

Utilização de técnicas de geoprocessamento e cartografia geotécnica para confecção de cartas de suscetibilidade a processos erosivos e movimentos de massa na UGRHI-11.

Fabício Bau Dalmas

- Levantamento e monitoramento de áreas de risco na UGRHI-11 e apoio à Defesa Civil (SIGRB/CBHRB - FEHIDRO).
- Mapeamento para implantação de abrigos temporários em situações de desastres: geoprocessamento de dados (FAU/USP – PICIC).



Apoio:

- Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul
- Sistema de Informações da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (SIG-RB)

Introdução

Objetivos

Revisão
bibliográfica

Materiais e
métodos

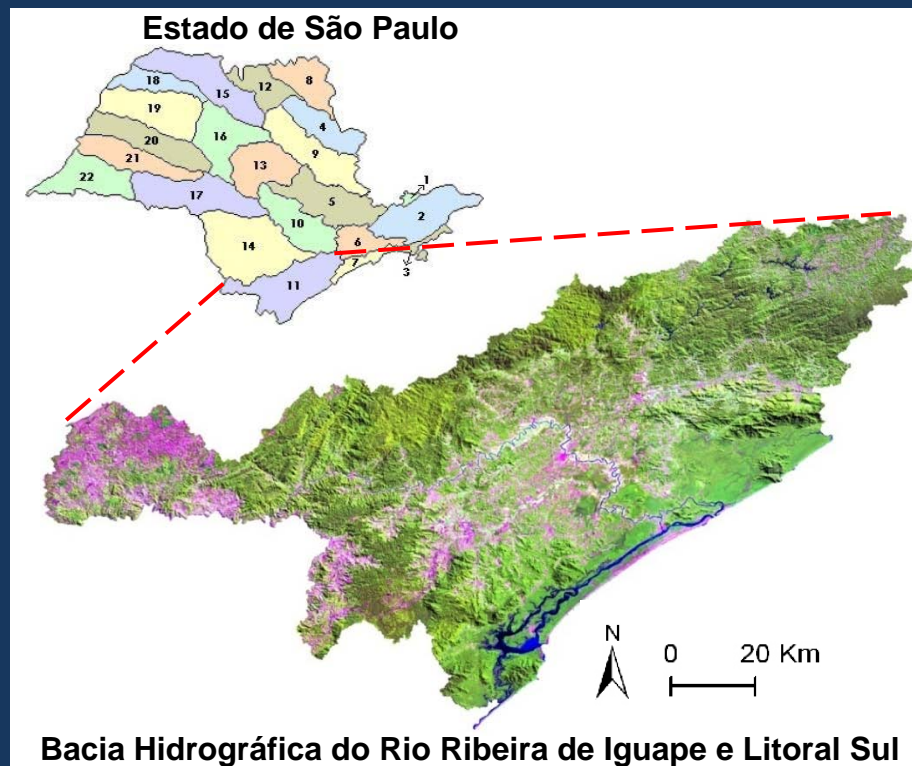
Resultados

Conclusões

▪ ÁREA DE ESTUDO

Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº11 – UGRHI-11 correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul

- 23 municípios
- População: 361.224 (Censo 2010)
- Área: 17.067,92km²



Introdução

Objetivos

Revisão
bibliográfica

Materiais e
métodos

Resultados

Conclusões

- Diversidade de ambientes aquáticos e terrestres:
 - áreas de altas declividade
 - áreas de várzea
 - planícies costeiras
 - manguezais
 - terraços marinhos e fluviais



<http://www.radioverdevalefm.com.br/>



<http://www.quilombosdoribeira.org.br/>



Ilha Comprida e Rio Ribeira de Iguape
http://desciclopedia.org/wiki/Vale_do_Ribeira



Cidade de Registro
<http://www.skyscrapercity.com>

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

- Os fenômenos de erosão e movimentos de massa já foram bastante estudados e medidas preventivas e corretivas são recomendadas pelo meio técnico. Todavia, acidentes relacionados a estes processos, infelizmente, ainda ocorrem em grande escala.
- Dessa forma, mostram-se necessárias medidas de caráter preventivo e/ou corretivo para evitar acidentes com morte e, se não anular, mitigar os danos materiais.
- Uma destas medidas é o uso do *mapeamento geotécnico*, processo que busca avaliar e retratar as características dos componentes do meio físico, bem como os possíveis comportamentos frente às diferentes formas de uso do solo, processos naturais e induzidos; que considera o meio físico, com objetivo de avaliar limitações e potenciais (Zuquette, 2004).

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

- A indicação de áreas de riscos geológicos é fundamental para auxiliar no gerenciamento de uma bacia hidrográfica. Seguindo essa linha de raciocínio, o objetivo deste trabalho foi, através da conciliação de ferramentas de geotecnologia (geoprocessamento) e de mapeamento geotécnico, confeccionar cartas de suscetibilidade à erosão e a movimentos de massa para a região da UGRHI-11.

Introdução

Objetivos

Revisão
bibliográfica

Materiais e
métodos

Resultados

Conclusões

ACIDENTES GEOLÓGICOS

Exemplos recentes:

- Vale do Itajaí - Santa Catarina, em novembro de 2008 (Figura A);
- Angra dos Reis - Rio de Janeiro, em janeiro de 2010 (Figura B);
- Teresópolis, Nova Friburgo, Petrópolis, Sumidouro e São José do Vale do Rio Preto - Rio de Janeiro, janeiro de 2011 (Figura C).



(A)



(B)



(C)

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

Definições fundamentais:

- **Sistema de Informações Geográficas (SIG):**
Bonham-Carter (1994), define SIG como um *sistema de computador para tratamento de dados espaciais*.
Sinônimos: Sistema geográfico de informações (SGI),
Sistema de informações georreferenciadas (SIG)
Geographic Information System (GIS)
- **Geoprocessamento:** processamento de dados georreferenciados
- **Geotecnologias:** conjunto de ciências e técnicas de medição, representação e análise de dimensões e feições superficiais da Terra: Topografia, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Cartografia, Geodésia, Fotogrametria...

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

Funções de um SIG

- **Organização:** do banco de dados espaciais e de atributos.
- **Registro (georreferenciamento),** ajusta todos os dados ao mesmo referencial espacial: projeção, as coordenadas e, no caso dos arquivos armazenados na forma matricial (raster), a resolução.
- **Visualização:** em tela ou papel.
- **Consulta espacial:** ao banco de dados, obtendo, de forma gráfica ou tabular, informações classificadas.
- **Combinação:** os dados espaciais e de atributos são combinados, permitindo juntar diversos planos de informação.
- **Análise:**
 - Não espacial: usa técnicas de estatística e de modelagem numérica.
 - Espacial: visual, sobreposição de mapas e incorpora técnicas estatísticas espaciais.
- **Predição:** análise de favorabilidade de áreas para diversos usos.
- **Apoio à decisão:** técnicas de comparação entre possíveis soluções - Multi-objetivos e Multi-critérios.
- **Produção cartográfica:** ajuste de escalas, produção de legendas e padrões gráficos, impressão de mapas básicos ou derivados.

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

Aplicações:

- Recursos naturais (minerais, água subterrânea, florestais, agrícolas, vida silvestre)
- Análise ambiental (Impactos ambientais, poluição)
- Planejamento urbano – plano diretor, loteamentos, áreas de lazer
- Planejamento do uso da terra – Zoneamento Ecológico-Econômico, Unidades de Conservação
- Análise e gestão de redes - urbanas, viárias, de água, luz, etc. Orientação veicular.
- Comerciais - localização de lojas, análise de mercados
- Políticas - análise de pesquisas, divisão de distritos nos EUA).
- Cada vez mais aplicações: máquinas e programas melhores e relativamente mais baratos; maior pesquisa e difusão da tecnologia; mais dados digitais disponíveis.
- Alguns estão usando Geoprocessamento e não sabem disso: sistemas de localização e orientação veicular.

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

A abordagem utilizada neste trabalho apresenta semelhanças com as abordagens técnico-operacionais empregadas nos Zoneamentos Geotécnicos e análise de fragilidade.

Através de técnicas de geoprocessamento no programa IDRISI Andes (versão 15.01), foi gerada uma Análise Multi-critérios, sendo utilizado os seguintes mapas (fatores):

- declividade,
- pedologia,
- litologia,
- geomorfologia,
- mapa de cobertura vegetal.

Foram executadas as seguintes etapas, descritas a seguir:

- Criação do mapa de suscetibilidade a processos erosivos;
- Criação do mapa de suscetibilidade a movimentos de massa;
- Controle da campo nas áreas em erosão.

Introdução

Objetivos

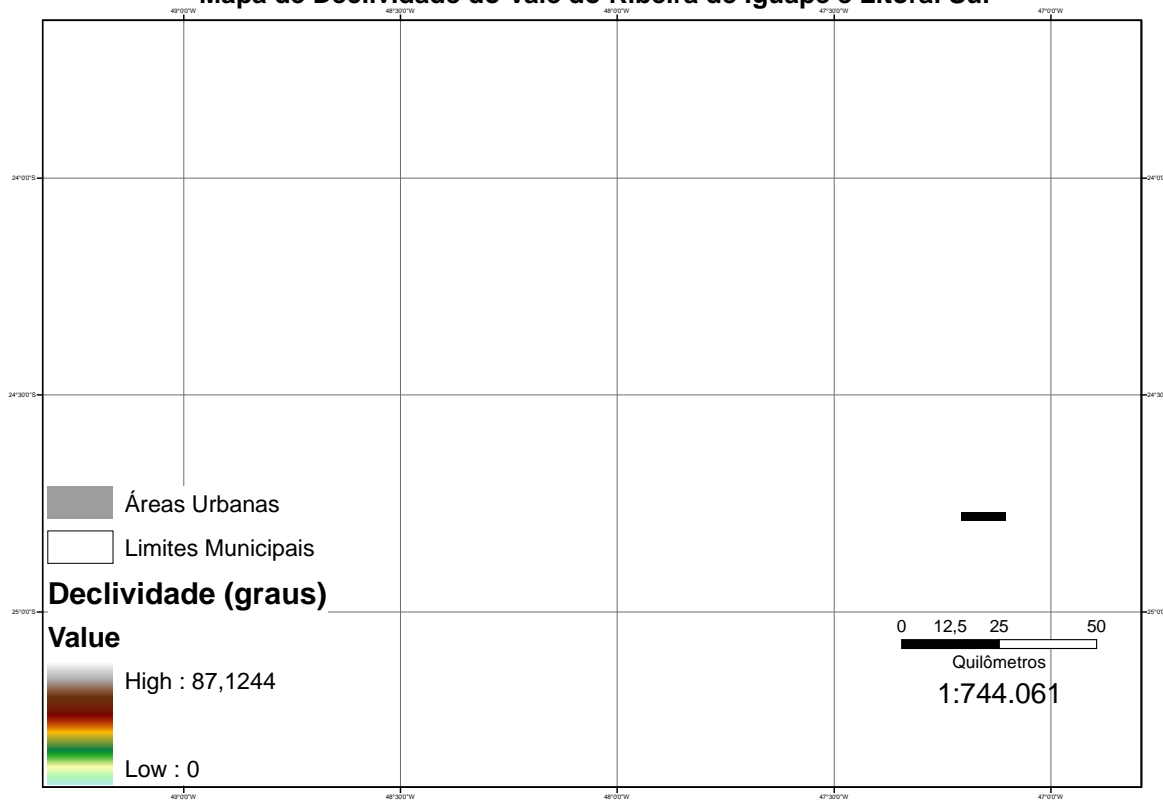
Revisão
bibliográfica

Materiais e
métodos

Resultados

Conclusões

Mapa de Declividade do Vale do Ribeira de Iguape e Litoral Sul



Introdução

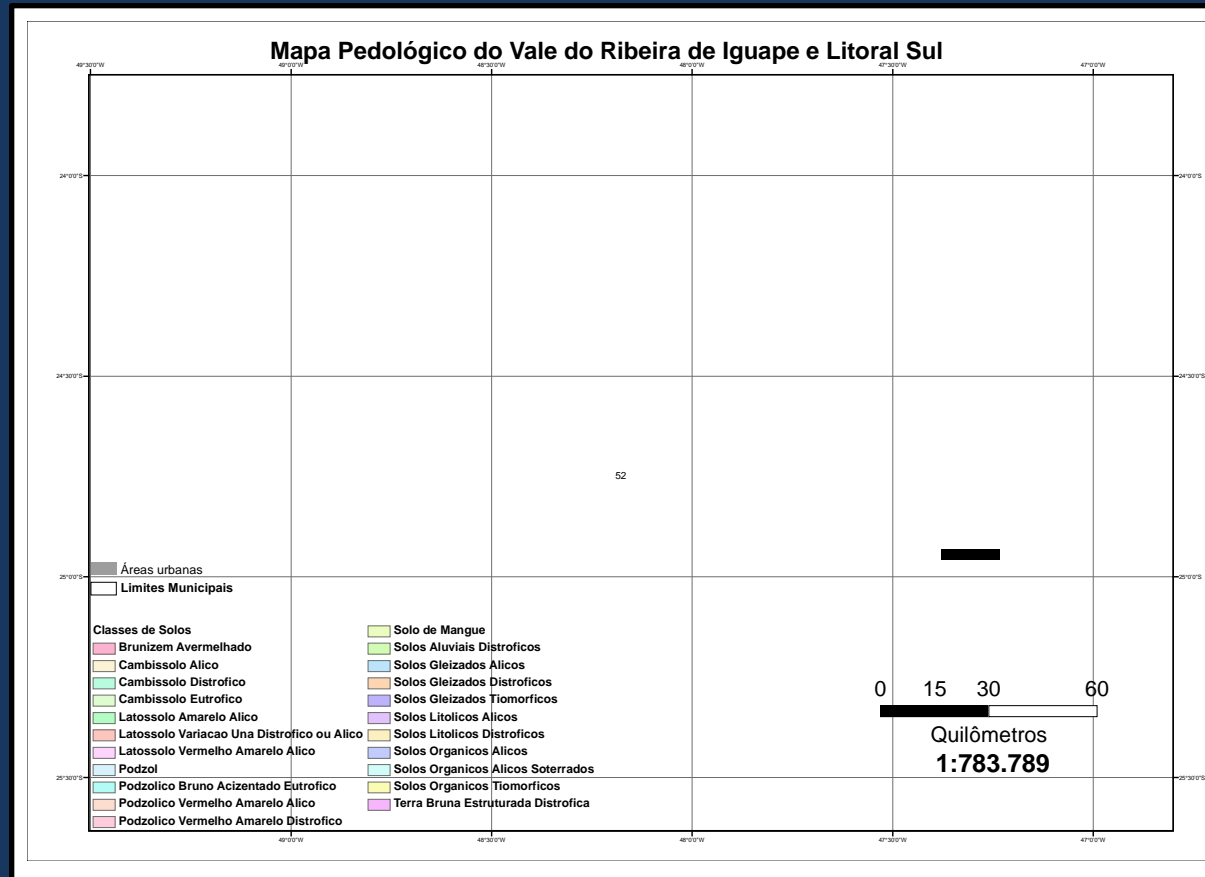
Objetivos

Revisão
bibliográfica

Materiais e
métodos

Resultados

Conclusões



Introdução

Objetivos

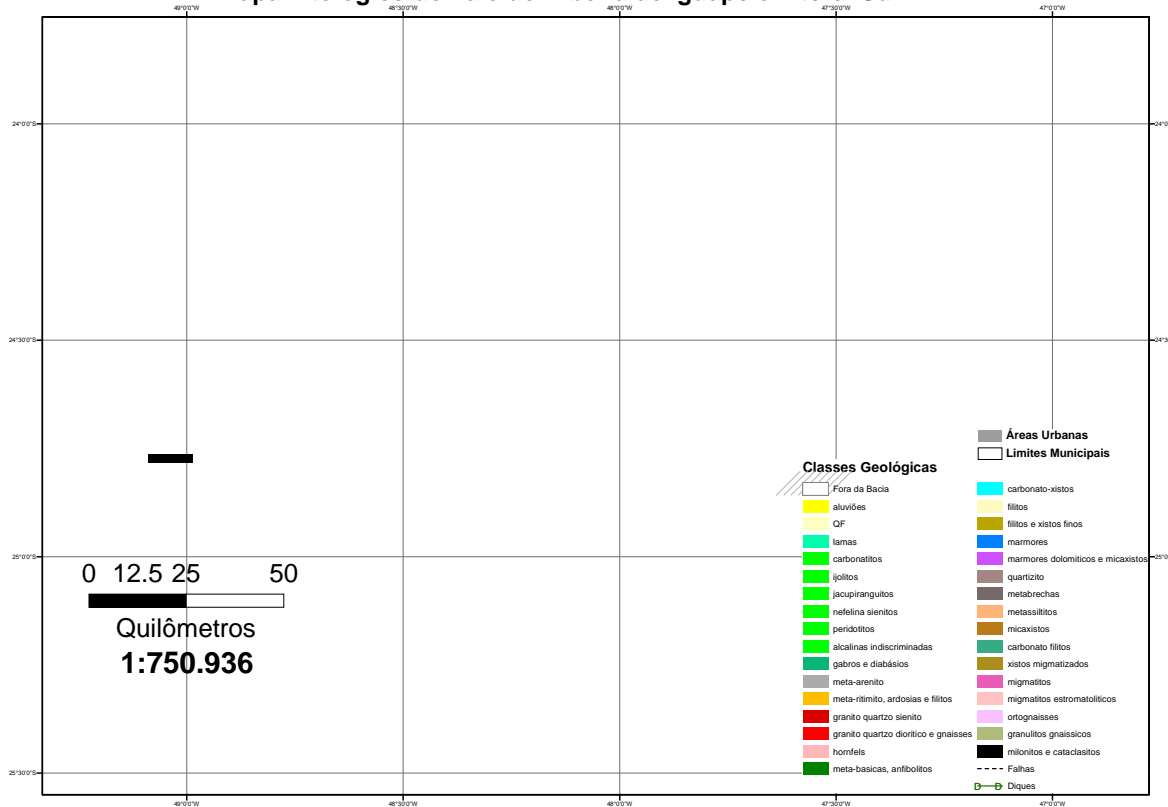
Revisão
bibliográfica

Materiais e
métodos

Resultados

Conclusões

Mapa Litológico do Vale do Ribeira de Iguape e Litoral Sul



Introdução

Objetivos

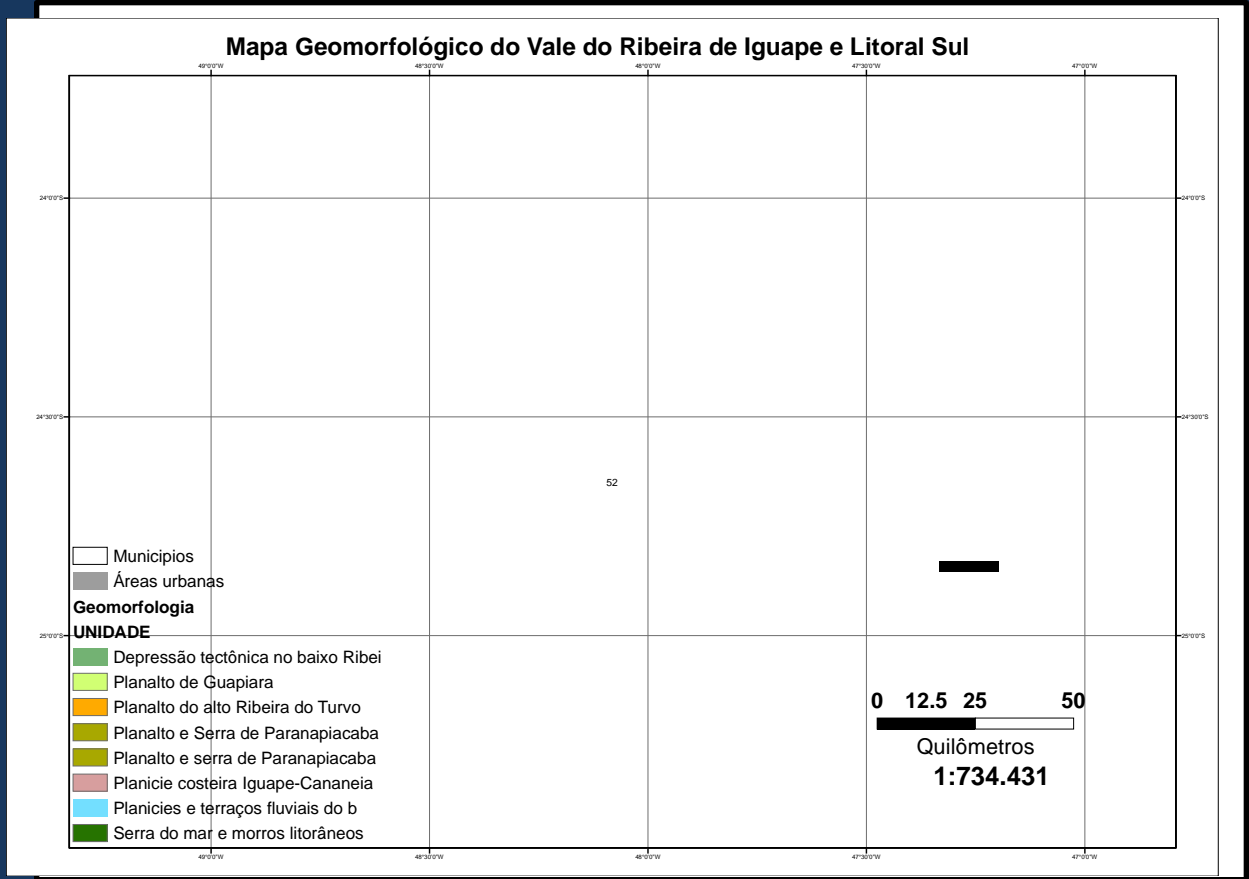
Revisão
bibliográfica

Materiais e
métodos

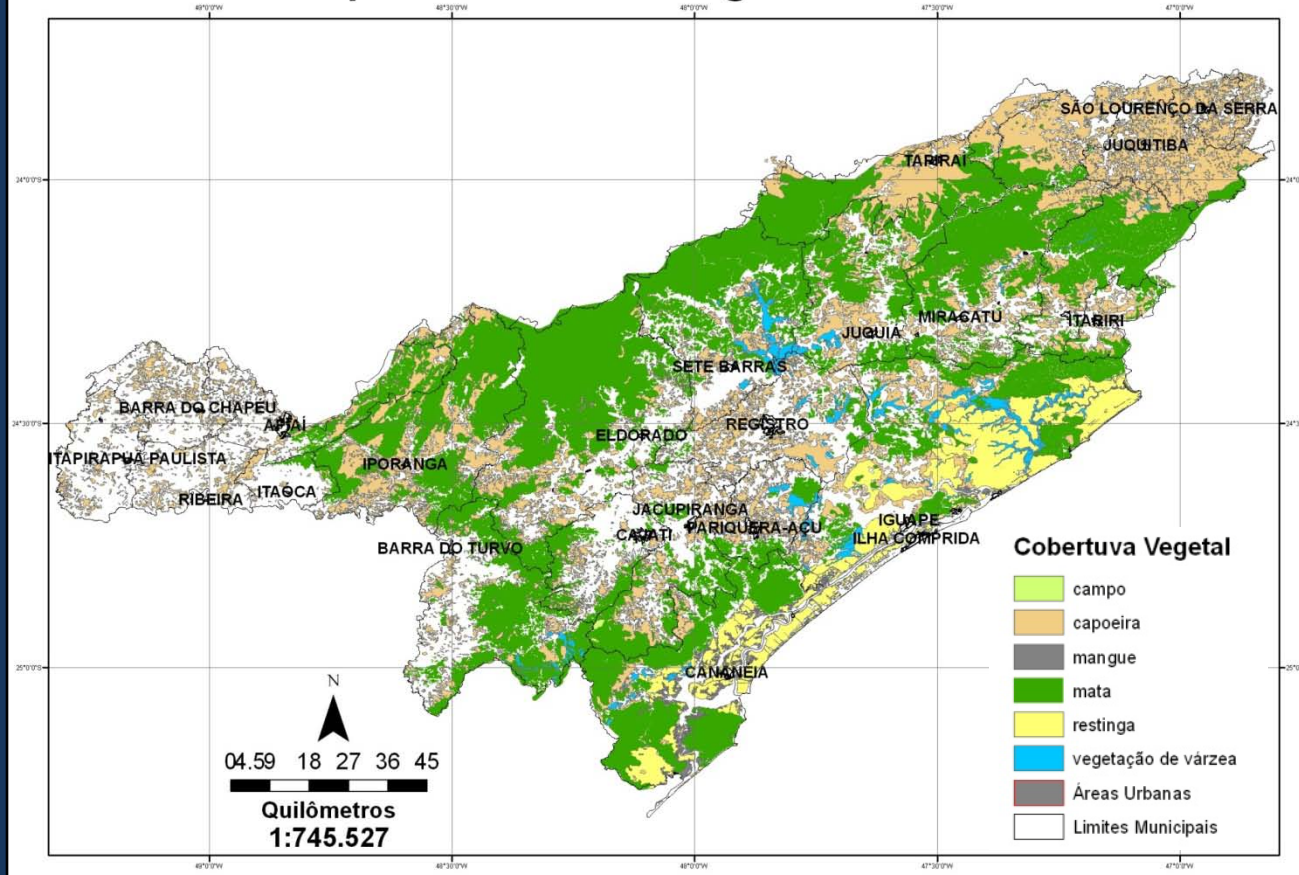
Resultados

Conclusões

Mapa Geomorfológico do Vale do Ribeira de Iguape e Litoral Sul



Mapa da Cobertura Vegetal da UGRHI-11



Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

Carta de Suscetibilidade à Erosão

- Para a confecção da carta de suscetibilidade à erosão foi utilizado o método de Equação Universal de Perda de Solo (USLE).

$$A = R.K.L.S.C.P$$

A = perda do solo calculada por unidade de área;

R = Erosividade da chuva: capacidade da chuva em causar erosão num solo sem proteção. É relacionada à energia cinética, intensidade de precipitação e lâmina total precipitada.

K = Erodibilidade do solo: expressa a resistência do solo a erosão hídrica sendo dependente de atributos mineralógicos, químicos, morfológicos e físicos do solo.

L = Comprimento do declive: relação de perda de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 25 metros para o mesmo solo e grau de declive.

S = Grau de declive: relação de perda de solo entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa.

C = Uso e manejo do solo: relação entre perda de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, isto é, nas mesmas condições em que o fator K é avaliado.

P = Práticas conservacionistas: relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando o cultivo é em morro abaixo.

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

Carta de Suscetibilidade à Movimentos de Massa (deslizamentos)

O módulo *Weighted Linear Combination (WLC)*, do programa IDRISI Andes, foi utilizado para as análises multi-critério, onde foram feitos cruzamentos entre os mapas:

- Declividade – Criado a partir das curvas de nível das cartas topográficas na escala de 1:50.000, com cotas de 20m, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), digitalizadas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC) e incorporadas no SIG-RB. Primeiramente foi gerado um Modelo Numérico de Terreno (MNT) com o programa ArcGIS 9.2. A segunda fase, geração do mapa de declividade a partir do MNT, foi desenvolvida no IDRISI.
- Litologia – Sistema de Informações da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (SIG-RB), na escala 1:250.000. Baseado em Campanha et. al. (1995).
- Pedologia – Georreferenciado, vetorizado e criado banco de dados a partir do mapa “*Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos da região do Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo*”, na escala 1:250.000 (Lepsch et al, 1999).
- Cobertura vegetal – Sistema de Informações da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (SIG-RB), na escala 1:250.000.
- Geomorfologia - Sistema de Informações da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (SIG-RB), na escala 1:250.000. Baseado em (Ross, 2006).

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

Carta de Suscetibilidade à Movimentos de Massa (deslizamentos)

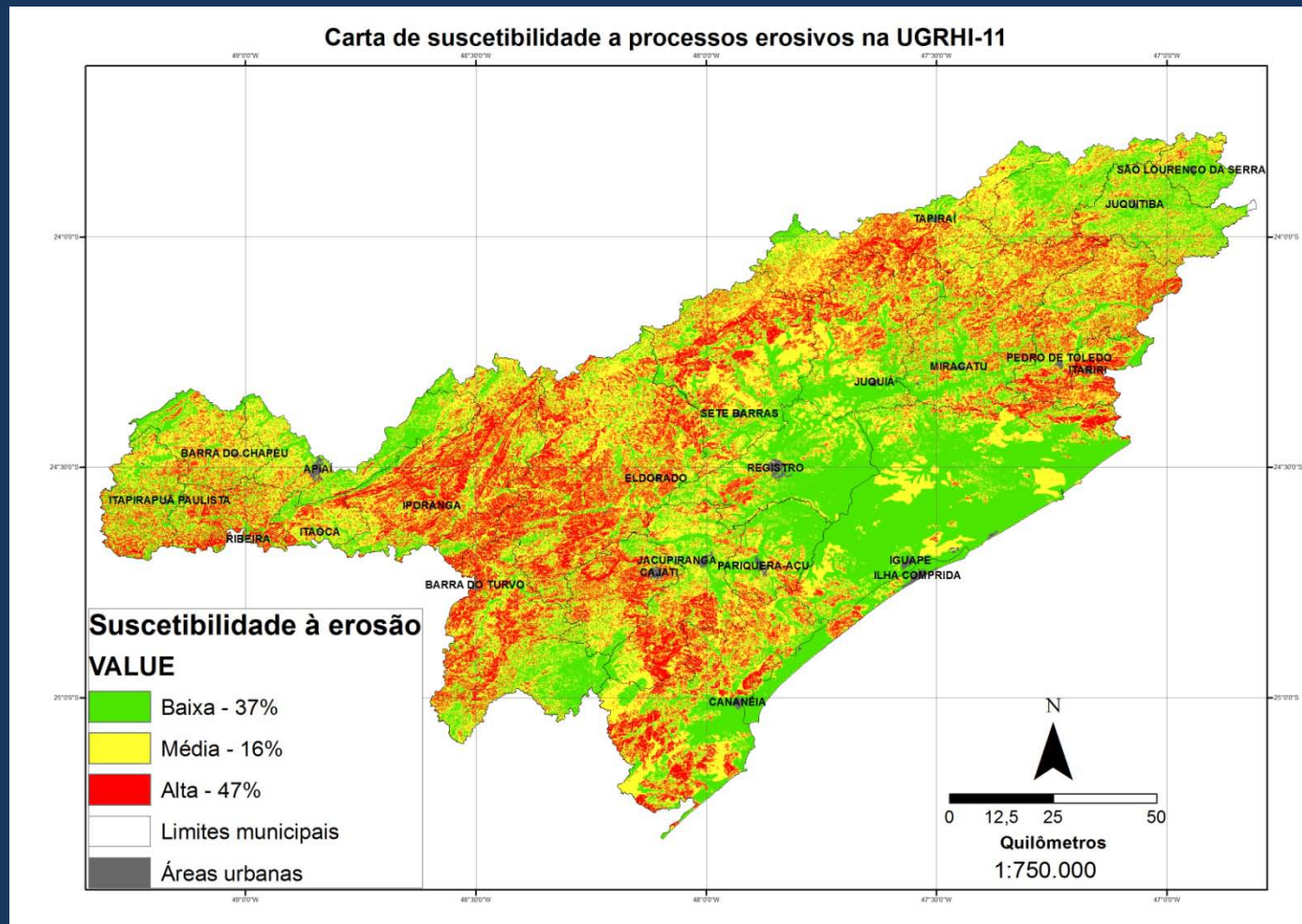
Comparação pareada dos fatores envolvidos

	Pedologia	Geologia	Geomorfologia	Cob_Vegetal	Declividade
Pedologia	1				
Geologia	3	1			
Geomorfologia	3	1	1		
Cob_Vegetal	5	1.75	1.75	1	
Declividade	5	1.75	1.75	1	1

Pesos:

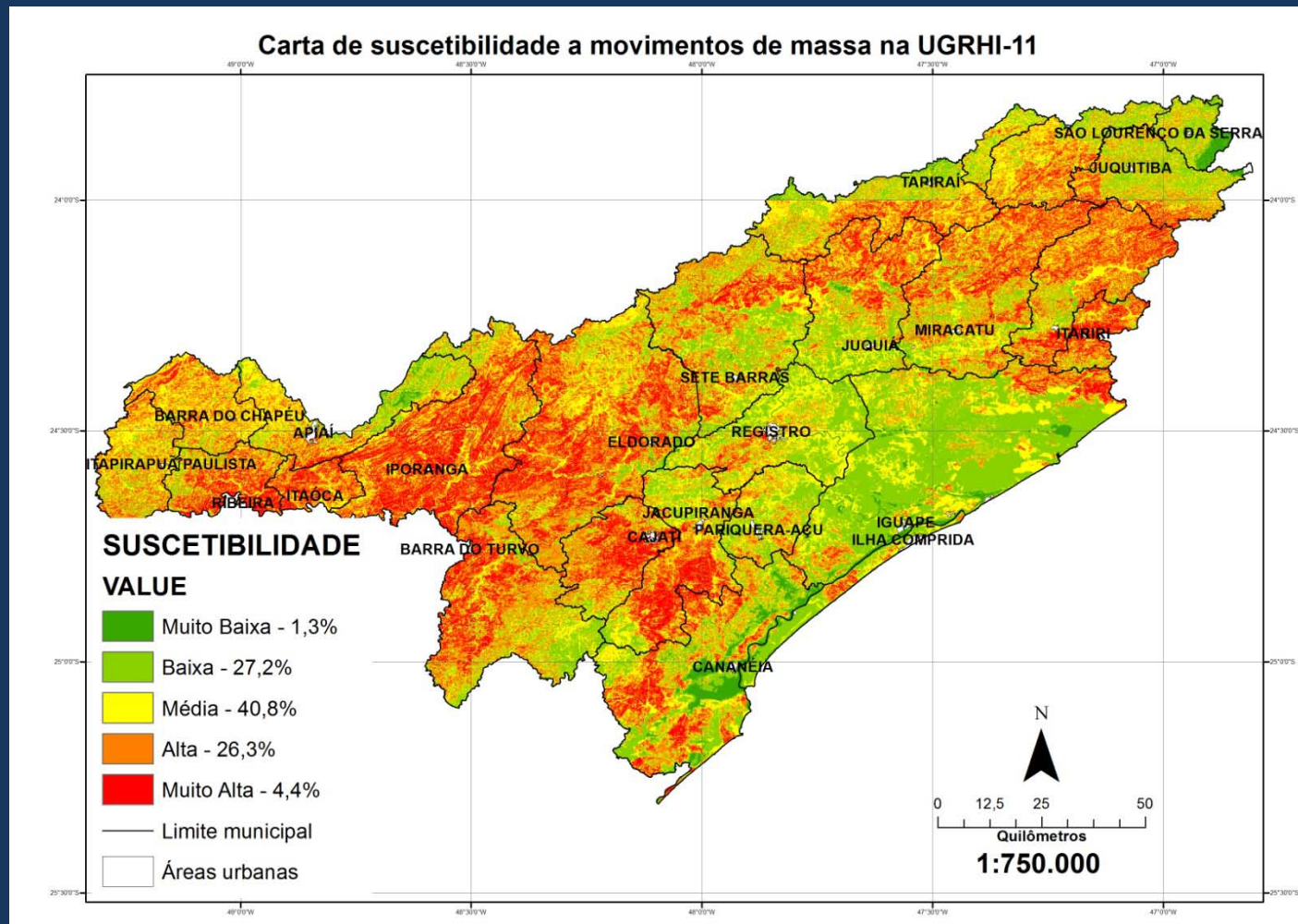
- Pedologia: 0.0585
- Geologia: 0.1722
- Geomorfologia: 0.1722
- Cobertura Vegetal: 0.2985
- Declividade: 0.2985

- Carta de suscetibilidade a processos erosivos



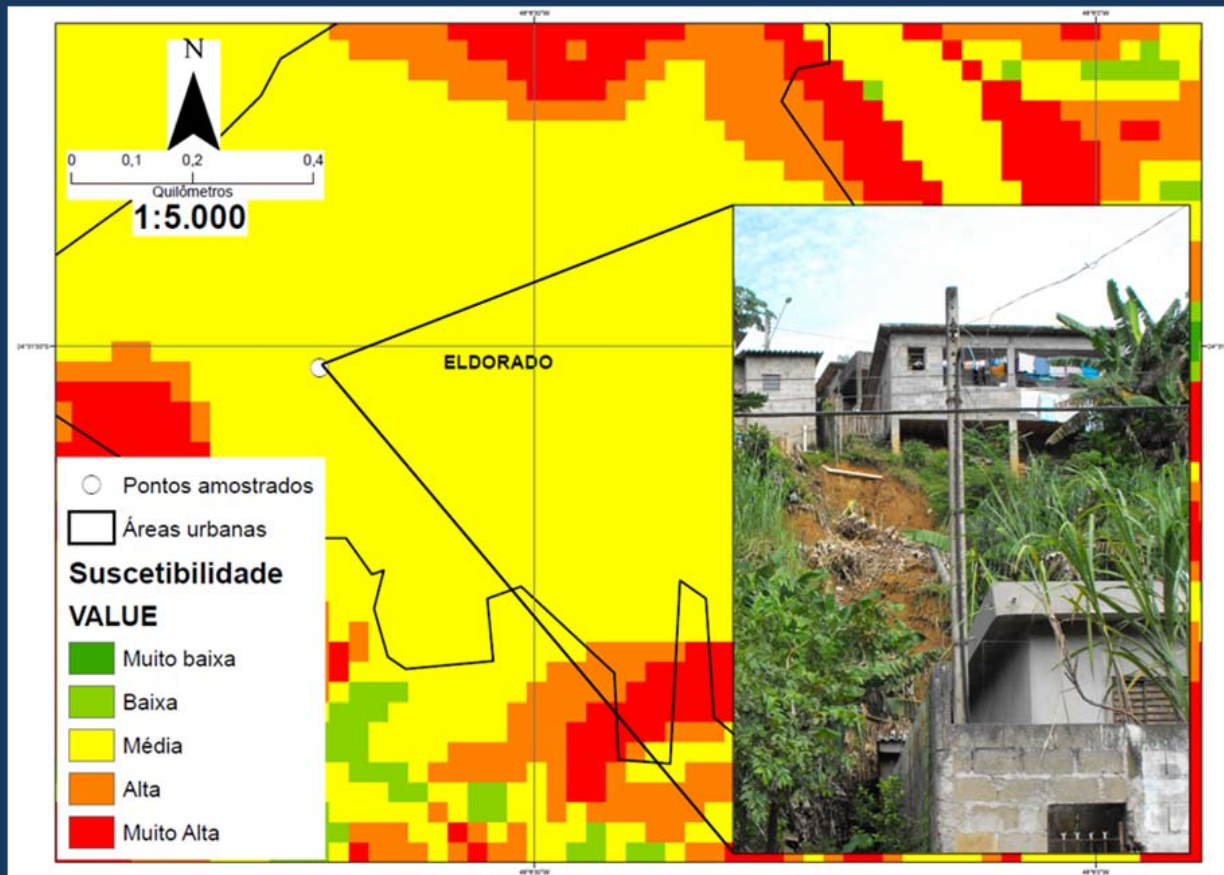
63% (10.752,78 km²) da área total da UGRHI-11 (17.067,92km²) estão em situação de média a alta suscetibilidade a processos erosivos.

- Carta de suscetibilidade a movimentos de massa



32,2% (5.393,46km²) da área total da UGRHI-11 (17.067,92km²) estão em situação de alta a muito alta suscetibilidade a processos de movimentos de massa, que em episódios de alta pluviosidade podem desencadear situações de risco.

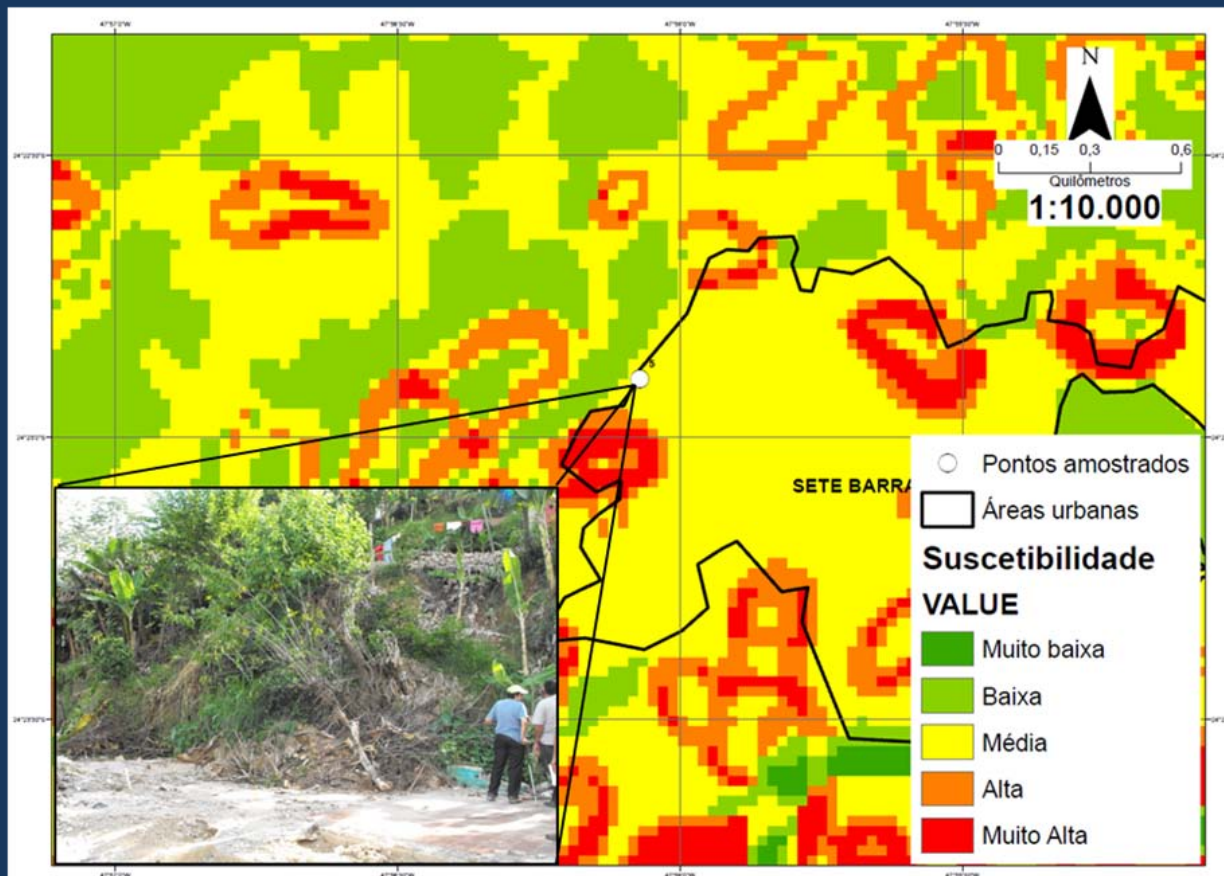
- Carta de suscetibilidade a movimentos de massa



Processo de movimento de massa em no município de Eldorado (25/03/2010).

Escorregamento em área classificada pelo presente estudo como de média suscetibilidade a movimentos de massas causados, em grande parte, por processo antrópico (pouca cobertura vegetal na encosta e vazamento em encanamento de saída de efluente de residência).

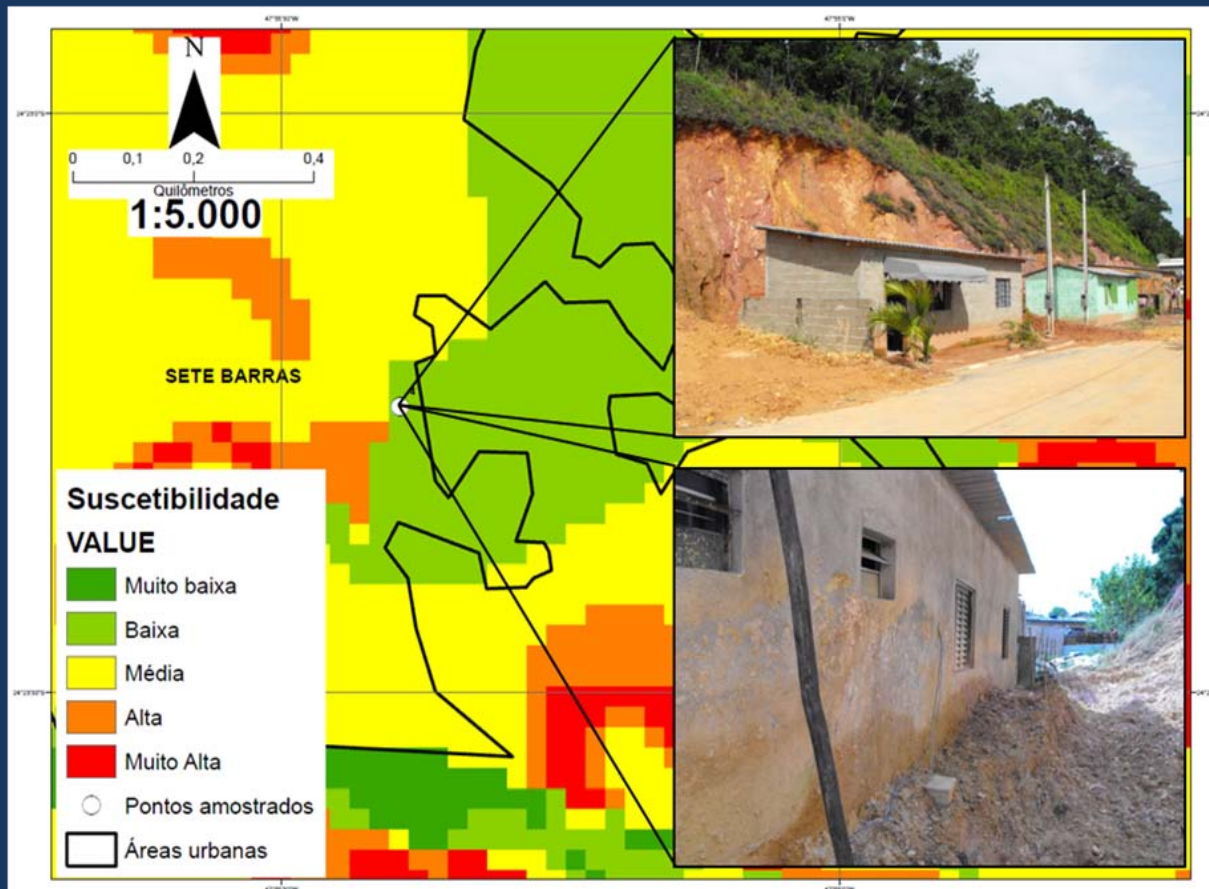
- Carta de suscetibilidade a movimentos de massa



Processo de movimento de massa em no município de Sete Barras (25/03/2010).

Em local classificado como de média suscetibilidade a movimentos de massa, há escorregamentos causados, provavelmente, pela ocupação indevida do morro. Neste local, presenciaram-se os escombros de uma casa destruída pelo último escorregamento, felizmente sem vítimas.

- Carta de suscetibilidade a movimentos de massa



Processo de movimento de massa em no município de Sete Barras (25/03/2010).

Área de relativa baixa suscetibilidade a movimentos de massa, houve um grande deslizamento devido à corte indevido do talude. Comprovou-se que o restante da área realmente é de baixa suscetibilidade porque o único lugar que houve deslizamento foi onde houve ação do homem. Neste caso, não houve vítimas, mas danos materiais.

Introdução	Objetivos	Revisão bibliográfica	Materiais e métodos	Resultados	Conclusões
------------	-----------	-----------------------	---------------------	------------	------------

- Como observado nos produtos cartográficos, grande parte da área da UGRHI-11 está classificada como de média a alta suscetibilidade para ambos os processos de riscos geológicos. Entre os vários fatores que influenciam nestes processos, nota-se que o antrópico atua de maneira intensa onde há registro de casos, por ocupação irregular de áreas íngremes e sem algum tipo de cobertura do solo e, em alguns casos, por falta de ação política local (municipal) para gerenciar um crescimento horizontal ordenado.
- Esta pesquisa foi realizada em escala regional. Para maior detalhamento e possibilidade de indicação de medidas mitigatórias, novos estudos com maior detalhamento (maior escala) deverão ser realizados e utilizados como apoio aos planos preventivos de Defesa Civil Municipais, Plano Diretores e Zoneamentos Ecológico-Econômicos. Mesmo assim, foi possível identificar as áreas mais críticas.