

**Claudio Amara<sup>(1)(2)</sup>; Ingrid Ferreira Lima<sup>(1)</sup>; Leonardo C. Varejão<sup>(1)</sup>; Marcelo Santana<sup>(1)</sup>**

**(1) DRM-RJ / Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro; (2) UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.**

**RESUMO:** Em acordo com o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro e o Grupo de Trabalho por ele instituído para analisar as causas e as lições do Megadesastre '11 da Serra Fluminense, o Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro e os seus parceiros – UERJ, PUC-Rio e UFRJ – prepararam uma Carta de Risco Remanescente a Escorregamentos no Município de Teresópolis. Neste artigo apresenta-se a carta e a sua metodologia de preparação. Os setores de risco foram divididos em: zonas de exclusão – onde não seriam permitidas construções – e zonas de risco iminente – onde somente seriam permitidas reconstruções ou ocupação continuada, caso as intervenções de estabilização reduzissem ou eliminassem o risco de novos acidentes.

**ABSTRACT:** There is a high landslide risk in more than 50 cities of Rio de Janeiro State, even in those ones without steep hillsides. To provide knowledge on the extension and magnitude of this landslide risk the Rio de Janeiro Geological Survey set down a program of detailed landslide risk mapping. This paper presents the results in the city of Teresópolis-RJ.

**INTRODUÇÃO:**

Em acordo com o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro e o Grupo de Trabalho por ele instituído para analisar as lições do Megadesastre '11 da Serra Fluminense, o Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro preparou uma Carta de Risco Remanescente a Escorregamentos no Município de Teresópolis. Seu objetivo é subsidiar as ações do MP Estadual no que tange a responsabilização da Prefeitura Municipal para a tomada de decisões de gestão do risco pós-desastre; ela pode servir também, junto com outras Cartas de Risco já disponíveis, como subsídio para a elaboração de Planos de Contingência e de Planos Municipais de Redução de Risco.

A Carta de Risco Remanescente de Acidentes associados aos Escorregamentos registrados no Megadesastre de Janeiro de 2011 em Teresópolis, indica o risco iminente ainda presente em cada setor ou trecho de encosta. A análise qualitativa do risco remanescente seguiu a metodologia definida pelo Serviço Geológico do Rio de Janeiro e está embasada nos resultados dos estudos desenvolvidos, entre 12 de Janeiro e 12 de Maio, e que reuniu um acervo significativo sobre a fenomenologia dos escorregamentos que compuseram o Megadesastre da Serra (DRM, 2011).

**DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA EMPREGADA:**

A Cartografia do Risco Remanescente se baseia no reconhecimento, em áreas já afetadas e naquelas ainda não afetadas, das condicionantes naturais e antrópicas – geologia, geomorfologia, perfil de intemperismo, hidrologia, uso do solo, padrão de chuvas, que determinaram, nas áreas afetadas em Janeiro de 2011, a ocorrência dos desastres.

Dentre as feições geológicas consideradas na análise de risco remanescente constaram: o elevado grau de fraturamento das escarpas e dos taludes rochosos; a extensão dos depósitos de talus/cólvuvio; zonas de blocos e matacões rochosos instáveis; a pequena espessura de solos residuais dispostos sobre rocha; a presença de cicatrizes de escorregamentos pretéritos e de feições indicativas de erosão acelerada; a altura e a inclinação excessiva dos taludes escavados; a grande espessura de aterros dispostos em anfiteatros; os pontos de concentrações das águas superficiais; a densidade de ocupação em cabeceiras de drenagem; as trinças de recalque em moradias; o 'embarrigamento' de muros e paredes; e os pontos de vazamentos nas tubulações de água e/ou esgoto.

Para a obtenção destas informações que permitiram a análise de um setor de encosta como de risco iminente, foram interpretadas fotografias aéreas oblíquas tomadas de helicóptero em diferentes dias após o Megadesastre e realizadas vistorias de campo, sempre com no mínimo 01 especialista.

Aplicados os instrumentos de pesquisa e reunidos os dados de campo, realizou-se, no próprio campo, mas principalmente no escritório, uma análise de risco subjetiva. A sequência de atividades é a seguinte:

Identifica-se um setor como de risco remanescente a novos acidentes se, em campo, forem reconhecidas feições que indicam uma alta probabilidade de ativação ou reativação de escorregamentos, tais como: trinças de recalque em benfeitorias, degraus de abatimento no terreno, muros embarrigados, árvores inclinadas, pontos de concentração de águas superficiais com erosão em evolução e, principalmente, presença de trinças e de material deslizado junto à crista do escorregamento ocorrido;

indica-se um setor como de risco iminente se, nas fotos e em campo, forem reconhecidas feições que indicam uma alta probabilidade de ocorrência de escorregamentos com danos num período de 01 ano, tais como: indícios de que um determinado tipo de escorregamento pode se iniciar num determinado trecho de encosta ou canal de drenagem; sinais de que uma vez iniciado, este potencial movimento de massa pode alcançar um ponto, um setor ou uma área; evidências de que a provável massa escorregada terá um volume considerável e, portanto, a capacidade de causar danos na área de alcance do escorregamento; provas de que há na área de alcance elementos sob risco, tais como pessoas e casas, e de que, em função da vulnerabilidade destes elementos sob risco e da sua exposição temporal, a evacuação após o início do escorregamento é impossível.

**RESULTADOS:**

**O que e quando ocorreu?**

Movimentos de massa generalizados nas encostas e ao longo dos canais de drenagem, deflagrados por chuvas extremas vindas do Norte, que se estenderam entre 18h do dia 11 e 06h do dia 12 de Janeiro, atingiram a região nordeste do município de Teresópolis, traçando uma faixa no sentido SW-NE, e causaram a morte de mais de 350 pessoas.

**Porque ocorreu?**

Uma região de alta susceptibilidade a escorregamentos, assim definida devido à combinação de um conjunto de características – geológicas, morfológicas, hidroclimáticas de superfície e uso e ocupação do solo – foi submetida a um evento extremo de chuva.

**Como ocorreu?**

Inúmeros movimentos de massa com alta velocidade e alto poder destrutivo (mas geometrias e materiais mobilizados diferentes) estiveram associados a mecanismos de ruptura e propagação específicos.

Na região da divisa com Petrópolis – no Caleme e no Caminho do Camamu –, predominaram os deslizamentos do tipo "na Parroca" (Figura 1), com velocidade alta e grandes volumes de material mobilizado, e que ocorreram devido à rápida subida da poro-pressão no contato da capa de solo com a rocha sub-alforante, junto à crista das escarpas rochosas sub-verticais; neste tipo de movimento, o material mobilizado na parte superior da encosta (inclusive lascas de alívio fraturadas e atiradas), promove instabilidades dos depósitos de talus/cólvuvio presentes no pé da escarpa, seja em função do choque da massa despencada ou da sua força de arraste.

Na região norte-noroeste – dos vales da Posse e Campo Grande –, predominaram as corridas de detritos (blocos, solo, lama e água) ao longo dos cursos d'água; estes movimentos de massa semelhantes a um líquido viscoso (Figura 2) serpentearam com velocidades médias a altas os canais de drenagem, incorporando, à medida que avançavam, depósitos de sedimentos e blocos provenientes provavelmente de corridas pretéritas, dispostos nos taludes laterais dos canais; estes deslocamentos de grandes volumes tiveram alta capacidade de destruição e extenso raio de alcance.

Na zona urbana – Barra, Jardim Feo, Golfe, Jardim Saico, Granja Florestal –, predominaram os deslizamentos do tipo Infinito (figura 3), com velocidade alta; pequenos a grandes volumes de material. Eles também ocorreram em função da rápida subida da poro-pressão no contato da capa de solo com a rocha sub-alforante, mas principalmente pela evolução do run-off em taludes com forma plano-convexa, com inclinação entre 30° e 45°.

**O que foi feito na Resposta e no Pós-desastre?**

A partir de sobrevôos de helicóptero e vistorias técnicas de campo foram produzidos, pelo Serviço Geológico do Rio de Janeiro, com apoio dos seus parceiros, 70 Espelhos de Risco com indicação das moradias que deveriam ser desocupadas pela Defesa Civil Municipal de Teresópolis. Abase desta operação foi o Hotel Vila Rica, no centro da cidade. Quase em paralelo foram revisados os estudos anteriores de mapeamento de susceptibilidade e de risco existentes em Teresópolis. Desta revisão ficou claro que a magnitude do desastre poderia ter sido bem pior e que urge desenvolver ações urgentes para reduzir o risco no município.

A partir de 12 de Fevereiro, foi dado início a uma outra fase, com a definição da metodologia e dos produtos técnicos a serem apresentados pelo Serviço Geológico. Em destaque, passou-se a considerar as discussões e as propostas do Grupo de Trabalho instituído pelo GATT – MP Estadual. O Mapa em anexo é o resultado final deste esforço.

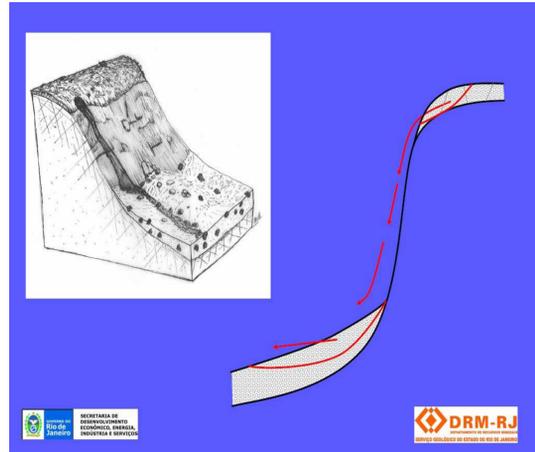


Figura 1: Deslizamento na Parroca do material mobilizado geram onda de choque ou força de arraste no material disposto no pé da escarpa rochosa.

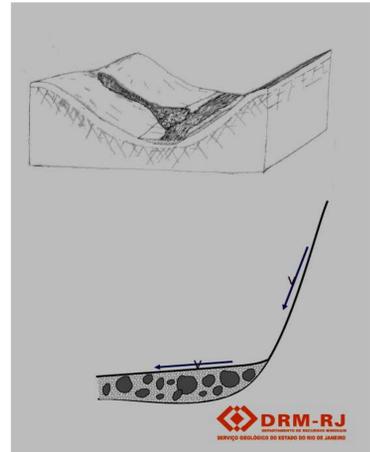


Figura 2: Corridas de Massa nos canais mobilizando depósitos pretéritos

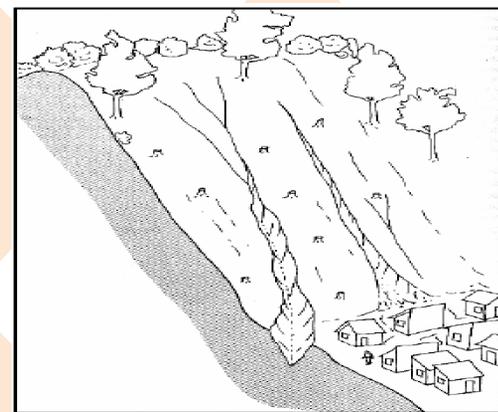


Figura 3: movimentos complexos: erosão (fonte IPT, 1981) seguida de deslizamentos planares

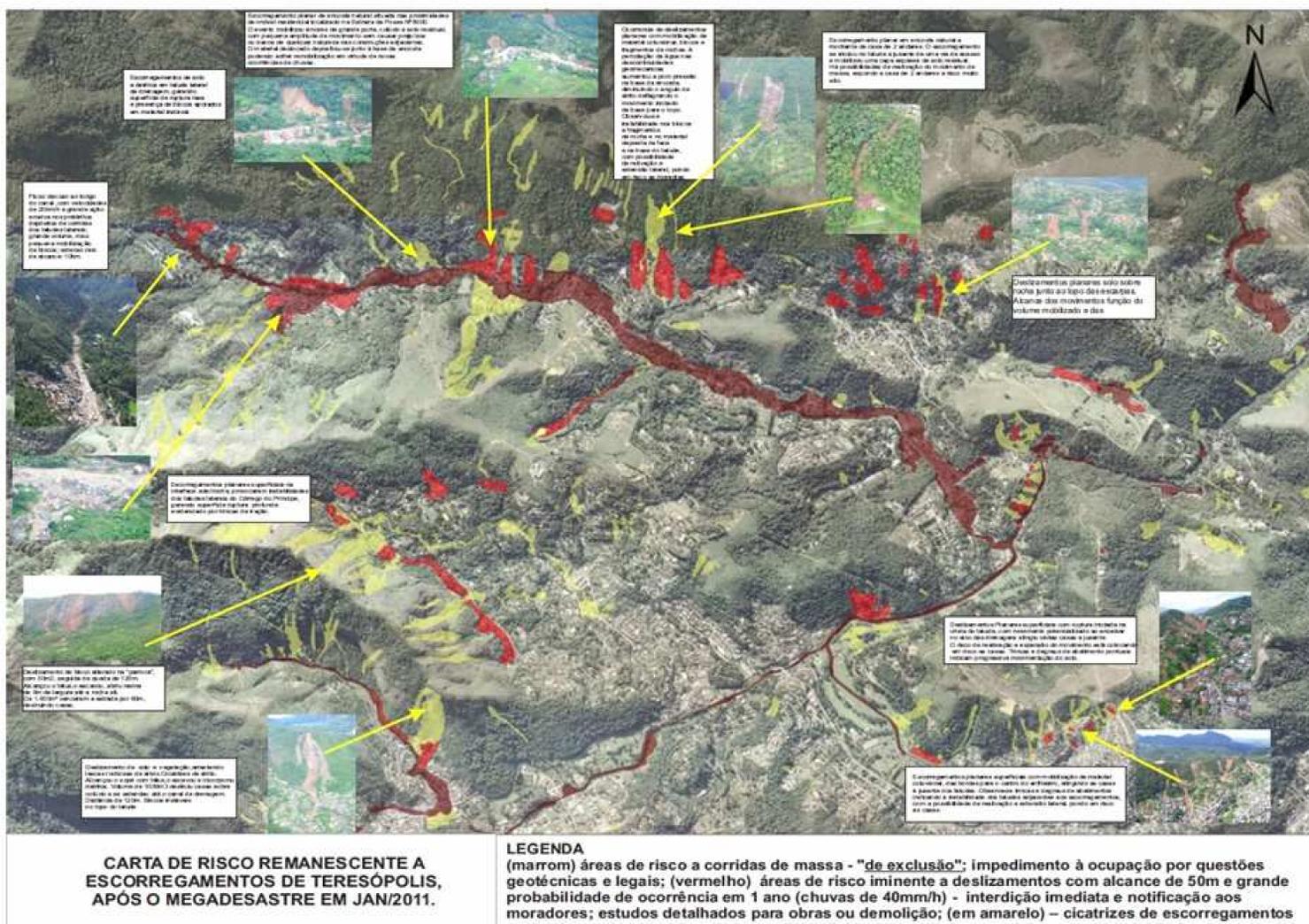
**CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

A Carta de Risco Remanescente de Acidentes associados a Escorregamentos em Teresópolis pode servir como subsídio técnico para a tomada de decisões quanto às ações futuras, de curto prazo, para redução do risco na cidade.

A Carta de Risco Remanescente mostra, em função do número e extensão das áreas apontadas como de "exclusão" ou de risco iminente, que a situação de Teresópolis é muito grave. Se além delas forem consideradas, ainda, as áreas de alto risco apontadas em estudos anteriores, como o Meudon, Jardim Meudon, Rosário, Durvalino, etc, fica claro que a situação do risco a escorregamentos em Teresópolis é muito, muito grave.

**BIBLIOGRAFIA:**

Departamento de Recursos Minerais (2011) Megadesastre da Região Serrana. Disponível em [www.drm.rj.gov.br](http://www.drm.rj.gov.br)



**CARTA DE RISCO REMANESCENTE DE TERESÓPOLIS:**

A Carta de Risco Remanescente (figura 4) é composta por:

(1) Imagem de satélite, com a distribuição, em amarelo, das cicatrizes dos principais escorregamentos ocorridos em Janeiro de 2011, e fotos aéreas correspondentes;

(2) delimitação em marrom das áreas de risco iminente a corridas (em marrom), com grande alcance (10km) e probabilidade de recorrência média (1 a cada 50 anos), que o GT acordou denominar "áreas de exclusão" ou de risco inaceitável, nas quais a ocupação deve ser impedida por questões tanto geotécnicas quanto legais;

(3) demarcação em vermelho das áreas de risco iminente a deslizamentos, com alcance médio (50m) e grande probabilidade de ocorrência em um ano (chuvas da ordem de 40mm/h em dia chuvoso), que exigem estudos detalhados antes da decisão sobre a demolição do imóvel, mas nas quais é preciso fazer interdição imediata das moradias e notificação formal aos moradores; de risco iminente. Neste caso, a confirmação das moradias que serão interditadas ou serão atendidas com obras, exige a realização de inspeções mais detalhadas. Para tanto é necessária a preparação de laudos e/ou relatórios geológico-geotécnicos de cada ponto ou setor de risco, compostos por textos, desenhos e fotografias terrestres.

Figura 4 – Carta de Risco Remanescente a Escorregamentos de Teresópolis-RJ.