

## Introdução e Objetivos:

O meio ambiente da Terra está em mudança contínua devida à evolução natural e às atividades humanas. Para compreender o complexo inter-relacionamento dos fenômenos que causam estas mudanças é necessário observá-los em diferentes escalas temporais e espaciais. A observação por meio de satélites é uma das maneiras mais efetivas e econômicas, e permite coletar os dados necessários para monitorar e modelar estas mudanças. As inundações e deslizamentos de terra são eventos naturais que estão diretamente relacionados às grandes precipitações de água pela atmosfera. São mais afetadas pelas inundações as áreas localizadas em relevos planos e rebaixados, como as planícies fluviais, onde há acumulação de água e de sedimentos já os deslizamentos englobam uma variedade de tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, encosta abaixo, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados.

O mapeamento das áreas suscetíveis às inundações e deslizamento de terra é importante para a leitura e compreensão destes episódios, e pode auxiliar no planejamento de modo a amenizar os danos materiais e sociais. Além disso, os mapas de inundação constituem-se poderosas ferramentas para o controle e a prevenção dos eventos de inundações.

O principal objetivo deste trabalho é espacializar as áreas inundáveis e identificar as áreas suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio dos Sinos através de métodos de sensoriamento remoto.

## Localização e geologia da área:

A bacia está localizada a nordeste do estado do Rio Grande do Sul (figura 1) e abrange total ou parcialmente 32 municípios em uma área de 3.800Km<sup>2</sup>. O relevo foi compartimentado em unidades morfoesculturais, vinculando suas formas as litologias (figura 2) que as sustentam. Tem-se então: Planalto Basáltico (rochas vulcânicas ácidas), Patamar Baixo do Planalto Basáltico (rochas vulcânicas intermediárias e básicas) e Morros Médios Areníticos (rochas sedimentares) e Planície Fluvial (depósitos sedimentares recentes).

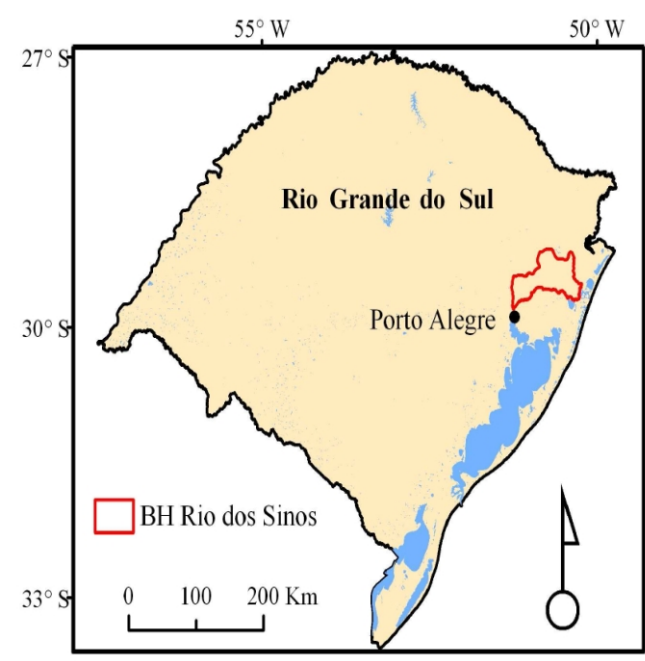


Figura 1. Mapa do Rio Grande do Sul com a demarcação da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos.

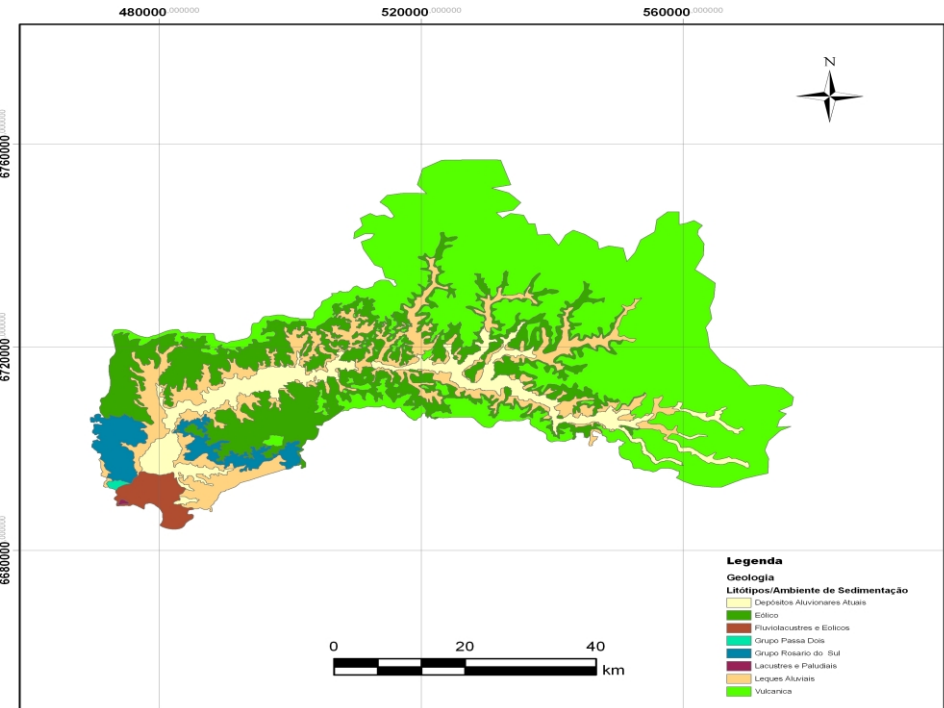


Figura 2. Mapa de litotipos da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos.

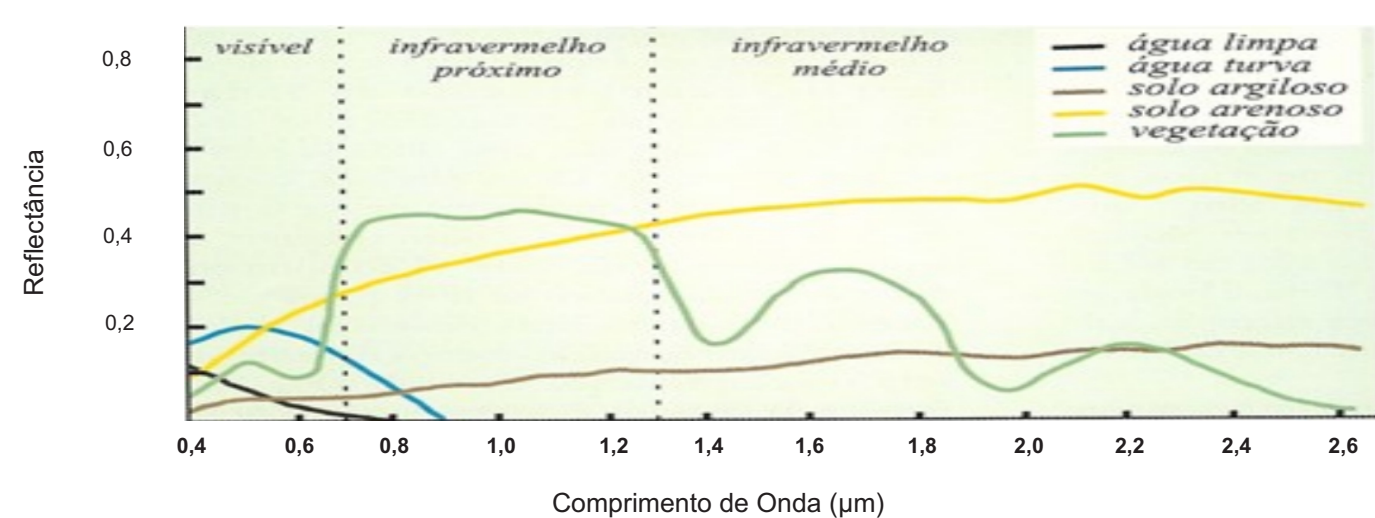


Figura 3. Padrões de reflexão de alvos terrestres

## Áreas Inundáveis:

A água tem a característica de refletir uma parcela muito pequena da luminosa incidente, pois a maior parte da energia luminosa incidente é transmitida, absorvida e dispersada pela água. O espectro da radiação refletida pela água ocupa, em geral, a faixa de comprimentos de onda entre 0,4-0,9 µm, o que equivale à faixa do visível e o infravermelho-próximo. Corpos d'água mais puros são mais evidentes por apresentarem baixa reflectância, principalmente nas faixas espectrais iguais ou superiores ao infravermelho-próximo (figura 3). A presença de sedimentos de solo na água provoca uma resposta espectral semelhante àquela emitida pelo solo molhado. Isso significa que águas com elevado grau de concentração de sedimentos em suspensão apresentarão reflectâncias bem maiores que águas puras e menores que a reflectância captada de regiões de solos para uma mesma faixa espectral.

Visto que a variabilidade na reflectância da água é muito pequena e que tais valores são decrescentes e que outras feições como a vegetação e o solo exposto tem a tendência de grandes aumentos de reflectância com o aumento do comprimento de onda da radiação eletromagnética o NDWI (Normalized Difference Water Index) foi o método que melhor gerou resultados, para computar um Índice Indicador de Água pela diferença normalizada (enquanto o NDVI destaca a vegetação, o NDWI deve destacar a água).

A proposta para cálculo do Índice Indicador de Água, é dada pela Equação:

$$NDWI(A) = \frac{G - 4NIR}{G + 4NIR}$$

onde:

G são os valores de brilho dos pixels associados com a banda verde.

NIR são os valores de brilho dos pixels associados com a banda do infravermelho-próximo.

A escolha da banda G (verde) no uso da equação NDWI(A) se deve a três razões:

1. A água responde com maior valor de brilho possível.
2. A vegetação e o solo exposto têm boa resposta de reflectância na banda verde.
3. A proposta de que a equação deva contemplar sensores de baixa resolução espectral (que, pelo menos, adquiram imagens nas bandas G, R e NIR).

A Equação considera, que uma vez que é impossível associar os corpos d'água com altos valores de brilho, é preferível que os valores NDWI(A) sejam aproximadamente zero para os respectivos corpos d'água e, que para outras feições sejam negativos (próximo de -1.0 como o ideal).

O objetivo do peso 4 é elevar o valor de resposta de todas as feições que não sejam corpos d'água, principalmente da vegetação e do solo exposto, as quais tem alta resposta na banda NIR, forçando a produção de altos valores negativos quando o termo (G - 4NIR) for aplicado sobre os pixels que compõem essas outras feições.

Assim, o cálculo do NDWI(A) produzirá valores próximos de 0.0 para corpos d'água e, próximo de -1.0 para as outras feições, introduzindo o realce esperado (figura 4).

Na figura 5 os polígonos azuis demarcam as áreas que sofrem inundações.

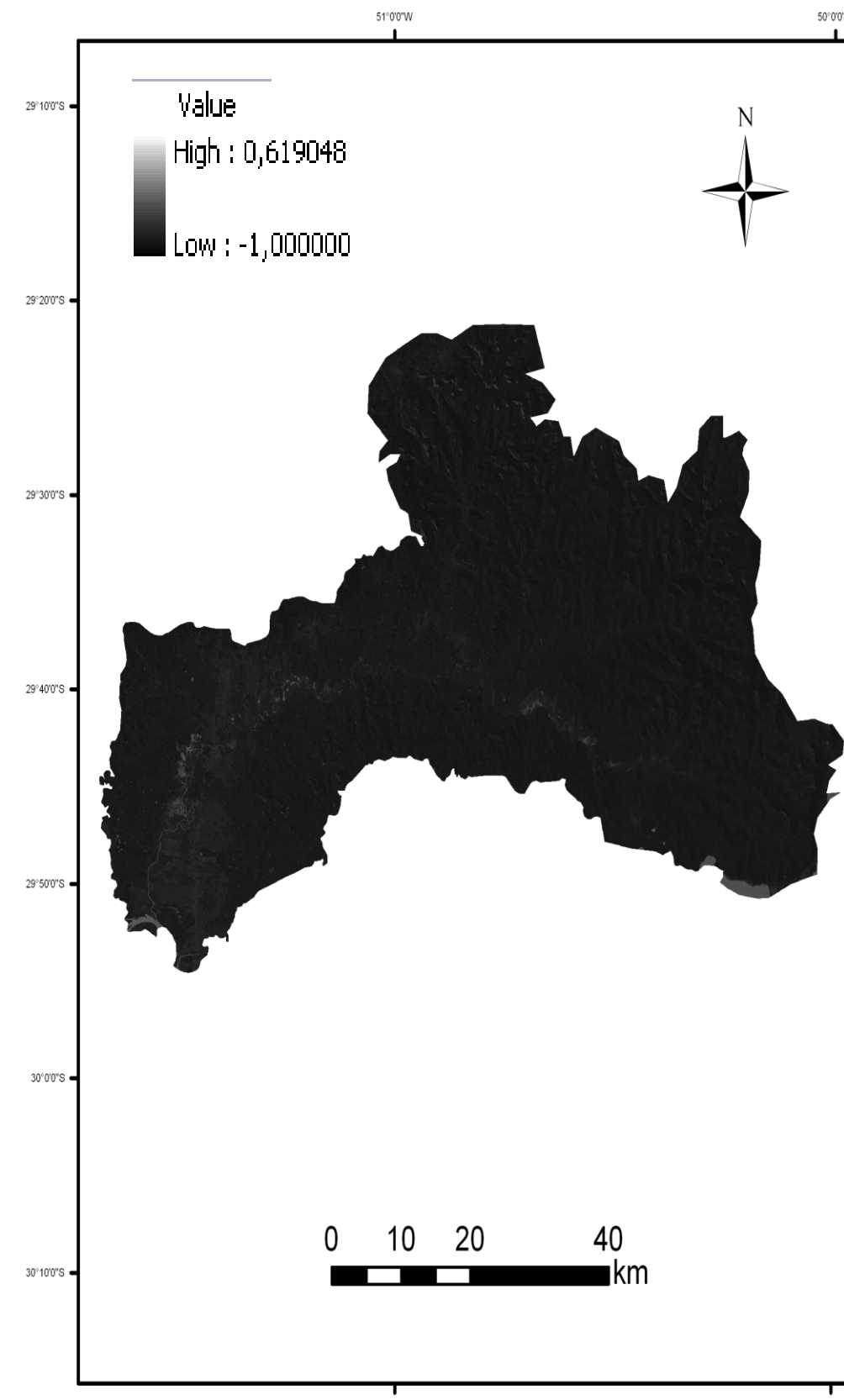


Figura 4. Imagem NDWI: valores próximos de 0.0 para corpos d'água e, próximo de -1.0 para as outras feições.

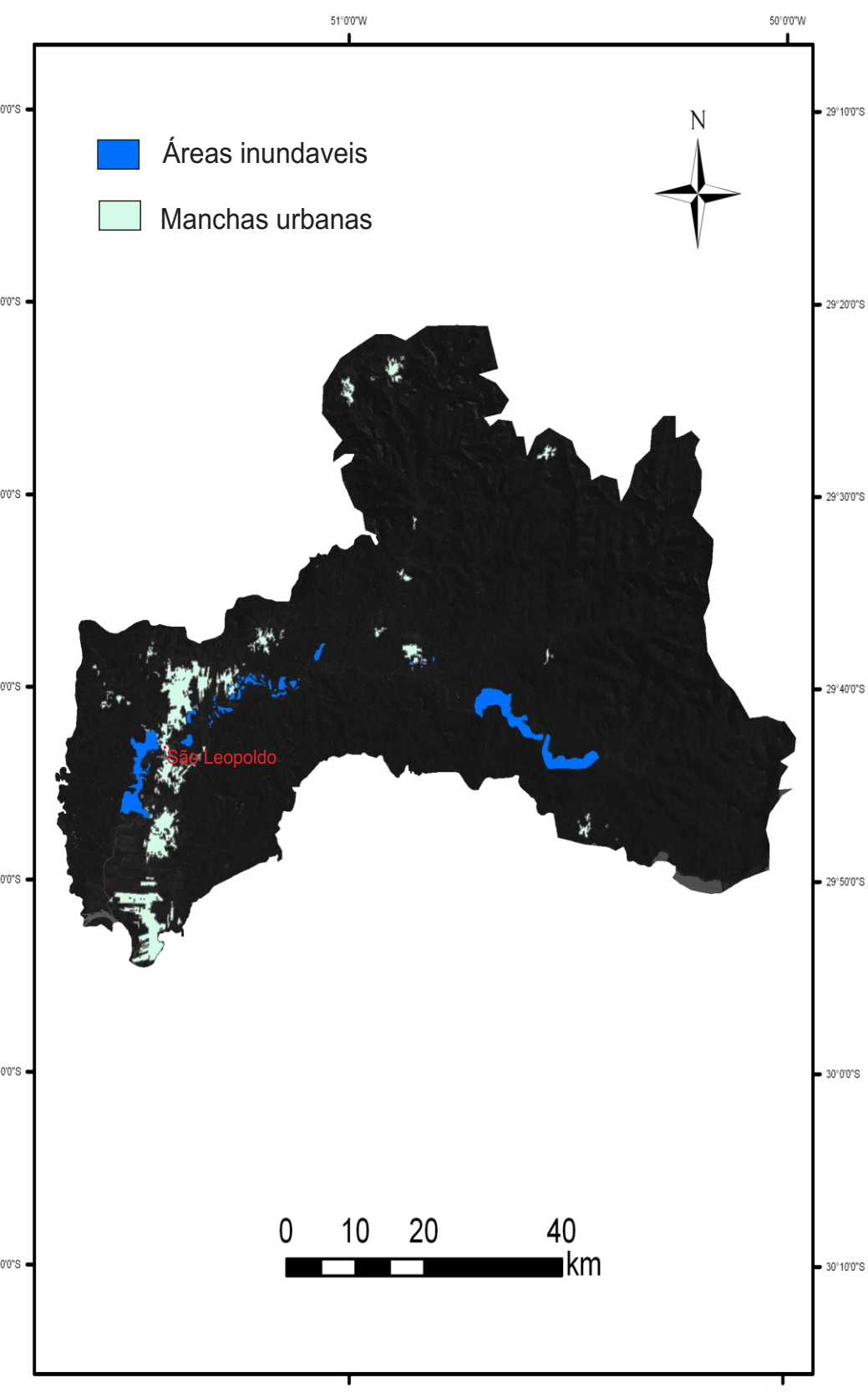


Figura 5. Polígonos azuis demarcam as áreas que sofrem inundações.

## Áreas de deslizamento de terra:

Deslizamento, em síntese, pode ser definido como o fenômeno de movimentação de materiais sólidos de várias naturezas ao longo de terrenos inclinados.

Para determinar áreas de risco de deslizamento de terra foram usadas imagens de satélite do sensor TM/Landsat-5, imagens orbitais em faixas espectrais adequadas permitem o mapeamento dos solos expostos, regiões de solo exposto têm altas reflectâncias em todas as regiões do espectro eletromagnético, com uma gama de respostas dependente de sua constituição química e umidade. Na região do infravermelho próximo e médio, assim como a vegetação, os solos, e rochas, apresentam reflectâncias altas (figura 3).

Áreas propícias aos deslizamentos de terra, são aquelas com solo exposto (sem vegetação) e com maior porcentagem de declividade onde: 0 a 3% - Plano, 3 - 8% - Suave ondulado, 8 - 20% - Ondulado, 20-45% - Fortemente Ondulado, 45 - 75 - Montanhoso e 75 - 100% - Escarpado.

As classes maiores que o intervalo de 8-20% foram as utilizadas na análise pois elas são de alta suscetibilidade de movimento de massa (figura 6).

Os polígonos vermelhos, na figura 7, demarcam as áreas suscetíveis aos desmoronamentos de terra.

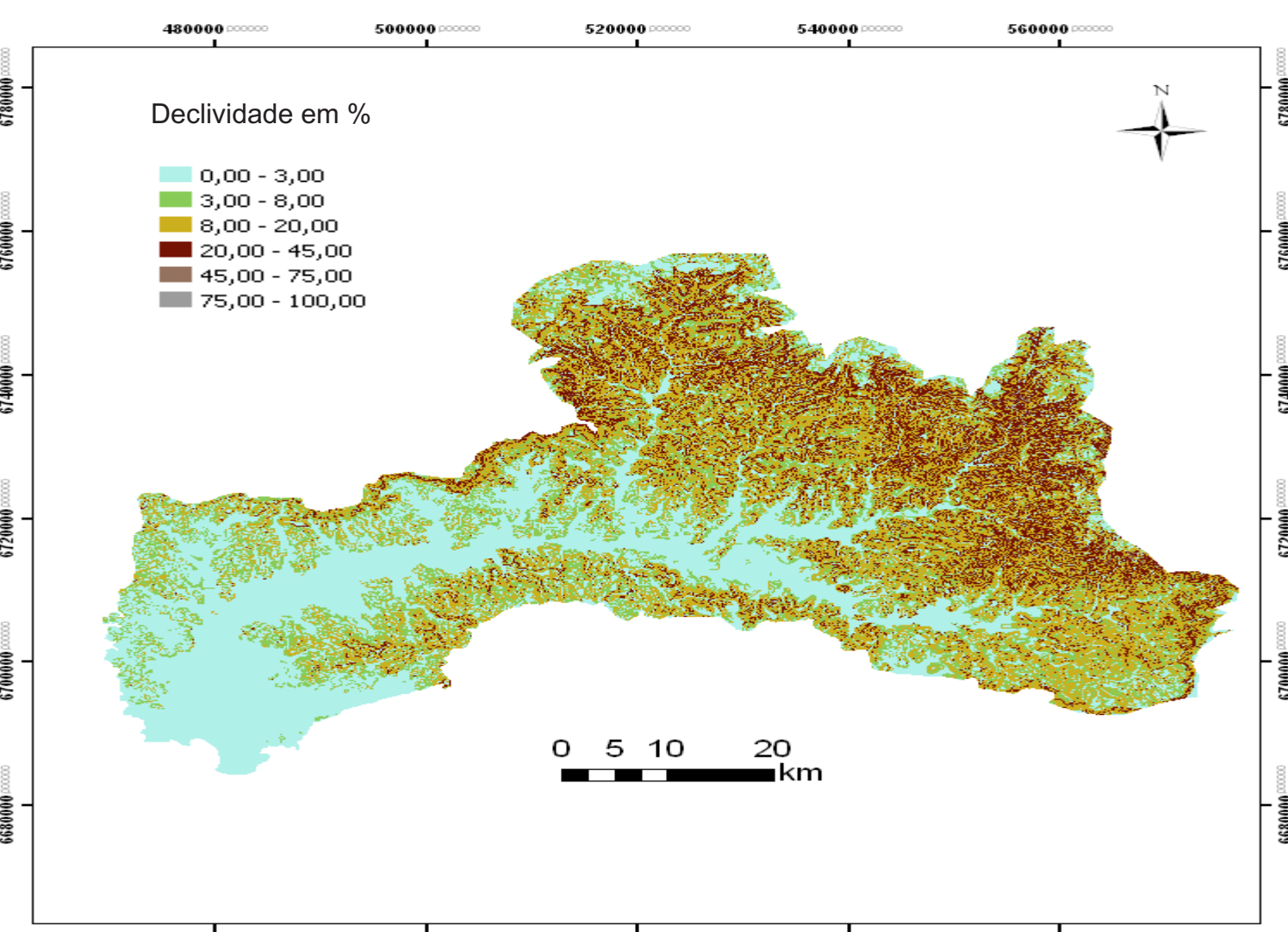


Figura 6. Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos

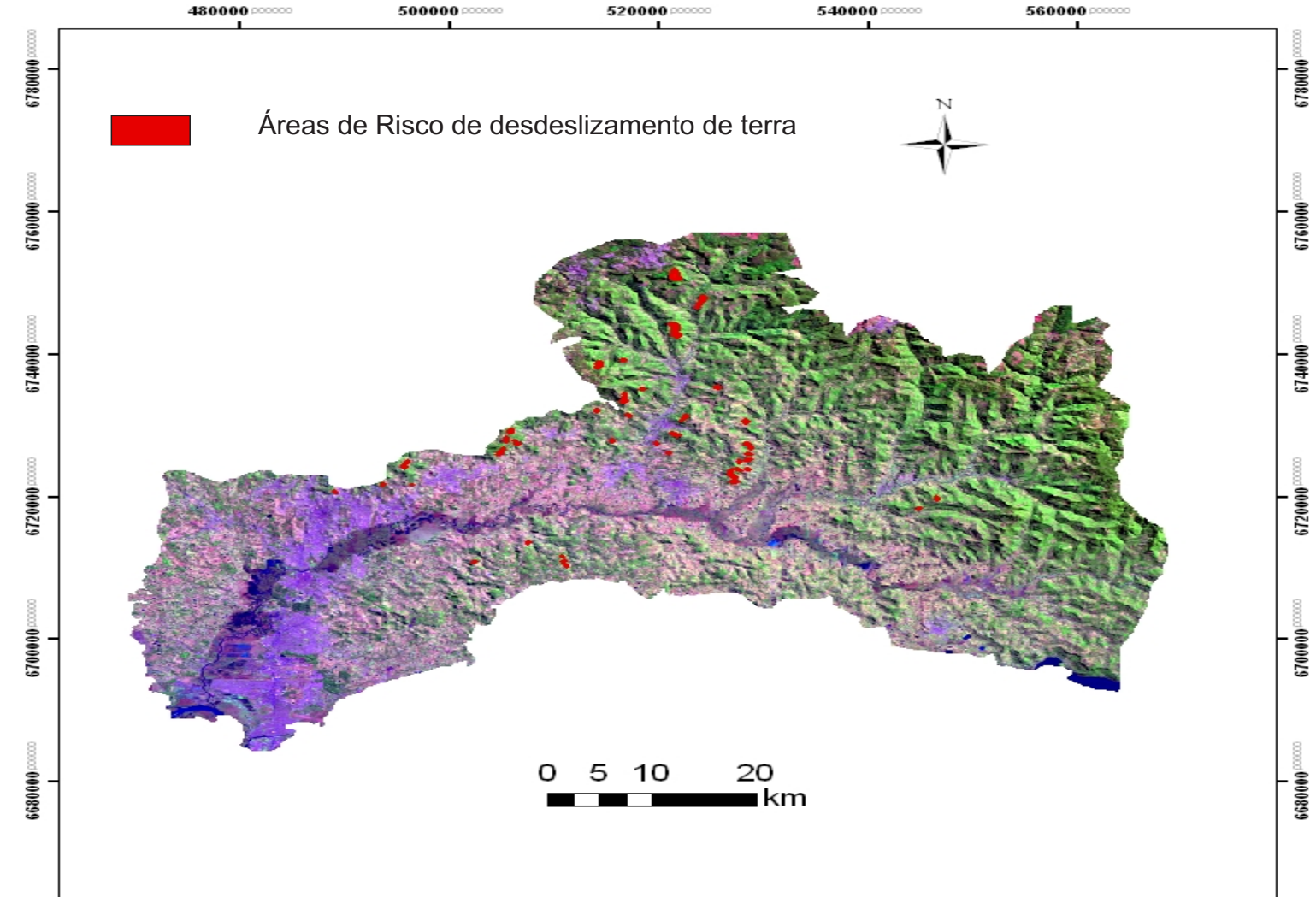


Figura 7. Imagem TM/Landsat-5 RGB-542 demonstrando áreas suscetíveis a deslizamento de terra.

## Conclusões:

Este trabalho demonstra que métodos de sensoriamento remoto são uma ferramenta importante no mapeamento de áreas suscetíveis a desastres naturais com baixo custo computacional.