

Análise de risco geológico-geotécnico em área com escorregamentos

Alessandra Cristina Corsi

*Palestra on-line apresentada na - UFPel IFG Student Chapter
Geological Engineering - Federal University of Pelotas maio,
2021. 47 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



Seu desafio é nosso

Análise de risco geológico-geotécnico em áreas com escorregamentos

Alessandra C. Corsi – Pesquisadora, geóloga
Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental
Área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente

Estrutura da apresentação

- Temas de trabalho
- Processos do meio físico
- Exemplos de avaliações geológico-geotécnicas para área de risco de escorregamento

[Temas de trabalho

- Gestão de riscos naturais e tecnológicos
- Atendimentos emergenciais
- Investigação de acidentes naturais e tecnológicos
- Informações públicas

Mapamentos: PMRR, Regularização fundiária, setorização



Atendimentos de emergência

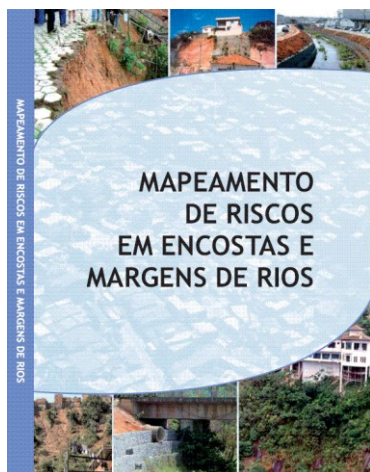
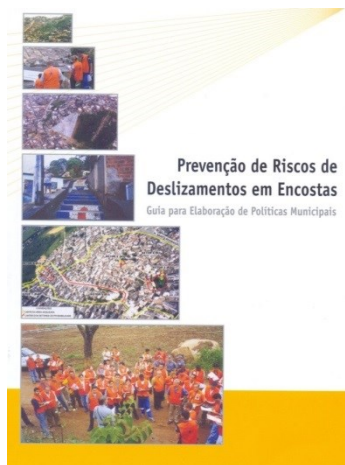


Investigações de acidentes





VIDEO ÁREA DE RISCO IPT
<https://youtu.be/bhKWHx08jFA>



Olimpiada de conhecimento - IPT
<https://youtu.be/U9j0I3SD0-s>

[Processos do meio físico

PROCESSOS NATURAIS

GEOLÓGICO

EXÓGENOS

Erosão e Assoreamento

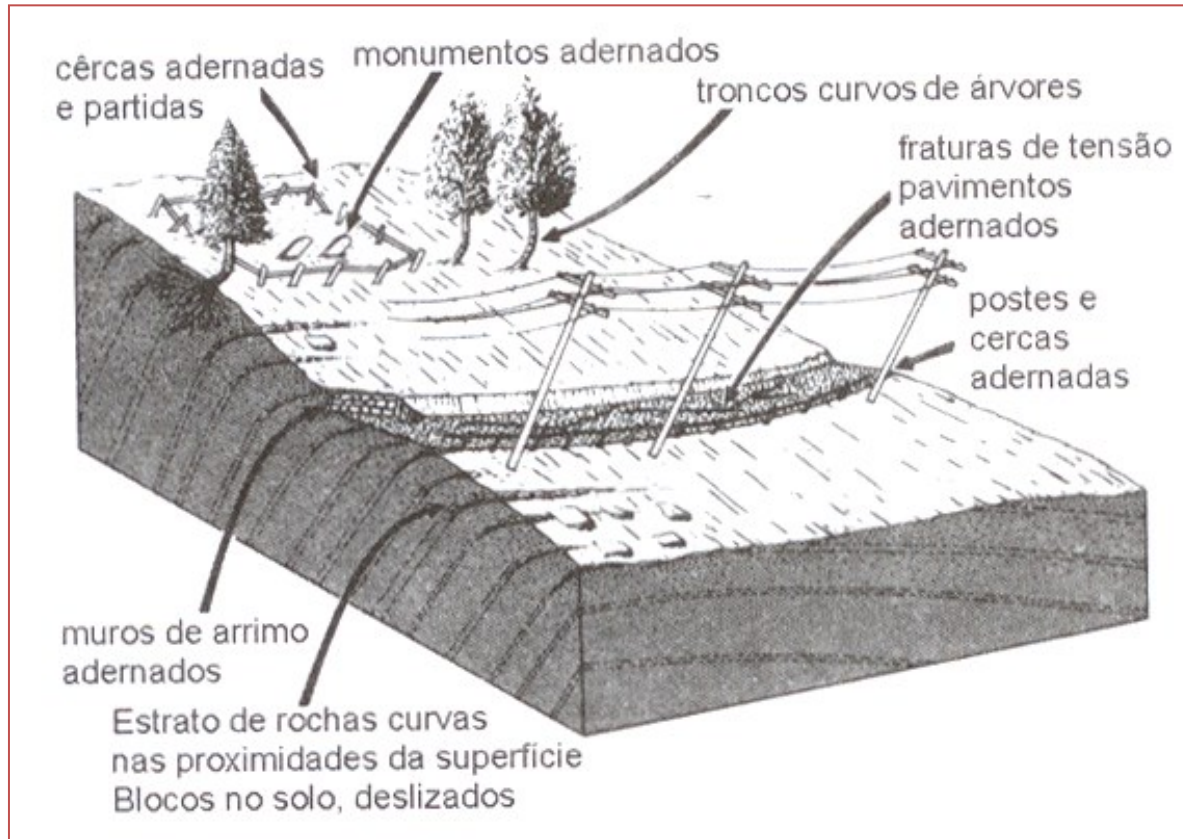
Movimentos de Massa

**Colapso e
Subsidência**

CLASSIFICAÇÃO ADOTADA: Augusto Filho (1992)

- **Rastejos**
- **Escorregamentos**
- **Quedas/Tombamentos**
- **Corridas de Massa**

RASTEJO

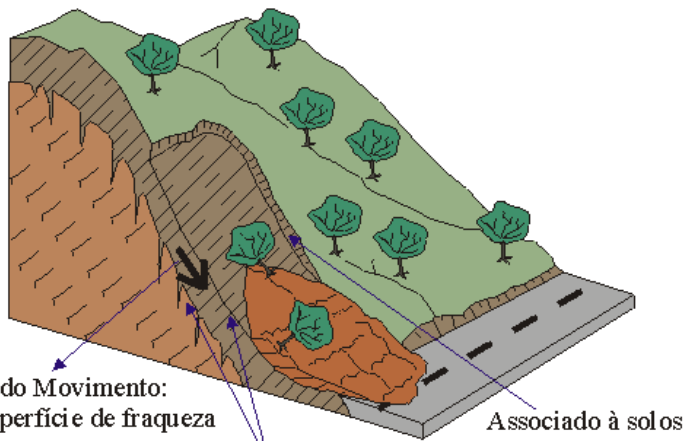


RASTEJO



ESCORREGAMENTOS

Escorregamento Planar (Translacionais)



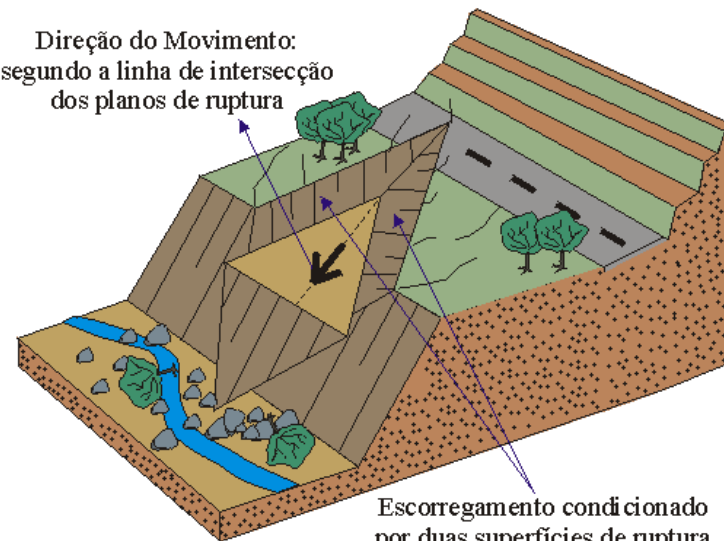
Sentido do Movimento: paralelo a superfície de fraqueza

Associado à solos pouco espessos

Ruptura ao longo de superfícies de fraqueza (xistosidade, foliação, etc)

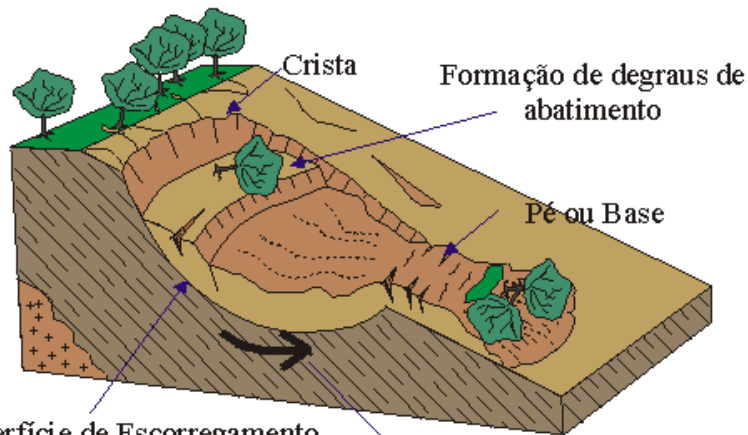
Escorregamento em Cunha

Direção do Movimento: segundo a linha de intersecção dos planos de ruptura



Escorregamento condicionado por duas superfícies de ruptura

Escorregamentos Circulares (Rotacionais)



Movimento de Rotação

Superfície de Escorregamento Encurvada

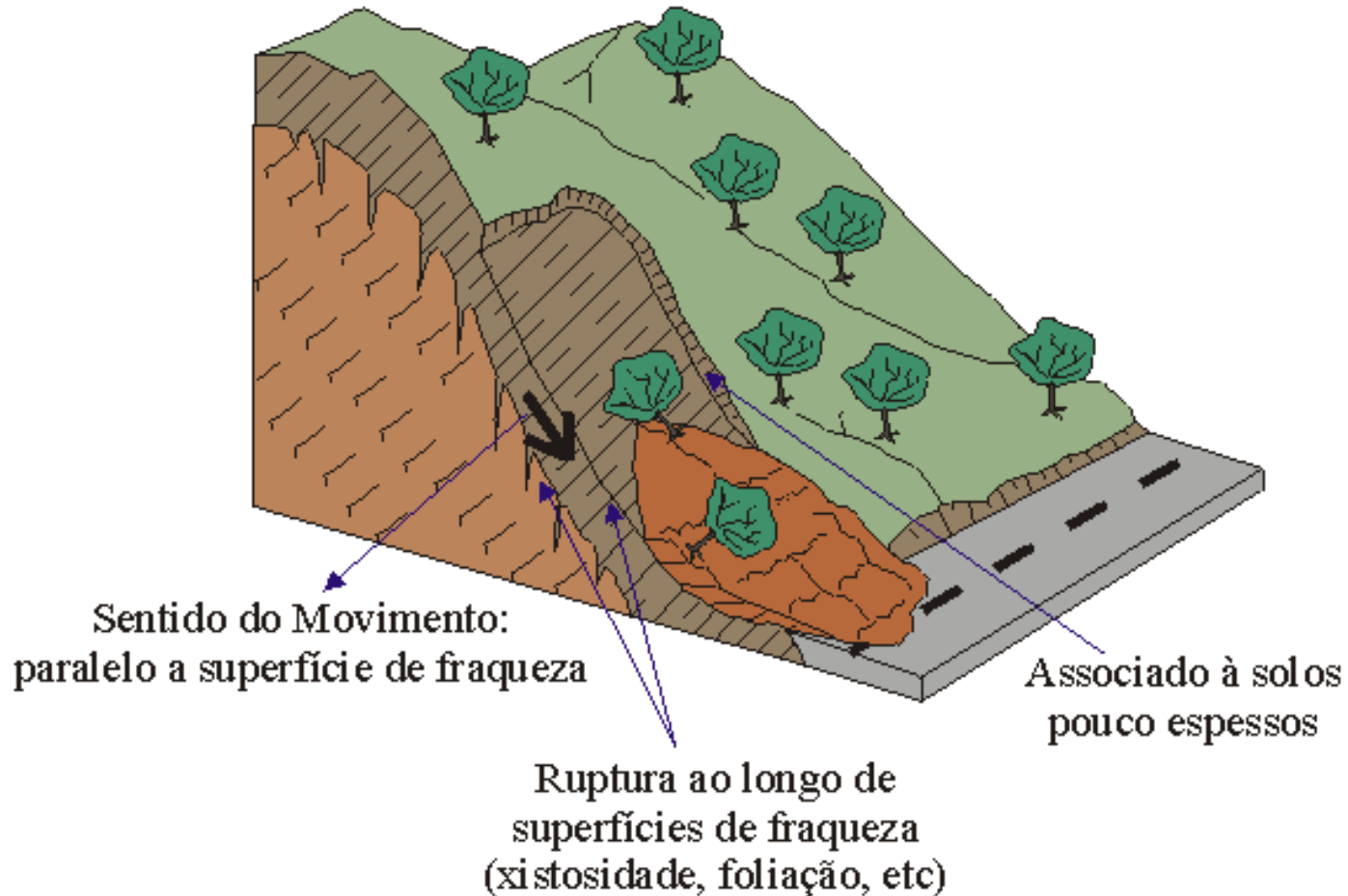
Formação de degraus de abatimento

Pé ou Base

Crista

ESCORREGAMENTOS PLANARES

Escorregamento Planar (Translacionais)



ESCORREGAMENTOS PLANARES

REGIÃO SERRANA (RJ) Janeiro de 2011



Serra do Mar (SP)



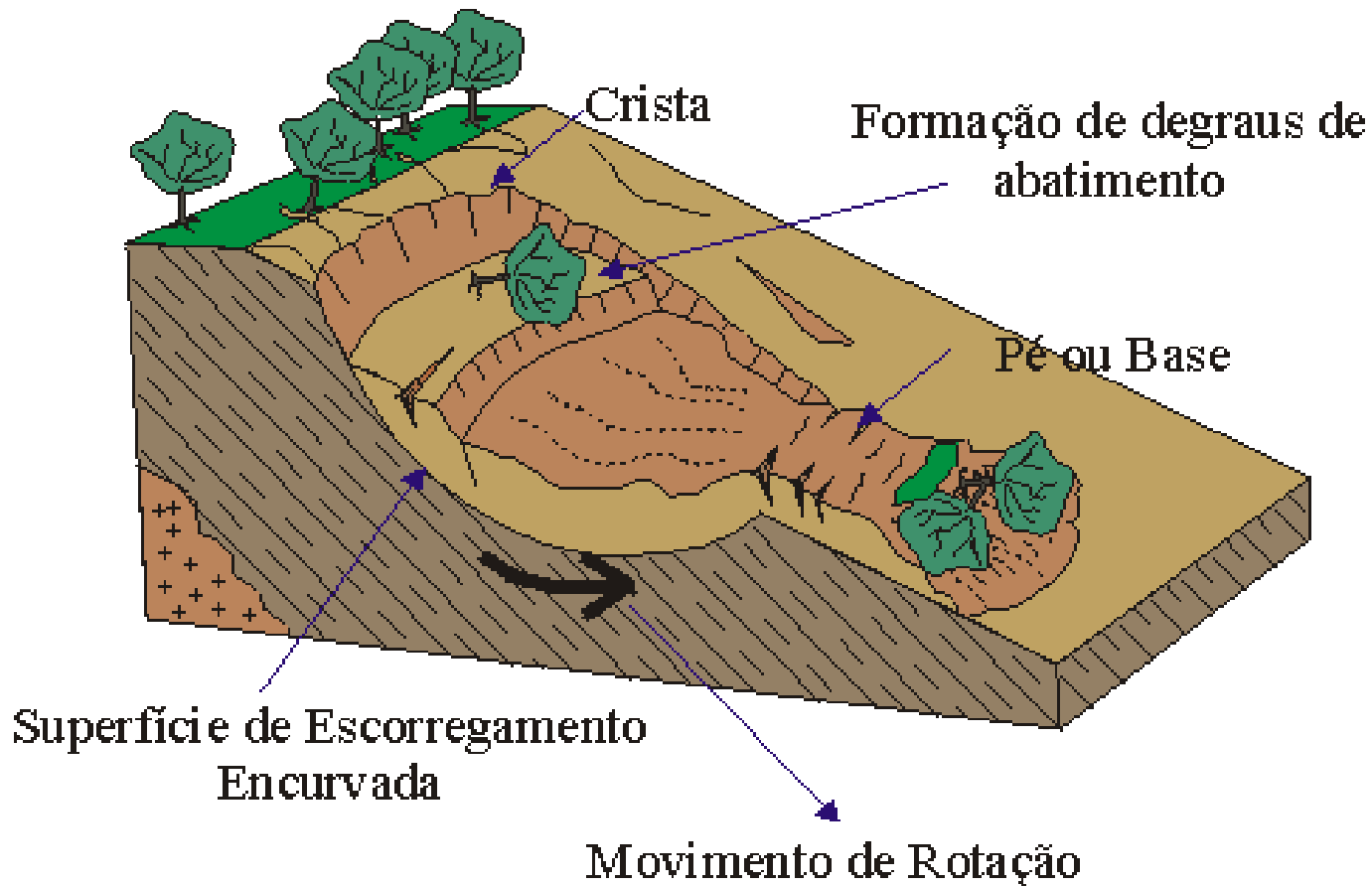
São Bernardo do Campo (SP)



Santos (SP)

ESCORREGAMENTOS CIRCULARES/ROTACIONAIS

Escorregamentos Circulares (Rotacionais)



ESCORREGAMENTOS CIRCULARES/ROTACIONAIS

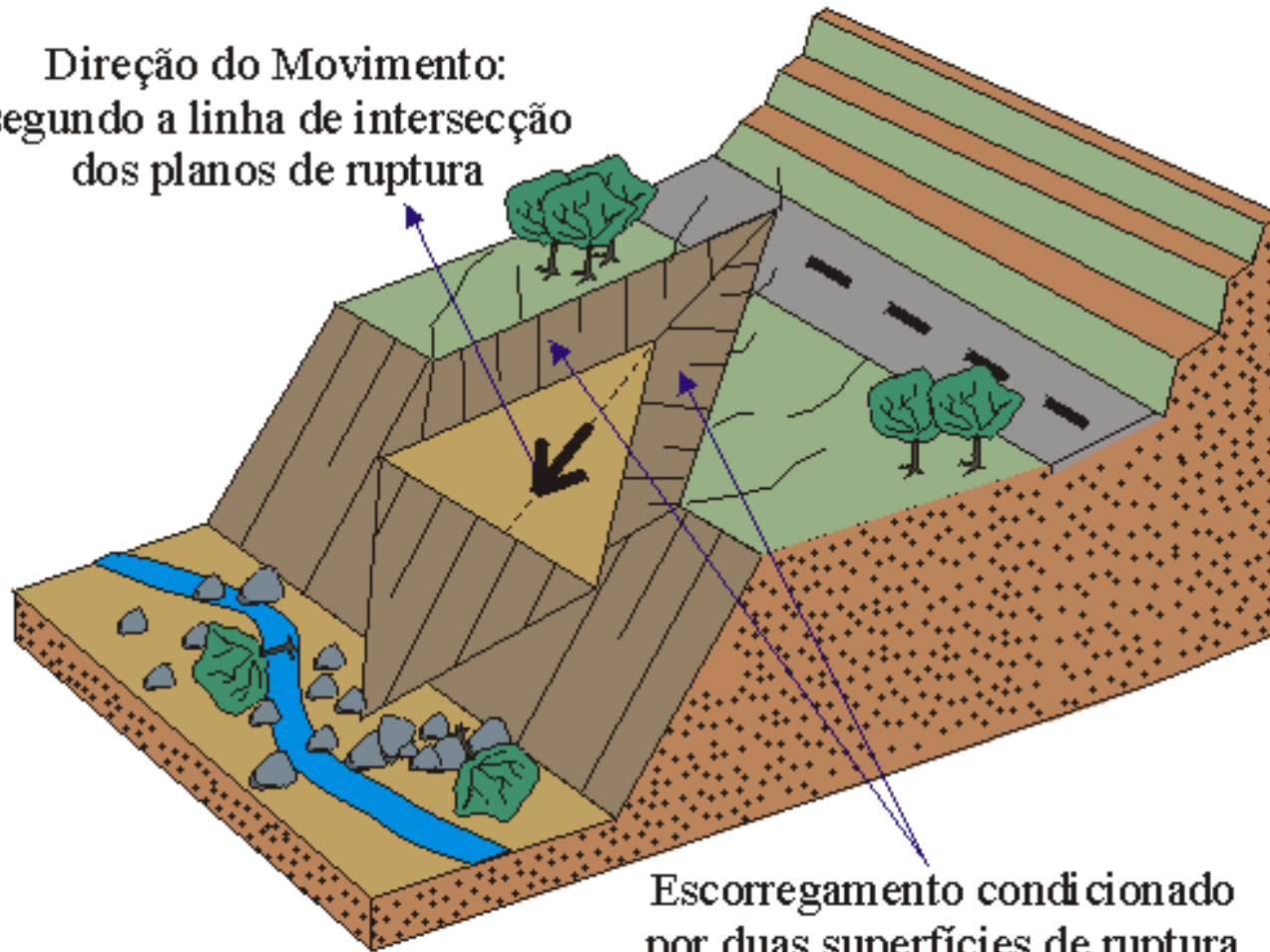


ESCORREGAMENTOS EM CUNHA

(CONDICIONADOS POR ESTRUTURAS)

Escorregamento em Cunha

Direção do Movimento:
segundo a linha de intersecção
dos planos de ruptura



Escorregamento condicionado
por duas superfícies de ruptura

ESCORREGAMENTOS EM CUNHA

(CONDICIONADOS POR ESTRUTURAS)



Quedas, rolamento de blocos, tombamento, deslocamento



CORRIDAS



Exemplos de avaliações geológico-geotécnicas para área de risco de escorregamento

Demandas

- Análise e Avaliação de risco de escorregamento;
- Análise e Avaliação de acidentes naturais e tecnológicos.

Solicitantes

- Ministérios Públicos Federal, Estadual e Municipal;
- Tribunal de Justiça;
- Governos Federal, Estadual e Municipal; e
- Empresas públicas e privadas.

Avaliação de risco: escorregamento

Exemplos de quesitos para áreas não mapeadas

- Averiguar se a área está em risco.
- Verificar se tem histórico de ocorrência de eventos de desastres.
- Analisar as condições das moradias.
- Analisar a necessidade de remoção de moradias.
- Quanto às medidas quais devem ser providenciadas para solução do problema.

Avaliação de risco: escorregamento

Exemplos de quesitos para áreas já mapeadas

- Informe se há necessidade de remoção de moradias das áreas de risco, indicando, neste caso, expressamente quais moradias devem ser removidas.
- Caso seja possível a manutenção de moradias nas área de riscos identificadas, informar quais podem permanecer e as obras e intervenções que são necessárias para eliminar ou mitigar o risco existente.
- Porque motivos a área pode ser considerada como sendo de graus baixo e médio para escorregamento? Quais os percentuais de risco de escorregamento, bem como a possibilidade de ocorrência de prejuízo patrimonial, de lesão à integridade física dos residentes e, mesmo, de perda da vida humana?
- A captação e o escoamento das águas pluviais, bem como do sistema de esgotamento sanitário existentes no local são adequados, dada as características geográficas e geológicas do terreno? Justifique

Avaliação de risco: escorregamento

- Analisar histórico de ocorrências de eventos
- Analisar as tipologias de processos presentes na área;
- Analisar as condições de deflagração dos processos;
- Analisar as condições das edificações e outras intervenções na área;
- Determinar o nível de risco da área; e
- Propor medidas de prevenção e de solução dos problemas.

Metodologia do Ministério da Cidades/IPT (2007).

MODELO DE ABORDAGEM DA UNDRO

UNDRO-(Office of the United Nations Disasters Relief Co-Ordinator)

1. Identificação dos riscos
 2. Análise dos riscos
 3. Medidas de prevenção
 4. Planejamento para situações de emergência
 5. Informações públicas e treinamento
- Mapeamento**

MÉTODO PARA MAPEAMENTO

QUAIS SÃO OS PARÂMETROS BÁSICOS?

1. DECLIVIDADE/INCLINAÇÃO

2. TIPOLOGIA DOS PROCESSOS

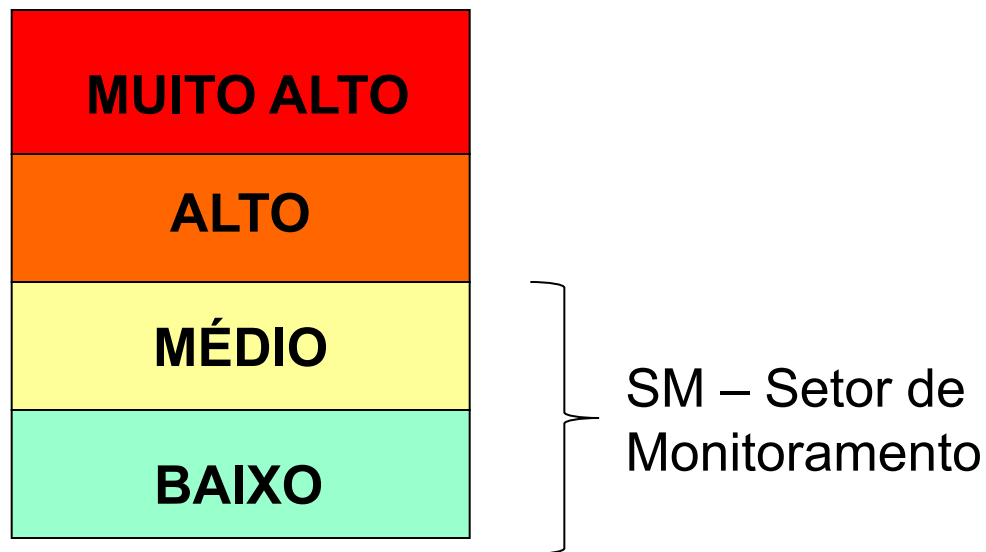
3. POSIÇÃO DA OCUPAÇÃO EM RELAÇÃO À
ENCOSTA

4. QUALIDADE DA OCUPAÇÃO
(VULNERABILIDADE)

SETORIZAÇÃO

- feita com o auxílio de FICHAS DE CAMPO (check list)
- uso de plantas, mapas, ou mesmo guias de ruas
- uso de fotografias aéreas, imagens de satélite
- uso de fotografias oblíquas de baixa altitude (helicóptero)
- trabalhos de campo com equipe treinada
- conhecimento do histórico da área
- DETERMINAÇÃO DO GRAU DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO PROCESSO OU MESMO DO RISCO DO SETOR

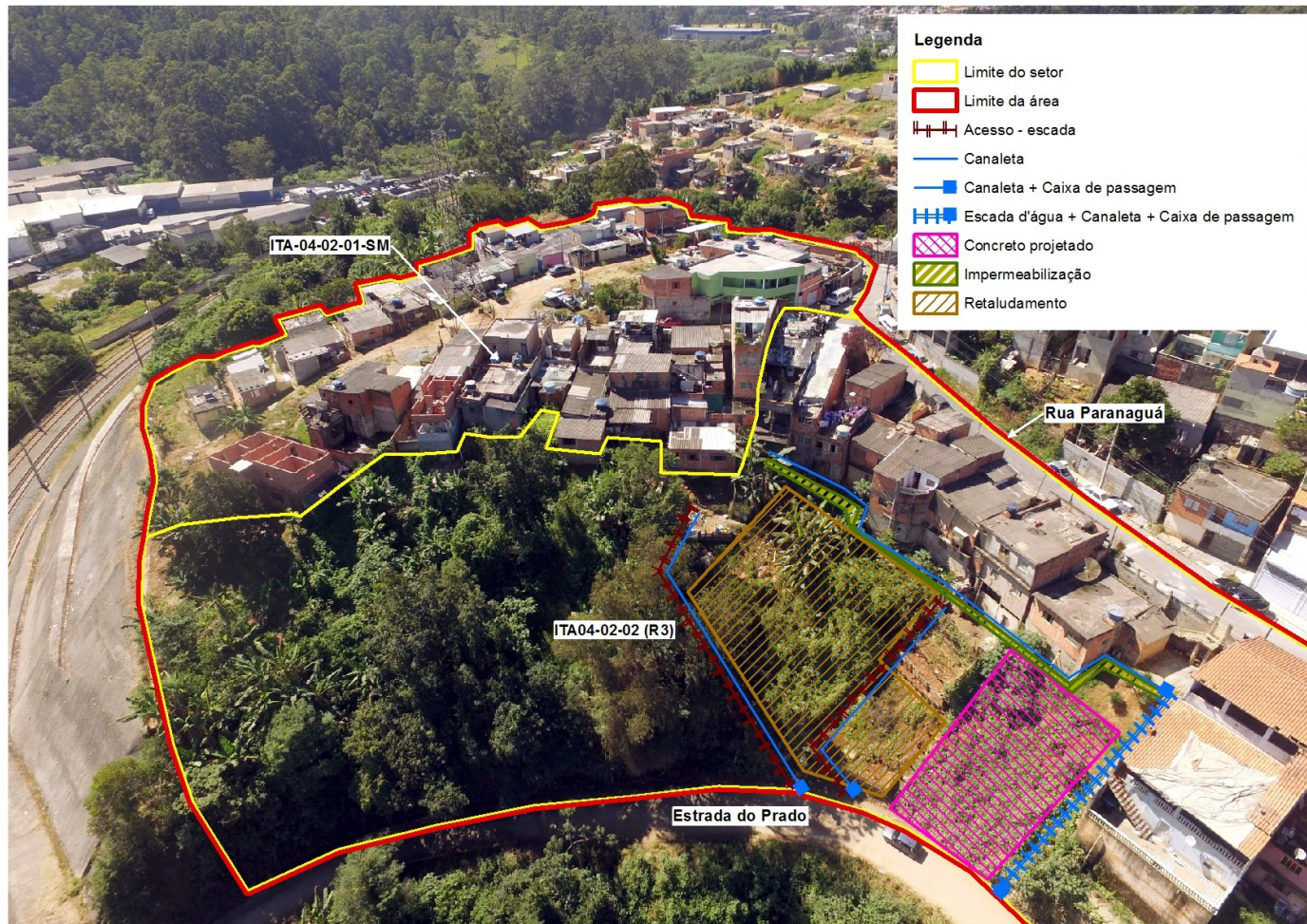
DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO



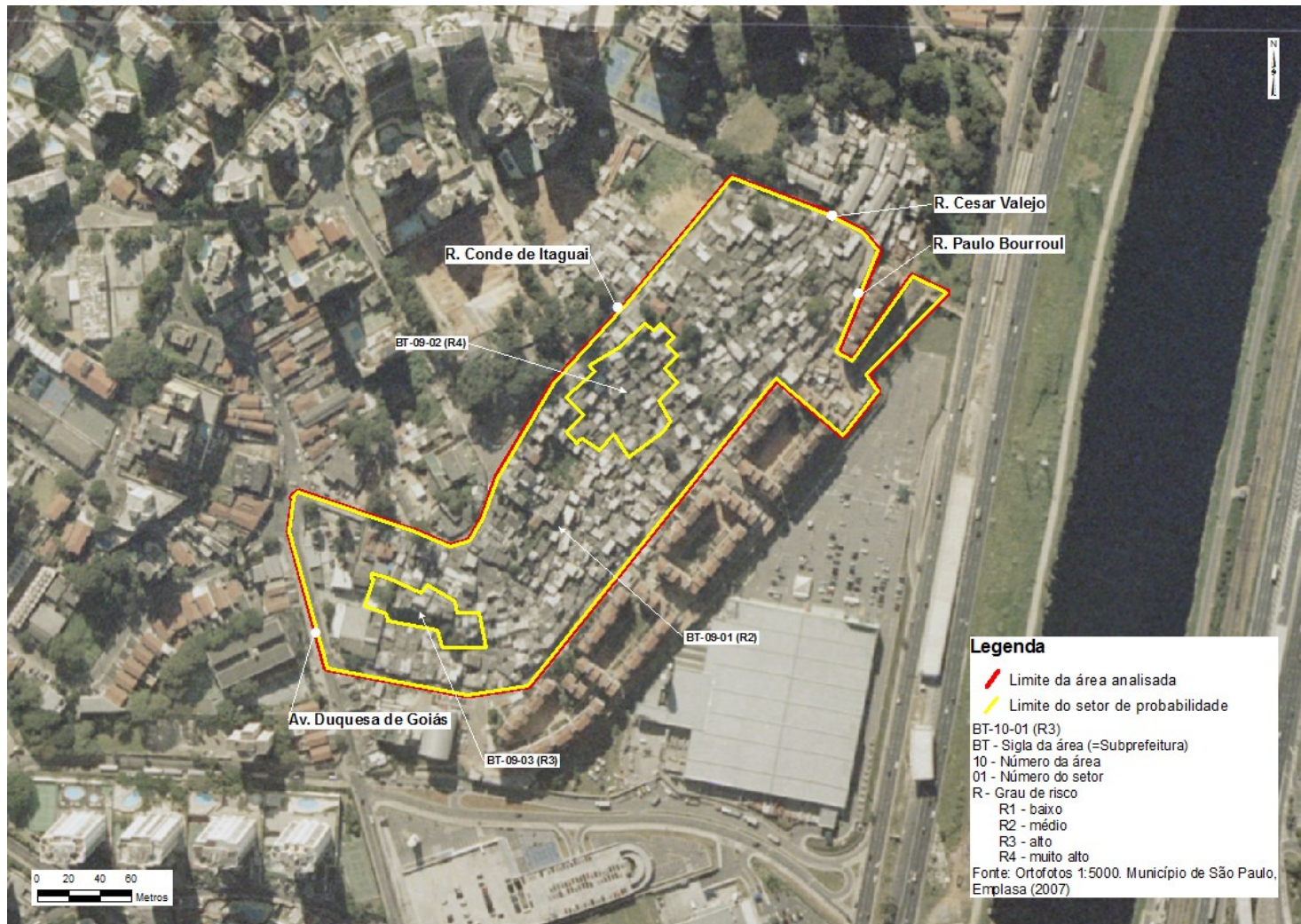
Avaliação de risco: escorregamento



Avaliação de risco: escorregamento



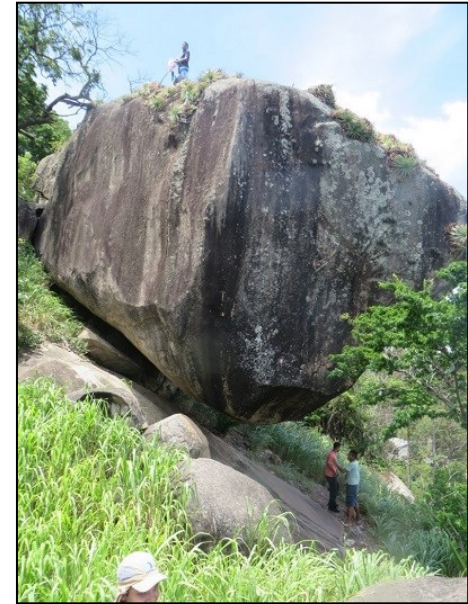
Avaliação de risco: escorregamento



Avaliação geológico-geotécnica: blocos

Trabalhos de campo:

- Possibilidade de ocorrência de movimentos de massa
- Análise da situação das moradias
- Situação das obras de contenção existentes; e
- Avaliação das moradias com remoção preventiva e temporária.



Fonte: CPRM

[Fonte: GZHgauchazh.clicrbs.com.br](http://GZHgauchazh.clicrbs.com.br)



Avaliação geológico-geotécnica: blocos

Recomendações:

- Encosta: não se espera novos escorregamentos;
- Remoção dos blocos;
- Execução de barreiras de proteção na encosta;
- Execução de canaletas de drenagem

Atendimentos emergenciais



Santa Catarina (2008)

Fonte: IPT/SIRGA



Guarujá (2020) – Barreira do João Guarda

Fonte: IPT/SIRGA

- Análise das condições do terreno: trincas, degraus de abatimento;
- Análise das condições meteorológicas: chuva em tempo real e previsão;
- Auxilia as equipes de resgate para localização das vítimas;
- Avaliar a segurança da equipe de resgate; e
- Avaliação das condições de estabilidade das edificações e obras.

Avaliação de acidente – Linha 4 – Amarela Metro

https://www.youtube.com/watch?v=YKowYfw7pCs&list=PLc_tQpFqoPRag6htx_RkdNUZgij-AJbs&index=2



Linha 4 - Amarela



Acidente em Pinheiros (Zona Oeste) matou sete pessoas em janeiro de 2007 (Foto: Diário de S.Paulo)

Avaliação de acidente – Linha 4 Metro



- Maciço rochoso com faixas de rochas alteradas em meio a rocha de boa qualidade.
- Foliado e fraturado (com preenchimento)

Avaliação de acidente – Linha 4 Metro



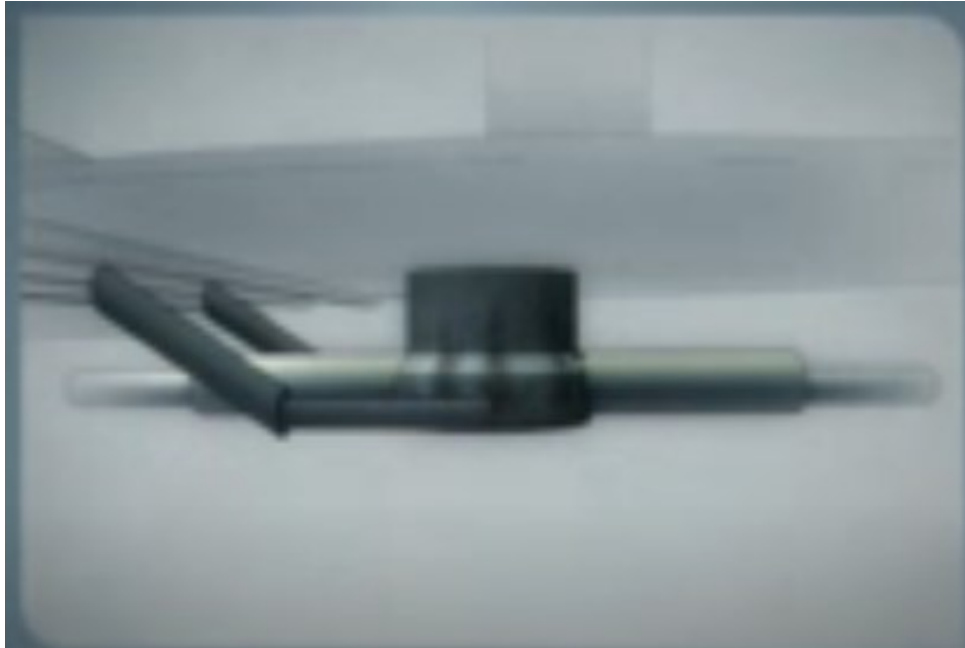
- Método NATM – New Austrian tunnelling Method

Avaliação de acidente – Linha 4 Metro



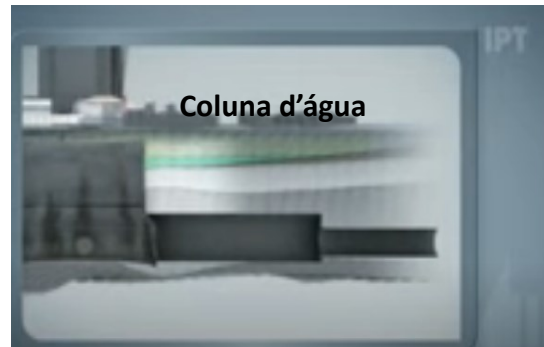
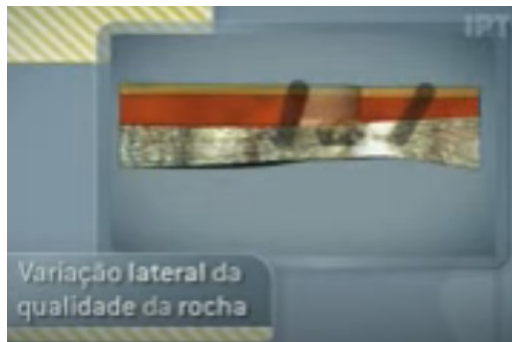
- Instrumentação: superfície (deslocamento horizontal e vertical), nível d'água e piezômetro, tassômetro (movimentos do maciço entre o túnel e o maciço), pinos de convergência (movimentos no túnel – convergência e recalque)

Avaliação de acidente – Linha 4 Metro



- Projeto: Escavação túnel Capri e depois túneis de estação e os de conexões

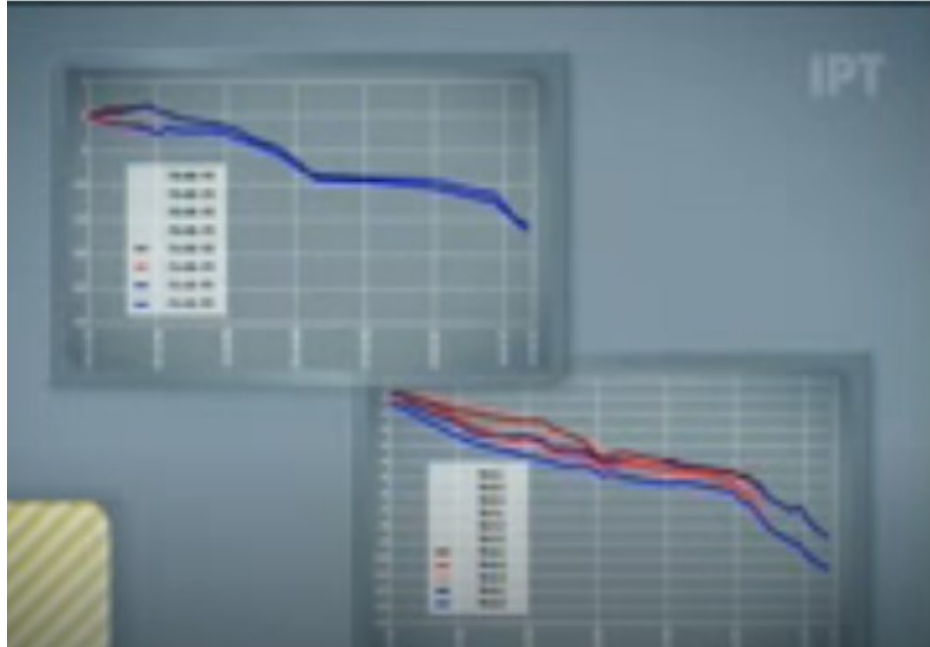
Avaliação de acidente – Linha 4 Metro



- Investigação: Construção X Projeto
- Geologia
- Coluna d'água acima da calota
- Escavação em desacordo com o projeto
- Análise da instrumentação

**Ausência de Sistema
de Gestão de risco**

Avaliação de acidente – Linha 4 Metro



- Início da ruptura em 12 de janeiro de 2007 no início da tarde
- 14:53 Colapso
- Nenhuma morte de trabalhar do interior do túnel. 7 vítimas na superfície

Avaliação de acidente – Linha 4 Metro

- Mapeamento minucioso dos escombros para identificação do modelo de ruptura;
- 30 profissionais;
- Análise de 6 mil documentos, ensaios de materiais, e entrevistas;
- Sucessão de fatores que desencadearam o colapso.

Avaliação de acidente – Linha 4 Metro

Fatores que levaram ao acidente:

- 1 – Geologia – estrutura geológica
- 2 – Pressão de água
- 3 - aprofundamento da rampa
- 4 – Comportamento anômalo indicado na instrumentação
- 5 – Inversão da escavação do primeiro rebaixo
- 6 – Maior profundidade do primeiro rebaixo
- 7 – Modificação da sequência de escavação do primeiro rebaixo
- 8 – Não conformidades
- 9 – Falta de tirantes
- 10 – Detonação no dia do acidente
- 11 – Inexistência da gestão de risco, planos de contingência e emergência

Seu desafio é nosso.

Muito Obrigada!!

Alessandra Cristina Corsi – accorsi@ipt.br

Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental

Área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente