



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

INTRODUÇÃO

# MOVIMENTOS DE MASSA

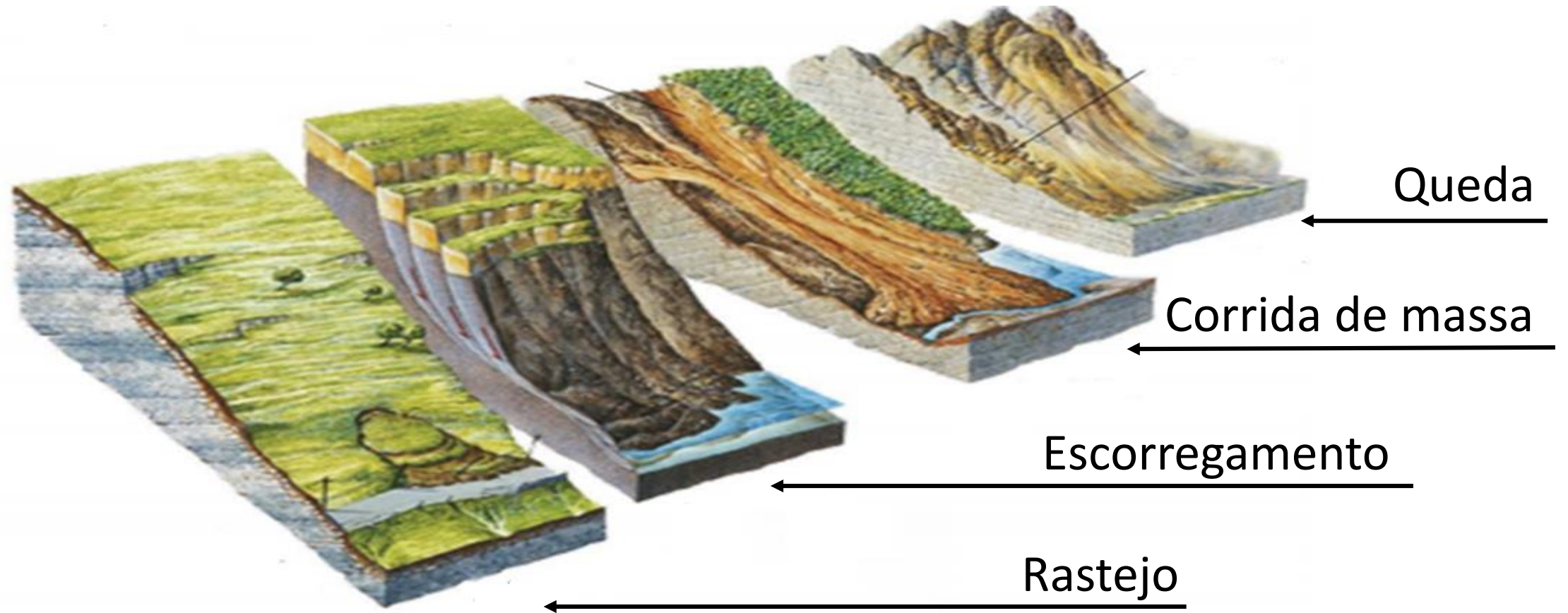
“Processos dinâmicos de movimentos de solo, rocha ou vegetação ao longo de vertentes, pela ação direta da gravidade”

(Tominaga, 2009, apud Flach, 2017).

- Fatores endógenos x exógenos;
- Potencializados pela ação antrópica.

INTRODUÇÃO

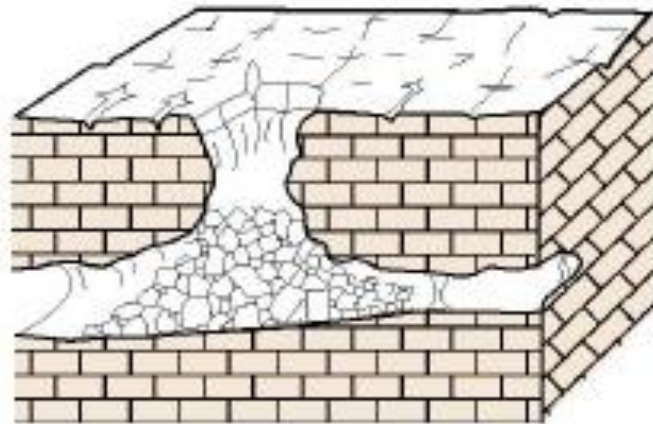
# TIPOS DE MOVIMENTO DE MASSA



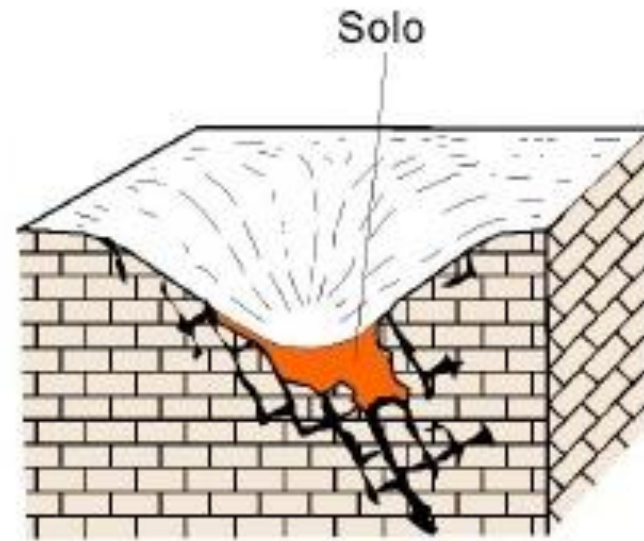
Fonte: Negrão e Campanha (USP).

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)

# OBJETIVO

**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)

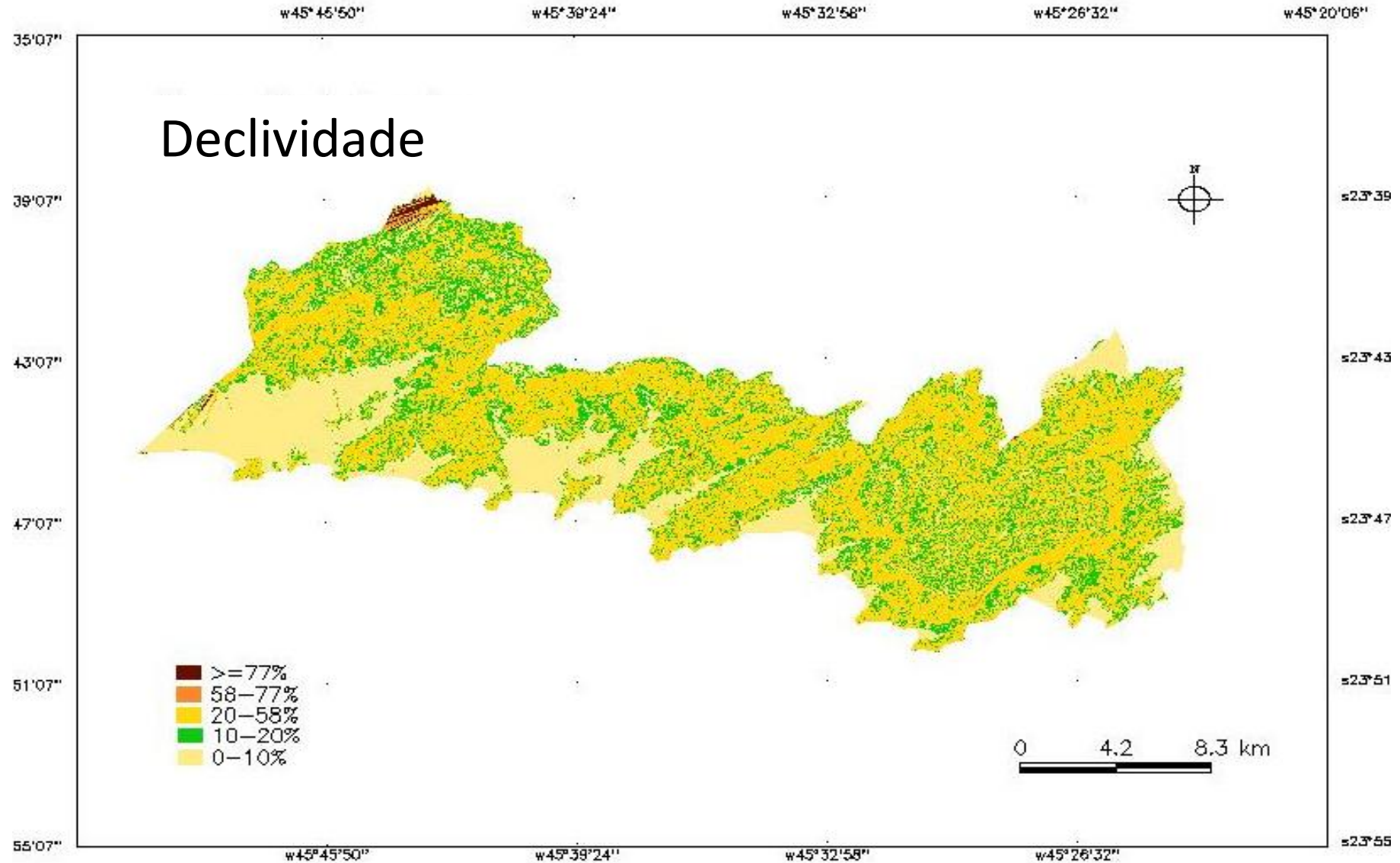
- Declividade
- Geologia
- Geomorfologia
- Solos
- Uso e cobertura

# ÁREA DE ESTUDO

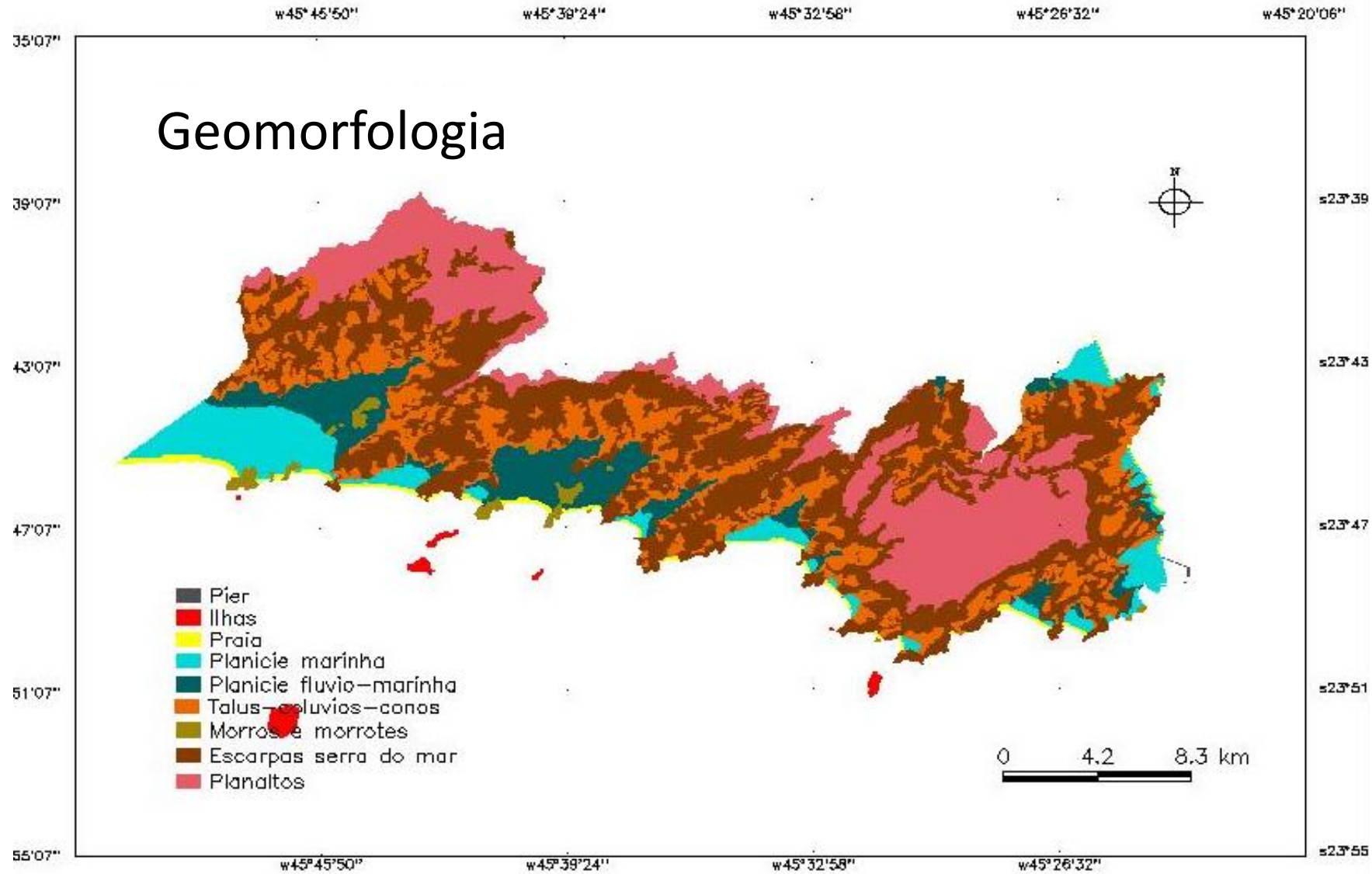
- Suscetível a escorregamento;
- Altas declividades – Serra do Mar;
- Intensa distribuição de precipitação.



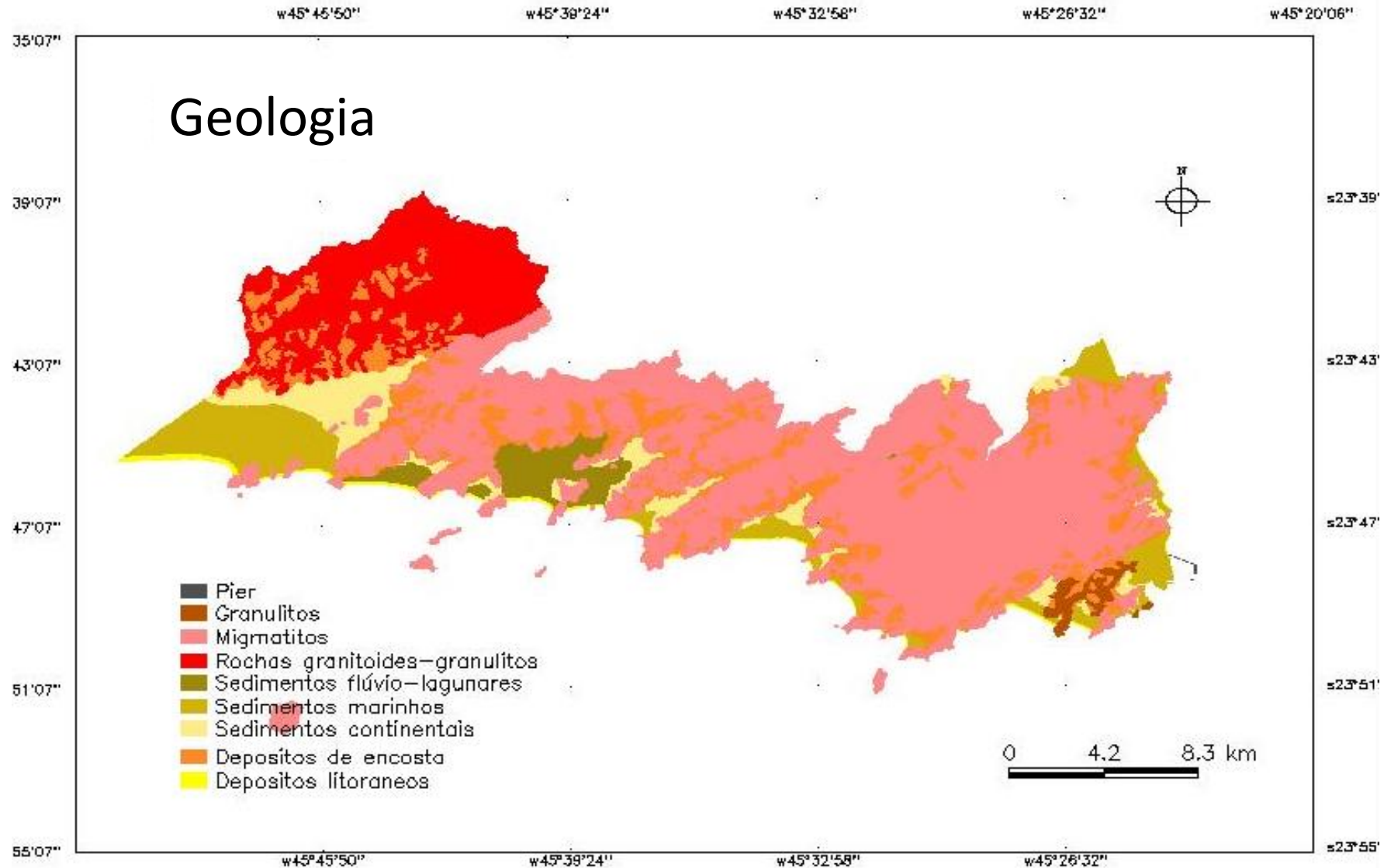
# VARIÁVEIS AMBIENTAIS



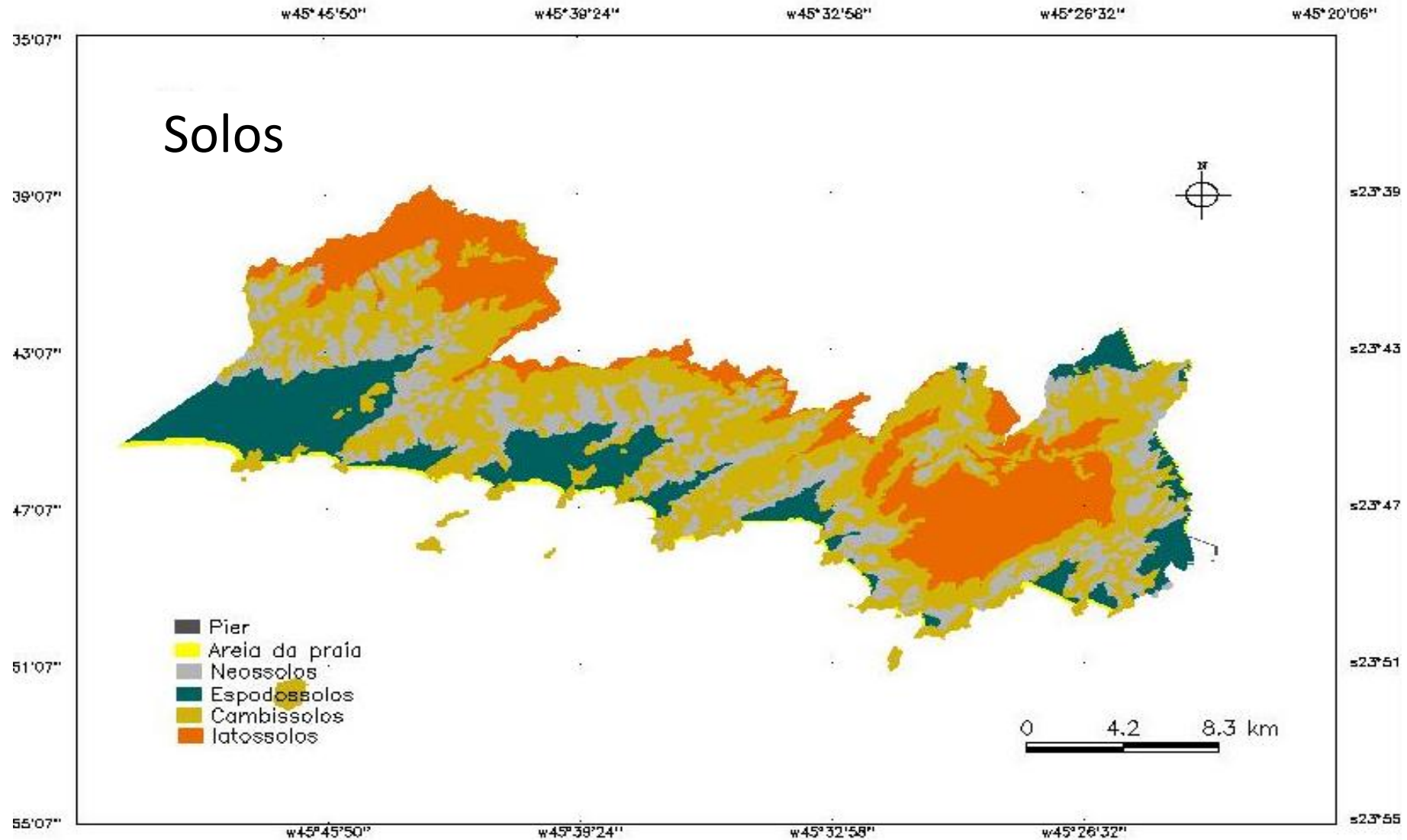
# VARIÁVEIS AMBIENTAIS



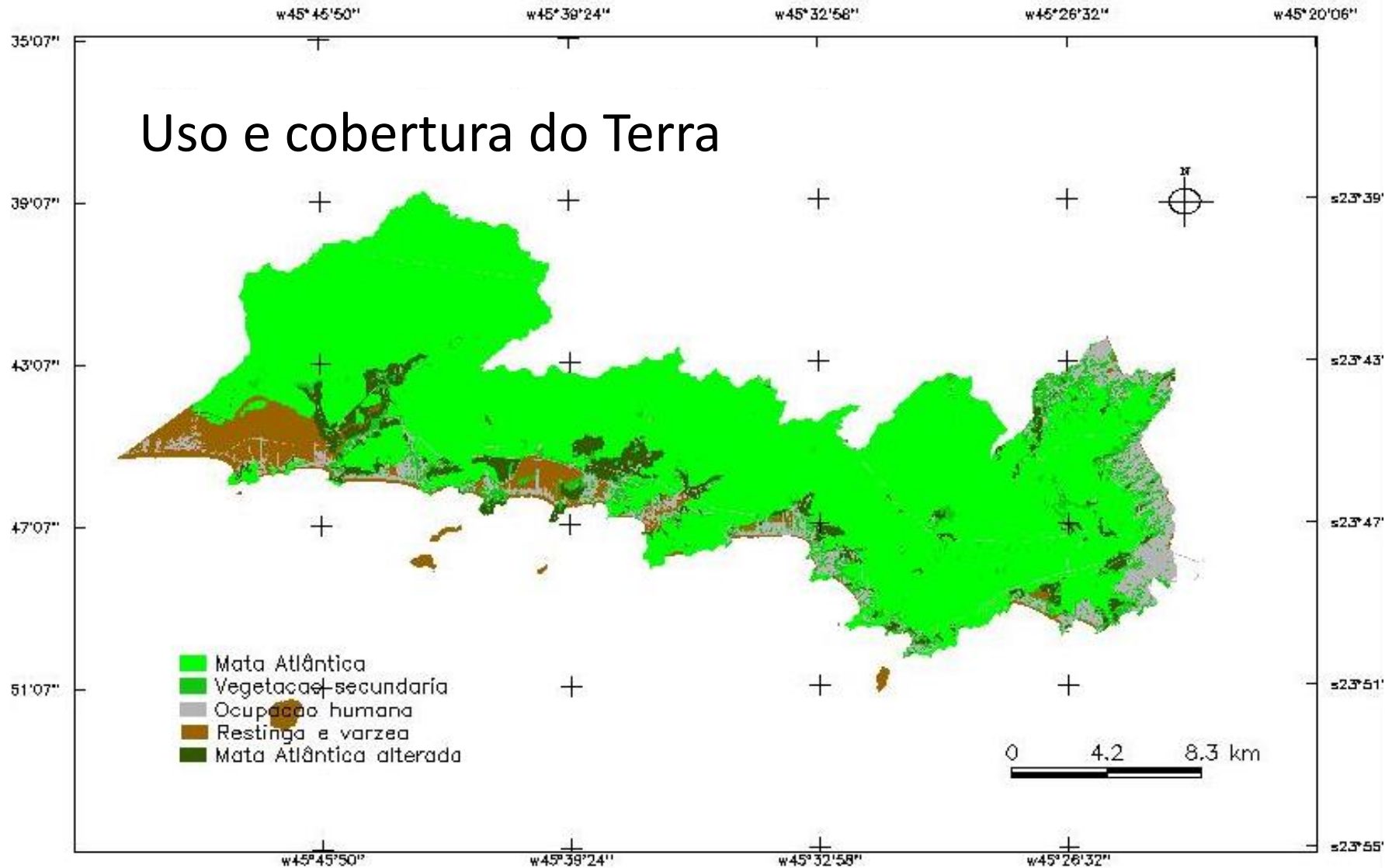
# VARIÁVEIS AMBIENTAIS



# VARIÁVEIS AMBIENTAIS

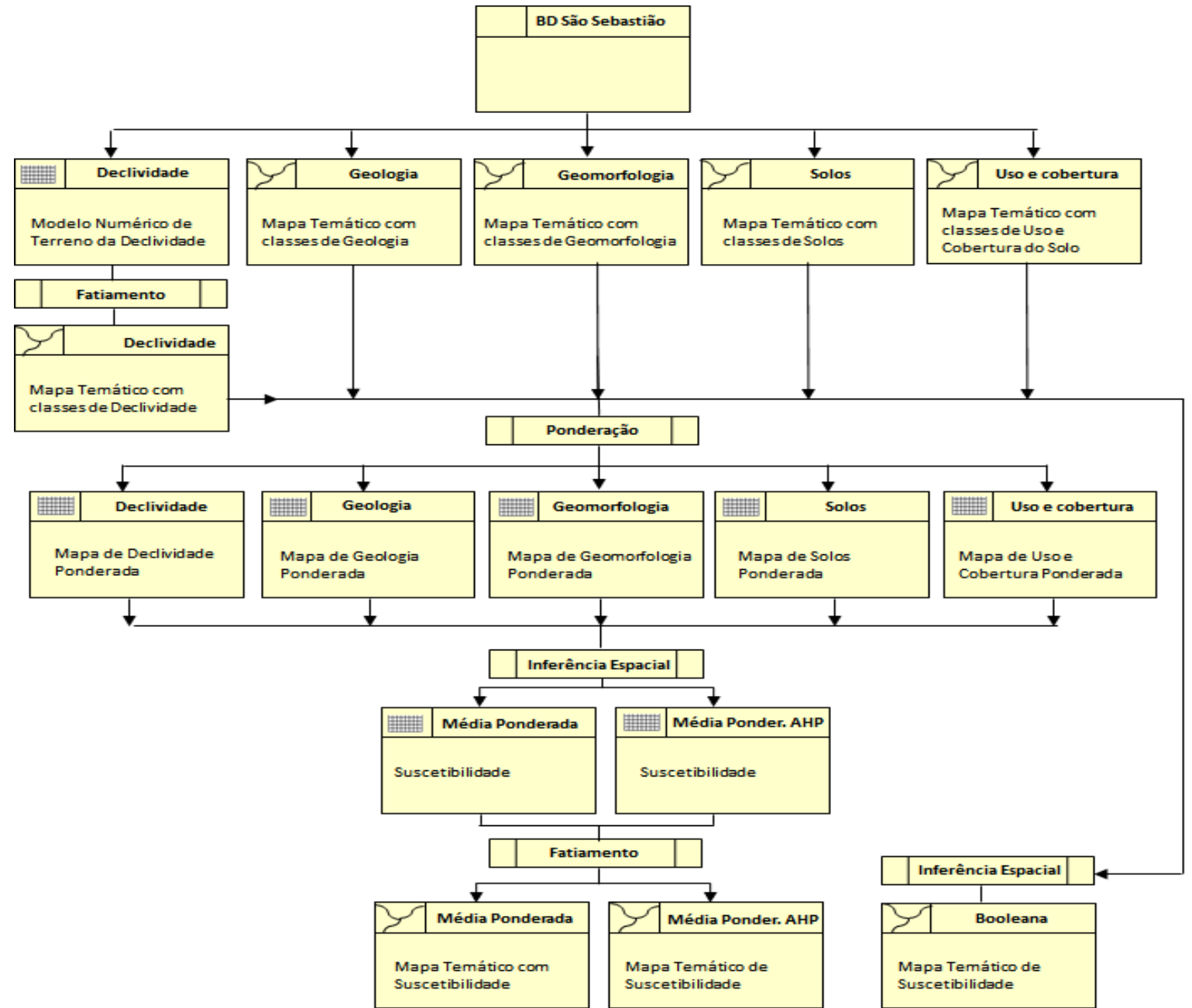


# VARIÁVEIS AMBIENTAIS



# METODOLOGIA

■ Diagrama OMT - G



# ANÁLISE BOOLEANA

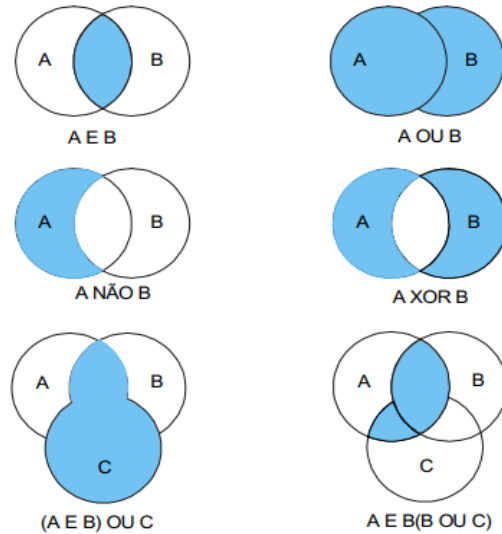


Diagrama de Veen (Burrough & McDonnell, 1998, apud Câmara et al., 2001).

The screenshot shows the 'Editor de Modelos' (Model Editor) software interface. The window title is 'Álgebra'. The directory path is 'C:\Users\algnm\Dropbox\copiatrab'. A list of programs is shown, with 'suscep\_booleana' selected. The code editor contains the following text:

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

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

// PARTE 2 - INSTANCIÇÃO
// Recuperao dos mapas

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

# MÉDIA PONDERADA

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

CRITÉRIOS	PESOS
Declividade	0,46
Geomorfologia	0,26
Geologia	0,17
Solos	0,09
Uso e cobertura	0,02

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

# PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO (AHP)

	Declividade	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso e cobertura
Declividade	1,00	3,00	4,00	3,00	7,00
Geologia	0,33	1,00	1,00	4,00	3,00
Geomorfologia	0,25	1,00	1,00	3,00	5,00
Solos	0,33	0,25	0,33	1,00	3,00
Uso e cobertura	0,14	0,33	0,20	0,33	1,00

CRITÉRIOS	PESOS
Declividade	0,446
Geomorfologia	0,194
Geologia	0,187
Solos	0,092
Uso e cobertura	0,046

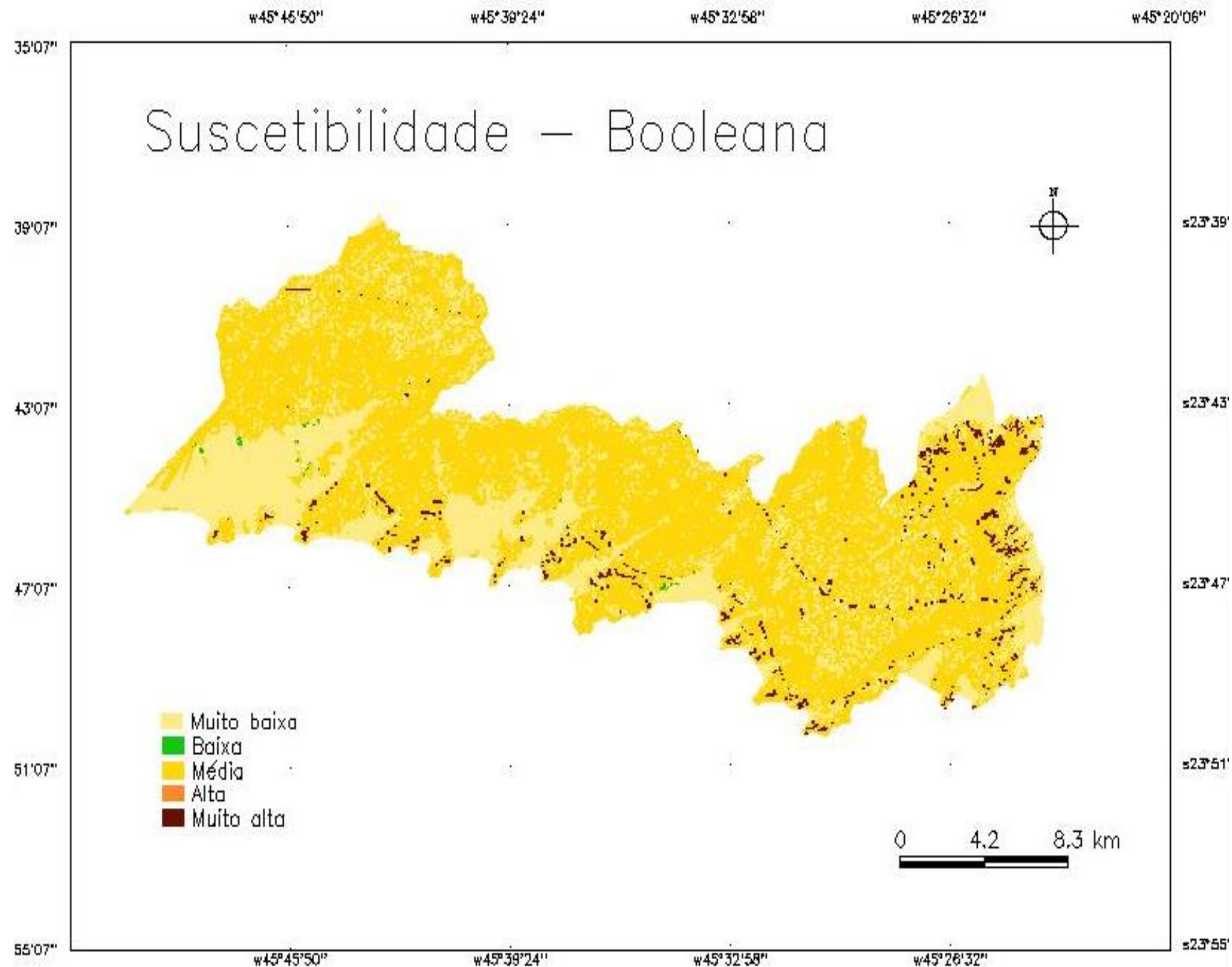
Razão de consistência  
RC= 0,071

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

## RESULTADOS

# BOOLEANA

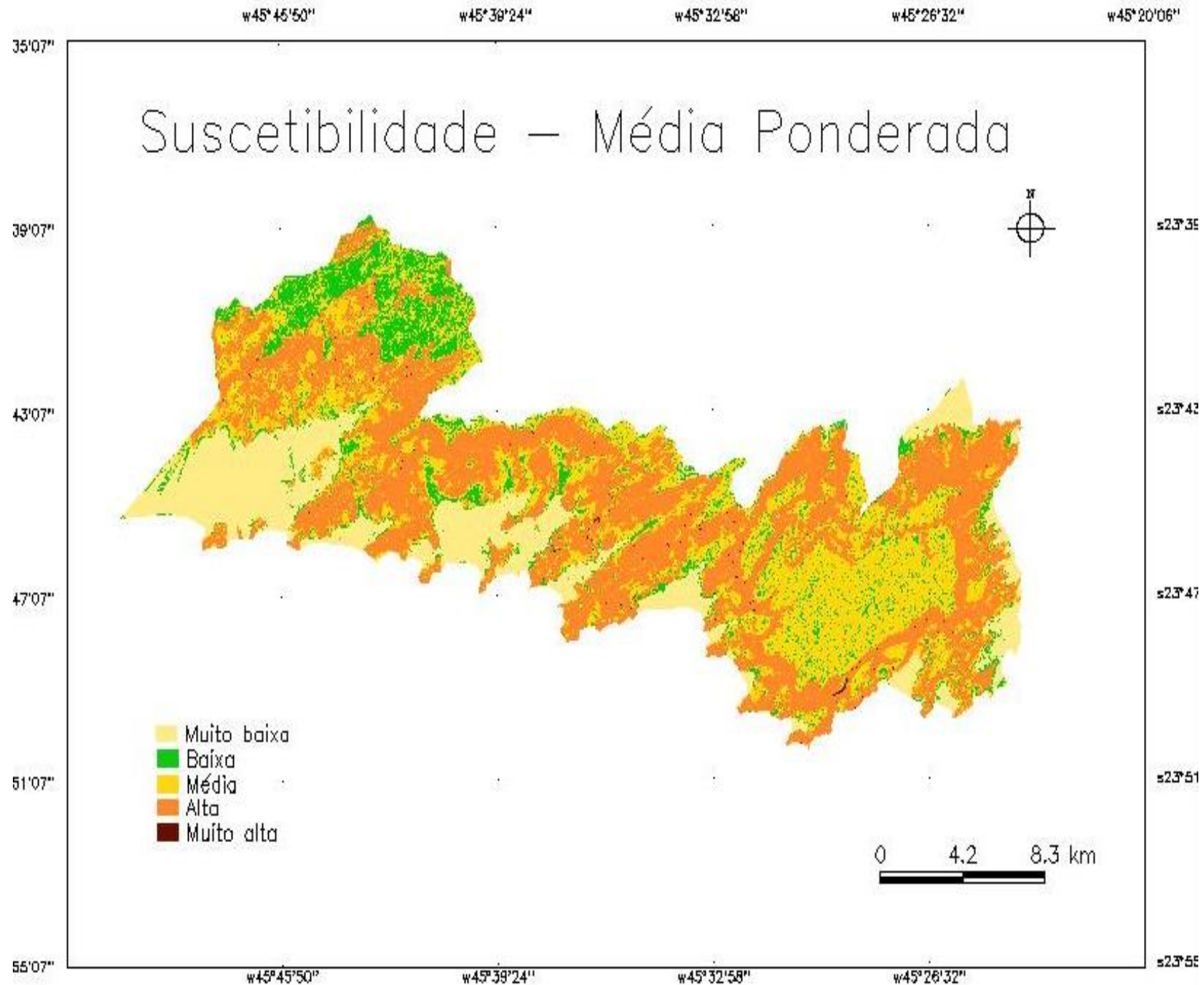
- Técnica restritiva;
- Resultados Subestimados x Superestimados



RESULTADOS

# MÉDIA PONDERADA

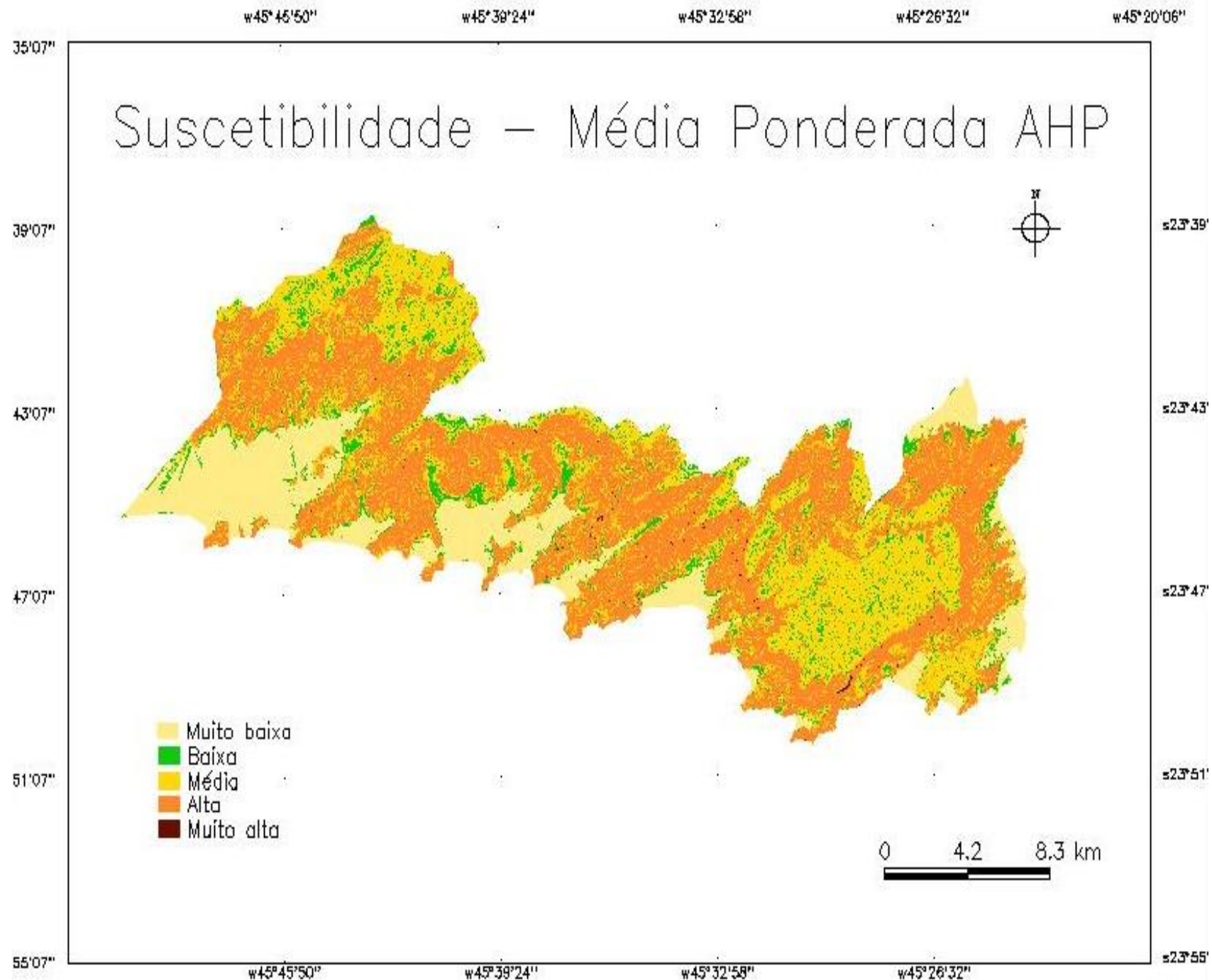
- Melhor discriminação das classes de suscetibilidade;
- Menor ambiguidade;



RESULTADOS

# MÉDIA PONDERADA (AHP)

- Critério na escolha dos pesos;



# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **Inferência booleana**
  - Restrita a um resultado que satisfaça ou não a uma condição;
- **Inferência média ponderada**
  - Permite maior flexibilidade na combinação dos mapas;
- **Suporte AHP**
  - Ferramenta eficiente; forma criteriosa de escolha de pesos; usuário.

CONCLUSÃO

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **Importante!!!**
  - Validação dos resultados;
  - Mapas de incerteza;
  - 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!*