

ANÁLISE MULTICRITERIAL PONDERADA APLICADA À GERAÇÃO DE MAPAS DE SUSCETIBILIDADE AOS ESCORREGAMENTOS NA REGIÃO DA SERRA DO MAR, MUNICÍPIO DE CUBATÃO.

Mateus Vidotti Ferreira, Paulina Setti Riedel, Eder Renato Merino, Eymar Silva Sampaio Lopes. – Geociências - Geografia – Departamento de Geologia Aplicada – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Campus de Rio Claro.

A análise multicriterial ponderada em SIG é eficiente para os casos em que se têm diferentes variáveis ou condicionantes que contribuem para a ocorrência de um determinado processo, onde se deve, portanto, determinar a importância relativa de cada uma delas (BONHAM-CARTER, 1996). Neste procedimento, diferentes fatores que influenciam o processo são sintetizados através do cruzamento ordenado por pesos previamente definidos por uma equipe, geralmente multidisciplinar. Neste projeto, a análise multicriterial foi realizada com a utilização do Software Arc Gis 9.1 (ESRI, 2005).

Neste trabalho, a análise multicriterial foi utilizada para a determinação dos mapas de suscetibilidade ao escorregamento para três micro bacias localizadas na Serra do Mar, município de Cubatão, de acordo com a figura 1. Essas bacias foram selecionadas devido ao grande numero de escorregamentos ocorridos em suas áreas.

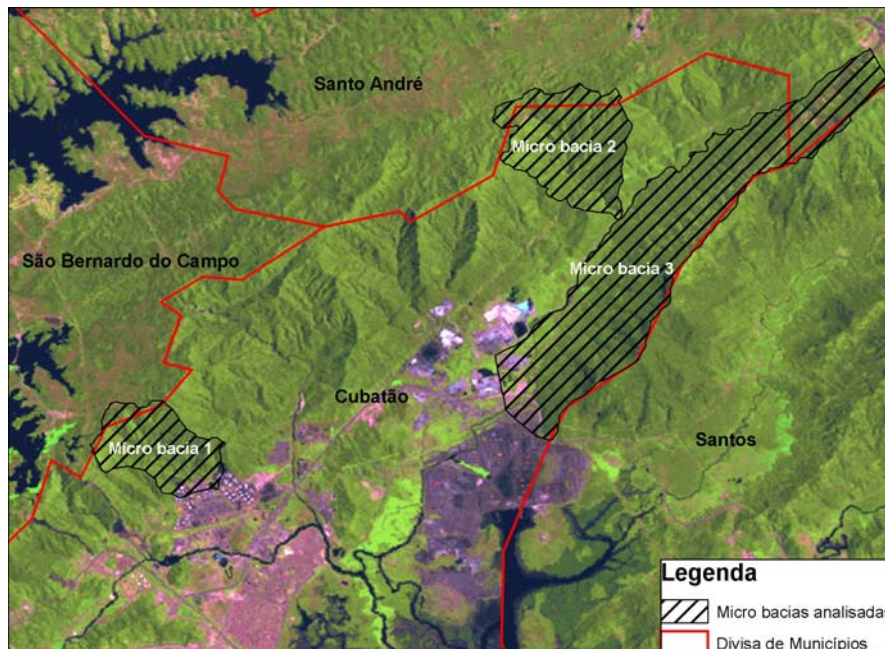


Figura 1 – Área de estudo

Para avaliar a suscetibilidade, foram considerados três importantes condicionantes dos escorregamentos: declividade, geomorfologia e geologia. As fontes dos mapas utilizados, bem como o peso de cada tema na análise estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Fonte dos mapas e peso para cada tema utilizado na análise multicriterial

Mapa	Fonte	Escala	Peso na Análise (%)
Declividade	Gerado a partir da Base Plani-Altimétrica da Agência Metropolitana da Baixada Santista (2002)	1:10.000	70

Geomorfológico	Compilado a partir da Carta Morfodinâmica da Serra do Mar na Região de Cubatão – SP (1991)	1:50.000	20
Litológico	Compilado do Relatório IPT (1986)	1:50.000	10

O mapa de declividade foi gerado através das seguintes etapas:

* A base Plani-Altimétrica da Agência metropolitana em formato DXF foi convertida para o formato shapefile através do software Arc Gis 9.1 (ESRI, 2005)

* A base Plani-Altimétrica foi interpolada usando a ferramenta TIN no Software Arc Gis 9.1,

* A partir do TIN foi extraída a declividade.

Uma vez gerado um produto com valores contínuos de declividade, este foi fatiado, de forma a ser dividido em diferentes intervalos em graus, seguindo o critério estabelecido por IPT, (1988) que define quais os intervalos mais suscetíveis a escorregamentos na Serra do Mar paulista

O mapa litológico foi obtido através da digitalização da Carta Morfodinâmica da Serra do Mar na Região de Cubatão – SP (CETESB, 1991), com alguns ajustes de contatos efetuados sobre imagem do Landsat 7 ETM+.

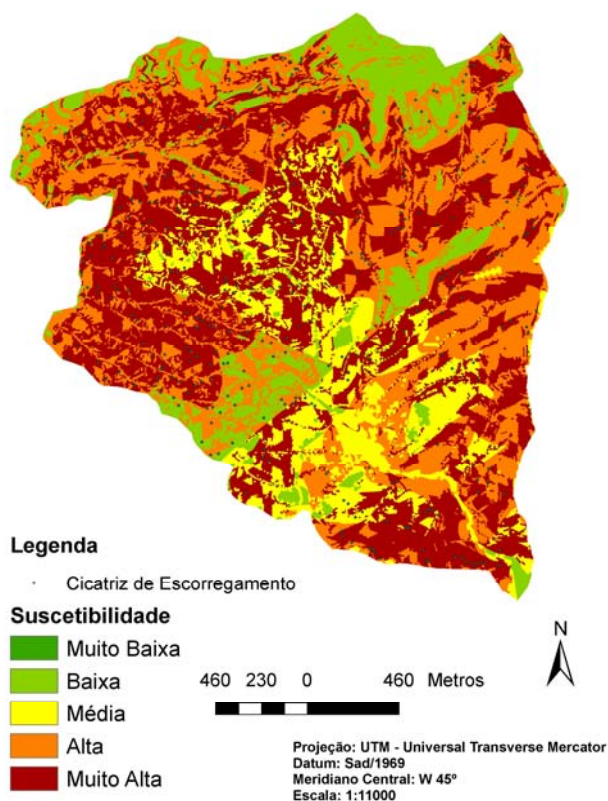


Figura 2: mapa de suscetibilidade da micro bacia 2

Os pesos foram atribuídos utilizando-se como critérios a natureza do material, a existência de anisotropias na rocha, a presença de níveis micáceos, onde há redução do ângulo de atrito. Foram considerados pesos próximos a zero para litologias sedimentares, que ocorrem em depósitos fluviais, de praias, de mangues, onde o processo não se desenvolve. O peso atribuído para estas unidades só não foi considerado zero para que não fosse excluída esta região do mapa a ser apresentado.

Com relação às feições geomorfológicas consideradas, as formas de vertentes e os sopés de encosta, foram associados os pesos maiores para as feições retilíneas e côncavas e pesos menores para as feições convexas e depósitos de sopés de encosta.

O mapa de suscetibilidade pela análise multicriterial, para a micro bacia 2, está ilustrado na Figura 2. A validação dos produtos gerados foi realizada através do cruzamento dos mapas de suscetibilidade, com o mapa inventário de cicatrizes extraídas das fotos aéreas de 1985 (INPE) e 1994 (BASE). Foi possível então chegar aos seguintes resultados:

A micro bacia 01 apresentou 72 % da sua área com suscetibilidade alta e muito alta. A Tabela 2 traz o número de cicatrizes por classes de suscetibilidade.

Tabela 2 – Número de cicatrizes por classes de suscetibilidade (micro bacia 1).

Classes de Suscetibilidade	Área Km ²	% da área	NC	% do NC	Densidade (NC/Área)
Muito Baixa	0,0444	1,30	0	0,00	0,00
Baixa	0,3760	11,00	0	0,00	0,00
Média	0,5371	15,72	0	0,00	0,00

Alta	1,1358	33,24	49	26,92	43,14
Muito Alta	1,3238	38,74	133	73,08	100,47
Total	3,4171	100,00	182	100	143,61
Onde : NC = número de cicatrizes, NC/Área = densidade de cicatrizes por km ² .					

De acordo com o cruzamento do mapa de suscetibilidade com o mapa de cicatrizes, a micro bacia 01 apresentou 107 cicatrizes, do ano de 1985, e 108, do ano de 1994, dentro das áreas de suscetibilidade alta e muito alta, o que corresponde, respectivamente, a 99,07% e 100% das cicatrizes extraídas para estas datas.

Das bacias analisadas, a micro bacia 2 foi a que mais apresentou áreas com suscetibilidade alta e muito alta, correspondendo a 73 % do total da bacia. A Tabela 3 mostra o número de cicatrizes por classes de suscetibilidade

Tabela 3 – Número de cicatrizes por classes de suscetibilidade (micro bacia 2).

Classes de Suscetibilidade	Área Km2	% da área	NC	% do NC	Densidade (NC/Área)
Muito Baixa	0,0000	0,00	0	0,00	0,00
Baixa	0,6930	12,87	0	0,00	0,00
Média	0,7468	13,86	16	4,71	21,43
Alta	1,7518	32,52	115	33,82	65,65
Muito Alta	2,1948	40,75	209	61,47	95,23
Total	5,3863	100,00	340	100	182,30
Onde : NC = número de cicatrizes, NC/Área = densidade de cicatrizes por km ² .					

Para a micro bacia 2, não existe o cadastro de cicatrizes para data de 1994, pois as fotos aéreas, da qual foram extraídas as cicatrizes, não recobrem a bacia. De acordo com o cruzamento do mapa de suscetibilidade com o mapa de cicatrizes, a bacia 20 apresentou 324 cicatrizes, do ano de 1985, dentro das áreas de suscetibilidade alta e muito alta, o que corresponde a 95,29% do total extraído.

Das bacias analisadas, a micro bacia 3 foi a que menos apresentou áreas com suscetibilidade alta e muito alta, correspondendo a 52 % do total da bacia. A Tabela 4 traz número de cicatrizes por classes de suscetibilidade

Tabela 4 – Número de cicatrizes por classes de suscetibilidade (micro bacia 3)

Classes de Suscetibilidade	Área Km2	% da área	NC	% do NC	Densidade (NC/Área)
Muito Baixa	1,0839	7,56	0	0	0,00
Baixa	2,7157	18,95	0	0	0,00
Média	3,0664	21,40	8	5,095541	2,61
Alta	3,6478	25,46	52	33,12102	14,26
Muito Alta	3,8158	26,63	97	61,78344	25,42
Total	14,3295	100	157	100	42,28
Onde : NC = número de cicatrizes, NC/Área = densidade de cicatrizes por km ² .					

De acordo com o cruzamento do mapa de suscetibilidade com o mapa de cicatrizes, a micro bacia 3 apresentou 149 cicatrizes, do ano de 1985, e 22, do ano de 1994, dentro das áreas de suscetibilidade alta e muito alta, o que corresponde, respectivamente, a 94,90% e 91,67% das cicatrizes extraídas para estas datas.

O alto grau de correlação entre as cicatrizes e as áreas de maiores suscetibilidade indica que a declividade é realmente o fator mais influente na ocorrência dos escorregamentos. A análise ponderada poderia ter sido mais acurada se fossem utilizados mapas geológico e geomorfológico com escala 1:10.000, compatível com o mapa de declividade. Seria importante também para avaliar os resultados

dessa técnica a comparação com outras técnicas de inferência, como a lógica Fuzzy e booleana, e com modelos geoambientais.

Referências Bibliográficas

BONHAM-CARTER, G. F. Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS. Ottawa: Pergamon, 1996. 398 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB) **Carta morfodinâmica da Serra do Mar na região de Cubatão - SP.** São Paulo, 1991. Relatório DTAE 07/91 do Projeto 310200.

ESRI – Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Desktop Help.** Redlands, California, USA, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) **Programa Serra do Mar: Levantamentos básicos na folhas de Santos e Riacho Grande, Estado de São Paulo.** São Paulo, 1986. Relatório n 23394, 5 vol.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) **Programa Serra do Mar: Estudo geotécnico dos principais mecanismos de instabilização na Serra do Mar.** São Paulo, 1988. Relatório n 25957.

Bolsa: PET Geografia Rio Claro