



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO - SÃO PAULO, BRASIL

Ana Lígia do Nascimento Martins

SER 300 – Introdução ao Geoprocessamento

Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro



MOVIMENTOS DE MASSA

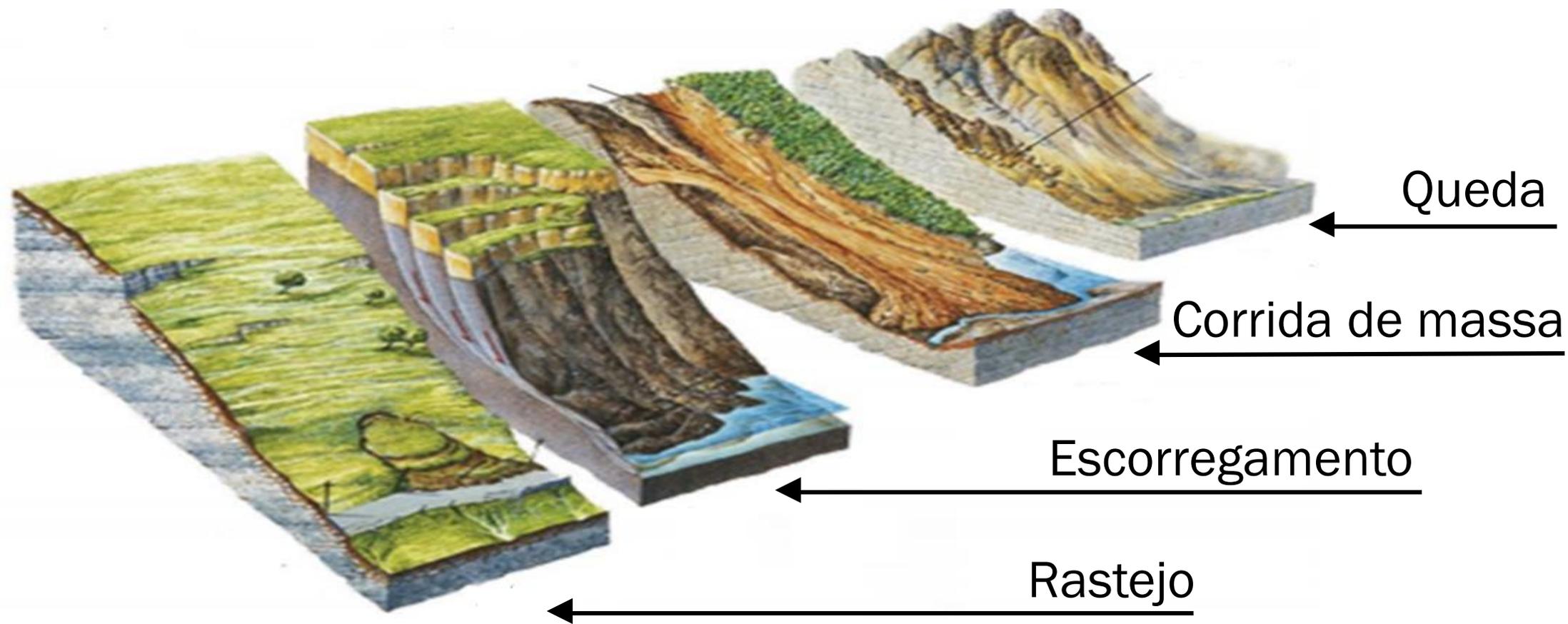
“Processos dinâmicos de movimentos de solo, rocha ou vegetação ao longo de vertentes, pela ação direta da gravidade”

(Tominaga, 2009, apud Flach, 2017).

- Fatores naturais (endógenos x exógenos);
- Potencializados pela ação humana.

INTRODUÇÃO

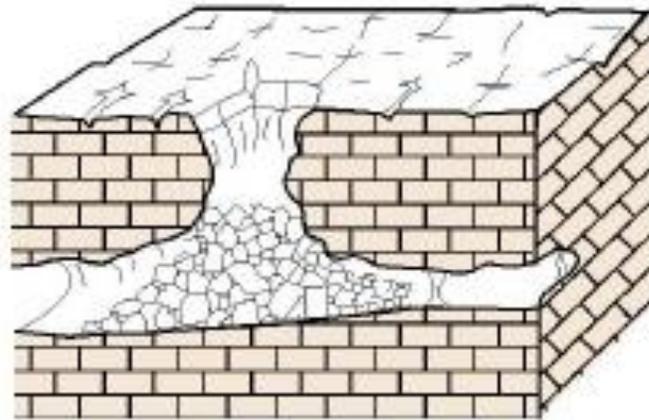
TIPOS DE MOVIMENTO DE MASSA



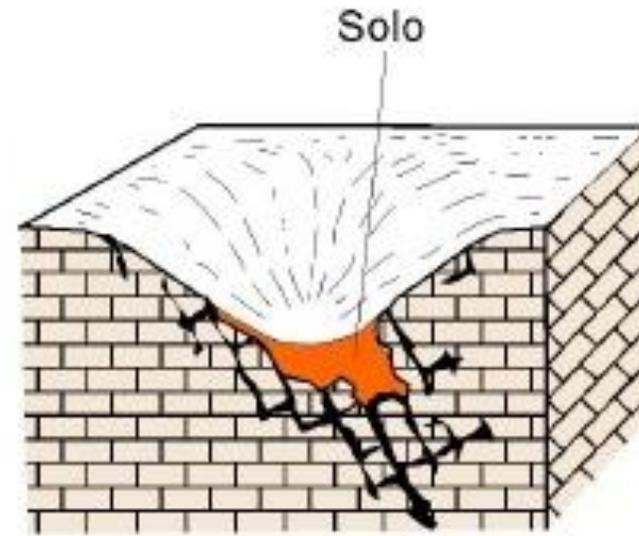
Fonte: Negrão e Campanha (USP).

INTRODUÇÃO

TIPOS DE MOVIMENTO DE MASSA



Colapso



Subsidiência

INTRODUÇÃO

MOVIMENTOS DE MASSA NO BRASIL



Deslizamento em Nova Friburgo, RJ - 2011
(Pedroni, 2017)



Deslizamento em Franco da Rocha, Grande SP
(Pedroni, 2017)



Escorregamento em talude de corte, Jandira, SP
(Tominaga et al., 2018)



Serra do Mar, em Morretes
(Tribuna PR, 2018)



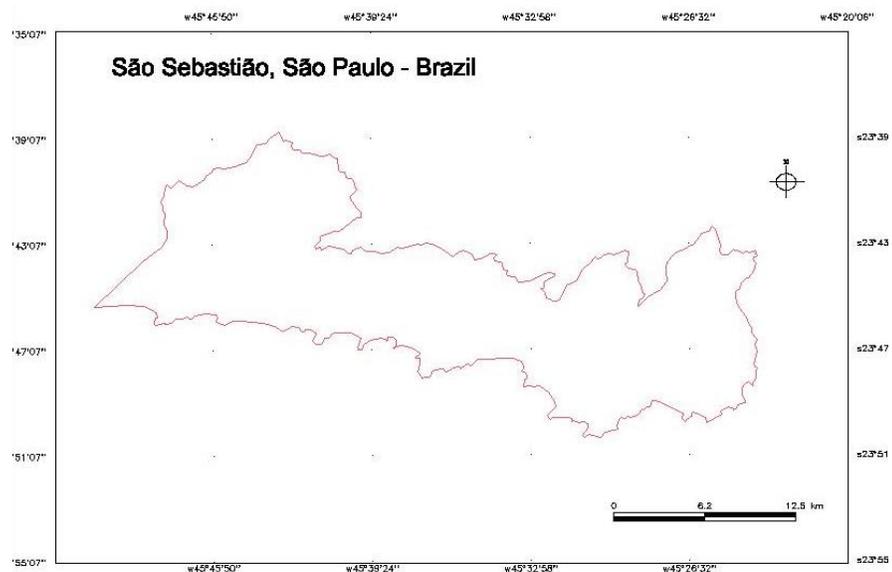
Analisar a suscetibilidade a movimentos de massa em São Sebastião - SP, por meio métodos de inferência espacial

- Método Booleano
- Média Ponderada
- Processo Analítico Hierárquico (AHP)

- *Software* SPRING
- Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL)

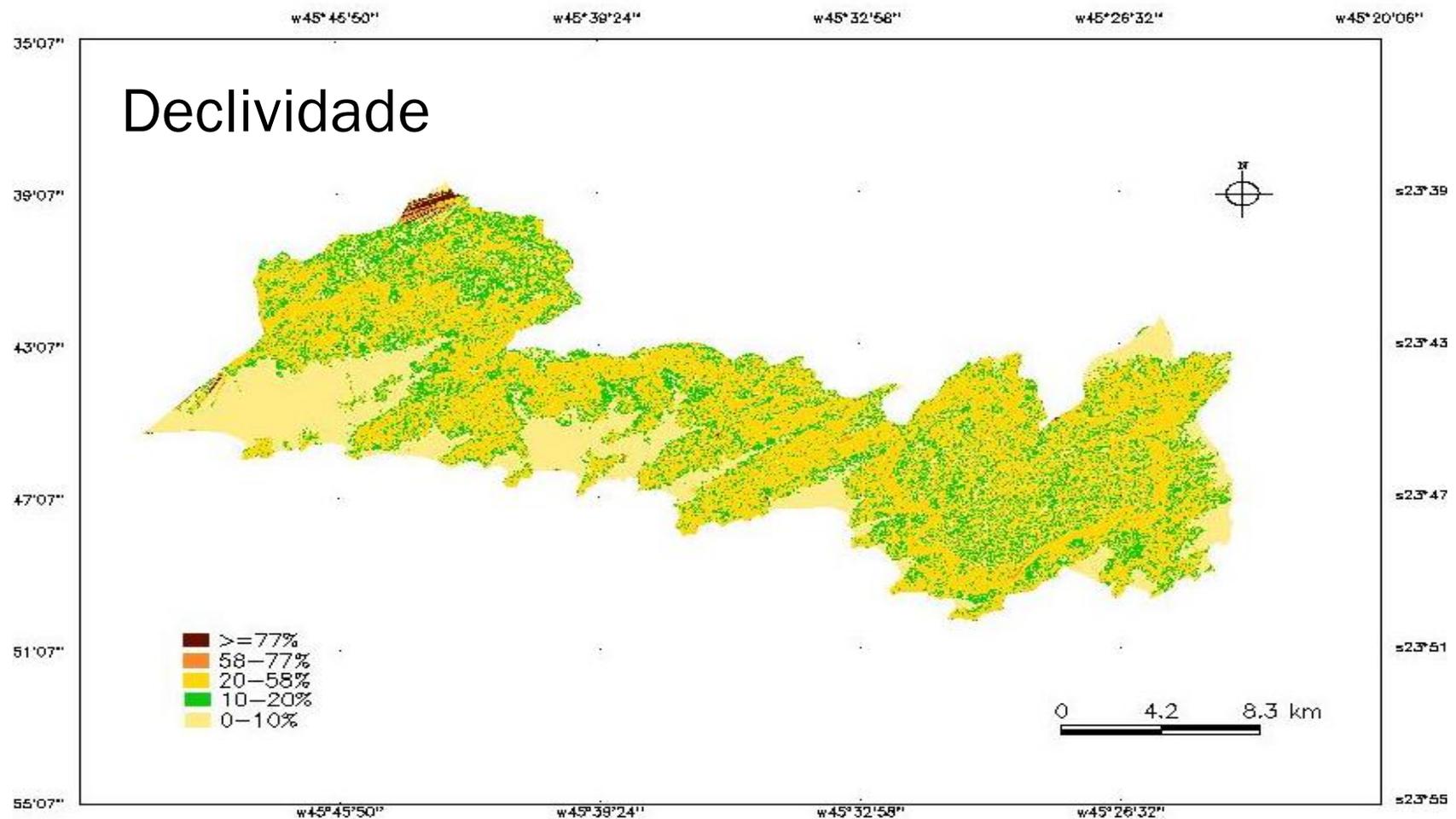
- Declividade
- Geologia
- Geomorfologia
- Solos
- Uso e cobertura do solo

ÁREA DE ESTUDO

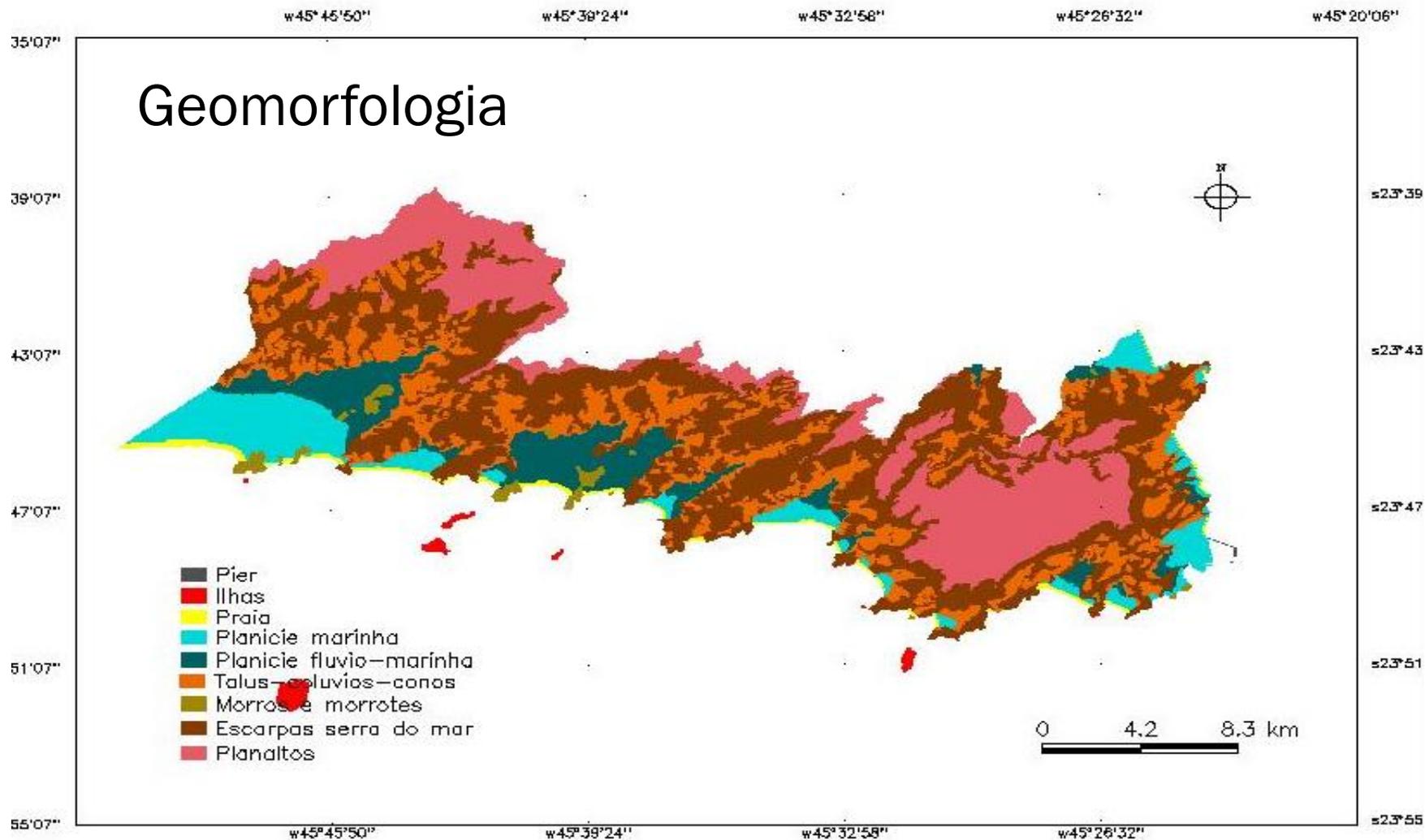


- Suscetível ao movimento de massa do tipo escorregamento;
- Altas declividades – Serra do Mar;
- Intensa distribuição de precipitação.

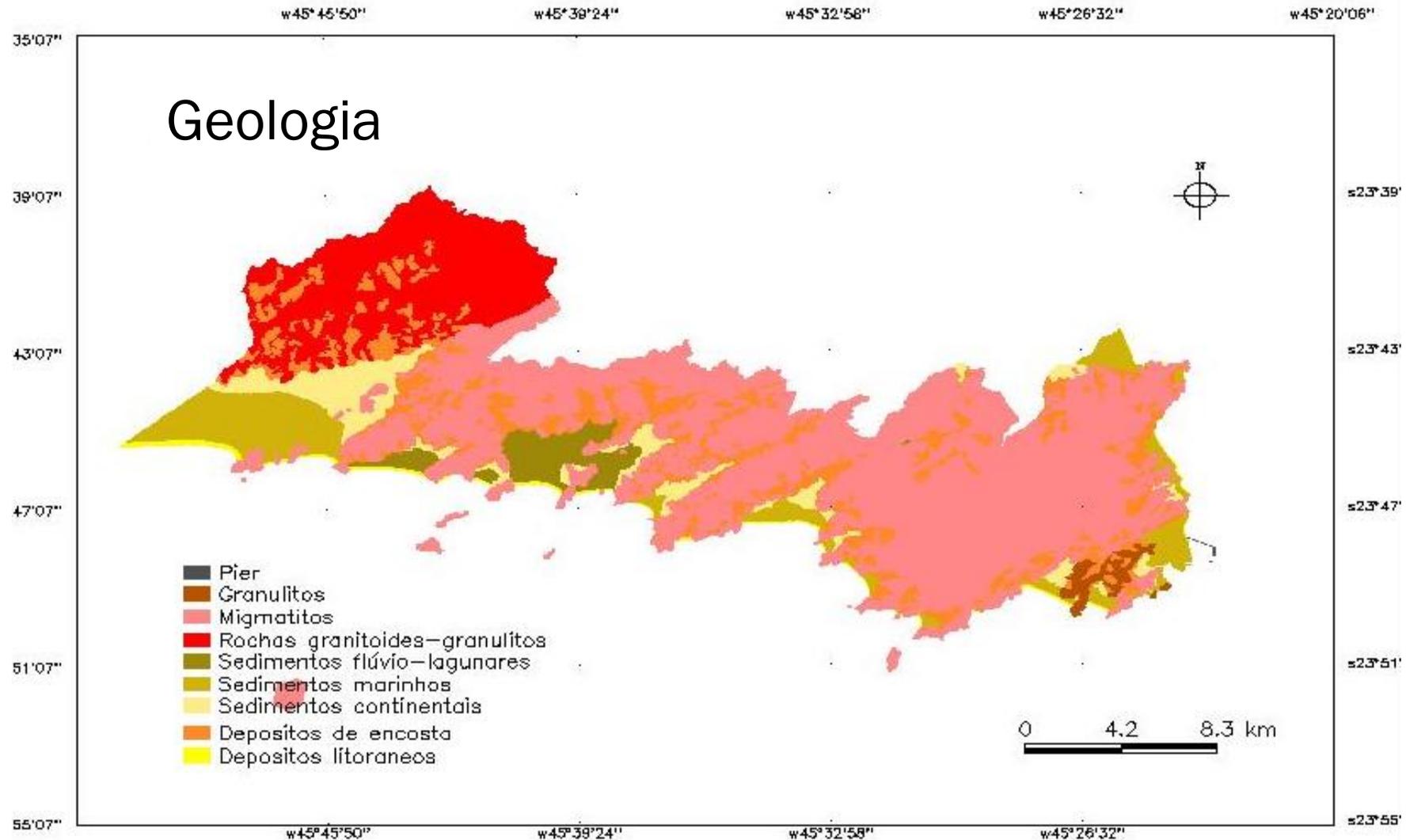
VARIÁVEIS AMBIENTAIS



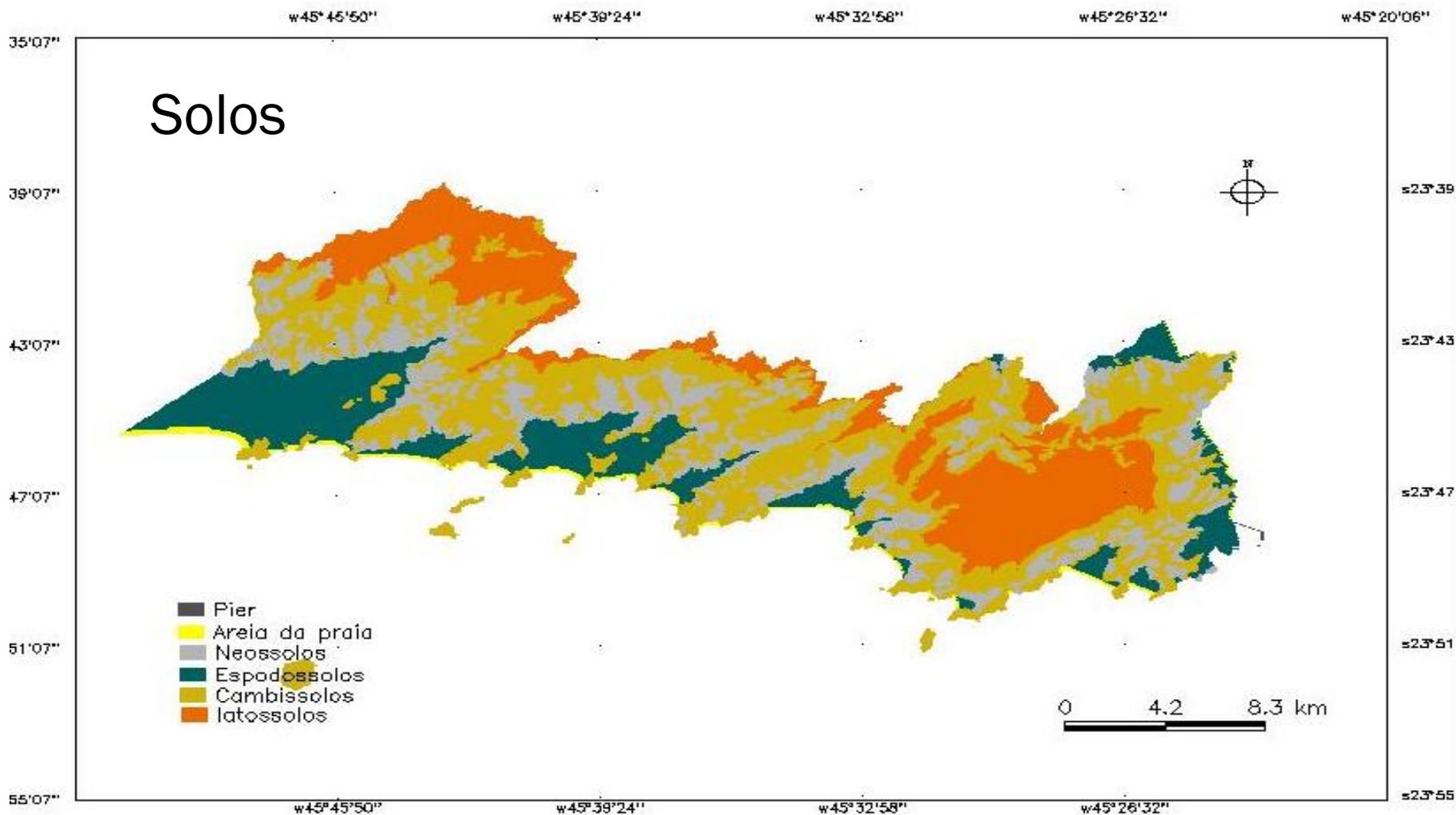
VARIÁVEIS AMBIENTAIS



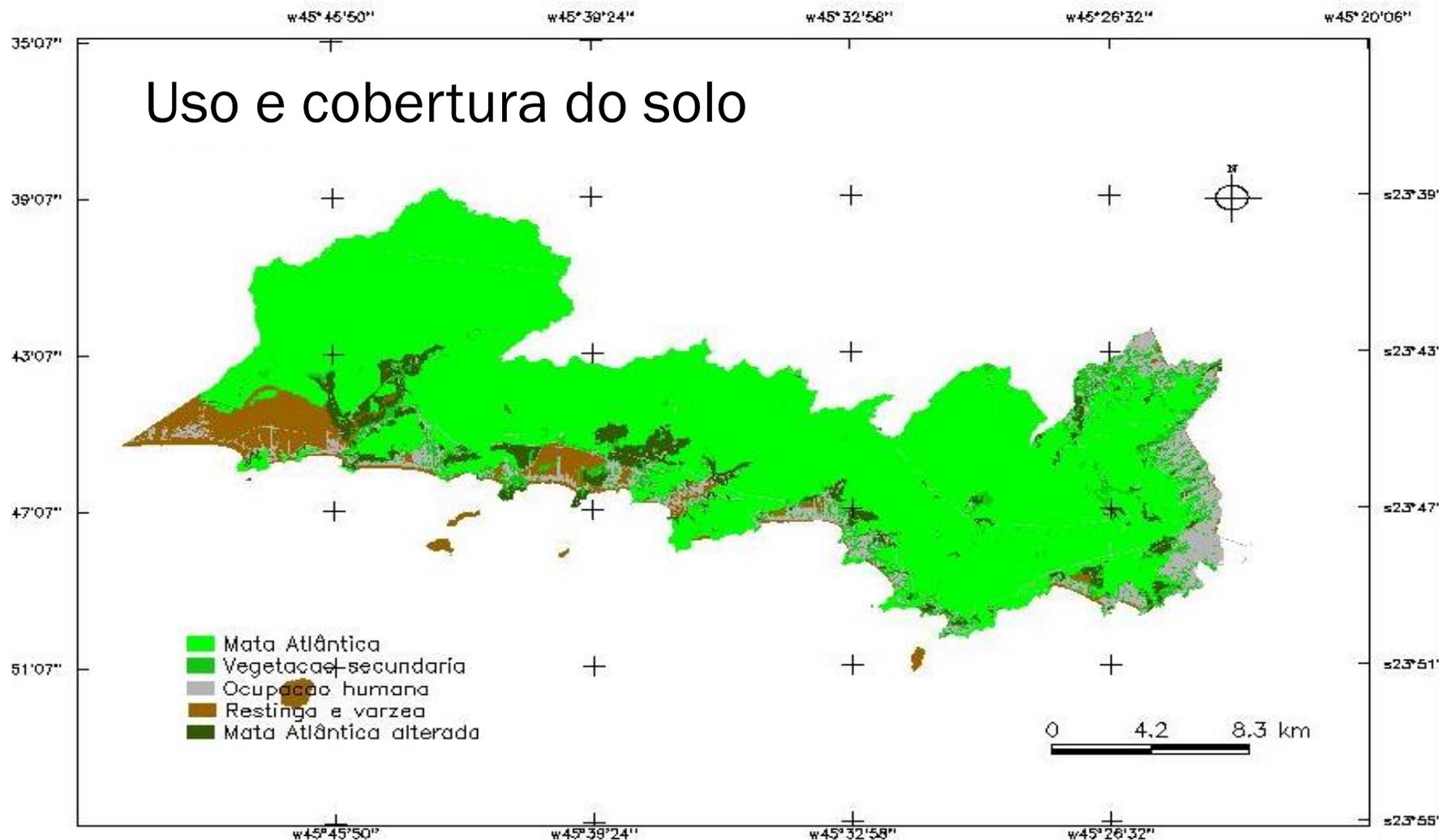
VARIÁVEIS AMBIENTAIS



VARIÁVEIS AMBIENTAIS



VARIÁVEIS AMBIENTAIS

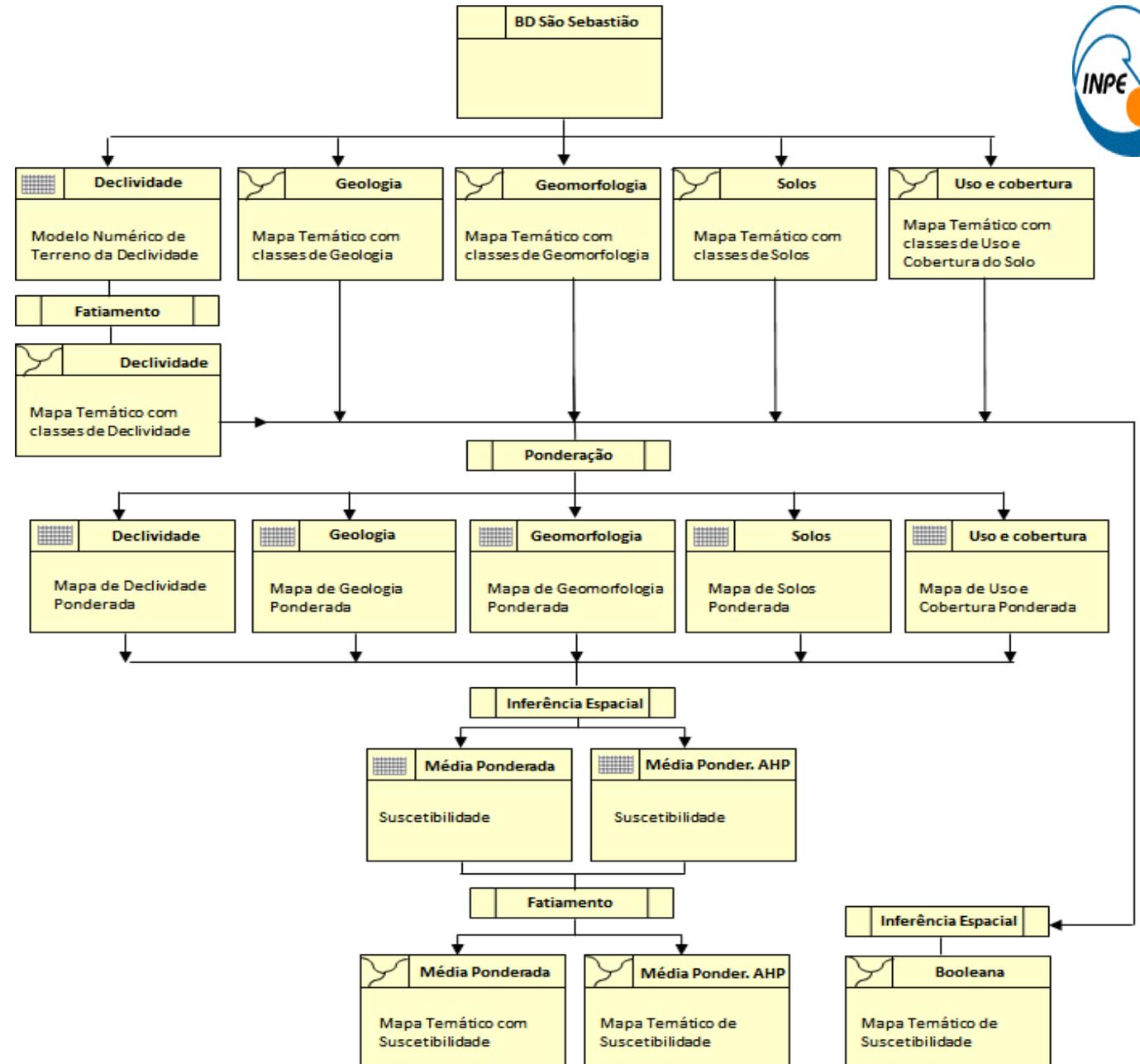


MATERIAIS E MÉTODOS

METODOLOGIA



■ Diagrama OMT - G



ANÁLISE BOOLEANA

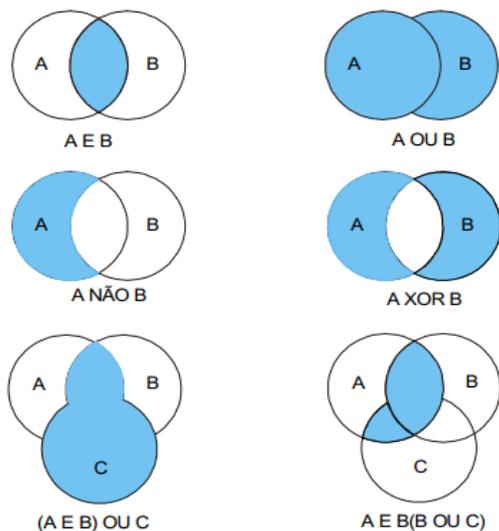


Diagrama de Veen (Burrough & McDonnell, 1998, apud Câmara et al., 2001).

Álgebra

Diretório... C:\Users\algnm\Dropbox\copiatrab CR

Programas

- geologia_ponderada
- geologia_ponderado_fuzzy
- geomorfologia_ponderada
- geomorfologia_ponderado_fuzzy
- indice_fuzzy
- mapaincerteza_fuzzy
- Reclassificacao_uso_solo
- solos_ponderada
- solos_ponderado_fuzzy
- suscep_booleana

Nome: suscep_booleana

Criar... Editar...

Executar Suprimir Fechar Ajuda

Editor de Modelos

Programa

```
// PARTE 1 - DECLARAÇÃO
// Definição de Variáveis

Tematico gb ("Geomorfologia");
Tematico lb ("Geologia");
Tematico dec ("Declividade_tem");
Tematico sb ("Solos");
Tematico uo ("Recl_Usa");
Tematico seb("suscepbooleana");

// PARTE 2 - INSTANCIAMENTO
// Recuperacao dos mapas

// Obs: o nome entre ?aspas? deve corresponder ao nome dado aos Planos de Informação
correspondentes a cada categoria elencada acima.
gb = Recupere (Nome = "Geomorfologia");
lb = Recupere (Nome = "Geologia");
dec = Recupere (Nome = "Declividade_2");
sb = Recupere (Nome = "Solos");
uo = Recupere (Nome = "usosoc");
```

"muito alta": (dec == ">=77%") &&
 (gb == "escarpas serra do mar" || gb == "morros e morrotes") &&
 (lb == "depositos de encosta") || (sb == "cambissolos" || sb == "latossolos") &&
 (uo == "ocupacao humana"),

MÉDIA PONDERADA



- Ponderação das classes temáticas;
- Referência: Muñoz (2005).

Categoria	Pesos (Muñoz, 2005)*	Rank
Declividade	0.46	1
Geomorfologia	0.26	2
Geologia	0.17	3
Solos	0.09	4
Uso e cobertura do solo	0.02	5

$$\text{Suscetibilidade} = (0,46 * dc) + (0,26 * gm) + (0,17 * ge) + (0,09 * sl) + (0,02 * us)$$

PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO (AHP)



Suporte à decisão (AHP)

Exibir

declividade_pond

Fatiamento-Declividade
Geologia
Geomorfologia
Imagens
Ortofotos
Recl_Usos
Solos
Vulnerabilidade_MNT
declividade_pond

Critério	Peso		Critério
declividade_pond	3	Algo Melhor	geologia_pond
declividade_pond	4	Moderadamente Melhor	geomorfologia_por
declividade_pond	3	Algo Melhor	solo_pond
declividade_pond	7	Muito Melhor	usodosolo_pond
geologia_pond	1	Igual	geomorfologia_por
geologia_pond	4	Moderadamente Melhor	solo_pond
geologia_pond	3	Algo Melhor	usodosolo_pond
geomorfologia_por	3	Algo Melhor	solo_pond
geomorfologia_por	5	Melhor	usodosolo_pond
solo_pond	3	Algo Melhor	usodosolo_pond

Razão de Consistência 0.071

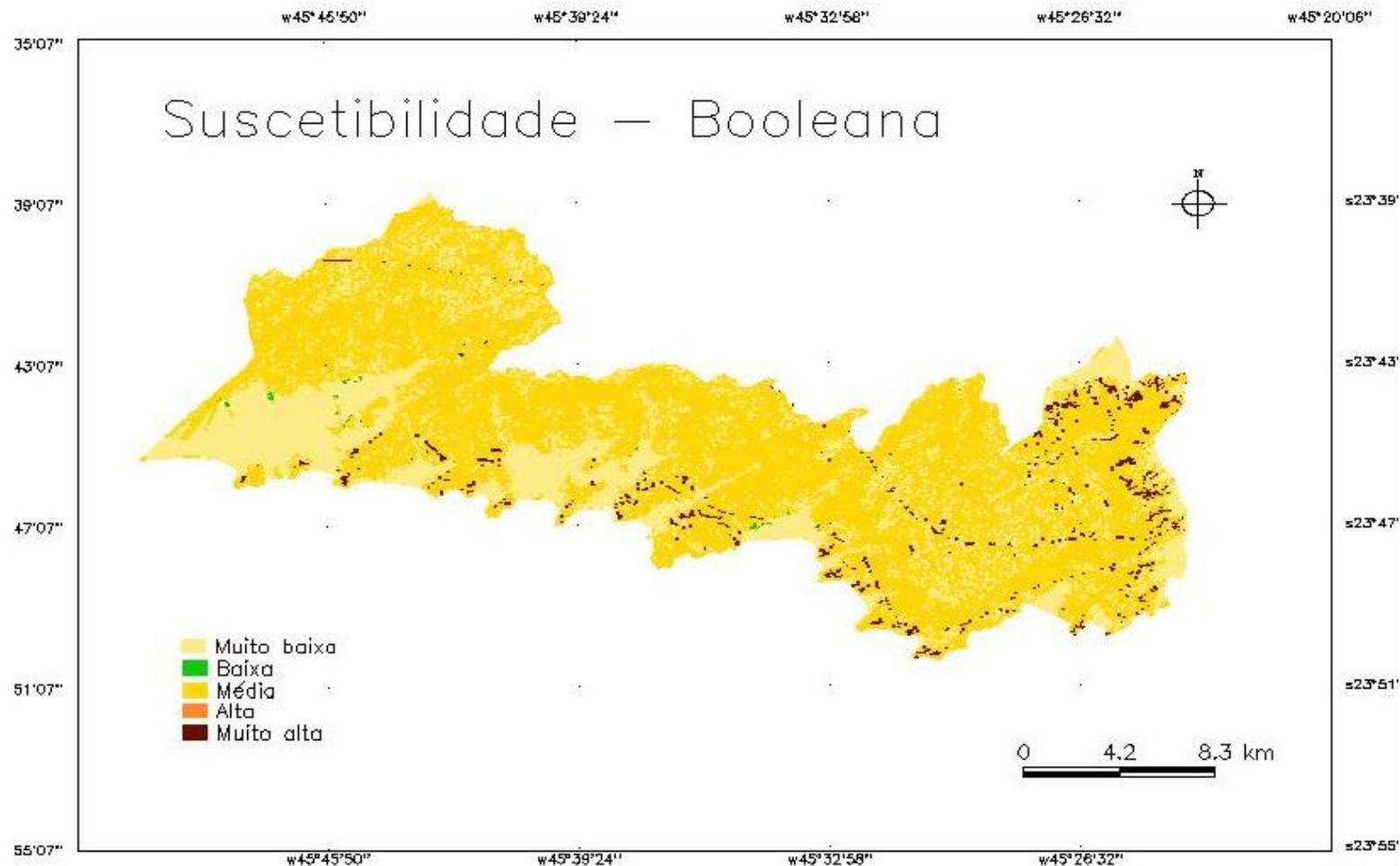
Calcular Peso Fechar Ajuda

Categoria	Pesos segundo AHP	Rank
Declividade	0.446	1
Geologia	0.194	2
Geomorfologia	0.187	3
Solos	0.092	4
Uso e cobertura do solo	0.046	5
<i>Razão de consistência</i>		<i>RC= 0,071</i>

$$\text{Suscetibilidade} = (0,446 * dc) + (0,187 * gm) + (0,194 * ge) + (0,092 * sl) + (0,046 * us)$$

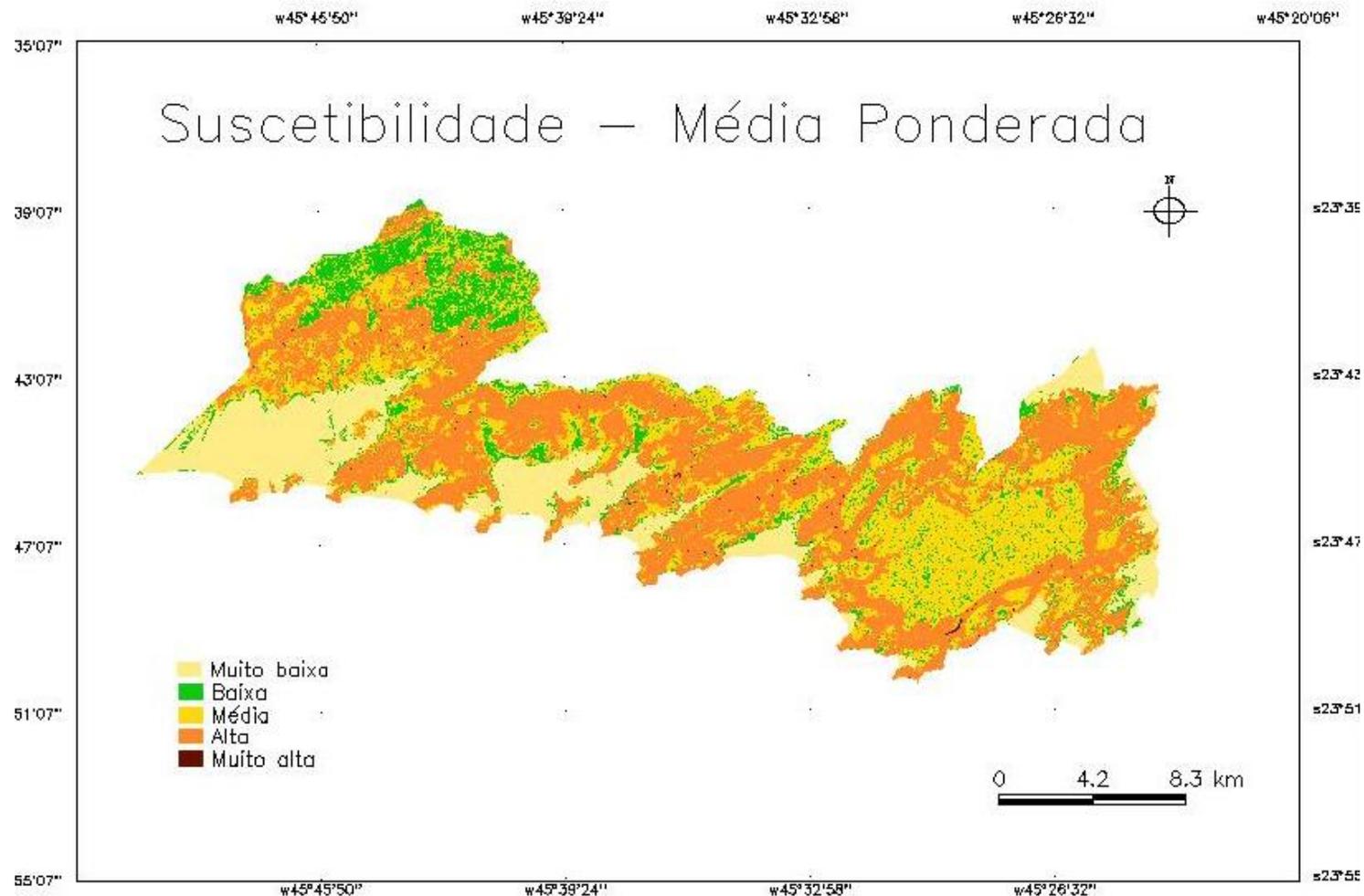
ANÁLISE BOOLEANA

- Técnica restritiva;
- Dados qualitativos;
- Resultados subestimados x superestimados



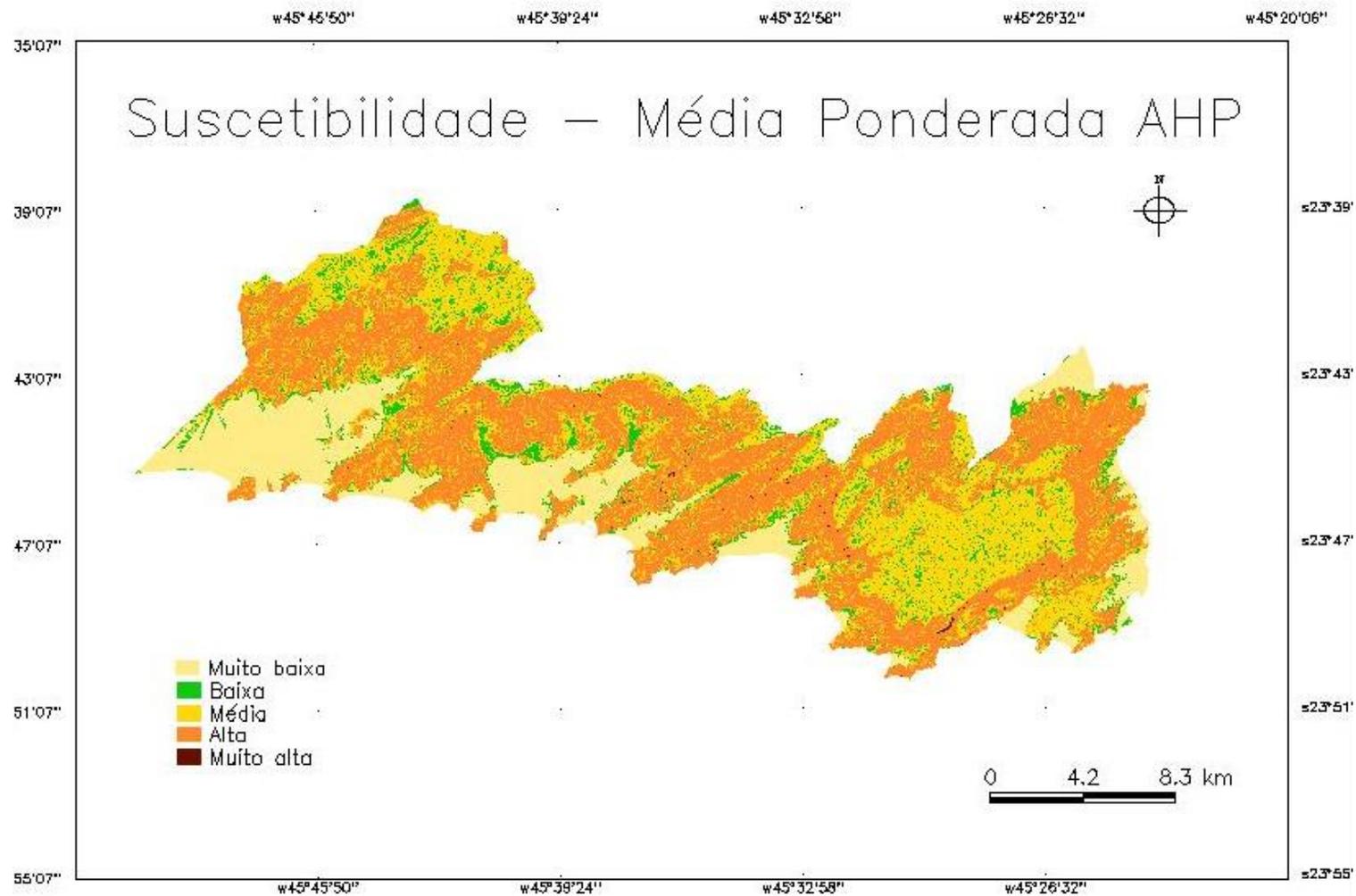
MÉDIA PONDERADA

- Melhor discriminação das classes de suscetibilidade;
- Dados quantitativos;
- Menor ambiguidade;



MÉDIA PONDERADA (AHP)

- Novas regiões com suscetibilidade “média”;
- Critérios na escolha dos pesos;





CONCLUSÃO

CONSIDERAÇÕES FINAIS

■ Inferência booleana

- *Restrita a um resultado que satisfaça ou não a uma condição; não é muito representativa da realidade.*

■ Inferência média ponderada

- *Permite maior flexibilidade na combinação dos mapas, pois a atribuição de pesos de acordo com o grau de importância de uma variável, se aproxima mais da realidade.*

■ Suporte AHP

- *Ferramenta eficiente que pode gerar resultados mais acurados, devido a forma criteriosa de escolha de pesos.*



CONCLUSÃO

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **Importante!!!**
 - *Validação dos resultados;*
 - *Mapas de incerteza => Lógica Fuzzy;*
 - *Inclusão de novas variáveis.*



REFERÊNCIAS

- BISPO, P. C., ALMEIDA, C. M., VALERIANO, M. M. Análise de suscetibilidade aos movimentos de massa em São Sebastião (SP) com o uso de métodos de inferência espacial. **Revista Geociências, UNESP**, v. 30, n.3, p. 467 – 478, 2011. Disponível em: <https://goo.gl/WDeLSo>. Acesso em: 14 abr 2018.
- CÂMARA, G., DAVIS, C., MONTEIRO, A. M. V. M. **Introdução à ciência da geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE 10506-RPQ/249. 2001. Disponível em: <https://goo.gl/y8AqEt>. Acesso em: 14 abr 2018.
- FLACH, C., MEURER, M. Inventário de movimentos de massa em Arroio do Padre/RS. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. 2018. Campinas, SP. Disponível em: <http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2534>. Acesso em: 5 mai 2018.
- MUÑOZ, V. A. **Análise comparativa de técnicas de inferência espacial para identificação de unidades de suscetibilidade aos movimentos de massa na região de São Sebastião, SP, Brasil**. Monografia de especialização do XVIII Curso Internacional em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica. INPE, 2005.



REFERÊNCIAS

- NEGRÃO, A. CAMPANHA, G. **Processos em Encosta**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociência, USP. Disponível em: <https://goo.gl/st8SAi>. Acesso em: 7 jun 2018.
- PEDRONI, B. Mortes por deslizamentos de terra aumentaram nos últimos anos na Grande SP. Disponível em : <https://www.geosynthetica.net.br/mortes-por-deslizamentos-de-terra-grande-sp/>. Acesso em 09 jun 2018.
- TOMINAGA, L. K., SANTORO, J., AMARAL, R. Desastres Naturais: Conhecer para prevenir. Instituto Geológico – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Disponível em : <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>. Acesso em: 09 jun 2018.
- TRIBUNA – PR. **Após deslizamento de terra, trens de carga voltam a descer a serra rumo à Paranaguá.** Disponível em: <http://www.tribunapr.com.br/noticias/apos-deslizamento-de-terra-trens-de-carga-voltam-a-descer-a-serra-rumo-a-paranagua/>. Acesso em 5 jun 2018.



Obrigada!