

CAPÍTULO XII

ELABORAÇÃO DO MAPA GEOTÉCNICO PRELIMINAR E APLICAÇÃO DO MODELO *SHALSTAB* PARA MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS RASOS NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE (SC)

DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/plan12>

Dayani Della Giustina Michels - UFSC



INTRODUÇÃO

Os desastres naturais constituem, hoje, um dos grandes problemas socioeconômicos do mundo, os quais são objetos de interesse de pesquisadores, planejadores e administradores públicos, uma vez que acabam afetando regiões onde localiza-se cidades e infraestruturas relacionadas a elas. Tominaga; Santoro; Amaral (2009, apud MARCELINO 2008), define desastres naturais como o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto.

Dentre os fenômenos podemos destacar os deslizamentos, os quais são fenômenos naturais de movimentos gravitacionais de massa, importantes na evolução geomorfológica do relevo. Assim, juntamente, com outros processos exógenos e endógenos, são responsáveis por modelar a paisagem terrestre. (SBROGLIA, 2015).

Devido às condições climáticas, com intensas chuvas de verão e geomorfologia, com grandes maciços montanhosos, associado as atividades antrópicas, como a ocupação das encostas em conjunto com desmatamento e o corte de taludes, o Brasil está muito suscetível à ocorrência dos movimentos de massa.

Diante da susceptibilidade da ocorrência desse fenômeno, torna-se necessário a adoção de medidas preventivas. Com o intuito de evitar a vulnerabilidade, deve-se realizar a prevenção e mitigação dos movimentos de massa. Segundo Kobiyama et al. (2004), existem dois tipos de medidas preventivas a desastres naturais, as estruturais e as não-estruturais. As medidas estruturais possuem custos mais elevados e envolvem obras de engenharia, como obras de estabilização de encostas, sistemas de drenagem, obras de infraestrutura urbana, realocação de moradias, etc. Já as medidas não-estruturais apresentam custos inferiores e técnicas que envolve medidas preventivas, uma vez que envolvem ações relacionadas às políticas urbanas de planejamento e gerenciamento, com a elaboração de mapas de riscos, bem como sistemas de alerta e mapeamentos prévios.

De acordo com Mafra Jr. (2007), a técnica de mapeamento e estudo dos solos tem se mostrado eficientes frente aos problemas citados. A obtenção de dados coerentes sobre as propriedades do solo juntamente com técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG) permitem otimizar a obtenção de informação e gerar modelo de previsão.

Para a geração do modelo de previsão existe a necessidade da elaboração do mapa geotécnico. Algumas metodologias foram desenvolvidas para o mapeamento voltadas às áreas tropicais e seus solos característicos, como pode ser citado as metodologias proposta por Zuquette e Davison Dias. Essa última, busca estimar a partir de dados geológicos, pedológicos e topográficos de uma determinada área, ou seja, unidades de solos com comportamento geotécnico semelhante (SBROGLIA; HIGASHI, 2013).

Dentre os principais métodos de previsão, Vieira e Ramos (2015) destacam os modelos matemáticos em bases físicas que, frente aos demais métodos podem ser considerados mais objetivos em função da aplicação direta de equações que descrevem fisicamente os processos. Ainda segundo Vieira e Ramos (2015), esses modelos têm como característica básica o uso acoplado de modelos de estabilidade de encostas e hidrológicos, com destaque para: o dSLAM - Distributed, Physically Based Slope Stability Model (WU e SIDLE, 1995, apud VIEIRA; RAMOS, 2015); o SINMAP - Stability INDEX MAPPING (Pack et al., 1998, apud VIEIRA; RAMOS, 2015) e o SHALSTAB - Shallow Landslide Stability Analysis (MONTGOMERY E DIETRICH, 1994, apud VIEIRA; RAMOS, 2015).

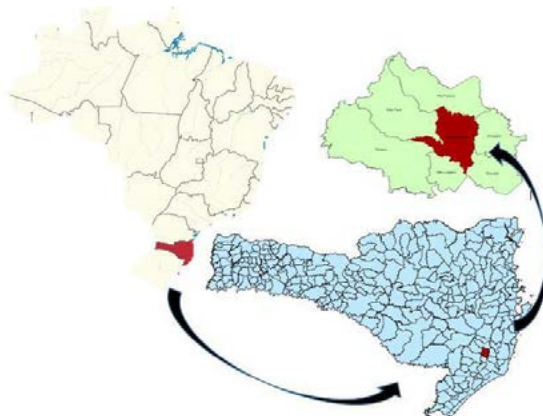
No Brasil, por exemplo, foram aplicados os modelos SHALSTAB e SINMAP na bacia do Rio Cunha, município de Rio dos Cedros/SC, segundo os autores Michel et al. (2014, apud VIEIRA; RAMOS, 2015) o modelo SHALSTAB apresentou melhor desempenho na identificação de áreas susceptíveis a escorregamentos. Listo e Vieira (2012, apud VIEIRA; RAMOS, 2015), em uma bacia com elevado grau de urbanização no município de São Paulo, verificaram que muitas áreas classificadas como instáveis pelo SHALSTAB coincidiram com a classe de Alto Risco mapeada em campo. Na microbacia do Ribeirão Baú, na cidade de Ilhota/SC, Sbroglia (2015) conjugou os mapas de suscetibilidade criados por intermédio do SHALSTAB e do FS, em que 91% (481) das cicatrizes de deslizamentos mapeadas ocorreram em áreas instáveis e 9% (45) deu-se em áreas com média suscetibilidade.

Considerando a ausência de estudos relacionados na cidade de Braço do Norte/SC e a necessidade de se conhecer as áreas de risco, assim como a suscetibilidade ao movimentos de massa, esta pesquisa tem como objetivo, por meio da metodologia Davison Dias (1995) elaborar o mapa geotécnico preliminar e identificar as áreas suscetíveis a deslizamento rasos. Para isso, será utilizado o modelo SHALSTAB desenvolvido por Dietrich e Montgmoery (1998), o qual servirá como ferramenta para a gestão do uso e ocupação do solo, delimitando as áreas suscetíveis ao fenômeno a fim de que se estabeleça a segurança da população.

ÁREA DE ESTUDO

A área a ser analisada é delimitada pelo limite municipal da cidade de Braço do Norte, na região sul de Santa Catarina, a mesma pertence a sub-bacia do rio Braço do Norte e a bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. A cidade conta com 31.725 habitantes e com uma área total de 211,864 km² (IBGE, 2015).

Imagem 1 – Localização da município de Braço do Norte/SC



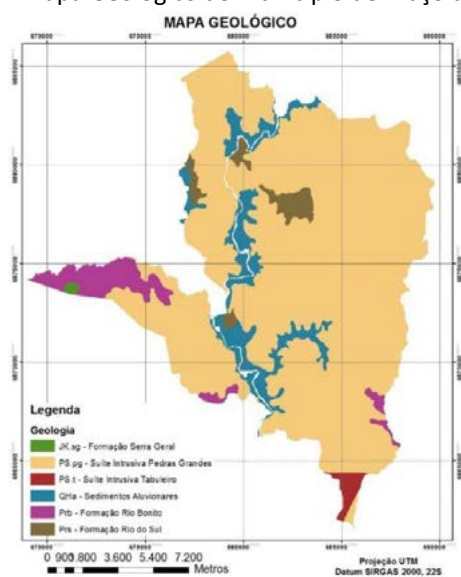
Fonte: Autor.

No levantamento geológico do município de Braço do Norte, realizado pelo Projeto Gerenciamento Costeiro – GERCO - desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em escala 1:100.000 (imagem 2) foram identificadas seis unidades geológicas: Formação Serra Geral (JKsg), Suíte Intrusiva Pedras Grandes (PSpg), Suíte Intrusiva Tabuleiro (PSyt), Formação Rio Bonito (Prb), Formação Rio do Sul (Prs) e Sedimentos Aluvionares (QHa). Sendo os sedimentos quaternários formados por areias, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos inconsolidados, depositados em planícies de inundação, terraços e calhas da rede fluvial (KAUL et al., 2002), localiza-se em maior parte ao longo do Rio Braço do Norte e Rio Pequeno.

Nas regiões mais elevadas encontra-se predominância da unidades Suíte Intrusiva Pedras Grandes. É constituída de granitoides alcalinos do embasamento cristalino, de granulação média a grossa, de cor cinza a rósea (HIGASHI, 2006).

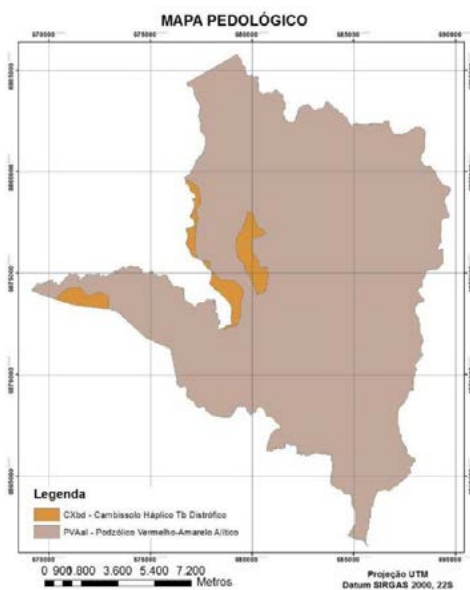
Quanto às unidades pedologias, foram identificadas duas classes: Cambissolo Háplico e Podzólico Vermelho-Amarelo, as quais foram extraídas do mapeamento realizado pelo Projeto RADAMBRASIL realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em escala 1:250.000 (imagem 3). A área de estudo é formada por 2,68% de Cambissolo e 96,32% de Podzólico Vermelho-Amarelo. Os cambissolos têm como característica textura franco-arenoso com pouca variação de horizontes A-B-C, porém diferenciável. Já os Podzólicos Vermelho-Amarelo são constituído por solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural e boa diferenciação entre horizontes. Dentro dessa classe, ocorrem solos com cascalho e/ou mesmo cascalhento, em relevo desde suave ondulado a montanhoso.

Imagem 2 – Mapa Geológico do município de Braço do Norte/SC



Fonte: Adaptado IBGE, (2002).

Imagem 3 – Mapa Pedológico do município de Braço do Norte/SC



Fonte: Adaptado IBGE, (1986).

As características topográficas da área de estudos foram obtidas do Modelo Digital do Terreno disponibilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SDS com pixel de 1 metro, com a altimetria chegando a 550 metros (imagem 5).

A partir do MDT extraiu-se as declividade (imagem 4) e os intervalos foram classificados baseadas no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (2006), conforme tabela 1.

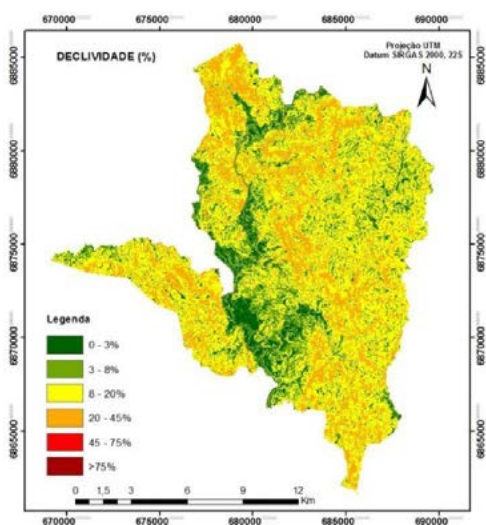
Tabela 1 - Quantificação das áreas segundo a declividade

Declividade	Classificação EMBRAPA	Área (km ²)	Área (%)
0 - 3 %	Plano	19,52	9,31%
3 - 8%	Suavemente ondulado	35,71	17,03%
8 - 20%	Ondulado	108,18	51,59%
20-45%	Fortemente ondulado	47,94	22,86%
45-75%	Montanhoso	0,12	0,05%

Fonte: Autor.

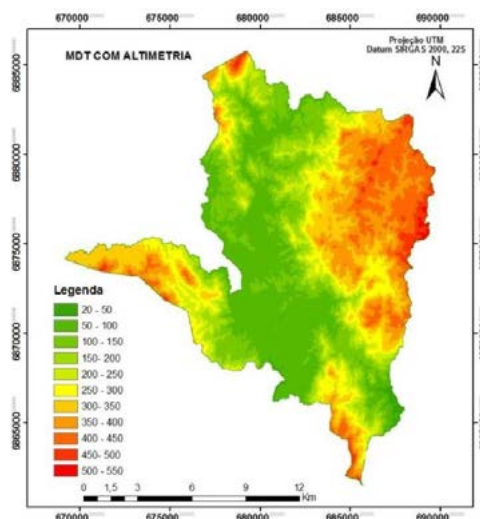
O município apresenta a maior parte do seu relevo classificado como ondulado, 51,59%, caracterizando a declividade entre 8 e 20%.

Imagem 4 – Mapa de declividade do município de Braço do Norte



Fonte: Autor.

Imagem 5 – MDT com altimetria do município de Braço do Norte



Fonte: Autor.

MATERIAIS E MÉTODOS

MAPEAMENTO GEOTÉCNICO PRELIMINAR

A partir da obtenção dos dados topográficos, pedológicos e geológicos da área de estudo criaram-se os mapas que embasarão o estudo de riscos de deslizamentos em modelo SHALSTAB, por meio do software de geoprocessamento. Preconiza-se que a cartografia de todos os mapas estão em *datum* SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) ou WGS 1984 (World Geodetic System) as quais são praticamente equivalentes.

Na elaboração do mapa geotécnico preliminar, foi empregado os preceitos da metodologia proposta por Davison Dias (1995), a qual utiliza o cruzamento dos mapas litológico e pedológico com indicações de comportamento do solo para que se obtenha um terceiro mapa de estimativa de comportamento dos solos, o mapa geotécnico. As unidades geotécnicas criadas são compostas por polígonos classificados segundo a pedologia, horizontes B e C, representada por letras maiúsculas, e pela geologia, horizontes RA e R (rocha sã), por letras minúsculas. Na classificação geológica é considerada a rocha dominante na formação (MAFRA JR, 2007).

O mapa pedológico foi disponibilizado no formato *dgn* do *Microstation* pelo Projeto RADAMBRASIL, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (imagem 6).

Já o mapa litológico foi obtido partir de interpretações do mapa geológico disponibilizado no formato *dgn* do *Microstation* pelo Projeto Gerenciamento Costeiro - GERCO, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, representando o tipo de rocha predominante, conforme quadro 1:

Quadro 1 - Caracterização das unidades geotécnicas preliminares do Município de Braço do Norte/SC.

Unidades Geológicas	Siglas	Unidades litológicas
Sedimentos Aluvionares	QHa	Sedimentos Quaternários
Suite Intrusiva Pedras Grandes	PSPg	Granito
Formação Serra Geral	JKpg	Basalto/Diabásio
Suite Intrusiva Tabuleiro	PSyt	Granito
Formação Rio Bonito	Prb	Sedimentos Quaternários
Formação Rio do Sul	Prs	Arenito

Fonte: Autor.

MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS RASOS

O modelo matemático determinístico SHALSTAB, foi criado por Montgomery e Diemitrich (1994, apud VIEIRA; RAMOS, 2015) e visa avaliar as áreas suscetíveis a deslizamentos translacionais rasos, composto por um modelo de análise de taludes infinitos e um modelo hidrológico. O modelo incorpora em suas análises os parâmetros topográficos declividade, relacionada ao equilíbrio entre escoamento superficial e infiltração da água no solo, e área de contribuição e os parâmetros do solo coesão, ângulo de atrito, massa específica natural das partículas sólidas e espessura.

Os parâmetros do solo referente à coesão, ângulo de atrito interno e densidade do solo foram retirados de estudos que possuem unidades geológicas semelhantes. Higashi (2006), Oliveira (2014), Guesser (2013), Souza (2015) e Sbroglia (2015) trazem valores de coesão, ângulo de atrito interno e densidade oriundos de fontes bibliográficas e ensaios de cisalhamento, direto de áreas objeto de estudo dos respectivos trabalhos. Na unidade substrato granito, realizou-se a média simples nos valores de coesão e ângulo de atrito, para obtenção de um único valor.

Tabela 2 - Parâmetros do solo das unidades geotécnicas do Município de Braço do Norte/SC.

Litologia	Coesão efetiva (kPa)	Ângulo de Atrito (graus)	Pesos específico saturado (kg/m ³)	Autores
Granito	10,9	33,8	1714	Higashi (2006), Oliveira (2014), Guesser (2014)
Basalto/Diabásio	4,8	35,9	1768	Higashi (2006)
Sedimentos Quaternários	3,4	35,3	1850	Souza (2015)
Arenito	8,4	26,5	1740	Sbroglia (2015)

Fonte: Autor.

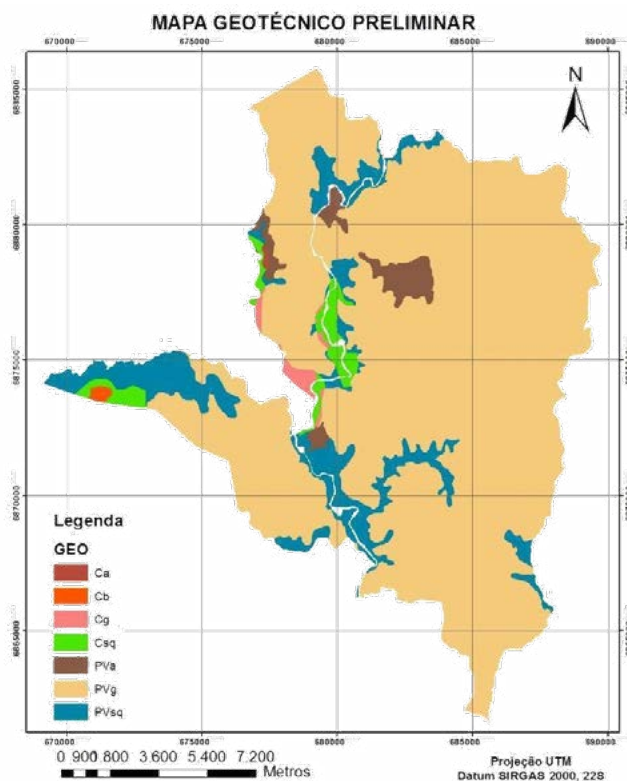
A espessura do solo (profundidade da superfície de ruptura), também é um parâmetro de entrada e foi variada, tendo em vista diferentes cenários. Foram realizadas 5 (cinco) simulações utilizando o modelo SHALSTAB, com as profundidades (z) igual a 1, 5, 7, 10 e 15 metros. Quanto a coesão das raízes, Michel (2013, apud OLIVEIRA, 2014) aponta que só tem influência significativa até no máximo 4m de profundidade, entretanto, foi considerado o valor nulo em todos os cenários.

Classes de estabilidade referentes às condições de estabilidade e saturação foram divididas em sete classes, conforme Dietrich e Montgomery (1998): incondicionalmente instável e não saturado; incondicionalmente instável e saturado; instável e saturado; instável e não saturado; estável e não saturado; incondicionalmente estável e não saturado; incondicionalmente estável e saturado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a sobreposição do mapa geológico e pedológico foi gerado o mapa geotécnico preliminar. Denominado assim, uma vez que pode sofrer alterações após as unidades geotécnicas serem chegadas e validadas em campo. O mapa apresentado na imagem 6 possui escala de 1:250.000 onde foi possível identificar sete unidades geotécnicas.

Imagem 6 - Mapa geotécnico preliminar do município de Braço do Norte/SC



Fonte: Autor.

As unidades geotécnicas identificadas foram: Cambissolo substrato arenito (Ca); Cambissolo substrato basalto (Cb); Cambissolo substrato granito (Cg); Cambissolo substrato sedimentos quaternários (Csq); Podzólico substrato arenito (PVa); Podzólico substrato sedimentos quaternários (PVg) e Podzólico substrato granito (PVsq), quantificadas na Tabela 4, conforme cada

unidade geotécnica. Observa-se que a maior área do município de Braço do Norte é composta pelas unidades Podzólico substrato granito (84,04%) e Podzólico substrato sedimentos quaternários (10,16%).

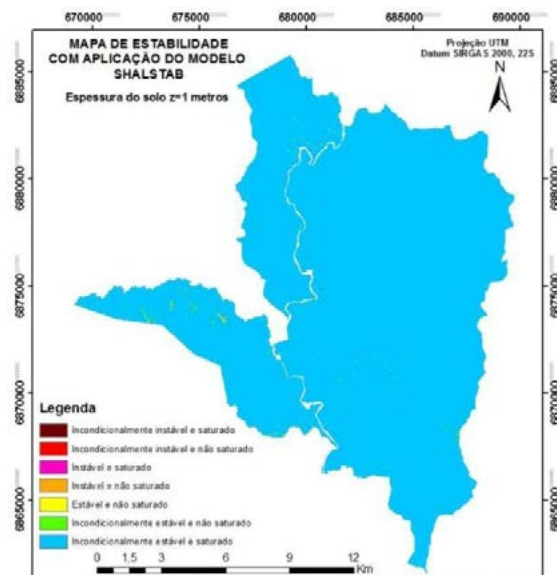
Tabela 3 - Quantificação da área geotécnica

Sigla	Unidade Geotécnica	Área (km ²)	Área (%)
Ca	Cambissolo substrato arenito	0,18	0,08%
Cb	Cambissolo substrato basalto	0,39	0,19%
Cg	Cambissolo substrato granito	1,95	0,93%
Csq	Cambissolo substrato sedimentos quaternários	4,52	2,16%
PVa	Podzólico substrato arenito	5,12	2,44%
PVsq	Podzólico substrato sedimentos quaternários	21,30	10,16%
PVg	Podzólico substrato granito	176,22	84,04%

Fonte: Autor.

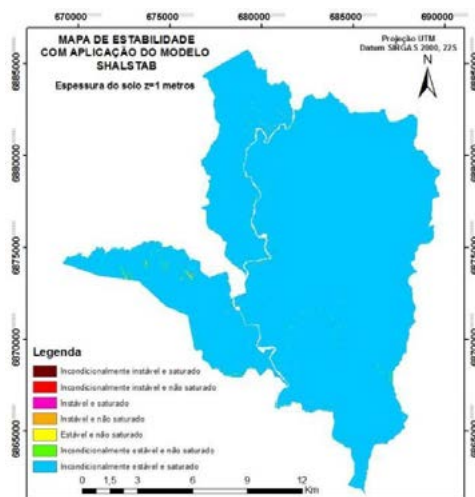
Para a aplicação do modelo SHALSTAB realizaram-se 5 simulações com dados de entrada referentes à profundidade do solo (z) igual a: 1, 5, 7, 10 e 15 metros. Além da profundidade do solo, variável, foram inseridos os mapas topográfico, hidrológico, geotécnico e os parâmetros de resistência ao cisalhamento dos solos para cada unidade.

Imagem 7 - Mapa de suscetibilidade a deslizamentos rasos com espessura de camada de 1,0 metro.



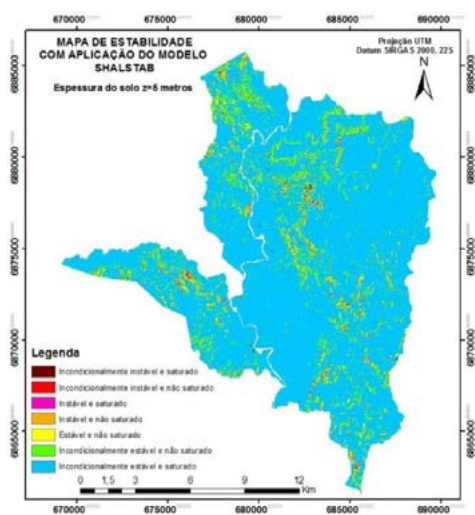
Fonte: Autor.

Imagem 8 - Mapa de suscetibilidade a deslizamentos rasos com espessura de camada de 5,0 metro



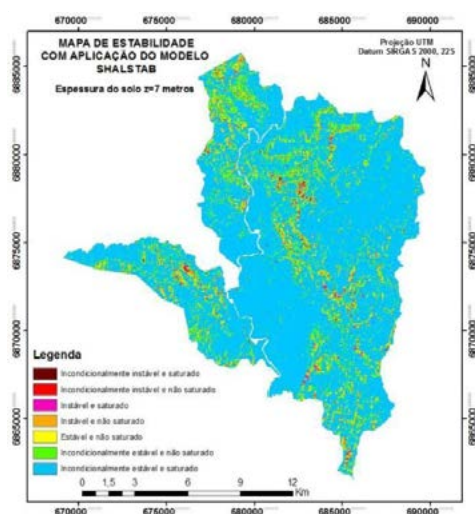
Fonte: Autor.

Imagem 9 - Mapa de suscetibilidade a deslizamentos rasos com espessura de camada de 7,0 metro



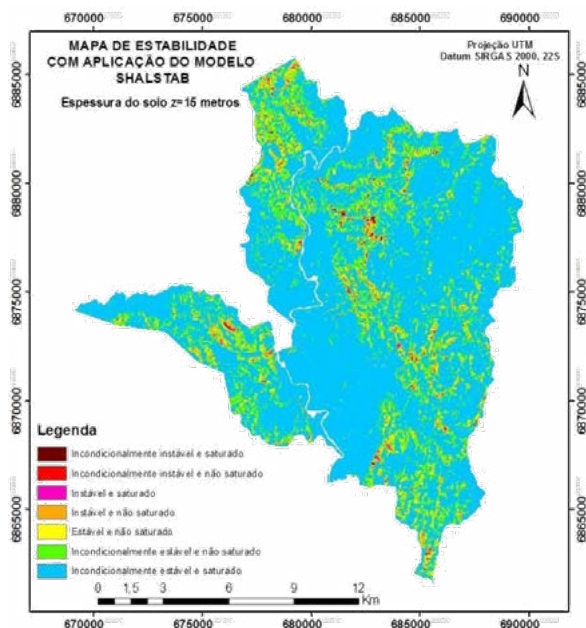
Fonte: Autor

Imagem 10 - Mapa de suscetibilidade a deslizamentos rasos com espessura de camada de 10,0 metro



Fonte: Autor

Imagem 11 - Mapa de suscetibilidade a deslizamentos rasos com espessura de camada de 15,0 metro



Fonte: Autor.

Tabela 4 - Quantificação das áreas instáveis para as profundidades de solo simulados

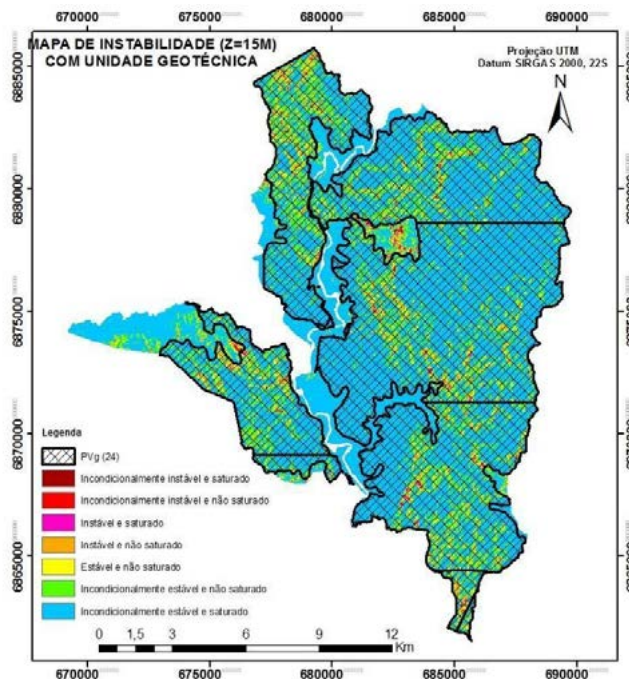
Classificação	z=15	z=10	z=7	z=5	z=1
Incondicionalmente instável e saturado	0,58%	0,41%	0,27%	0,16%	0,00%
Incondicionalmente instável e não saturado	0,86%	0,64%	0,42%	0,24%	0,00%
Instável e saturado	1,70%	1,27%	0,84%	0,47%	0,00%
Instável e não saturado	4,54%	3,70%	2,73%	1,66%	0,01%
Estável e não saturado	6,85%	5,88%	4,65%	3,19%	0,03%
Incondicionalmente estável e não saturado	14,76%	13,11%	11,00%	8,24%	0,16%
Incondicionalmente estável e saturado	70,72%	74,98%	80,08%	86,11%	99,79%

Fonte: Autor.

A partir dos mapas das imagens 7,8, 9, 10 e 11 e da Tabela 5, percebe-se que há um acréscimo de áreas instáveis com o aumento da profundidade do solo, bem como a diminuição de áreas incondicionalmente estáveis. Com a ausência de um mapa de cicatrizes para a validação do estudo, utilizou-se o mapa com a espessura do solo (z) igual a 15 metros (imagem 12) uma vez que trata-se do pior cenário.

Com base no pior cenário, observa-se a concentração de zonas “incondicionalmente instáveis” e “instáveis” predominam na unidade Podzólico com a predominância de relevo ondulado, conforme imagem 12 e tabela 6.

Imagem 12 - Mapa de maior instabilidade (z=15m) x unidade geotécnica predominante (PVg)



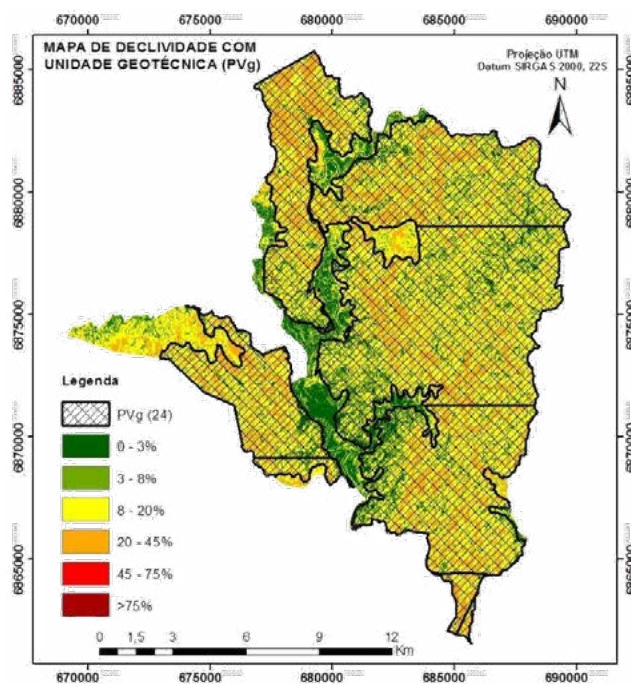
Fonte: Autor

Tabela 5 – Áreas de instabilidade na unidade geotécnica PVg e relação com a área total

Classificação	Und. PVg (%)	Outras und. Geotécnicas (%)	Total (%)
Incondicionalmente instável e saturado	69,40	30,60	100,00
Incondicionalmente instável e não saturado	85,23	14,77	100,00
Instável e saturado	88,98	11,02	100,00
Instável e não saturado	90,73	9,27	100,00
Estável e não saturado	90,80	9,20	100,00
Incondicionalmente estável e não saturado	89,60	10,40	100,00
Incondicionalmente estável e saturado	82,22	17,78	100,00

Fonte: Autor.

Imagem 13 – Mapa de declividade x unidade geotécnica (PVg)



Fonte: Autor.

Tabela 7 - Áreas de instabilidade na unidade geotécnica PVg e nas demais unidades

Declividade	Classificação EMBRAPA	Und. PVg (%)	Outras und. Geotécnicas (%)	Total (%)
0 - 3%	Plano	48,16	51,84	100,00
3 - 8%	Suavemente ondulado	78,02	21,98	100,00
8 - 20%	Ondulado	88,34	11,66	100,00
20 - 45%	Fortemente ondulado	90,30	9,70	100,00
45 - 75%	Montanhoso	83,33	16,67	100,00
>75%	Fortemente montanhoso	50,00	50,00	100,00

Fonte: Autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicando-se a metodologia proposta por Davison Dias (1995), foram identificadas sete unidades geotécnicas na área de estudo, sendo elas: Cambissolo substrato arenito (Ca); Cambissolo substrato basalto (Cb); Cambissolo substrato granito (Cg); Cambissolo substrato sedimento quaternários (Csq); Podzólico substrato arenito (PVa); Podzólico substrato sedimentos quaternários (PVsq) e Podzólico substrato granito (PVg). As unidades Podzólidos substratos sedimentos quaternários (PVSq) e Podzólico substrato granito (PVg) destacam-se, pois abrangem 10,16% e 84,04% da área total, respectivamente.

Analisando o mapa geotécnico e o mapa de declividade observa-se que nas áreas mais planas há predominância da unidade Podzólico com substrato quaternários e Cambissolo com



substrato quaternários, chegando em uma declividade de até 20%. Em declividades superiores a 20%, há predominância da unidade Podzólico com substrato granito.

Com a aplicação do modelo SHALSTAB ressalta-se que com o aumento da profundidade aumenta-se as áreas instáveis e diminui-se as áreas estáveis. Devido à ausência do mapeamento de cicatrizes, o qual possibilitaria validar o mapeamento, adotou-se o mapa que privilegia as áreas mais instáveis, profundidade $z=15$ metros, o qual apresenta a maior quantidade de áreas suscetíveis a movimento de massa. Observou-se que a maior quantidade de áreas instáveis pertence a unidade geotécnica Podzólico substrato granito: 69,40% referente a área, incondicionalmente instável e saturada, pertencente à unidade geotécnica; 85,23% referente à área incondicionalmente instável e não saturada; 88,98% referente à área instável e saturada e 90,73% referente à área instável e não saturada.

Conclui-se, ainda, que além de áreas instáveis se concentrarem na unidade geotécnica Podzólico substrato granito, as áreas com maior declividade também pertencem a essa unidade. Sendo 84,33% do relevo ondulado, 90,30% do relevo fortemente ondulado, 83,33% do relevo montanhoso e 50% do relevo fortemente ondulado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVISON DIAS, R. **Proposta de metodologia de definição de carta geotécnica básica em regiões tropicais e subtropicais**. In: Revista do Instituto Geológico. São Paulo, 1995. p.51-55.

DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. R. **SHALSTAB: A Digital Terrain Model for Mapping Shallow Landslide Potential**. National Council for Air and Stream Improvement. 1998. 26p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SOLOS, 2006. 286p.

GUESSER, L.H. **Elaboração do mapa geotécnico preliminar e mapa de áreas suscetíveis a movimentos de massa do município de Antônio Carlos-SC**. 2013. 168p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

HIGASHI, R. A. R. **Metodologia de uso e ocupação dos solos de cidades costeiras brasileiras através de SIG com base no comportamento geotécnico e ambiental**. 2006. 486p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. **O Brasil município por município**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 de junho de 2016.

KAUL, P. F. T.; FERNANDES, E.; SANTOS NETO, A. **Projeto Gerenciamento**

Costeiro GERCO - 3º Fase: Geologia. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2002. 63p.

KOBIYAMA, M.; CHECCHIA, T.; SILVA, R.V.; SHRODER, P.H; GRANDO, A. REGINATTO, G.M.P. Papel das comunidades e da universidade no gerenciamento dos desastres naturais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, p. 834-846, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004.

MAFRA JR, C. S. **Elaboração do mapa preliminar de unidades geotécnicas do município de Brusque associado a um banco de dados geotécnico em ambiente de SIG**. 2007. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2007.



MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. In: **Caderno Didático nº 1**. INPE/CRS, Santa Maria, 2008. Versão Eletrônica.

MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. **A physically-based model for topographic control on shallow landsliding**. *Water Resources Research*, v. 30, no.4, p. 1153- 1171, 1994.

OLIVEIRA, F.P. **Mapeamento geotécnico preliminar e aplicação do modelo SHALSTAB na análise de escorregamentos da bacia de Santo Antônio De Lisboa – Florianópolis/SC**. 2014. 193p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014

SBROGLIA, R.M. **Mapeamento geotécnico e das áreas suscetíveis a deslizamentos na microbacia do Ribeirão Baú, Ilhota/SC**. 2015. 187f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SBROGLIA, R.M.; HIGASHI, A.R.A. Mapeamento geotécnico preliminar de áreas suscetíveis a movimentos de massa na microbacia do Ribeirão Baú, Ilhota/SC. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR**, p. 834-846, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Florianópolis, 2013. Versão eletrônica.

SOUZA, A.M.S. **Mapeamento de áreas suscetíveis a deslizamentos rasos na região da bacia do Rio Camboriú**. 2015. 117p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

VIEIRA, B.C.; RAMOS, H. Aplicação do modelo SHALSTAB para mapeamento da suscetibilidade a escorregamentos rasos em Caraguatatuba, Serra do Mar (SP). **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, v.29, p. 161 a 174, 2015.