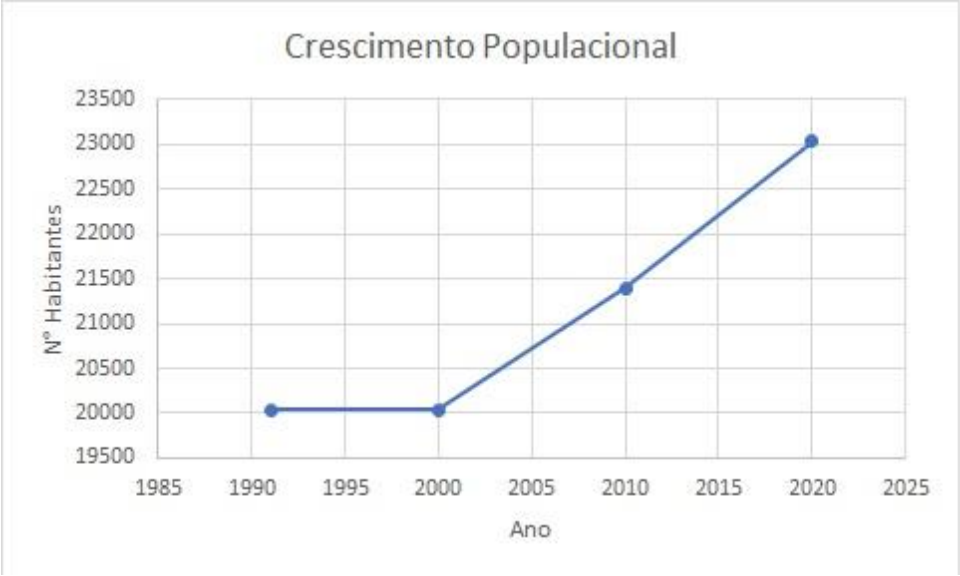
Gráfico 1: Migração do perímetro rural para urbano.



Fonte: Autor (2021)

Com base nos Censos Demográficos (IBGE) do período de 1980 a 2010, destacou-se um crescimento da população de Orleans, em média de 1,02% ao ano.

Gráfico 2: Crescimento demográfico na região de estudo.



Fonte: Autor/IBGE (2021)

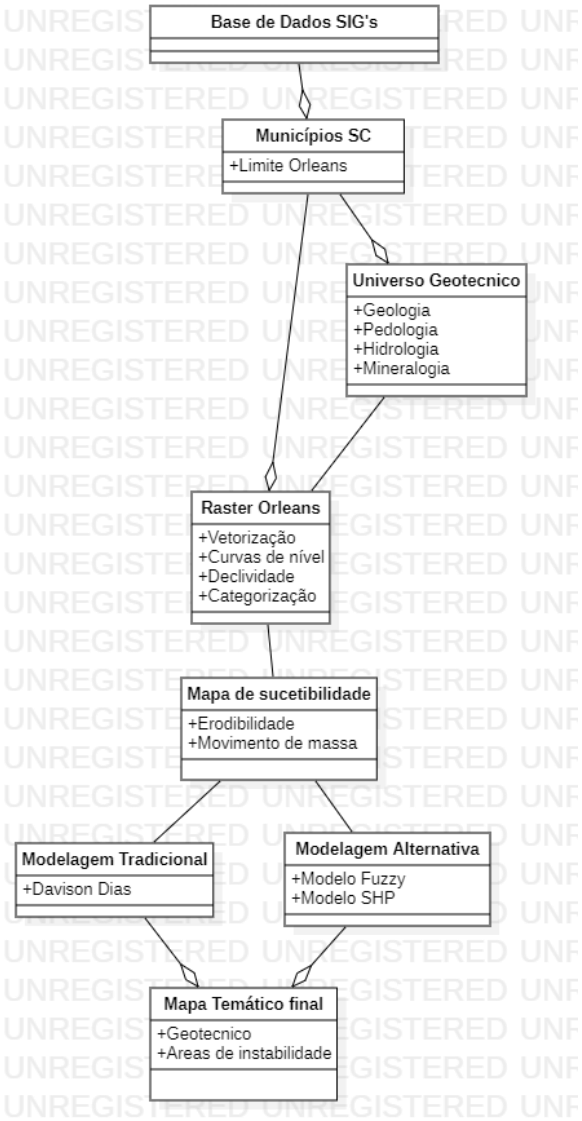
4.1.2 Preparação das Bases

As bases cartográficas são oriundas de diferentes bases de dados, tais como IBGE, EMBRAPA; EPAGRI/CIRAM; SDS/SC, apenas para citar algumas. As coordenadas utilizadas para elaboração dos mapas foram SIRGAS 2000/ UTM zone 22S.

Com base nas metodologias aplicadas elaborou-se um fluxograma para simplificar o entendimento das etapas dos mapas temáticos apresentados pela Figura 7. As escalas e as bases utilizadas são descritas pela Tabela 1.

Ressalta-se que as informações abordadas são referentes ao mapeamento geotécnico elaborado de forma preliminar.

Figura 7: Fluxograma com as etapas de elaboração dos mapas temáticos



Fonte: Autor (2021)

Tabela 1: Escalas e bases utilizadas.

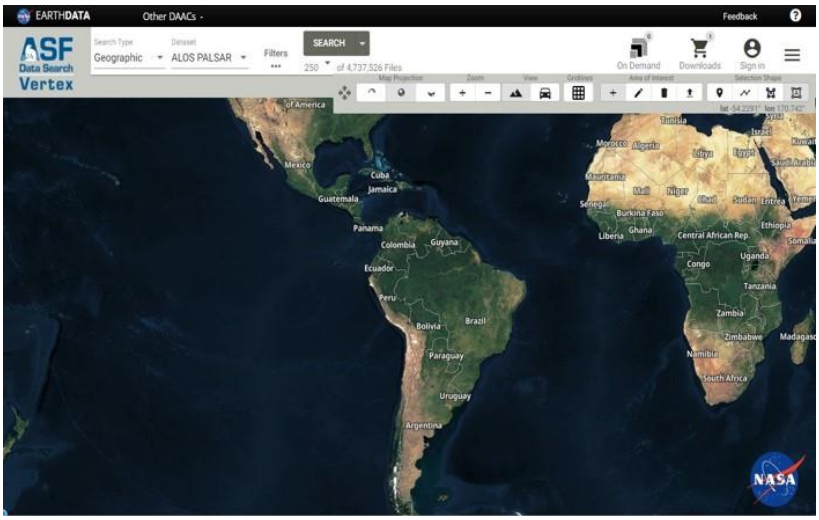
Disciplina	Escala	Base
Geologia	1:250.000	CRPM/IBGE
Pedologia	1:250.000	IBGE
Solo	1:500.00	IBGE
MDE		SRTM
MDT	1:100.000	EPAGRI
Hidrografia	1:100.000	EPAGRI
Hidrologia	1:250.000	IBGE

Fonte: Autor (2021).

4.1.3 Recortes e delimitações de áreas de estudo

A metodologia utilizada neste trabalho segue a proposta por Davison Dias (1995), desenvolvidos a partir de mapas bases, tais como geologia, pedologia, hidrologia e declividade. As imagens raster foram obtidas através do satélite Sentinel-1.

Figura 8: Área de obtenção de imagens via satélite.



Fonte: Autor (2021).

4.1.3.1 - Imagem Raster

Inicialmente foi obtido a imagem raster da região de estudo, e delimitou-se a área a partir da ferramenta extração. Com base na imagem raster do município foi possível obter através da ferramenta analise o MDT.

Figura 9: Imagem raster delimitada pelo município de Orleans.

Fonte: Autor (2021)

4.1.3.2 - Modelo Digital do Terreno - M.D.T.

A partir da vetorização da imagem raster foi gerado o Modelo Digital do Terreno M.D.T. A geração do MDT, além da melhor compreensão dos parâmetros topográficos, permite a determinação dos índices de declividade da área. com intuito de entendermos a topografia da região, com a elaboração do mapa podemos obter as curvas de nível e a declividade.

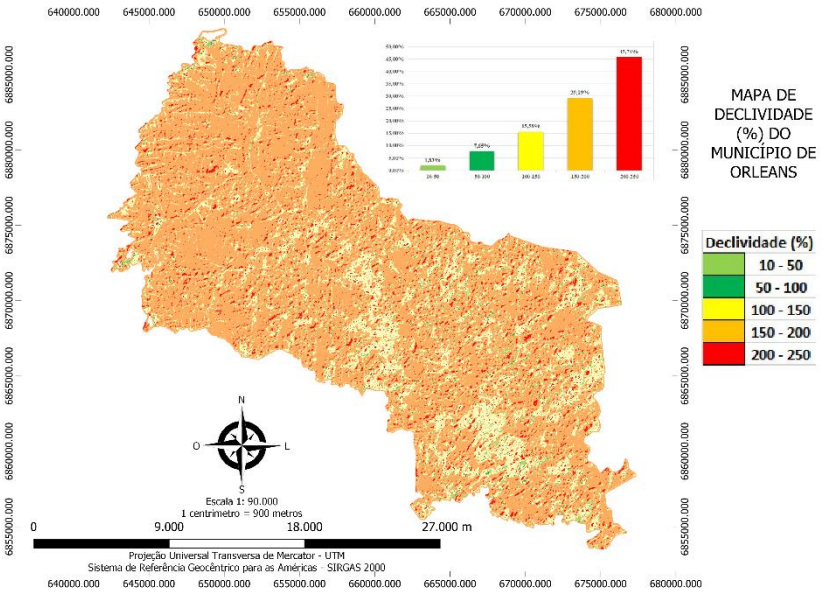
Figura 10: MDT gerado a partir da vetorização da imagem raster.

Fonte: Autor (2021)

4.1.3.3 - Curvas de Nível e declividade

As curvas de nível servirão de base para a elaboração dos mapas temáticos em sequência. O mapa da declividade é de suma importância para a obtenção do mapa de fragilidade geotécnica, pois através dele que podemos gerar as elevações do terreno. Foram geradas as curvas de nível a partir do MDT, com curvas de 10 em 10 metros de modo a delimitar áreas de suscetibilidade a erosão.

Figura 11: Mapa de declividade da região.

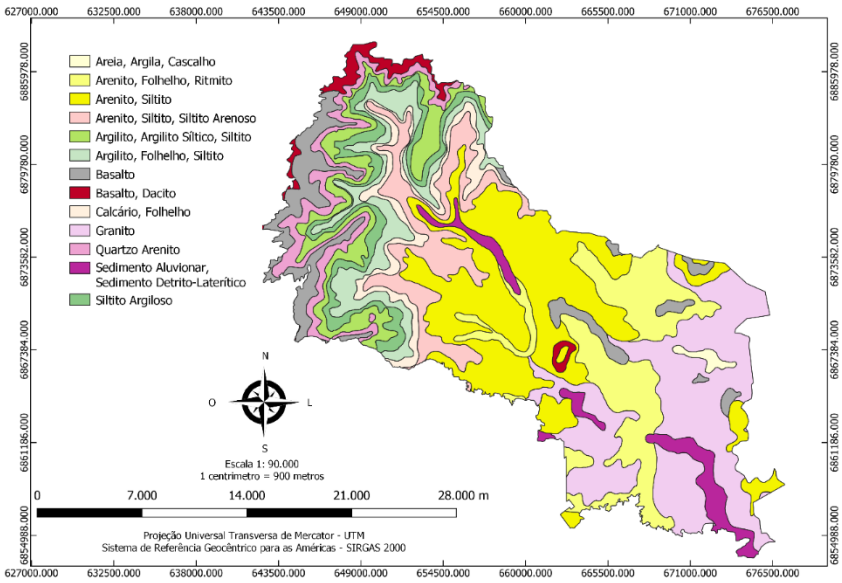


Fonte: Autor (2021)

4.1.3.4 - Geologia

A contribuição da geologia para a elaboração de um mapa de fragilidade geotécnica compreende as informações relativas à história da evolução geológica do ambiente e as informações relativas ao grau de coesão das rochas, como toda rocha é constituída por minerais, sua resistência ao intemperismo dependerá da resistência destes minerais as condições externas (CREPANI, 1996 apud CITADIN, 2015).

Figura 12: Mapa temático das unidades geológicas da região.

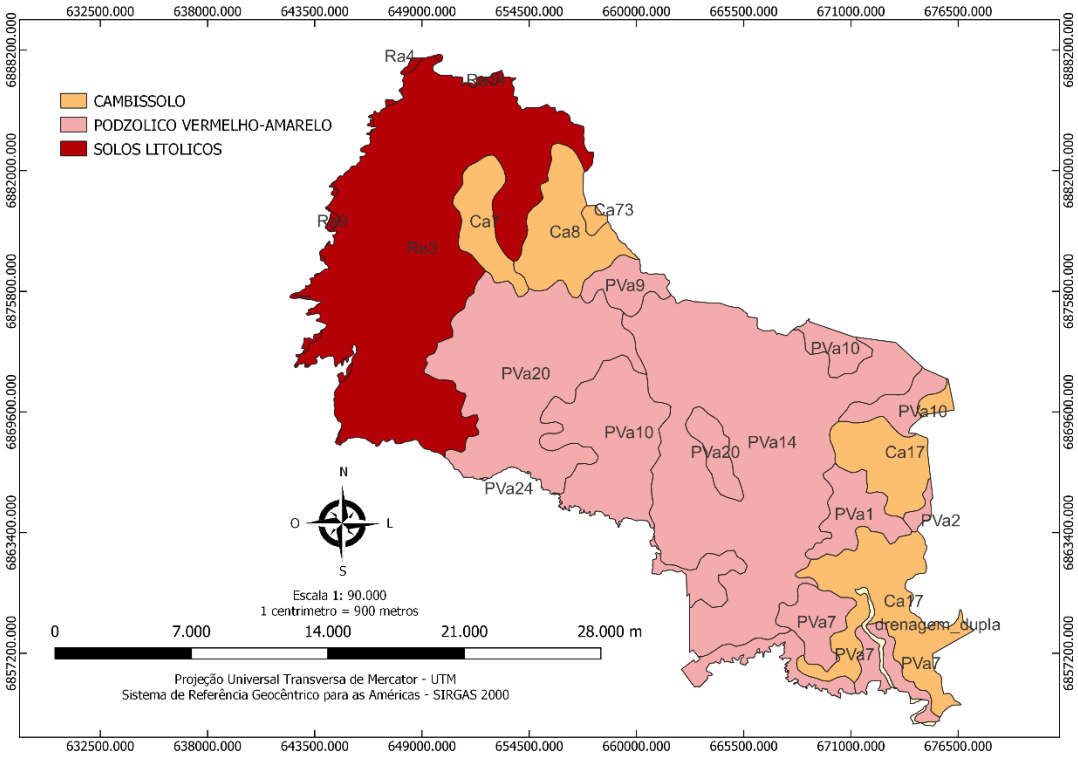


Fonte: Autor (2021)

4.1.3.5 - Pedologia

Para a elaboração do mapa de pedologia foram separadas por três classes características da região, onde os Solos Litolicos ocupam 18,18% da área, Podzolico vermelho-amarelo 59,09% e Cambissolo 22,73%. O mapa de pedologia nos mostra que na região central de Orleans há predominância dos solos argissolos, que se enquadram como solos intermediários. Uma pequena parcela a noroeste e a leste são compostas por cambissolos, são solos consideráveis 42 frágeis, porém tendem a ser mais profundos que os outros solos da categoria (CITADIN, 2015).

Figura 13: Mapa Temático apresentando as características pedológicas da área.

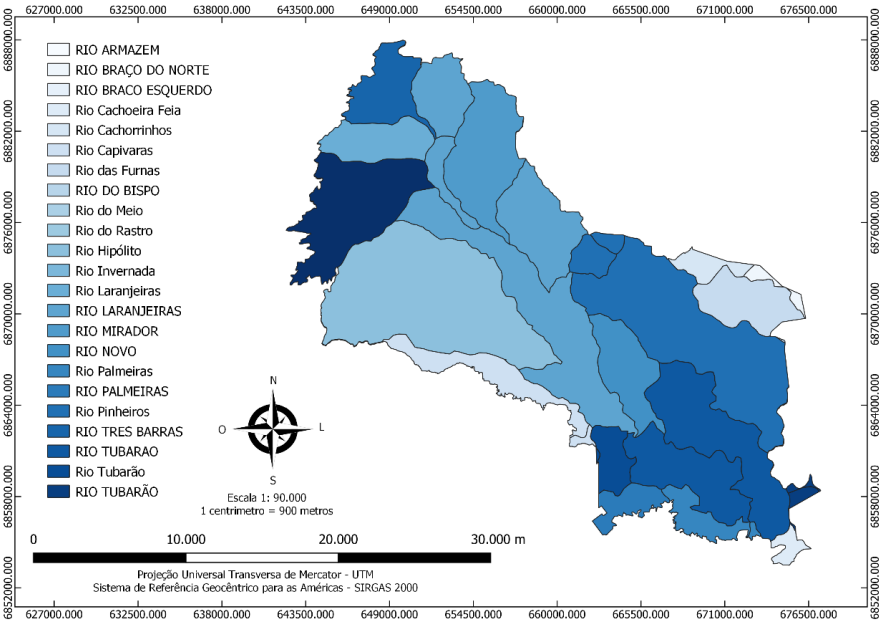


Fonte: Autor (2021)

4.1.3.6 - Hidrologia

Sendo o munícipio de Orleans bastante acidentado, os pequenos núcleos comunitários se estabeleceram normalmente às margens dos estreitos vales onde os rios execram papel edificador dos sistemas de representação, seja espacial, simbólico ou funcional, para todo o grupo (Antunes, 2006). Em síntese, os principais Rios que cortam o Município são o Rio Laranjeiras e Rio Tubarão.

Figura 14: Mapa temático representando a hidrologia da região.

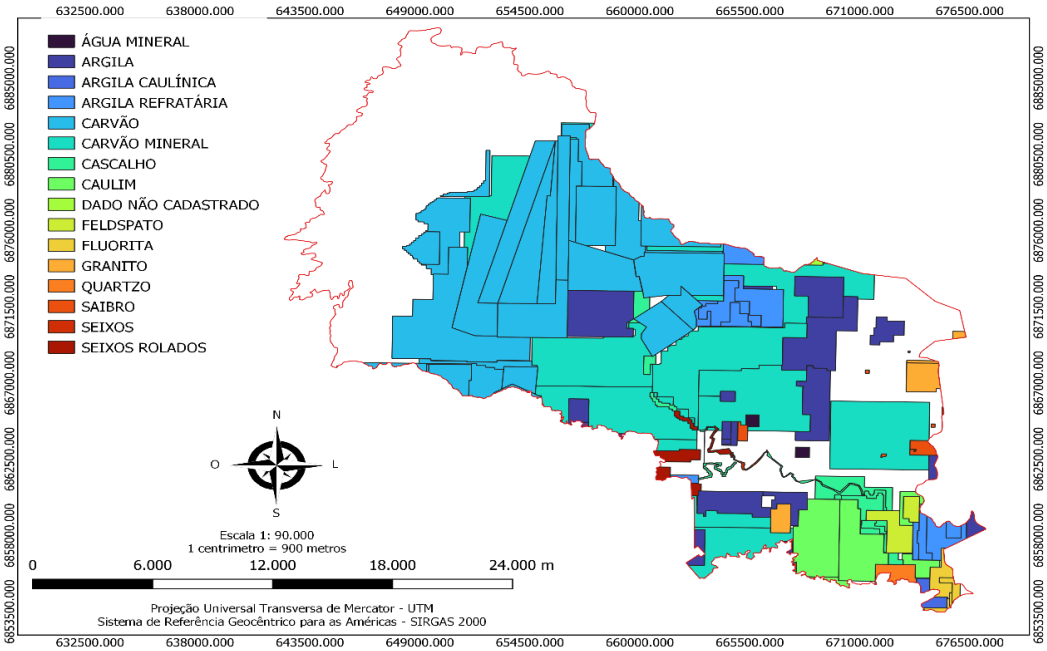


Fonte: Autor (2021)

4.1.3.7 - Mineralogia

Por ser considerada uma região carbonífera observamos a forte predominância de carvão e carvão mineral distribuídas por grande parte da região.

Figura 15: Mapa temático de mineralogia da região.

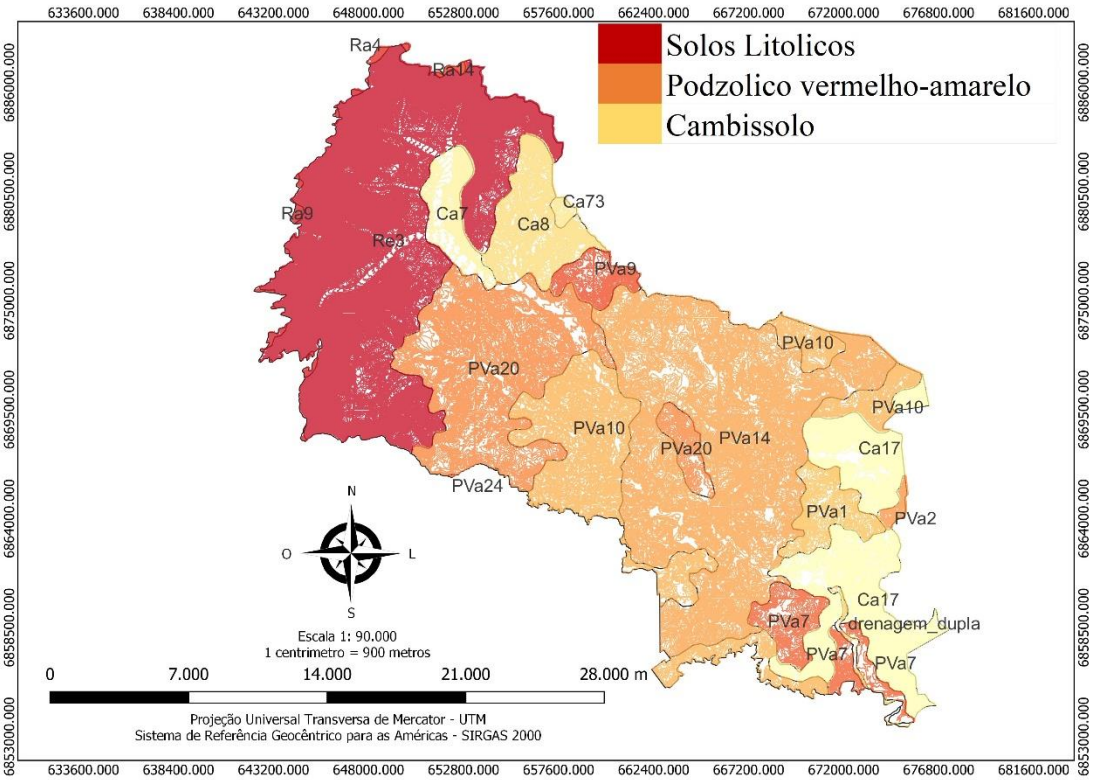


Fonte: Autor (2021)

4.1.3.8 - Unidades Geotécnicas

Através da superposição da pedologia e geologia obtemos as unidades geotécnicas características da região. Destacando-se os Cambissolos, Podzolico vermelho-amarelo e os solos Litolicos.

Figura 16: Mapa temático das unidades geotécnicas da região.

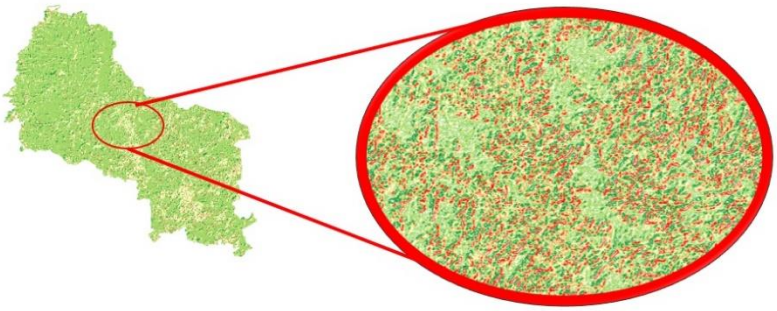


Fonte: Autor (2021)

4.1.3.9 - Áreas de suscetibilidade geotécnica (declividade x pedologia x geologia)

Correlacionando os mapas de declividade, geologia e pedologia, foi obtido o mapa de suscetibilidade geotécnica do município de Orleans. Observa-se que o município tem muitas áreas de fragilidades emergentes. Cerca de 34,67 % da área de Orleans está composta por possíveis áreas de risco, correspondente a aproximadamente 190 km² dos 548 km² total.

Figura 17: Representação dos pontos de suscetibilidade da região de Orleans, sem escala.



Fonte: Autor (2021)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de técnicas de geoprocessamento foi possível elaborar cenários com a finalidade de possibilitar um maior entendimento referente a expansão da mancha urbana e áreas de suscetibilidade geotécnicas.

Tendo em vista que a população do município de Orleans cresce cerca de 1,02%, observou-se que ao decorrer dos anos a população foi habitando áreas não propicias, do ponto de vista geotécnico. Como a urbanização se fixou em áreas de fragilidades geotécnicas, condicionou-se um aumento da degradação socioambiental.

A abordagem adotada visou direcionar as análises e os estudos geotécnicos para áreas de expansão urbana, além de aperfeiçoar os esforços de mapeamento e análise, fornecer dados mais específicos para as áreas ocupadas e consolidadas, de forma a auxiliar na ordenação desse crescimento.

O mapa temático de sucessibilidade se mostrou eficaz ao determinar os pontos de risco da região de estudo. Sendo Orleans composta por características bem acentuadas comprovou-se através de levantamentos de dados que mais de um terço do município está situado em áreas sujeitas a instabilidades.

Tendo em vista os aspectos levantados, entende-se que estudos e trabalhos relacionados ao planejamento geotécnico são de suma importância para o desenvolvimento sustentável da população.

REFERÊNCIAS

Flávia, F C. **Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana.** Paraná,2006.

PEREIRA JÚNIOR, Island Costa. **O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte.** Et al. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 03, Vol. 07, pp. 59-88. Março de 2021.

Francisco, O; Gabriel, B. **Aspectos Metodológicos do Planejamento Urbano no Brasil.** Rio de Janeiro, 1970.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Áreas Urbanizadas,** 2015.

Fabrício, A.P.; Ricardo S.D.D.; Antônio C.A.; João K. **Solos Urbanos,** Santa Maria, 2004.

Rodrigues, R. B.; Araújo, S.M.S. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento No Contexto Brasileiro e Internacional: Ferramentas para a Análise de Vegetação.** 2018.

Elisabeth, C.M. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto.** São José dos Campos, 2002.

Paulo, R.M.; Tati, A. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília, 2012.

Dirce, L. C.; Gentil, B. **Cartografia Geotécnica no Planejamento Urbano de Obras Viárias: Aplicação ao Munícipio de São Paulo. 3° Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica,** Florianópolis, 1998.

Antônio, L.S.V.; Adelir, J.S.; Telmo, F.P.Q. **Considerações sobre procedimentos para a integração de dados por meio de Sistemas de Informações Gráficas (SIG) visando a Análise de meio físico e estudos geotécnicos. 3° Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica,** Florianópolis, 1998.

Antônio, L.S.V.; Adelir, J.S.; Geol, E.K.; Carlos, L.M.F.; Cezar, B.; Jair, C.K.; Regina, D.D. **Definição de Agrupamentos Geológicos para fins de Mapeamento Geotécnico em Porto Alegre (RS). 3° Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica,** Florianópolis, 1998.

CITADIN, Augusto César Dandolini. **Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental no município de Orleans, SC**. Criciúma, 2015.

Prefeitura de Orleans – **PMO**, 2021.