

1-Introdução

Este projeto tem como objetivo estabelecer mapas de locais suscetíveis a movimentos de massa gravitacionais, com o uso principalmente do software SHALSTAB (Montgomery e Dietrich, 1994), aliados a alguns outros programas que usam modelos matemáticos. Os escorregamentos dependem da topografia, de fatores das propriedades físico químicas do solo, e principalmente da quantidade e distribuição da descarga hidráulica. O local escolhido foi Antonina, no morro do Bom Brinquedo devido a recentes eventos climáticos extremos.

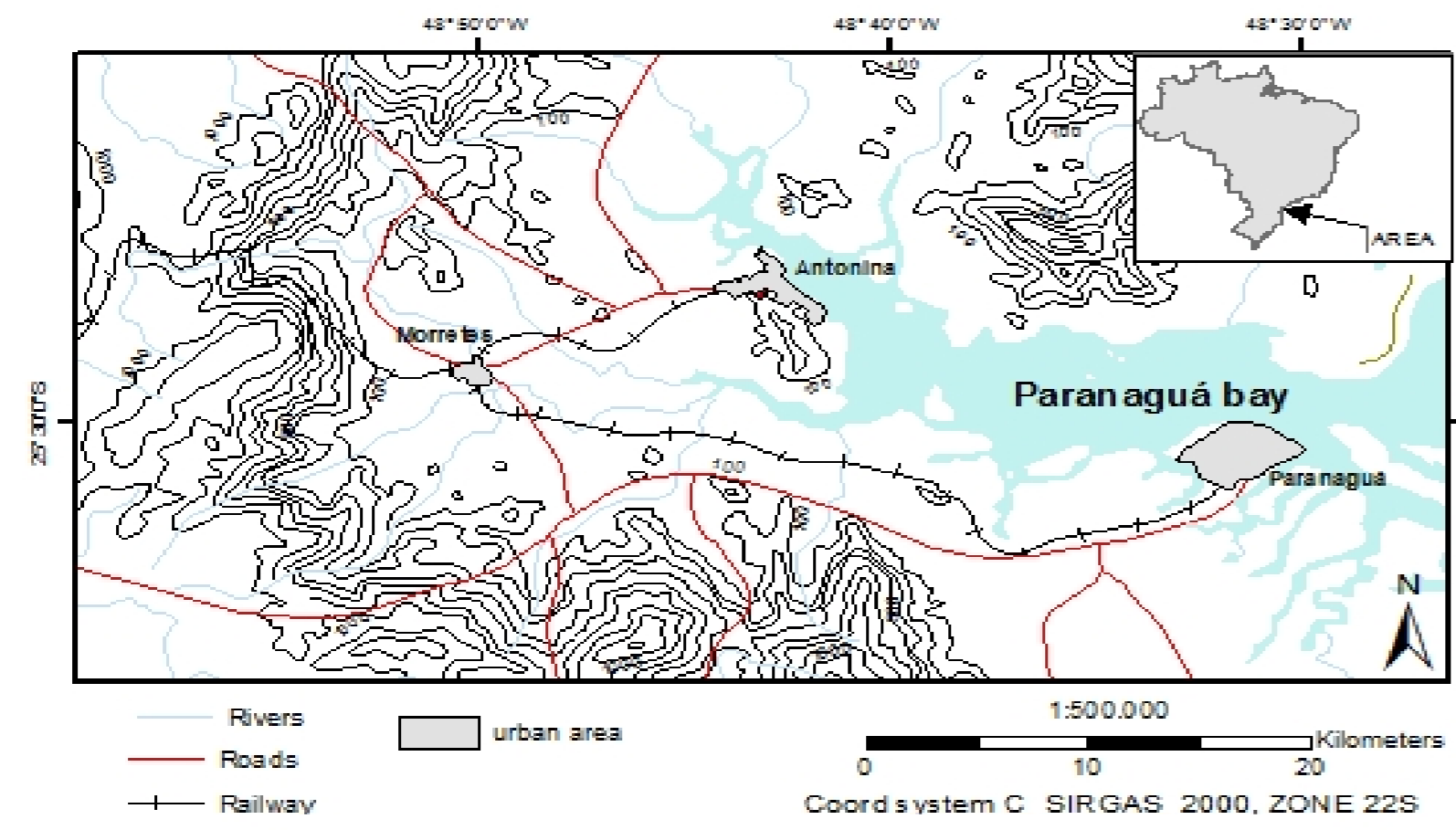


Figura 1 - localização da cidade de Antonina

2-Metodologia

O modelo SHALSTAB vem sendo amplamente utilizado em climas tropicais desde a metade da década de 1990 (Montgomery e Dietrich, op.cit.). No entanto sua versão é antiga e não é mais compatível com a versão atual do ArcGis, programa do qual o SHALSTAB é um plug-in. Devido a este fato tivemos alguns problemas, que pareciam terem sido sanados quando foi conseguida uma versão mais antiga do software em questão. E após incansáveis tentativas vimos que não seria possível instalar o plugin. Por isso este trabalho tornou-se um estudo de caso, onde observamos o uso Shalstab em outras publicações e sua viabilidade.

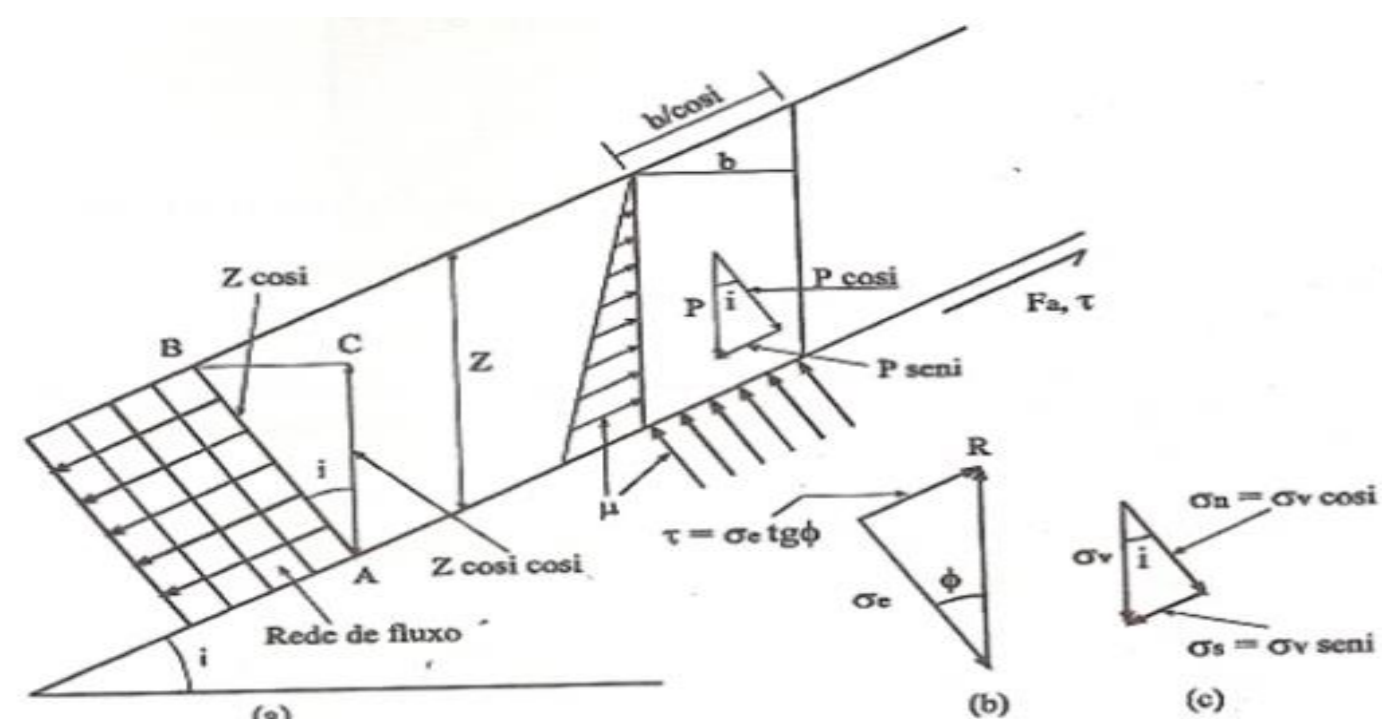
2.1-Estabilidades de taludes

Durante a ocorrência de um escorregamento o plano de ruptura no solo se forma quando as forças estruturantes tornem-se menores que as forças desestruturantes.

A relação entre estas forças pode ser expressa pelo fator de segurança (FS).

Para se entender como funciona o SHALSTAB é necessário entender o conceito de taludes de extensão ilimitada.

Segundo Fiori & Carmignani (2012), "São os TEI, de inclinação i , constituído por um solo homogêneo, de peso específico (γ_{sat}) e submetido apenas ao seu próprio peso, ou seja, qualquer talude de grande extensão e com perfis de solo essencialmente do mesmo tipo [...]"



$$F_s = \frac{c + \left\{ \gamma_{sat} - \left(\frac{h_z}{Z} \right) \gamma_a \right\} Z \cos^2(i) + tg(\phi)}{Z \gamma_{sat} \sin(i) \cos(i)}$$

Onde:

F_s = fator de segurança

γ_{sat} = massa espec. saturada

h_z = altura do lençol freático

γ_a = massa específica

2.2-Sobre o SHALSTAB:

É um modelo de estabilidade para a avaliação da propensão de instabilidade de cada pixel (parte de uma área analisada) baseado num modelo de TEI com suas constantes hidrológicas.

Para que seja viável o uso do SHALSTAB é necessário modelo digital de terreno (MDT) para que se possam inserir todas as variáveis indicadas anteriormente.

Dietrich e Montgomery (1998) propuseram as sete seguintes classes de estabilidade:

- Incondicionalmente Instável e saturado;
- Incondicionalmente estável e não saturado;
- Estável e não saturado;
- Instável e não saturado;
- Instável e saturado;
- Incondicionalmente instável e não saturado e
- Incondicionalmente estável e saturado

O *output* é composto por dois mapas: um de áreas potencialmente instáveis, e outro de áreas minimamente estáveis que podem se tornar instáveis sob certos regimes de chuvas. O primeiro módulo traz um modelo dos locais na paisagem que estarão submetidos à saturação, o segundo simula a estabilidade de uma porção de solo situada diretamente sobre o embasamento rochoso.

Para a análise desses módulos são incorporados parâmetros climáticos e diversas propriedades do solo: secção da área de escoamento; comprimento do contorno do limite inferior; transitoriedade do solo quando saturado; inclinação local; relação entre a densidade do solo e da água; taxa líquida de precipitação; aceleração local da gravidade; coesão efetiva do solo; espessura do solo;

Obs.: estes parâmetros podem ser inseridos como números absolutos ou como mapas, ou ambos.

3-Aplicação do SHALSTAB em ambiente brasileiro

3.1- Estudo 1

O modelo foi aplicado recentemente no Vale do Itajaí, SC, mais especificamente na bacia do rio da Cunha, segundo o trabalho "Análise Comparativa Entre os Modelos SHALSTAB e SINMAP na Identificação de Áreas Susceptíveis a Escorregamentos Translacionais".

Nesse trabalho para a confecção do MDT foi gerado um raster de grade regular com resolução de 5 m. Também foi elaborado o inventário de cicatrizes de escorregamentos ocorridos em novembro de 2008 na bacia para calibração dos modelos.

Os dados de chuva da região do ano de 2008 foram convertidos em uma taxa de recarga uniforme. A amplitude deste período chuvoso foi determinada e foi utilizado o valor de equivalente a 15,33 mm/d como parâmetro de entrada. Neste trabalho foi adotado que a taxa de recarga do solo é igual à intensidade de precipitação.

As características do solo da bacia foram determinadas a partir de ensaios criteriosos.

Sendo gerado o mapa abaixo (FIG.3) de estabilidade da bacia do Rio Cunha, que foi considerado satisfatório pela equipe do trabalho citado, os resultados obtidos demonstram que o modelo capturou corretamente os fatores hidrogeomorfológicos que governam a estabilidade das encostas na bacia. O resultado apresentou um baixíssimo índice de erro, visto que poucas áreas dentro da bacia foram classificadas como instáveis.

3.2- Estudo 2

O mesmo modelo foi aplicado em outro estudo recente: "Análise da susceptibilidade a escorregamentos de massas na bacia do rio Paquequer – Teresópolis - estado do Rio de Janeiro, utilizando os modelos SINMAP e SHALSTAB" do prof. Dr. Francisco Dourado da Silva (Silva, 2008). Neste trabalho foi elaborado um modelo conceitual do Banco de Dados e implementado no SIG. Os dados estavam disponíveis nos órgãos responsáveis e eram de boa qualidade. Optou-se por trabalhar com duas bases para a criação dos MDT's, onde os grids gerados têm resolução espacial de 10 metros e 2 metros.

Foram analisados minuciosamente todos os tipos de rochas e seus minerais, e, portanto o solo proveniente delas na região, foi feita também uma extensa análise da hidrologia da região, para efeito dos estudos todos os escorregamentos estudados foram considerados escorregamentos translacionais rasos.

Com o objetivo de facilitar a análise da relação entre as classes geradas pelos modelos e as cicatrizes de escorregamentos históricos, a classificação foi resumida em dois grupos sendo utilizadas apenas seis classes:

- Classe de alto risco - unindo as três classes mais instáveis;
- Classe de baixo risco - unindo as três classes mais estáveis;

Foram comparados os resultados do SHALSTAB com os dados reais: Deste modo, pode-se observar que os resultados da classe de alto risco se correlacionaram a no máximo 10% dos dados históricos. E contraditoriamente 90% dos escorregamentos históricos caíram em áreas classificadas como de baixo risco.

O mapa abaixo foi o obtido a partir do plug-in em questão (FIG.4).

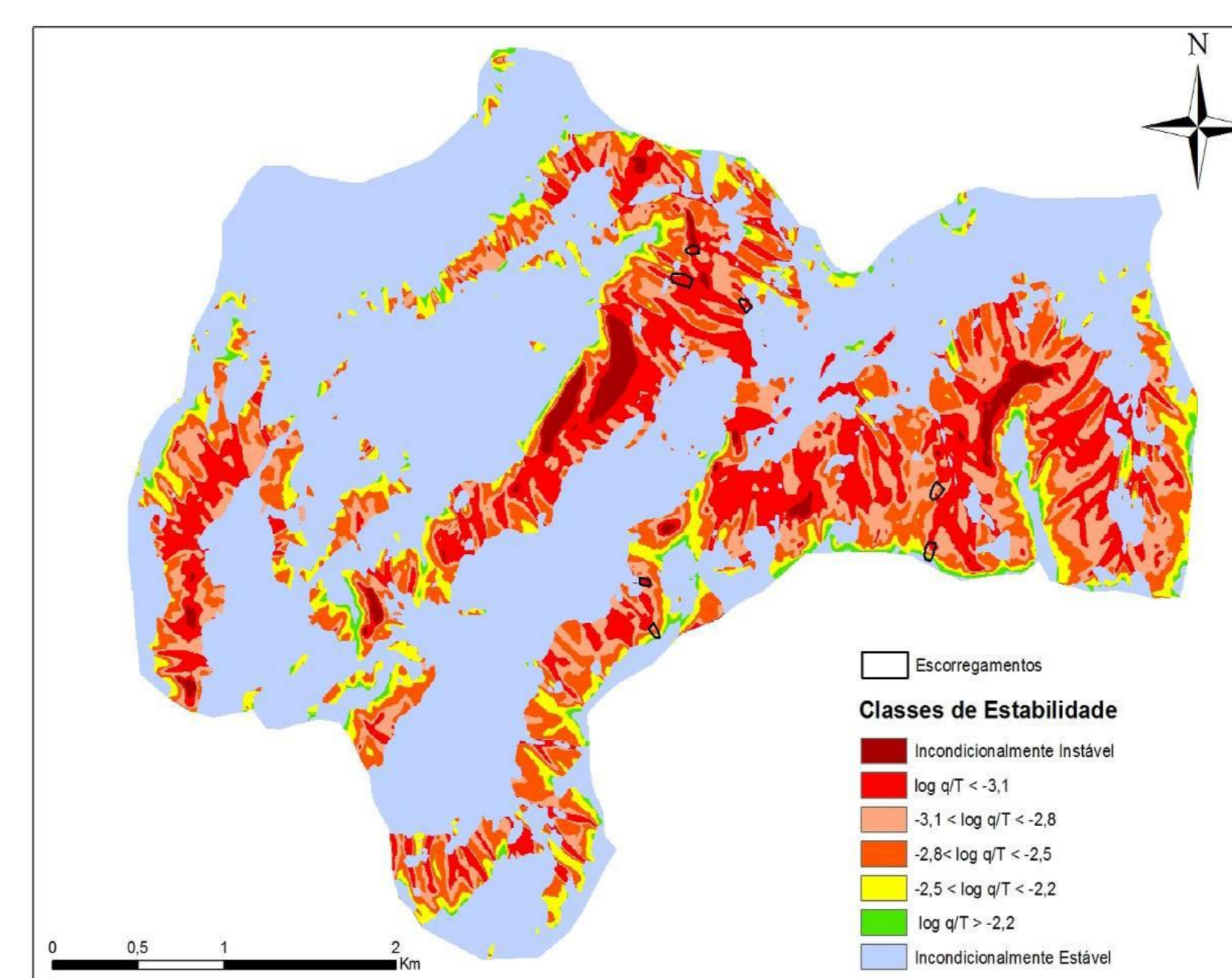


Figura 3- Mapa de susceptibilidade a escorregamentos com os modelos SHALSTAB, extraído de "Análise comparativa entre os modelos shalstab e sinmap na identificação de áreas susceptíveis a escorregamentos translacionais"

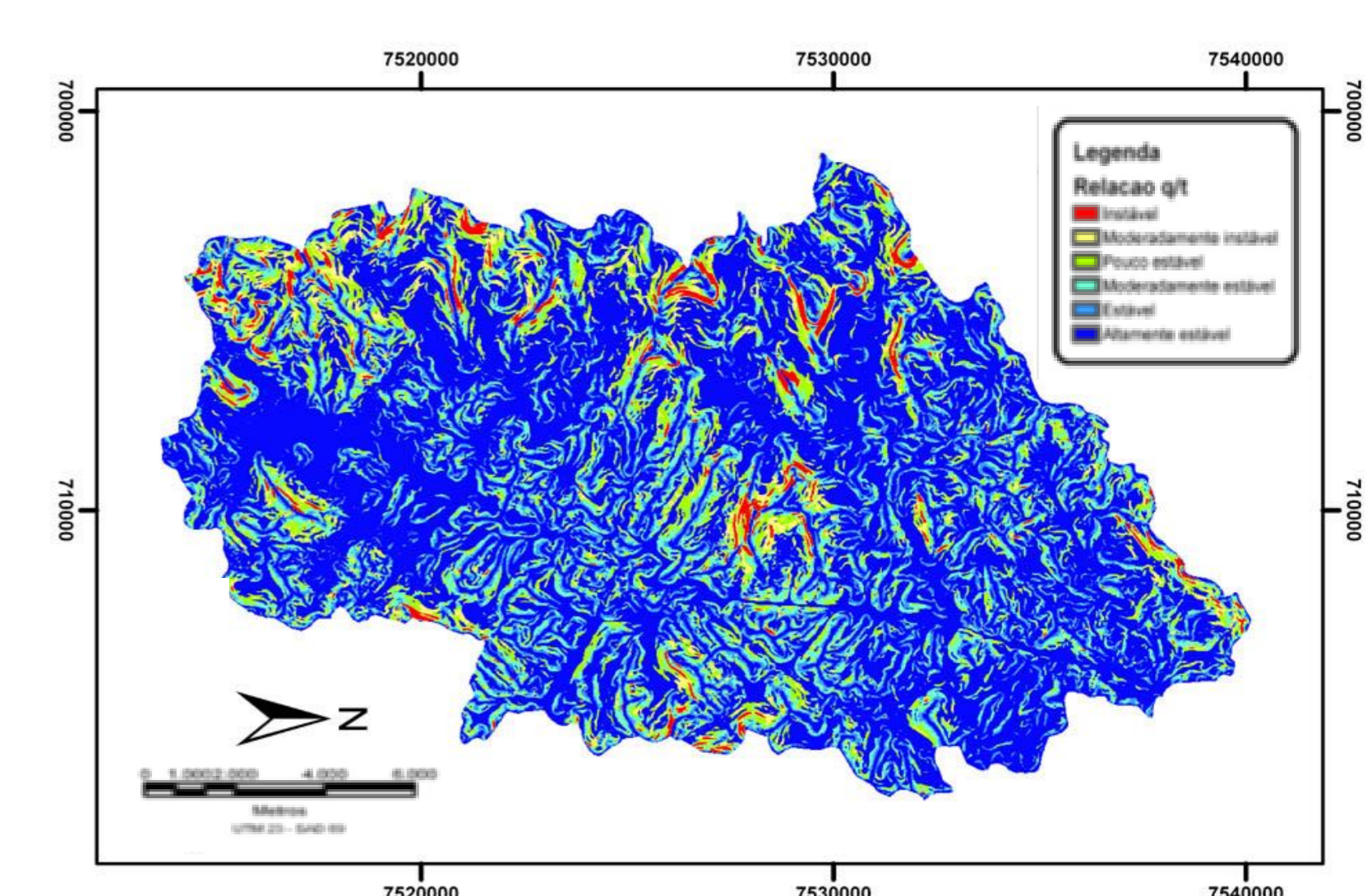


Figura 4 - Mapa da susceptibilidade de escorregamentos de massa da bacia do rio Paquequer utilizando o modelo sinmap com a base na escala 1:50000. Extraído de "Análise da susceptibilidade a escorregamentos de massas na bacia do rio Paquequer – Teresópolis - estado do rio de janeiro, utilizando os modelos sinmap e shalstab"

4-Conclusão

O projeto é de fundamental importância para que perdas possam ser evitadas. Alguns artigos e pesquisas, como as citadas, demonstram a eficácia do plug-in na previsão de desastres, desde que os dados inseridos sejam os melhores possíveis e que se evitem as generalizações. Os estudos mostraram o efetivo uso do plug-in na previsão dos Movimentos gravitacionais de massa.

Devido a obsolescência do *software* e a dificuldades de compatibiliza-lo com as ferramentas atuais não permitiram concluir a pesquisa na área indica. No entanto, o *plugin* SHALSTAB, como visto através dos estudos de caso, pode ser uma ferramenta realmente poderosa no mapeamento de riscos a desastres relacionados a escorregamento.

5- Referências

- Fiori, A. P. & Carmignani, L. 2008 **Fundamentos da mecânica dos solos e das rochas**. Ed. UFPR, Paraná.
- Guidicini, G & Nieble, C. M. 1984, "Estabilidade de taludes naturais e de escavação". Editora Edgard Blucher LTDA, 1ed, São Paulo.
- Silva, F. de A. Dourado da. "Análise Da Susceptibilidade A Escorregamentos De Massas Na Bacia Do Rio Paquequer – Teresópolis - Estado Do Rio De Janeiro, Utilizando Os Modelos Sinmap E Shalstab". UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
- Michel, G. P.; Kobiyama, M. & Goerl, R. F. "Análise comparativa entre os modelos shalstab e sinmap Na identificação de áreas susceptíveis a escorregamentos translacionais". X Encontro nacional de eng de sedimentos, sem data de publicação.
- Montgomery D.R e Dietrich W.E. 1994. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. **Water resources research**, Vol.30, No.4. Abril 1994. Pages 1153-1171. Pesquisado em mar. 2012.