



São Paulo, 24 de novembro de 2015

Processo SMA: N° 12.091/2013

Assunto: Termo de cooperação técnica entre o Instituto Geológico e a Casa Militar para prestação de apoio técnico, assessoria e atendimento emergencial às situações de risco geológico e geotécnico.

Referência: Participação de reunião com a Prefeitura de Ribeira sobre impactos de explosões de mineração sobre estabilidade de taludes do município (OF.GB.N°283/15-Prefeitura Municipal de Ribeira) e elaboração de parecer técnico.

PARECER TÉCNICO IG-RIBEIRA-CEDEC-24112015

1 INTRODUÇÃO

O presente parecer técnico tem como objetivo responder à solicitação da Coordenadoria Estadual da Defesa Civil - CEDEC-SP para participar de reunião técnica no município de Ribeira, a respeito da preocupação do poder público municipal sobre atividades de pedreira situada no município de Adrianópolis, no Estado do Paraná.

A prefeitura municipal de Ribeira por meio do ofício OF.GB.N°283/15 relata que detonações provocadas por explosivos causam tremores em residências e que existe receio da comunidade de que tais abalos possam desestabilizar o solo e provocar deslizamentos atingindo, tanto pessoas como o rio Ribeira.

A visita ao município foi realizada em 16/10/2015, pelo Pesquisador Científico Geólogo Dr. Cláudio José Ferreira e pelo Assistente Técnico de Pesquisa Geógrafo Eduardo Schmid Braga. Ela constituiu de: (a) participação em reunião conjunta com os representantes municipais, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de São Paulo - CEDEC-SP, o Instituto Ambiental do Paraná - IAP e a Defesa Civil do Paraná (Figura 1) e, (b) vistoria de campo na Vila Presépio, região central da cidade, acompanhados de representantes municipais (Senhores Jonas Dias Batista, prefeito, João Ricardo Costa e Rafael Batista Tamanho, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sr Otilio, COMDEC) e da CEDEC-SP (Capitão Alberto Luís Silva e Engenheiro Antonio Cirilo).

Frente as questões levantadas, o parecer técnico organiza-se em três temas de abordagem: 1) a questão do uso de explosivos para desmonte de rocha; 2) a situação de risco da Vila Presépio; 3) caracterização geral do município quanto ao perigo de escorregamentos planares em escala regional.

Utilizou-se como materiais e métodos: (1) revisão bibliográfica sobre o tema de impactos do desmonte de rocha por explosivos, (2) tratamento dos dados levantados em campo e interpretação de imagem e modelo digital de terreno para discutir a situação de risco da Vila



Presépio e (3) o mapa de perigo de escorregamento planar e inundação do Estado de São Paulo (VEDOVELLO et al. 2015, SÃO PAULO 2015a) e o tratamento de modelo digital de superfície de resolução horizontal 5m (EMPLASA 2010b) para apresentar o contexto regional do município.



Figura 1. Reunião técnica com representantes municipais, das defesas civis do Paraná e São Paulo e do Instituto Geológico.

2. A QUESTÃO DO USO DE EXPLOSIVOS PARA DESMONTE DE ROCHA EM PEDREIRAS

O uso de explosivos e seus acessórios na indústria da mineração é indispensável como ferramenta da engenharia para o desmonte de rochas, necessário para os processos de beneficiamento subsequentes aplicáveis ao aproveitamento econômico das diferentes substâncias minerais (CETESB 2015).

A fração de energia liberada pelo explosivo na detonação que não é transformada em trabalho útil dissipa-se, em sua maior parte, através do maciço circundante sob a forma de vibrações, e da atmosfera sob a forma de ruído e sobrepressão atmosférica, gerando complementarmente, ainda poeira, ultralançamentos e eventualmente a geração de gases tóxicos. Os efeitos da pressão acústica ou sobrepressão atmosférica e das vibrações se somam e se confundem com os das vibrações provocadas no terreno e vão de incômodos à população causado pela sensação de vibração ou tremor das edificações, marcadas algumas vezes pela oscilação e/ou queda de objetos até trincas em edificações (BACCI et al. 2006; FERREIRA et al. 2006).

Os níveis estabelecidos no Estado de São Paulo para a pressão acústica não podem ser superiores a 128 dB Linear - pico, no local de medição e para a velocidade resultante de vibração de partícula é de 4,2 mm/s - pico, no local de medição (CETESB 2015). No entanto, estes limites não são garantia da ausência de percepção do fenômeno, pois ele pode variar conforme as condições atmosféricas existentes no local no momento do desmonte, como direção e intensidade do vento, presença de inversões térmicas, nebulosidade, temperatura e pressão para a pressão acústica (FERREIRA et al. 2006) e composição das rochas e solos, descontinuidades do maciço rochoso, águas subterrâneas e distância da fonte, para a vibração de partículas.

Observa-se na literatura, uma opinião predominante de que vibrações originadas do uso de explosivos para desmonte de rochas têm baixa probabilidade de provocar deslizamentos, ainda que relações causais são observadas na instabilidade de depósitos inconsolidados de areia ou silte com argila. Nesses casos recomenda-se uma vibração limite de 25mm/s para prevenir tais deslizamentos (JOHANSSON et al. 2013).

Os tipos de materiais geológicos presentes nas encostas do município de Ribeira não se enquadram nessas condições, mas o mesmo não ocorre com o material de aterro depositado na área da pedreira (comunicação verbal, prefeitura de Ribeira). Como se vê na Figura 2A trata-se de material de granulação fina com blocos de rocha. Considerando-se os três níveis de bermas e taludes observados estima-se a existência de cerca de 8.000 a 12.000 m³ de material no local exibido na Figura 2A.

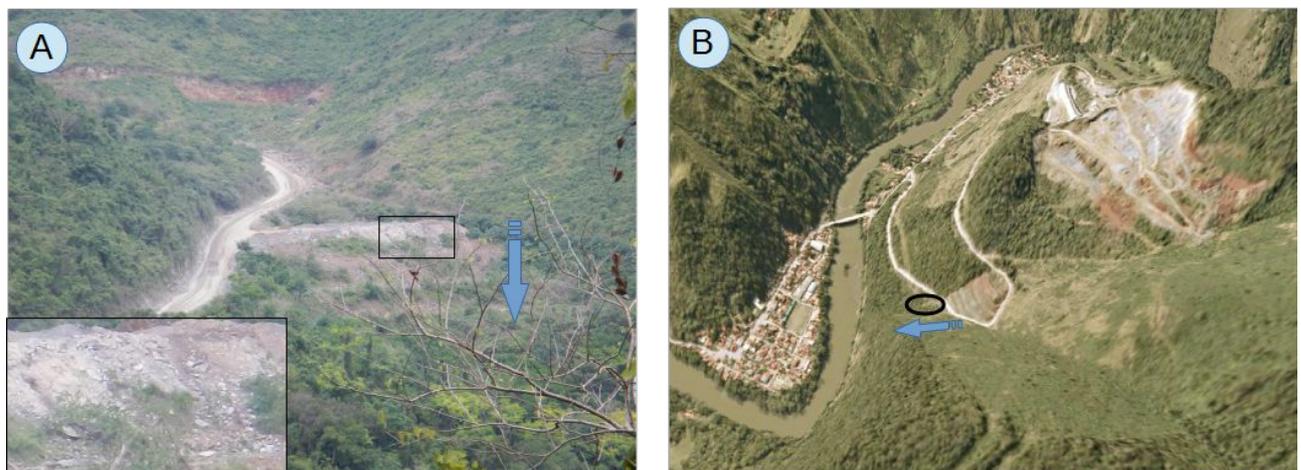


Figura 2. Retaludamento e disposição de aterro de rejeito da pedreira no município de Adrianópolis, Estado do Paraná. (A) Vista a partir da Vila Presépio, datada de 16/10/2015; o detalhe mostra que o material é bastante heterogêneo e pouco compactado. (B) Visão tridimensional elaborada a partir de ortofoto digital de 2011 e modelo digital de superfície de resolução horizontal 5m (EMPLASA 2010a,b). A elipse mostra a localização do aterro exibido na figura 2A.

Estudos que fazem a correlação entre sismos e deslizamentos são mais comuns. Atualmente os terremotos são medidos pela escala de magnitude de momento (WIKIPÉDIA 2015b). A magnitude é baseada no momento do terremoto, que é igual à resistência da Terra multiplicada pela quantidade média de deslocamento da falha e o tamanho da área que se deslocou. A velocidade das ondas sísmicas são da ordem de km/s, muito maiores do que aquelas

geradas por explosivos, da ordem de mm/s. A Figura 3 mostra alguns exemplos, mostrando que os deslizamentos associados a terremotos ocorrem a partir de magnitudes maiores que 5Mw (LEI 2012).

Fazendo-se uma analogia com os graus de intensidade sísmica, observa-se que os efeitos descritos pela comunidade do município de Ribeira podem ser classificados na Escala de Mercalli (WIKIPÉDIA 2015a, Tabela 1) como II - Muito fraco a III - Fraco, o que equivaleria a magnitude em torno de 3Mw na escala de magnitude de momento (Wikipédia 2015b), o que indica ser extremamente improvável que o desmonte por explosivos possa causar deslizamentos nas encostas do município de Ribeira.

O acompanhamento das medições de vibração realizadas pela empresa mineradora é essencial para avaliar se os padrões legais estão sendo respeitados, o que em princípio garantiria as condições de segurança quanto a processos de instabilidade de taludes, principalmente em relação aos aterros de rejeitos da mineradora (ver Figura 2).

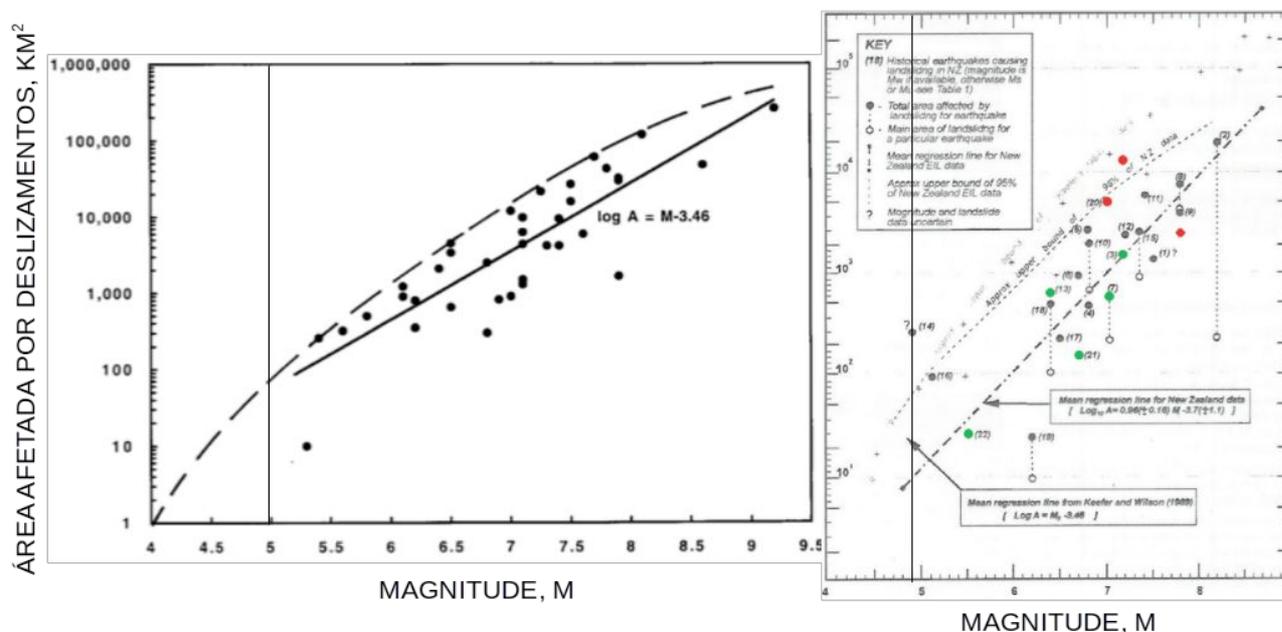


Figura 3. Gráficos Deslizamentos vs Magnitude de Terremotos mostrando um limite em torno de 5Mw para a ocorrência de deslizamentos (LEI, 2012).

Tabela 1. Graus de Intensidade Sísmica da Escala de Mercalli Modificada (Wikipédia 2015a).

I - Imperceptível	Não sentido. Efeitos marginais e de longo período no caso de grandes sismos.
II - Muito fraco	Sentido pelas pessoas em repouso nos andares elevados de edifícios ou favoravelmente colocadas.
III - Fraco	Sentido dentro de casa. Os objetos pendentes balançam. A vibração é semelhante à provocada pela passagem de veículos leves. É possível estimar a duração mas pode não ser reconhecido como um sismo.



INSTITUTO GEOLÓGICO
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

RUA JOAQUIM TÁVORA 822 - CEP 04015-011 - FONE 5077 1155
VILA MARIANA, SÃO PAULO, SP - www.igeologico.sp.gov.br



IV - Moderado	Os objetos suspensos balançam. A vibração é semelhante à provocada pela passagem de veículos pesados ou à sensação de pancada de uma bola pesada nas paredes. Carros estacionados balançam. Janelas, portas e louças tremem. Os vidros e as louças chocam e tilintam. Na parte superior deste grau as paredes e as estruturas de madeira rangem.
V - Forte	Sentido fora de casa; pode ser avaliada a direção do movimento; as pessoas são acordadas; os líquidos oscilam e alguns extravasam; pequenos objetos em equilíbrio instável deslocam-se ou são derrubados. As portas oscilam, fecham-se ou abrem-se. As cortinas e os quadros movem-se. Os pêndulos de relógio param ou iniciam ou alteram o seu estado de oscilação.
VI - Bastante forte	Sentido por todos. Muitos assustam-se e correm para a rua. As pessoas sentem falta de segurança. Os pratos, as louças, os vidros das janelas, os copos partem-se. Objetos ornamentais e livros caem das prateleiras. Os quadros caem das paredes. As mobílias movem-se ou tombam. Os estuques fracos e alvenarias de qualidade inferior racham. Pequenos sinos tocam (igrejas e escolas). As árvores e arbustos são visivelmente agitadas e ouve-se o respectivo ruído.
VII - Muito forte	É difícil permanecer em pé. É notado pelos condutores de automóveis. Objetos pendurados tremem. As mobílias partem. Verificam-se danos nas alvenarias de qualidade inferior, incluindo fraturas. As chaminés fracas partem ao nível das coberturas. Queda de reboco, tijolos soltos, pedras, telhas, parapeitos soltos e ornamentos arquitetônicos. Algumas fraturas nas alvenarias de qualidade intermediária. Ondas nos tanques. Água turva com lodo. Pequenos desmoronamentos e abatimentos ao longo das margens de areia e de cascalho. Os grandes sinos tocam.
VII - Ruinoso	Afeta a condução dos automóveis. Danos nas alvenarias de qualidade intermediária com colapso parcial. Alguns danos na alvenaria de boa qualidade. Quedas de estuque e de algumas paredes de alvenaria. Torção e queda de chaminés, monumentos, torres e reservatórios elevados. As estruturas movem-se sobre as fundações, se não estão ligadas inferiormente. Os painéis soltos no enchimento de paredes são projetados. Fraturas no chão úmido e nas vertentes escarpadas
IX - Desastroso	Alvenaria de qualidade inferior destruída, de qualidade intermediária muito danificada, às vezes com completo colapso e às de boa qualidade seriamente danificadas. Danos gerais nas fundações. As estruturas são fortemente abaladas. Fraturas importantes no solo. Nos terrenos de aluvião formam-se ejeções de areia e lama; formam-se nascentes e crateras arenosas
X - Destruidor	A maioria das alvenarias e das estruturas são destruídas com as suas fundações. Algumas estruturas de madeira bem construídas e pontes são destruídas. Danos sérios em barragens, diques e aterros. Grandes desmoronamentos de terrenos. As águas são arremessadas contra as muralhas que marginam os canais, rios e lagos; lodos são dispostos horizontalmente ao longo de praias e margens pouco inclinadas. Vias férreas levemente deformadas.
XI - Catastrófico	Vias férreas muito deformadas. Canalizações subterrâneas completamente avariadas.
XII - Cataclismo	Grandes massas rochosas deslocadas. Conformação topográfica distorcida. Objetos atirados ao ar. Jamais registado no período histórico

3. SITUAÇÃO DE RISCO DA VILA PRESÉPIO, REGIÃO CENTRAL DA CIDADE

Realizou-se vistoria de campo em viela que inicia-se na altura do número 345, da Avenida Cândido Dias Batista conforme mostra a Figura 4. A área foi selecionada pelos representantes municipais como uma das mais críticas da região urbana central do município e teve como objetivo fazer uma avaliação de risco expedita da área e procurar evidências de suas causas com particular referência aos efeitos do desmonte de rocha pelo uso de explosivos. A Figura 5 mostra o registro fotográfico da vistoria.



Figura 4. Região urbana central do município de Ribeira com destaque para a área vistoriada (linha amarela tracejada). Coordenadas em UTM zona 22 WGS84. Fonte e data da imagem: Google Earth, 14/08/2014.

O local situa-se na base de encosta com amplitude de 115m e declividade média de 41° (ver Figura 2B), coberta por vegetação arbórea (Figura 5A) e constituída por depósitos de tálus formado por blocos métricos imersos em solo argiloso (Figuras 5C, 5E). Essas características tornam a área bastante suscetível aos processos de deslizamentos de encostas. Muitas das residências são de madeira (Figuras 5A, 5C, 5D) e têm fundação em colunas de concreto (Figura 5A) ou em uma plataforma de blocos de rocha (Figura 5D), ambas estruturas bastante eficientes para a sustentação das edificações.



Figura 5. Registro fotográfico da vistoria na Vila Presépio. (A) Entrada da viela vistoriada situada na base de encosta de alta declividade coberta com vegetação arbórea; observa-se moradia de madeira sobre coluna em área de alta declividade; (B) Muro de residência que suporta aterro, exibindo leve deformação; (C) Pequena ravina resultante do escoamento indisciplinado da água pluvial em talude com blocos métricos de metacalcário; (D) Pequeno córrego próximo a residência de madeira construída sobre fundação de blocos de rocha; (E) Bloco de metacalcário envolto em solo caracterizando depósito de tálus; (F) Mangueira de captação de água com vazamento.



Os principais problemas e características observadas são:

- a ocupação, ainda bastante incipiente, não está regularizada, segundo os representantes municipais; como se trata de área com inclinação de encosta acima de 40° (ver figuras 2B e 5A) com material geológico heterogêneo constituído por depósitos de tálus formado por blocos métricos imersos em solo argiloso (Figuras 5C, 5E), o uso da área para moradias deve ser restringido pelo poder público municipal;
- uma das residências apresenta muro que serve de apoio a aterro (Figura 5B), no entanto o próprio muro constitui estrutura muito pesada que pode induzir a instabilidade do talude situado abaixo;
- o disciplinamento das águas pluviais ao longo da viela não foi feito, o que acarreta o escoamento cortando o talude, causando sua erosão na forma de sulcos e ravinas (Figura 5C), o que leva à sua instabilidade e formação de enxurradas com lama encosta abaixo;
- a captação de água na forma de mangueiras (Figura 5F) que apresentam vazamentos agrava a situação do escoamento superficial de água, pois permite um fluxo constante em certas porções da encosta;
- a encosta é cortada ainda por alguns pequenos córregos (Figura 5D) que são locais preferenciais para a ocorrência de inundações rápidas ou bruscas que podem causar problemas para as residências situadas na base da encosta;
- os blocos métricos situados na encosta não apresentam sinais de instabilidade, pois estão quase que completamente imersos em solo silto-argiloso (Figura 5D e 5E), no entanto o avanço de processos erosivos pode descalçá-los a médio e longo prazos.

4. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DO PERIGO DE DESLIZAMENTOS PLANARES DO MUNICÍPIO DE RIBEIRA

Vedovello et al. (2015) e São Paulo (2015a) apresentam o Mapa de Perigo de Escorregamentos Planares e Inundação do Estado de São Paulo. A partir dos arquivos de formato shapefile (SÃO PAULO 2014a) fez-se um recorte para o município de Ribeira como mostra a Figura 6. Não foram mapeadas na escala do mapa (1:75.000 e resolução 30m) áreas de inundação no município. Estas precisam ser mapeadas em escala e resoluções melhores para poderem ser espacializadas.

Perigo pode ser definido como fenômeno, substância, atividade humana ou condição que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos às propriedades, perda de bens e serviços, distúrbios sociais e econômicos e danos ao meio ambiente (ONU 2009).

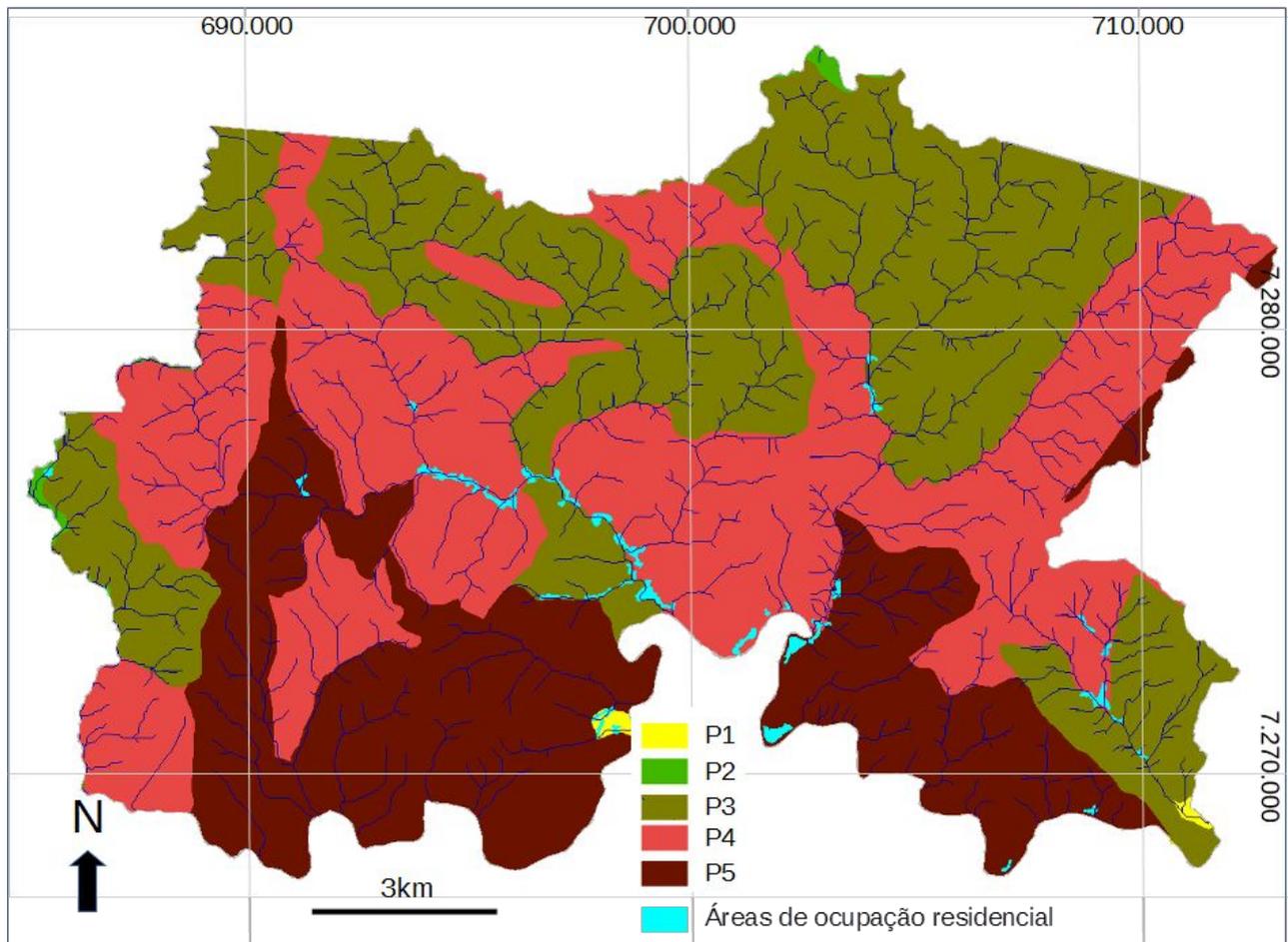


Figura 6. Mapa de Perigo de Escorregamento Planar do município de Ribeira. Modificado de Vedovello et al. (2015) e São Paulo (2014a, 2015a). As áreas de ocupação residencial foram obtidas de São Paulo (2015b) e a rede de drenagem de São Paulo (2014b). Coordenadas UTM zona 22, Sirgas 2000

Legenda:

P5 - Perigo Muito Alto. Terrenos geralmente com inclinações altas a muito altas ($>25^\circ$) com probabilidade muito alta (40-70 eventos/ano/Estado de São Paulo) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a grandes (entre $50-200\text{m}^3$) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo $40\text{mm}/24$ horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de muito grandes proporções ($> 200\text{m}^3$) em condições de acumulados de chuva maiores que $80\text{mm}/24$ horas.

P4 - Perigo Alto. Terrenos geralmente com inclinações altas (entre $17-25^\circ$) com probabilidade alta (15-40 eventos/ano/Estado de São Paulo) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a grandes (entre $50-150\text{m}^3$) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo $60\text{mm}/24$ horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de grandes proporções ($150-200\text{m}^3$) em condições de acumulados de chuva maiores que $100\text{mm}/24$ horas.

P3 - Perigo Médio. Terrenos geralmente com inclinações moderadas a altas (entre $12-25^\circ$) com probabilidade moderada (10-15 eventos/ano/Estado de São Paulo) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a intermediários (entre $50-100\text{m}^3$) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo $80\text{mm}/24$ horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de grandes proporções ($100-150\text{m}^3$) em condições de acumulados de chuva maiores que $120\text{mm}/24$ horas.

P2 - Perigo Baixo. Terrenos geralmente com inclinações baixas a moderadas (entre $6-17^\circ$) com probabilidade baixa (5-10 eventos/ano/Estado de São Paulo) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, geralmente de pequenos volumes ($< 50\text{m}^3$) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo $100\text{mm}/24$ horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de proporções intermediárias ($50-100\text{m}^3$) em condições de acumulados de chuva maiores que $140\text{mm}/24$ horas.

P1 - Perigo Muito Baixo. Terrenos geralmente poucos inclinados (entre $0-12^\circ$) com probabilidade muito baixa (1-5 eventos/ano/Estado de São Paulo) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, geralmente de pequenos volumes ($< 50\text{m}^3$) que ocorrem somente com acumulados de chuva maiores que $180\text{mm}/24$ h.



Para exprimir o grau de perigo, Vedovello et al. (2015) e São Paulo (2015a), estabeleceram seis classes de P0 a P5, onde P0 representa uma probabilidade nula a quase nula de ocorrência do processo e P5 a probabilidade máxima de ocorrência do processo perigoso (classe Muito Alta). As demais classes representam situações intermediárias entre estes extremos: P4 (Alta), P3 (Média), P2 (Baixa) e P1 (Muito Baixa). O critério de enquadramento da classe P0 foi geomorfológico. Para o perigo de deslizamento de encostas, as UBCs classificadas como planícies foram enquadradas na classe P0. O critério de enquadramento para as demais classes seguiu as equações abaixo:

Cenário 1- Declividade entre 0-6°, aplicação da fórmula: $P_ESC=0,8*DE + 0,05*AM + 0,05*DD + 0,05*EH + 0,05*IF$;

Cenário 2- Declividade entre 6-12°, aplicação da fórmula: $P_ESC=0,5*DE + 0,125*AM + 0,125*DD + 0,125*EH + 0,125*IF$

Cenário 3- Declividade entre 12-18°, aplicação da fórmula: $P_ESC=0,2*DE + 0,2*AM + 0,2*DD + 0,2*EH + 0,2*IF$;

Cenário 4- Declividade entre 18-24°, aplicação da fórmula: $P_ESC=0,5*DE + 0,125*AM + 0,125*DD + 0,125*EH + 0,125*IF$;

Cenário 5- Declividade maior que 24°, aplicação da fórmula: $P_ESC=0,8*DE + 0,05*AM + 0,05*DD + 0,05*EH + 0,05*IF$;

Onde, DE= declividade; AM= amplitude altimétrica; DD= densidade de drenagem; EH=excedente hídrico; IF= intensidade de foliação. Para definição dos limites das classes de P1 a P5 foi utilizado o método das Quebras Naturais conforme procedimento disponível no SIG ArcGis.

Como mostra a Figura 6 há um predomínio das classes de perigo P4 e P5 em Ribeira, o que coloca o município entre os 10 municípios mais críticos do Estado de São Paulo, quanto à probabilidade de ocorrência de escorregamento planar que são: 1º Iporanga, 2º Piquete, 3º Ilhabela, 4º São José do Barreiro, 5º Monteiro Lobato, 6º Ubatuba, 7º Ribeira, 8º Pedro de Toledo, 9º Queluz e 10º Lavrinhas, considerando a média do índice numérico de perigo de escorregamento planar. Observa-se que o núcleo urbano principal da cidade encontra-se em área de perigo máximo (P5 - classe Muito Alta) e que os demais acompanham, via de regra, vales de drenagem (Figura 6).

Estas condições podem ser facilmente entendidas quando se visualiza tridimensionalmente o relevo do município (Figura 7) que se caracteriza por pequenas serras e um relevo montanhoso conforme distribuição e classificação da declividade (TONELLO et al. 2006) exibidas na Figura 8 e Tabela 2.

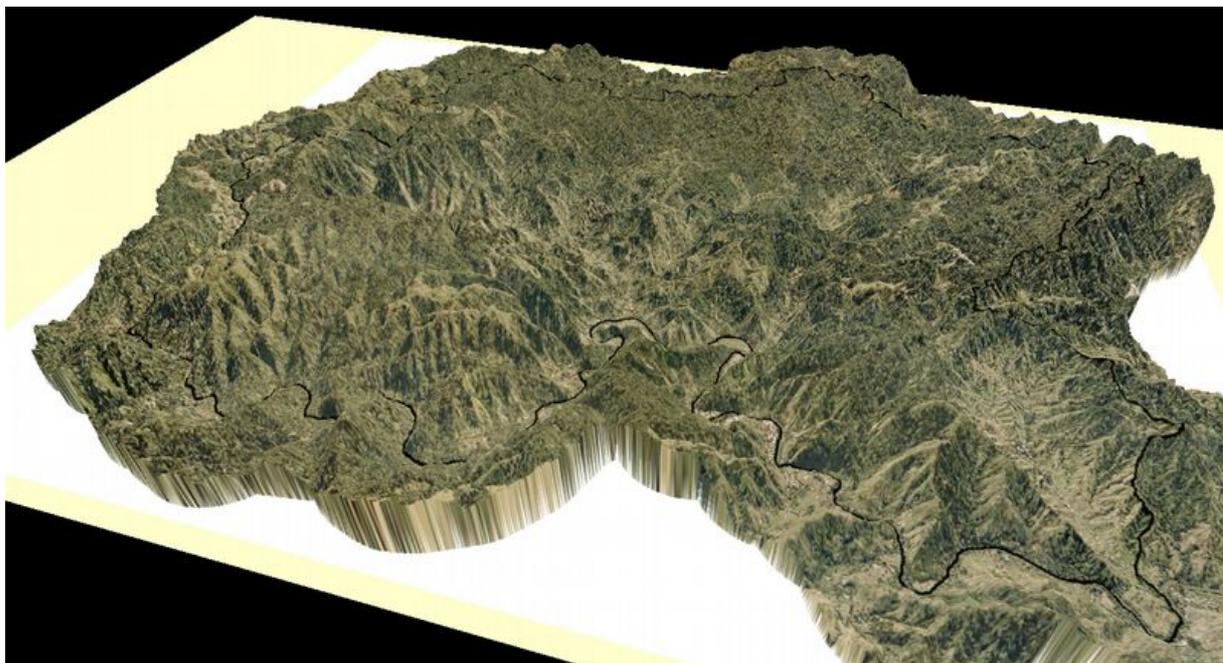


Figura 7. Modelo de relevo sombreado do município de Ribeira sobreposto por ortofotos digitais. Sem escala. Dados originais: EMPLASA (2010a,b).

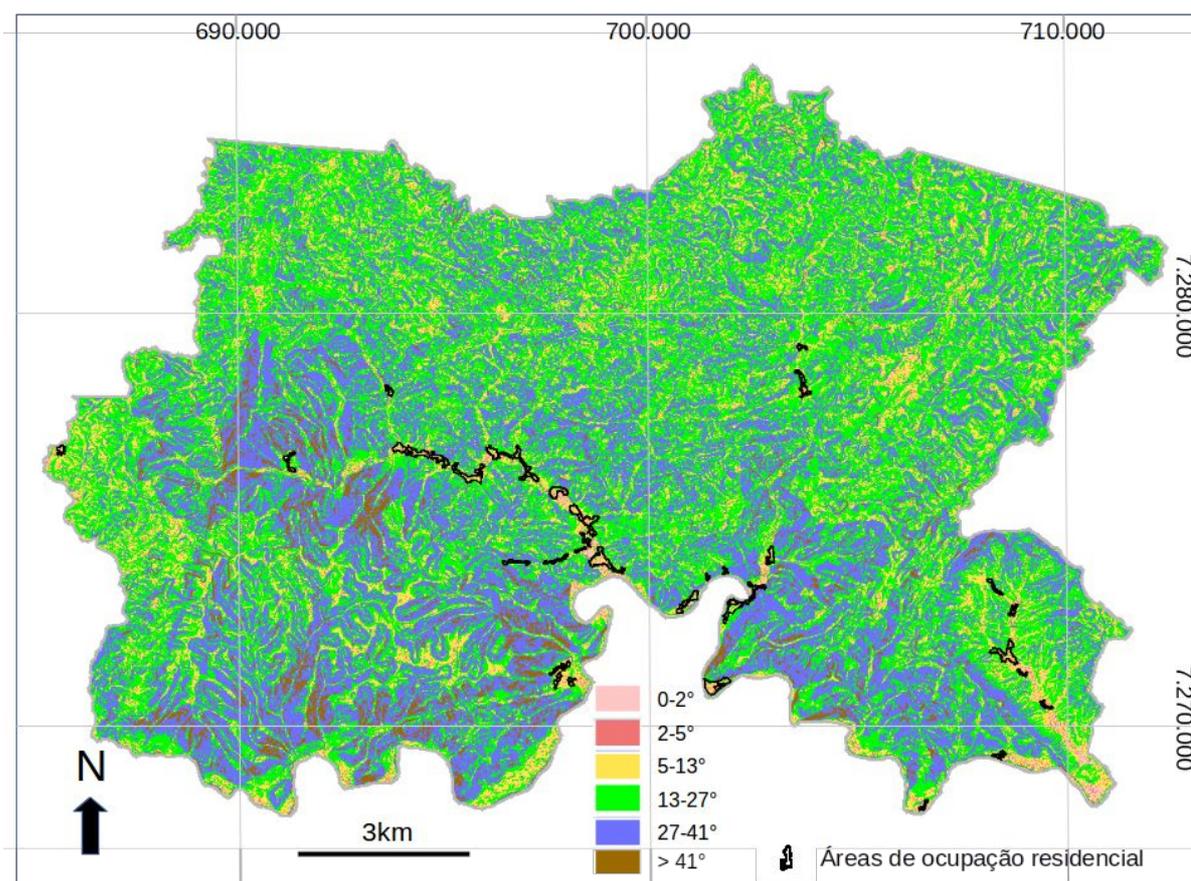


Figura 8. Mapa de declividade em graus do município de Ribeira e distribuição das áreas de ocupação residencial. Coordenadas UTM zona 22, Sirgas 2000.



Tabela 2. Distribuição das classes de declividade e classificação do tipo de relevo para o município de Ribeira.

Intervalo de Declividade	Tipo de relevo	Área do município (km ²)	Área do município (%)
0-2°	Plano	2,6	1
2-5°	Suave ondulado	6,5	2
5-13°	Ondulado	47,9	14
13-27°	Fortemente ondulado	147,8	44
27-41°	Montanhoso	119,7	36
>41°	Fortemente montanhoso (escarpado)	11,1	3
	TOTAL	335,6	100

Classes segundo Embrapa (TONELLO et al. 2006).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O parecer técnico traz as seguintes conclusões e recomendações:

1. A probabilidade de que vibrações originadas do uso de explosivos para desmonte de rochas causem deslizamentos nas encostas do município de Ribeira são muito baixas a nulas;
2. O incômodo causado pelo uso de explosivos para desmonte de rochas, principalmente a sobrepressão acústica pode ser minimizada pela adaptação do plano de fogo; assim recomenda-se gestão junto aos responsáveis pelo empreendimento para que apresentem alternativas que reduzam estes impactos e que apresentem periodicamente os resultados do monitoramento das vibrações;
3. Considera-se preocupante a existência de aterro em taludes e bermas de material heterogêneo (blocos e solo) situado em linha de drenagem direcionada para o rio Ribeira do Iguape; assim recomenda-se gestão junto aos responsáveis pelo empreendimento que justifiquem a necessidade locacional deste tipo de material e que haja garantia de sua estabilidade;
4. O local vistoriado, denominado de Vila Presépio, situa-se em área de perigo regional crítico (P5 - Muito Alto) e localmente em base de encosta com amplitude de 115m e declividade média de 41°, coberta por vegetação arbórea e constituída por depósitos de tálus formado por blocos métricos imersos em solo argiloso que a tornam bastante suscetível aos processos de deslizamentos de encostas. Recomenda-se que de um modo geral, o uso da área para moradias deva ser



restringido pelo poder público municipal e quando possível retiradas as moradias situadas nos níveis altimétricos mais elevados;

5. Medidas urgentes de disciplinamento das águas superficiais, manutenção das mangueiras de captação de água que apresentam vazamentos e substituição de muro de residência por cerca ou alambrado devem ser tomadas para diminuir a indução de processos de movimentos de massa.
6. A caracterização regional de perigo de escorregamento planar mostra que o município situa-se entre os 10 mais críticos do Estado de São Paulo. Isso requer que a preocupação com a gestão de risco de desastres seja fundamental. Como apontado pela CEDEC-SP e discutido na reunião técnica do dia 16/10/2015 o município precisa participar de ações como o Programa Cidades Resilientes, manter atualizado o SIDEC-SP (Sistema Integrado de Defesa Civil) e fortalecer a Comissão Municipal de Proteção e Defesa Civil.
7. O presente parecer técnico não tratou dos processos de corrida de massa e inundações em escala regional. Esta abordagem pode ser feita no âmbito da renovação do Termo de Cooperação Técnica entre o Instituto Geológico e a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil em 2016.

REFERÊNCIAS CITADAS

BACCI, D.L.C; LANDIM, P.M.B.; ESTON, S.M. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **R. Esc. Minas**, Ouro Preto, 59 (1): 47-54, jan. mar. 2006.

CETESB. Avaliação e monitoramento das operações de desmonte de rocha com uso de explosivo na mineração – Procedimento. **Norma Técnica D7.013**. Edição fevereiro de 2015,8 pag.

EMPLASA. 2010a. Arquivos digitais das ortofotos do Projeto de Atualização Cartográfica do Estado de São Paulo - "Projeto Mapeia São Paulo". **Produtos de levantamento aerofotogramétrico de 2010-2011**. Titularidade: Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - EMLASA. Contrato de Licença de Uso 038/12, estabelecido entre EMLASA e SMA.

EMPLASA. 2010b. Arquivos digitais do modelo digital de superfície do Projeto de Atualização Cartográfica do Estado de São Paulo - "Projeto Mapeia São Paulo". **Produtos de levantamento aerofotogramétrico de 2010-2011**. Titularidade: Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - EMLASA. Contrato de Licença de Uso 038/12, estabelecido entre EMLASA e SMA.

FERREIRA, G.C.; DAITX, E.C.; DALLORA NETO, C. Impactos ambientais associados a desmonte de rocha com uso de explosivos. **Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 25, n. 4, p. 467-473, 2006.

JOHANSSON J., LØVHOLT F., ANDERSEN K.H., MADSHUS C. AABØE R. Impact of blast vibrations on the release of quick clay slides. In: **International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering**, Paris, 18, 2013. Anais..., p. 1507-1510, 2013.



LEI, C.I. Earthquake-Triggered Landslides. In: **Civil and Environmental Engineering Student Conference**, London, 1, 2012. Anais..., Imperial College London. p.1-6, 2012.

ONU (Organização das Nações Unidas). Terminology on Disaster Risk Reduction. **Estratégia Internacional para Redução de Desastres.Organização das Nações Unidas**. 2009.

SÃO PAULO. Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico do Estado de São Paulo. **Arquivos digitais e Nota Técnica**. Secretaria do Meio Ambiente: Instituto Geológico: Coordenadoria de Planejamento Ambiental. CD-ROM, 2014a.

SÃO PAULO. Mapa da Rede de Drenagem do Estado de São Paulo. **Arquivos digitais e Nota Técnica**. Secretaria do Meio Ambiente: Instituto Geológico: Coordenadoria de Planejamento Ambiental. CD-ROM, 2014b.

SÃO PAULO. Mapa de Perigo de Escorregamento Planar e Inundação do Estado de São Paulo. **Arquivos digitais e Nota Técnica**. Secretaria do Meio Ambiente: Instituto Geológico: Coordenadoria de Planejamento Ambiental. CD-ROM, 2015a.

SÃO PAULO. Unidades Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo Urbano (UHCT). **Arquivos digitais e Nota Técnica**. Secretaria do Meio Ambiente: Instituto Geológico: Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 2015b.

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S; LEITE, F.P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C.J.; SALIM, A.; COSTA, J.A.; MATSUZAKI, K.; ROSSINI-PENTEADO, D.; OHATA, A.T. Compartimentação fisiográfica do Estado de São Paulo:base para análises ambientais em escala regional. In: **Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Ambiental**, 9, 2015, Cuiabá. Atas..., ABGE:São Paulo, 2015.

WIKIPÉDIA. Escala de Mercalli. **Wikipédia, a enciclopédia livre**. Disponível: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Escala_de_Mercalli&oldid=40713279. 2015a.

WIKIPÉDIA. Escala de magnitude de momento. **Wikipédia, a enciclopédia livre**. Disponível: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Escala_de_magnitude_de_momento&oldid=43252280. 2015b.

Dr. Cláudio J. Ferreira
Geólogo - Pesquisador Científico VI
Instituto Geológico - CREA-SP: 119.546/D

Bal. Eduardo Schmid Braga
Geógrafo - Assistente Técnico de
Pesquisa- Instituto Geológico