



Análise do Coeficiente de Segurança para a Geração de Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos Rotacionais

Caroline Ester Christ
UFSC, Florianópolis, Brasil, carolesterc@yahoo.com.br

Jéssica Huller
UFSC, Florianópolis, Brasil, jessicahuller2015@gmail.com

Rafael Augusto dos Reis Higashi
UFSC, Florianópolis, Brasil, rrhigashi@gmail.com

Rodrigo Torquato Domingues
UFSC, Florianópolis, Brasil, rodrigotorquatodomingues@gmail.com

RESUMO: A cidade de Florianópolis sofre com uma ocupação desordenada, incluindo em áreas suscetíveis a problemas geotécnicos. Para amenizar tais problemas, é importante que o ordenamento de uso e ocupação do solo tenha como base os mapas de suscetibilidade. Dentre estes mapas, destaca-se o de suscetibilidade a deslizamentos, podendo ser translacionais ou rotacional. Para a geração dos mapas de suscetibilidade a deslizamentos translacionais no Brasil e no mundo tem-se usado os modelos físicos e matemáticos. Para a geração do mapa de suscetibilidade a deslizamentos rotacionais, tendo como base um mapeamento geotécnico, alguns autores do sul do Brasil têm utilizado softwares de estabilidade de encostas para traçar seções padrão variando a inclinação até se obter os fatores de segurança que constam na norma NBR 11682. Este método baseia-se em um mapeamento geotécnico, onde são calculadas as inclinações críticas, de acordo com os fatores de segurança, para cada unidade geotécnica. Depois, estas inclinações são comparadas às inclinações reais do solo. No presente estudo, foi avaliada a confiabilidade deste método comparando-o com a análise de encostas reais, tendo como área de estudos um topo de morro com área de 1,12 km², onde foram traçados quatro perfis longitudinais para estudo. Estes perfis foram avaliados inicialmente de forma global, em trechos menores e comparado a um mapa gerado por meio da metodologia utilizada por outros autores. Os resultados mostraram pequenas incoerências pontuais, o que demonstrou que em termos gerais o método utilizado pode ser utilizado de forma segura.

PALAVRAS-CHAVE: mapa de susceptibilidade a deslizamentos, mapeamento geotécnico, deslizamentos rotacionais, instabilidade de encostas.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Christ (2014), a cidade de Florianópolis apresentou um significativo aumento populacional nas últimas décadas. Como consequência deste aumento populacional, ocorre a ocupação desordenada, incluindo em áreas suscetíveis a deslizamentos, uma realidade comum a cidades brasileiras.

Visando acomodar de maneira adequada este contingente populacional, é importante mapear áreas de suscetibilidade a problemas ligados à geotecnia. Desta forma, o ordenamento do uso e ocupação do solo proporcionará maior segurança à população.

De acordo com Higashi (2006), a ocupação desordenada das áreas urbanas ocorre, na maioria das vezes, sem qualquer intervenção do



poder público. Contudo, em um país como o Brasil, com perspectivas de expansão, é indispensável uma política de planejamento territorial do meio físico que recorra ao uso de mapas. Estes devem possibilitar a interpretação de dados para posteriormente serem utilizados como subsídios ao planejamento regional e urbano.

1.1 Deslizamentos de Solo

Dentre as diversas classificações para os movimentos de massa ou deslizamentos de encostas, tem-se as definições de Cruden e Varnes (1996) *apud* Das (2011) como as mais empregadas. Os autores classificam os deslizamentos de acordo com as características da ruptura do talude, sendo adotadas as cinco classes a seguir:

- **Queda:** desprendimento de uma porção de solo ou rocha proveniente de um talude.
- **Tombamento:** movimento de rotação de uma massa de solo ou rocha para frente de talude.
- **Escorregamento:** ocorre na superfície de ruptura.
- **Expansão lateral:** espalhamento.
- **Escoamentos:** movimento de uma massa de solo de forma similar aos fluidos viscosos.

Para Cruden e Varnes (1996), os deslizamentos se dividem em rotacionais e translacionais. Os deslizamentos rotacionais têm a superfície de ruptura curvada de forma côncava e o movimento de deslizamento é aproximadamente rotacional em torno de um eixo paralelo e transversal à superfície da encosta solo (Figura 1 (A)). Os deslizamentos translacionais envolvem o movimento de uma massa de solo ao longo de uma superfície grosseiramente plana com pouca rotação (Figura 1 (B)).

1.2 Método de Bishop

Dentre os métodos de equilíbrio-limite para

cálculo de coeficiente de segurança à deslizamentos, destaca-se o Método de Bishop (1955). Este método analisa, de forma estática, um volume de solo acima de uma superfície de ruptura circular (SOUZA, 2017). Este volume é dividido em fatias ou lamelas, levando em conta a interação entre as fatias no processo de cálculo.

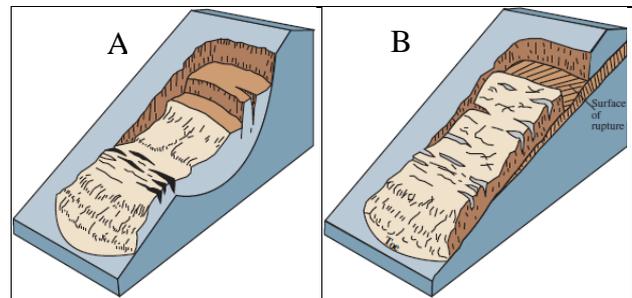


Figura 1. Deslizamento rotacional (A) e translacional (B)
Fonte: Cruden e Varnes, 1996.

Anteriormente a Bishop, Fellenius já havia desenvolvido seu método de cálculo com base em fatias, porém desconsiderando o cisalhamento na lateral entre as fatias. De acordo com Rogério (1977) *apud* Orsi (2018), o método de Fellenius superestima o fator de segurança da ordem de 15% em relação ao de Bishop.

No Método de Bishop, o equilíbrio de forças é realizado no sentido vertical, de acordo com a lamela de Bishop, seguindo a equação (1).

$$F = \frac{\sum [c' \cdot \ell + \frac{P - u \cdot \Delta x - c' \cdot \Delta x \cdot \text{tg} \theta / F}{\cos \theta + \text{tg} \phi' \cdot \text{sen} \theta / F}]}{\sum P \cdot \text{sen} \theta} \quad (1)$$

1.3 Mapeamento Geotécnico

Quando se pretende espacializar os dados referentes à mecânica dos solos de uma determinada região, utiliza-se a metodologia do mapeamento geotécnico. Segundo Higashi (2006):

“O mapeamento geotécnico pode ser definido como uma metodologia, em que sob a forma de um mapa são representadas as principais características geomecânicas do solo, podendo ser utilizado na previsão



do comportamento de polígonos de solos chamados de unidades geotécnicas.”

Zuquette (2004) descreve o mapeamento geotécnico como um processo que busca a avaliação e descrição das características dos componentes do meio físico, bem como os possíveis comportamentos frente às diferentes formas de uso do solo, processos naturais e induzidos. Para o autor o mapeamento geotécnico alia as diversas áreas de conhecimento às informações geotécnicas.

Davison Dias (1995) desenvolveu uma metodologia especialmente para os solos tropicais. Para Higashi (2006) esta metodologia busca prever o comportamento do solo relacionando-o com sua gênese, para tanto são determinadas as unidades geotécnicas.

Na metodologia de Davison Dias (1995) um mapa geotécnico preliminar é gerado por meio da combinação dos mapas geológico e pedológico, resultando na definição de unidades geotécnicas. Para melhorar a escala do mapa geotécnico são utilizados mapas topográficos e pesquisas já existentes na região de estudo. Após essa etapa, cada unidade geotécnica identificada na área de estudo passa por ensaios de campo e de laboratório para determinação dos seus parâmetros geotécnicos.

O mapeamento geotécnico é uma das principais bases para a geração dos mapas de suscetibilidade.

1.4 Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos

Tominaga (2007) *apud* Rodrigues (2013), define suscetibilidade a deslizamentos como a “probabilidade de ocorrência de escorregamentos em função das características da área, como cobertura e uso, geologia, geomorfologia e pedologia”.

As metodologias para o desenvolvimento de mapas de suscetibilidade a deslizamentos dividem-se em translacionais (ou superficiais) e rotacionais (ou profundos).

1.4.1 Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos Translacionais

Para a geração de mapas de suscetibilidade a deslizamentos translacionais (superficiais) são usados os modelos físicos e matemáticos. Tais modelos baseiam-se na combinação de dados pluviométricos, de relevo, inclinações das encostas, propriedades das bacias hidrográficas, áreas de contribuição dos rios, mecânica dos solos, cobertura e dinâmica de uso e ocupação do solo. Dentre estes modelos destacam-se o Sinmap e Shalstab.

No Brasil tem-se uma diversidade de estudos desenvolvidos com base nestes modelos, como é o caso dos estudos de Guimarães (2000), Vieira (2007), Reginatto (2013), Guessier (2013), Sbroglia (2015) e Sakamoto et al. (2016).

1.4.2 Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos Rotacionais

Para a geração do mapa de suscetibilidade a deslizamentos rotacionais, com base em um mapeamento geotécnico, alguns autores do sul do Brasil têm utilizado softwares de estabilidade de encostas. A metodologia baseia-se na modelagem de seções padrão, com seus respectivos parâmetros de resistência ao cisalhamento, onde se varia a inclinação do talude até que se obtenha os fatores de segurança estabelecidos pela ABNT (1990) conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Faixas de estabilidade. Fonte: ABNT (1990).

| Fator de Segurança | Classe de suscetibilidade |
|--------------------|---------------------------|
| superior a 1,5 | estável |
| de 1,3 a 1,5 | baixa instabilidade |
| de 1,15 a 1,3 | média instabilidade |
| inferior a 1,15 | alta instabilidade |

Este método se baseia em um mapeamento geotécnico, sendo que para cada uma das unidades geotécnicas são calculadas as inclinações de acordo com os fatores de segurança. Em seguida, essas inclinações são comparadas às inclinações reais do terreno, através do cruzamento entre o mapa geotécnico



e o mapa de declividades, classificando a estabilidade em faixas de inclinação de acordo com os fatores de segurança levantados.

A utilização desta metodologia é mais recente, tendo sido usada por Sbroglia (2015), Monteiro (2016), Orsi (2018), Cruz (2017) e Garcia (2018).

No presente estudo, é analisado se esta comparação é válida, tendo como base um topo de morro, situado na cidade de Florianópolis com mapeamento geotécnico e parâmetros dos solos determinados por outros autores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento deste estudo, foram utilizados: os parâmetros de resistência ao cisalhamento de Orsi (2018) e Garcia (2018), o mapeamento geotécnico de Christ (2019), e o peso específico (natural e saturado) de Christ (2014). A Figura 2 apresenta o mapeamento geotécnico da área de estudos e a Tabela 2, os parâmetros geotécnicos utilizados para as unidades geotécnicas Cde (Cambissolo Depósito de Encosta), Cgi (Cambissolo substrato Granito Ilha) e Rgi (Solos Litólicos substrato Granito Ilha). As unidades Gsq e AQsq não serão objeto de estudo por se tratarem de solos sedimentares.

Para todas as três unidades, a profundidade do nível d'água foi de 5 m (com base em dados de SPT) e a camada de solo adotada é a máxima possível.

Tabela 2. Parâmetros geotécnicos. Fonte: Orsi (2018) e Christ (2014).

| Unidade Geotéc. | Ângulo de atrito (°) | Coesão (kN/m ²) | Peso específico natural (kN/m ³) | Peso específico saturado (kN/m ³) |
|-----------------|----------------------|-----------------------------|--|---|
| Cde | 27,92 | 12,80 | 19,10 | 19,80 |
| Cgi | 21,80 | 12,00 | 15,80 | 18,50 |
| Rgi | 24,11 | 8,65 | 12,10 | 16,50 |

A fim de avaliar encostas de diferentes dimensões, porém com características similares, a área escolhida para este estudo é um topo de morro, tendo uma área de 1,12 km², localizado na região central da Ilha de Santa Catarina.

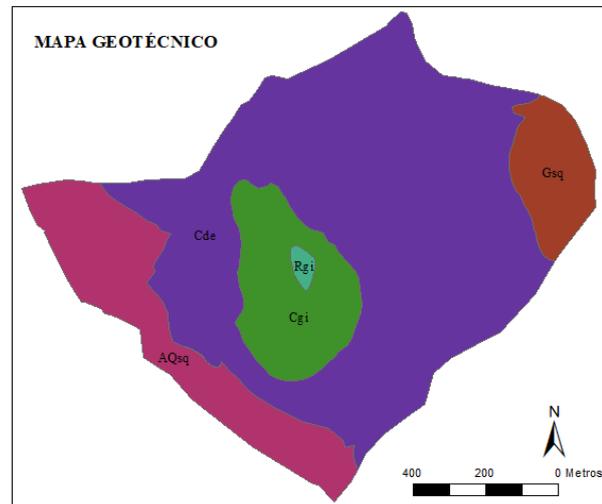


Figura 2. Mapa geotécnico. Fonte: Christ (2019).

A Figura 3 apresenta um mapa com a localização na Ilha e uma imagem de satélite onde é possível identificar que a área fica próxima à Universidade Federal de Santa Catarina e apresenta uma alta de ocupação urbana, inclusive nas regiões de alta declividade.

Foram traçadas as seções padrões conforme o método adotado por autores como Sbroglia (2015), Monteiro (2016) e Orsi (2018), citados no item 1.4.2. Desta forma, com base nos parâmetros listados na Tabela 2, foram traçadas seções padrão para cada unidade geotécnica, variando a inclinação até se obter os coeficientes de segurança de 1.15, 1.30 e 1.50, conforme definido por ABNT (1990).

Em ambiente SIG, tendo como base a declividade real do terreno, e utilizando as declividades obtidas para cada uma das unidades geotécnicas, foi definido o mapa de suscetibilidade a deslizamentos.

Tendo como base esta área em ambiente SIG, foram traçados quatro perfis longitudinais reais. A geometria destes quatro perfis foi traçada em um software de análise de estabilidade de encostas utilizando os parâmetros de resistência ao cisalhamento e os pesos específicos conforme as respectivas unidades geotécnicas (vide Tabela 2). Um dos perfis longitudinais contém duas unidades geotécnicas e os demais possuem três.

A fim de comparar a influência da análise de estabilidade da encosta como um todo com a



análise da encosta de forma parcial, os perfis foram avaliados de três formas: toda a encosta, e em duas partes ou em três partes.

Por fim, os resultados da análise desses perfis

foram comparados com o mapa de suscetibilidade, a fim de avaliar a confiabilidade do mapa e eventual necessidade de adaptações.

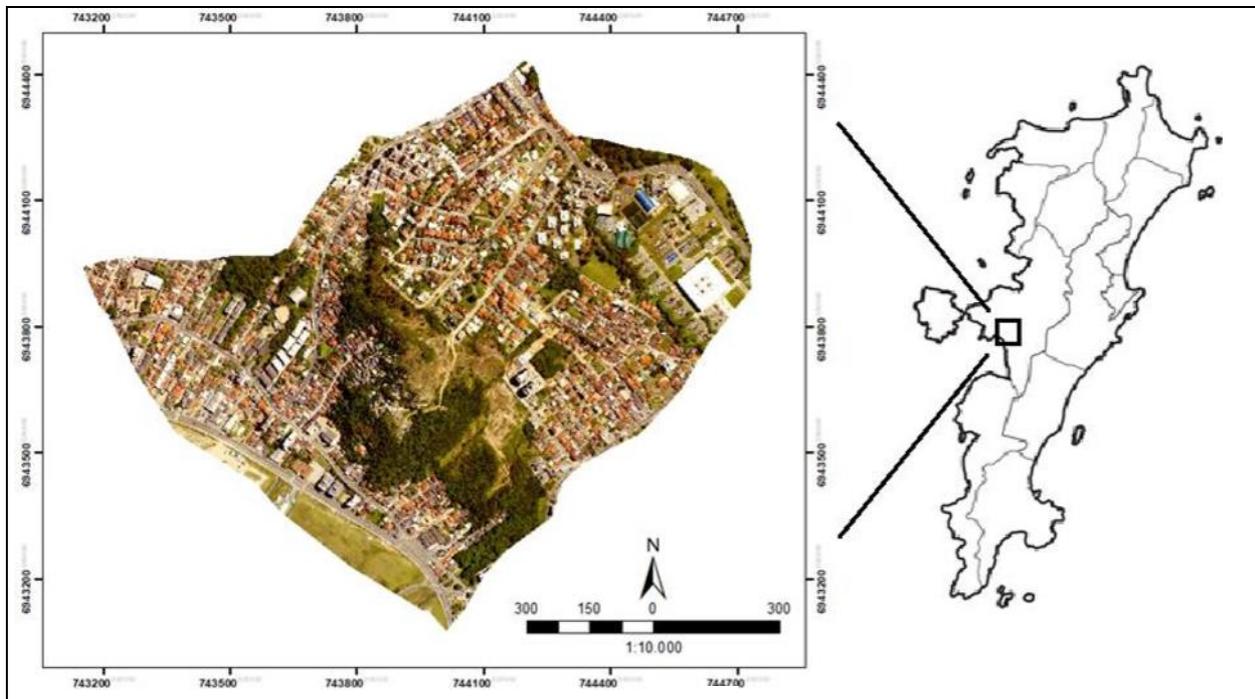


Figura 3. Recorte da área de estudos. Fonte: Orsi (2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 4 apresenta o relevo da área de estudos e a indicação de onde foram obtidos os 4 perfis das encostas analisadas.

Ao aplicar a metodologia anteriormente citada, a etapa de análise da estabilidade de encostas para cada unidade geotécnica resultou nas inclinações citadas na Tabela 3, e gerou o mapa da Figura 5. A Tabela 4 traz uma quantificação das áreas de acordo com a classe de suscetibilidade.

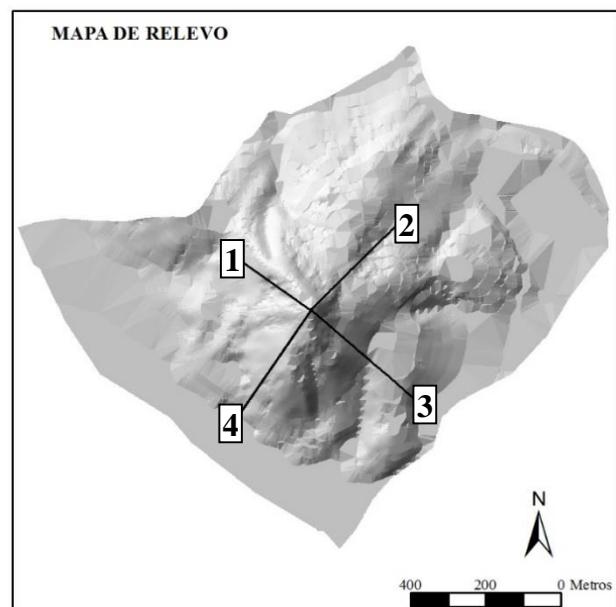


Figura 4. Relevo da área de estudos e locação dos perfis.



Tabela 3. Declividade de acordo com o fator de segurança de cada uma das unidades, usando a metodologia pré-estabelecida.

| Fator de segurança | Declividade (°) | | |
|--------------------|-----------------|-------|-------|
| | Cde | Cgi | Rgi |
| 1,15 | 24,56 | 19,03 | 17,60 |
| 1,3 | 22,08 | 16,93 | 15,68 |
| 1,5 | 19,37 | 14,74 | 13,73 |

Tabela 4. Quantificação das áreas de acordo com o fator de segurança, usando a metodologia pré-estabelecida.

| Fator de segurança | Área (m ²) |
|-------------------------------------|------------------------|
| maior que 1,5 (estável) | 941.950 |
| 1,3 a 1,5 (baixa instabilidade) | 34.424 |
| 1,15 a 1,3 (média instabilidade) | 19.783 |
| menor que 1,15 (alta instabilidade) | 121.956 |

exceto uma pequena região mais próxima a base e outra no topo da encosta (conforme mostra a Figura 7).

Estas duas pequenas regiões do mapa classificadas como estáveis, foram reavaliadas. A região mais próxima ao topo tem 32 m de comprimento e resultou em um fator de segurança 4,19, demonstrando adequabilidade com o mapa. A região mais próxima a base tem 13 m de comprimento e resultou em um fator de segurança de 7,57, o que também demonstra a adequabilidade do mapa. Desta forma o perfil 4 não necessitou alterações.

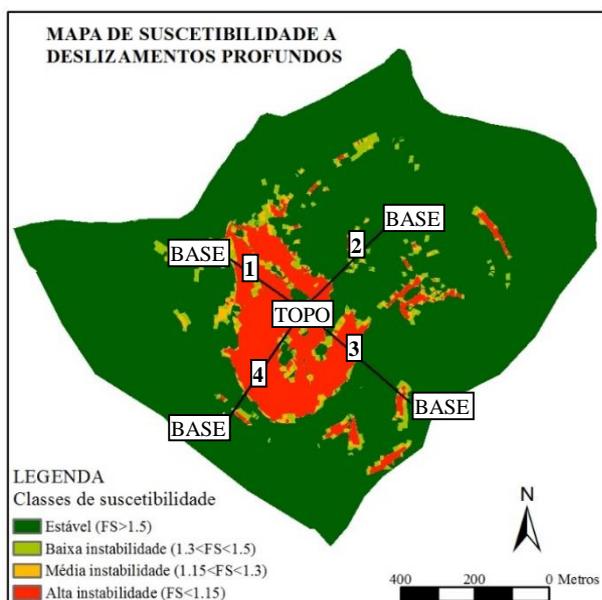


Figura 5. Mapa de suscetibilidade a deslizamentos gerado com base na metodologia pré-estabelecida.

3.1. Análise do Perfil 1

Para o perfil 1 com 246 m de extensão e geometria conforme a Figura 6, a análise da estabilidade para a seção total resultou em um fator de segurança de 0,87. Ao dividi-la em duas partes, a metade superior resultou em 1,09 e a metade inferior em 1,02. Comparando estes fatores de segurança com o mapa de suscetibilidade, nota-se uma boa coerência visto que neste local a maior parte da encosta encontra-se na classe de alta instabilidade,

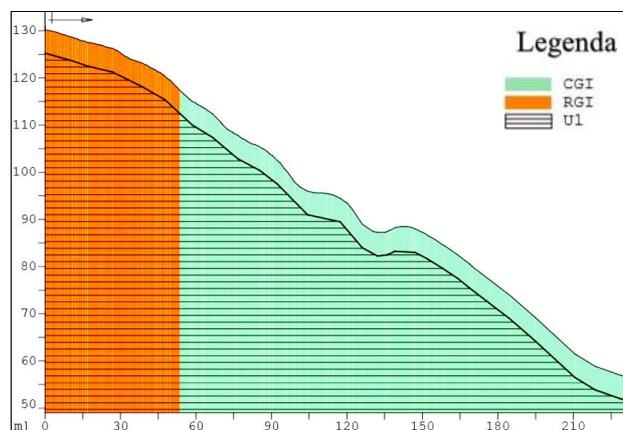


Figura 6. Geometria natural do perfil 1 gerada em software de análise de estabilidade de encosta.

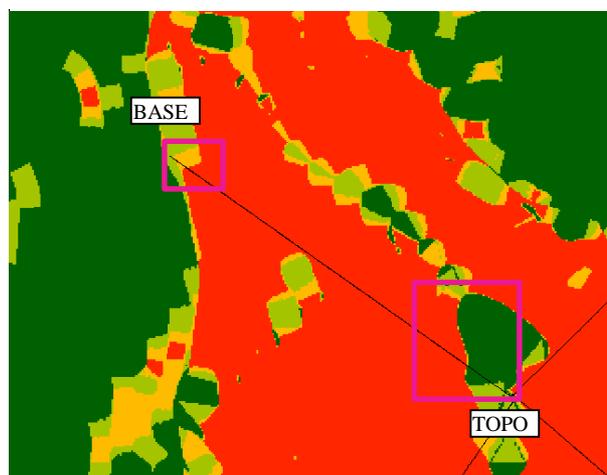


Figura 7. Detalhe do mapa de suscetibilidade gerado com base na metodologia pré-estabelecida para a região do perfil 1.



3.2. Análise do Perfil 2

O perfil 2 apresenta 344 m de extensão e geometria conforme a Figura 8. A análise da estabilidade para a seção total resultou em um fator de segurança de 1,65. Ao dividi-la em três partes, o terço superior resultou em 0,90, o do meio em 2,12 e o inferior em 7,54. Comparando estes fatores de segurança com o mapa de suscetibilidade, as divisões em três partes apontam para uma boa coerência, inclusive quando comparada à análise da encosta como um todo. Ao avaliar a região em destaque na Figura 9, tem-se 5 m de extensão, e um fator de segurança que resulta em 4,73. Desta forma fez-se necessária uma adaptação conforme a Figura 10.

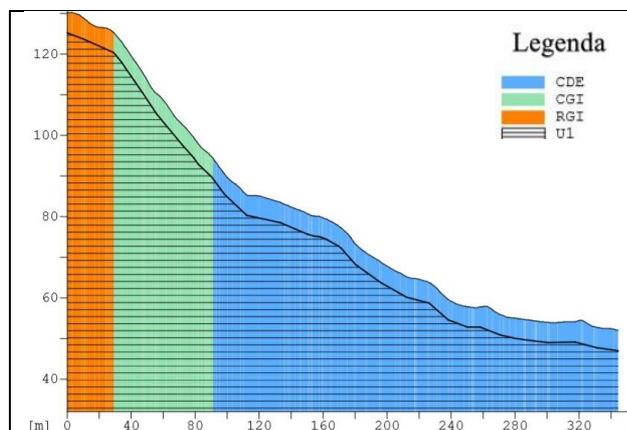


Figura 8. Geometria natural do perfil 2 gerada em software de análise de estabilidade de encosta.



Figura 9. Detalhe do mapa de suscetibilidade gerado com base na metodologia pré-estabelecida para a região do perfil 2.

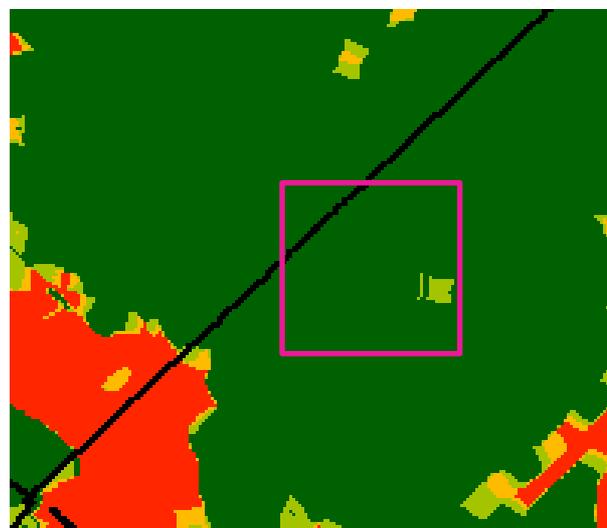


Figura 10. Detalhe do mapa de suscetibilidade reavaliado para a região do perfil 2.

3.3. Análise do Perfil 3

O perfil 3 apresenta 396 m de extensão e geometria conforme a Figura 11. A análise da estabilidade para a seção total resultou em um fator de segurança de 1,61. Ao dividi-la em duas partes, a metade superior resultou em 0,85 e a metade inferior em 2,79. Comparando estes fatores de segurança com o mapa de suscetibilidade (conforme destaque na Figura 12) nota-se uma boa coerência, exceto por uma pequena região mais próxima a base, que no mapa está entre alta instabilidade e baixa



instabilidade, mas seria estável. Ao analisar esta região de maneira mais pontual, tem-se um fator de segurança de 1,74. Ao analisar a região mais próxima a base, obteve-se um fator de segurança de 1,74, demonstrando a necessidade de uma alteração para estável (conforme a Figura 13).

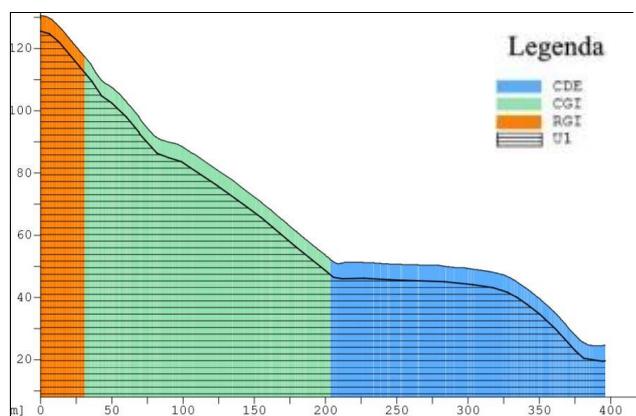


Figura 11. Geometria natural do perfil 3 gerada em software de análise de estabilidade de encosta.

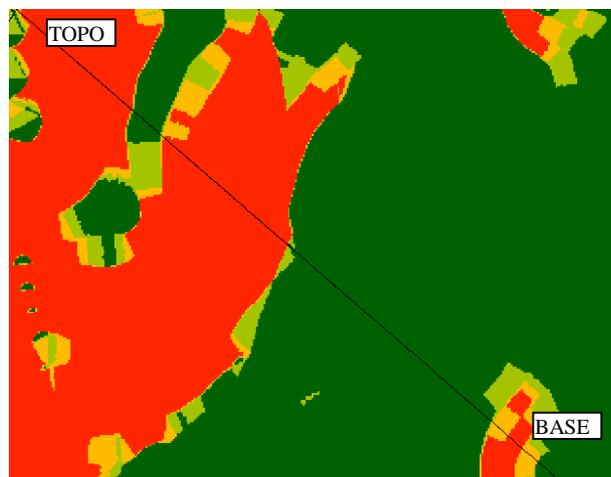


Figura 12. Detalhe do mapa de suscetibilidade gerado com base na metodologia pré-estabelecida para o perfil 3.

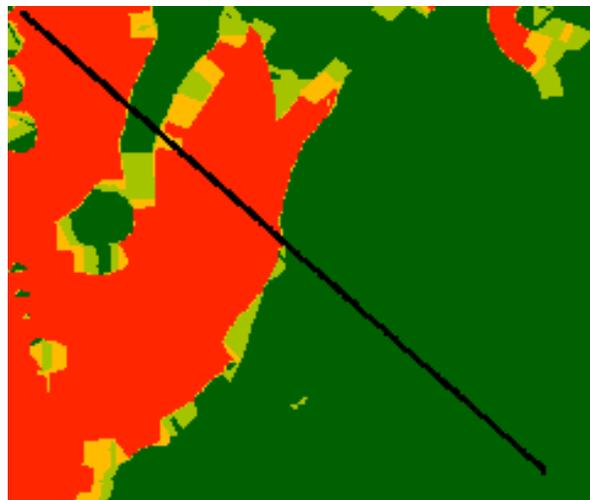


Figura 13. Detalhe do mapa de suscetibilidade reavaliado para o perfil 3.

3.4. Análise do Perfil 4

Para o perfil 4 com 370 m de extensão e geometria conforme a Figura 14, a análise da estabilidade para a seção total resultou em um fator de segurança de 0,69. Ao dividi-la em duas partes, a metade superior resultou em 0,92 e a metade inferior em 1,04. Comparando-a com o mapa de suscetibilidade, notam-se algumas incoerências mais ao centro, no topo e na base, classificadas como estáveis e medianamente instável no mapa, necessitando uma avaliação pontual.

Ao avaliar a região mais próxima a base, obtém-se o fator de segurança 2,14 para os 84 m de extensão. Ao avaliar a região do topo, obtém-se o fator de segurança 2,57. Estas duas regiões foram alteradas conforme a figura.

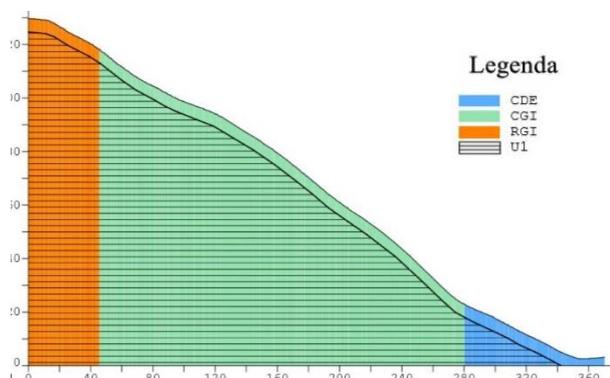


Figura 14. Geometria natural do perfil 4 gerada em software de análise de estabilidade de encosta.

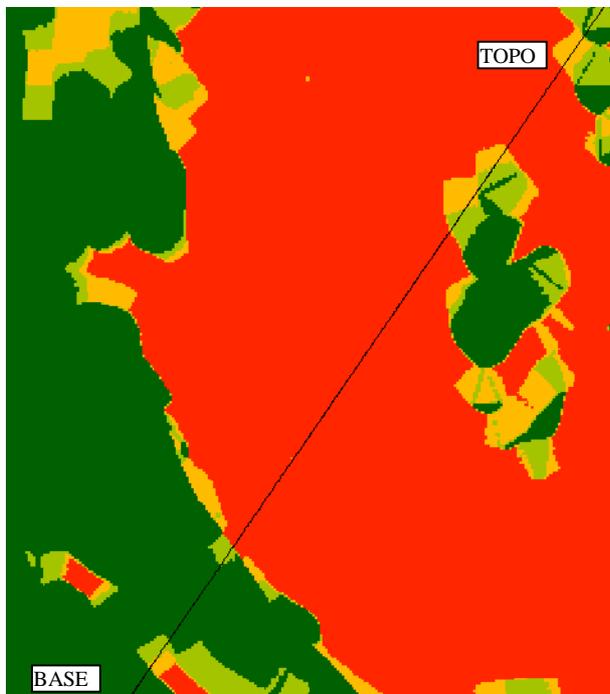


Figura 15. Detalhe do mapa de suscetibilidade gerado com base na metodologia pré-estabelecida para o perfil 4.

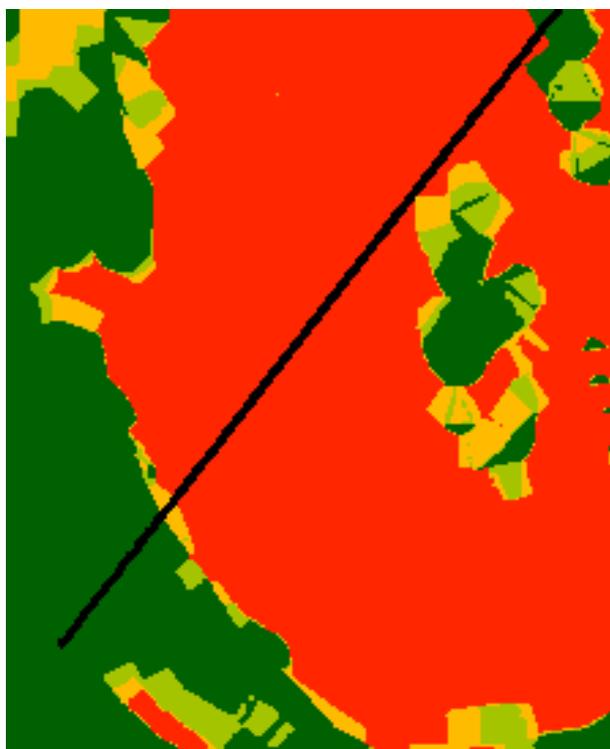


Figura 16. Detalhe do mapa de suscetibilidade reavaliado para o do perfil 4.

3.5. Geração do Mapa de Suscetibilidade Final

Depois de analisadas as seções, obteve-se o mapa da Figura 17, e ao quantificar as áreas tem-se o exposto na Tabela 5. Ao comparar esta tabela com a Tabela 4, nota-se que houve um aumento na área estável (0,6%), e uma diminuição nas áreas classificadas como baixa (10%), média (5,9%) e alta instabilidade (1,23%).

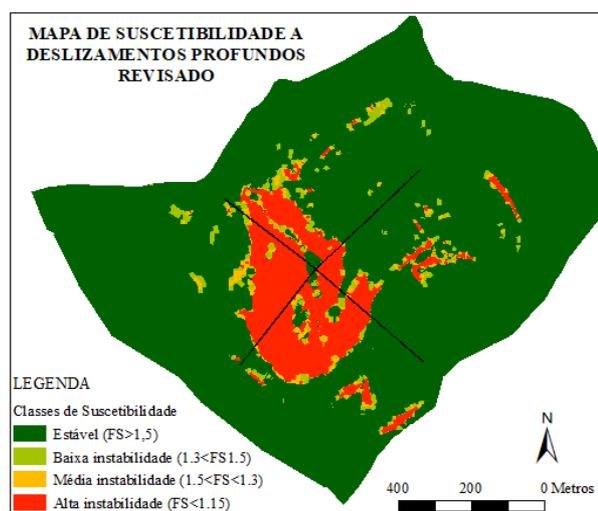


Figura 17. Mapa de suscetibilidade final.

Tabela 5. Quantificação das áreas de acordo com o fator de segurança, usando o método revisado.

| Fator de segurança | Área (m ²) |
|-------------------------------------|------------------------|
| maior que 1,5 (estável) | 948.182 |
| 1,3 a 1,5 (baixa instabilidade) | 30.858 |
| 1,15 a 1,3 (média instabilidade) | 18.617 |
| menor que 1,15 (alta instabilidade) | 120.456 |

4 CONCLUSÕES

Por meio deste estudo foi possível constatar que a medida que vão se detalhando as incoerências do mapa, acabam se obtendo fatores de segurança mais semelhantes à metodologia pré-estabelecida.

Desta forma, tendo em vista o presente estudo, convém manter a metodologia que vem sendo utilizada, visto que a confiabilidade é muito próxima, sobretudo para as classes estável e altamente instável.



REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 11682 – Estabilidade de Taludes. Rio de Janeiro – RJ, 1990.
- CHRIST, C.E. (2014). *Mapeamento de áreas susceptíveis ao colapso na Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição*. Dissertação de mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CHRIST, C.E. (2019). *Caracterização dos Solos de Encostas e Análise da Suscetibilidade a Deslizamentos na Ilha de Santa Catarina*. Tese (doutorado em andamento), Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.
- CRUDEN, D. M. e VARNES, D. J. (1996). *Landslides: investigation and mitigation*. Transportation Research Board, U.S. National Academy of Sciences.
- CRUZ, R.S.S. (2017). *Mapeamento das áreas de suscetibilidade a deslizamentos rotacionais na Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis.
- DAS, B. M.. *Principles of Geotechnical Engineering*. EUA: Cengage Learning 7th ed., 2011. Tradução: MIRANDA, L. R. *Fundamentos de Engenharia Geotécnica*. São Paulo, 2014.
- DAVISON DIAS, R. *Proposta de Metodologia de Definição de Carta Geotécnica Básica em Regiões Tropicais e Subtropicais*. REVISTA DO INSTITUTO GEOLÓGICO, São Paulo, SP, 1995, p.51-55.
- GARCIA, S.Z.N. (2018). *Comparativo entre dois métodos de taludes infinitos na geração de mapas de suscetibilidade a deslizamentos translacionais*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis.
- GUESSER, L. H. (2013). *Elaboração do mapa geotécnico preliminar e mapa de áreas susceptíveis a movimentos de massa do município de Antônio Carlos-SC*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis.
- GUIMARÃES, R. F. (2000). *Utilização de um Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis a Escorregamentos Rasos com Controle Topográfico: Adequação e Calibração em Duas Bacias de Drenagem*. 150p. Tese (Doutorado em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- HIGASHI, R.A.R. (2006). *Metodologia de uso e ocupação dos solos de cidades costeiras brasileiras através de SIG com base no comportamento geotécnico e ambiental*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.
- MONTEIRO, C. L. (2016). *Mapeamento das áreas de suscetibilidade a deslizamentos rotacionais na Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis.
- ORSI, M.P. (2018). *Mapeamento de áreas susceptíveis a deslizamentos rotacionais em Florianópolis*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis.
- REGINATTO, G.M.P. (2013). *Caracterização de movimentos de massa na Bacia Hidrográfica do Rio Cunha, Rio dos Cedros – SC, com ênfase em escorregamentos translacionais*. Dissertação de mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- RODRIGUES, C.S. (2013). *Mapeamento de suscetibilidade a escorregamentos de Nova Friburgo-RJ por meio de inferência fuzzy e elaboração de cenários de alerta com uso do TerraMA2*. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos.
- SAKAMOTO, M. Y.; CONTESSI, R. J.; GUESSER, L. H.; HIGASHI, R. R.; MULLER, V. S. ; SBROGLIA, R. M.. (2016). *Use of a Borehole Shear Test method for geotechnical mapping of landslide risk areas*. In: International Symposium on Landslide, June 2016, Napoli - Italy.
- SBROGLIA, R.M. (2015). *Mapeamento geotécnico e das áreas susceptíveis a deslizamentos na Microbacia do Ribeirão Baú, Ilhota/SC*. Dissertação de mestrado em Programa de Pós-graduação em Geografia na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- TOMINAGA, L.K. (2007). *Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP*. Tese de Doutorado em Geografia na Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.
- VIEIRA, B. C. (2007) *Previsão de escorregamentos translacionais rasos na Serra do Mar (SP) a partir de modelos matemáticos em bases físicas*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro.
- ZUQUETTE, L. (2004). *Cartografia Geotécnica*. São Paulo: Oficina de Textos.