



São Paulo, 22 de dezembro de 2015

Processo SMA: N° 6.507/2011

Assunto: Solicita vistoria para avaliação de risco de escorregamento no Morro do Pinto, Guarujá.

Referência: Solicitação da Secretária-Adjunta da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo para monitoramento do risco no Morro do Pinto, Guarujá.

PARECER TÉCNICO IG-GUARUJÁ-SMA-221215

1 INTRODUÇÃO

O presente parecer técnico tem como objetivo responder à solicitação do Gabinete da Secretaria Estadual do Meio Ambiente para atualizar a avaliação do risco de escorregamento no Morro do Pinto, Guarujá, para fins de monitoramento.

Esta área foi objeto de relatórios de vistorias técnicas do Instituto Geológico, de 18 de julho de 2011 e de 10 de outubro de 2012, os quais apontam a necessidade de implantação de obras de estabilização da área para minimizar o risco de escorregamentos. O parecer técnico 20.766-301, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, apresenta as diretrizes para consolidação de área, indicando quatro tipos de intervenções: (a) desmontes e contenções de blocos e matações de rocha, (b) alterações da geometria, por meio de abatimentos de porções de solo, (c) implantação de sistema de drenagem e (d) proteção superficial, por meio de telas metálicas e biomantas.

A visita à área foi realizada em 18/12/2015, pelos pesquisadores científicos Cláudio José Ferreira e Daniela Girio Marchiori Faria (atualmente lotada na Coordenadoria de Fiscalização Ambiental, Centro Técnico Regional de Santos) e pelo Técnico de Apoio à Pesquisa Marcio Felix Dionisio. A Figura 1 mostra a localização da área no município do Guarujá, o aspecto geral em imagens datadas de 13 de agosto de 2015 e 06 de junho de 2009 e os pontos P0 a P3 do relatório do IPT de 16/03/2015.

2. SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA

A vistoria se concentrou na área delimitada na Figura 1 que corresponde aos pontos P0, P1, P2 e P3 (definidos em parecer técnico do IPT). Esta área foi considerada a mais crítica, devido a apresentar indícios de instabilidades geológico-geotécnicas, tais como: cicatrizes de escorregamentos de solo, desenvolvimento de processos erosivos, afloramentos de blocos rochosos, declividade excessiva, locais de concentração de águas de superfície, proximidades das edificações em relação à base do talude.

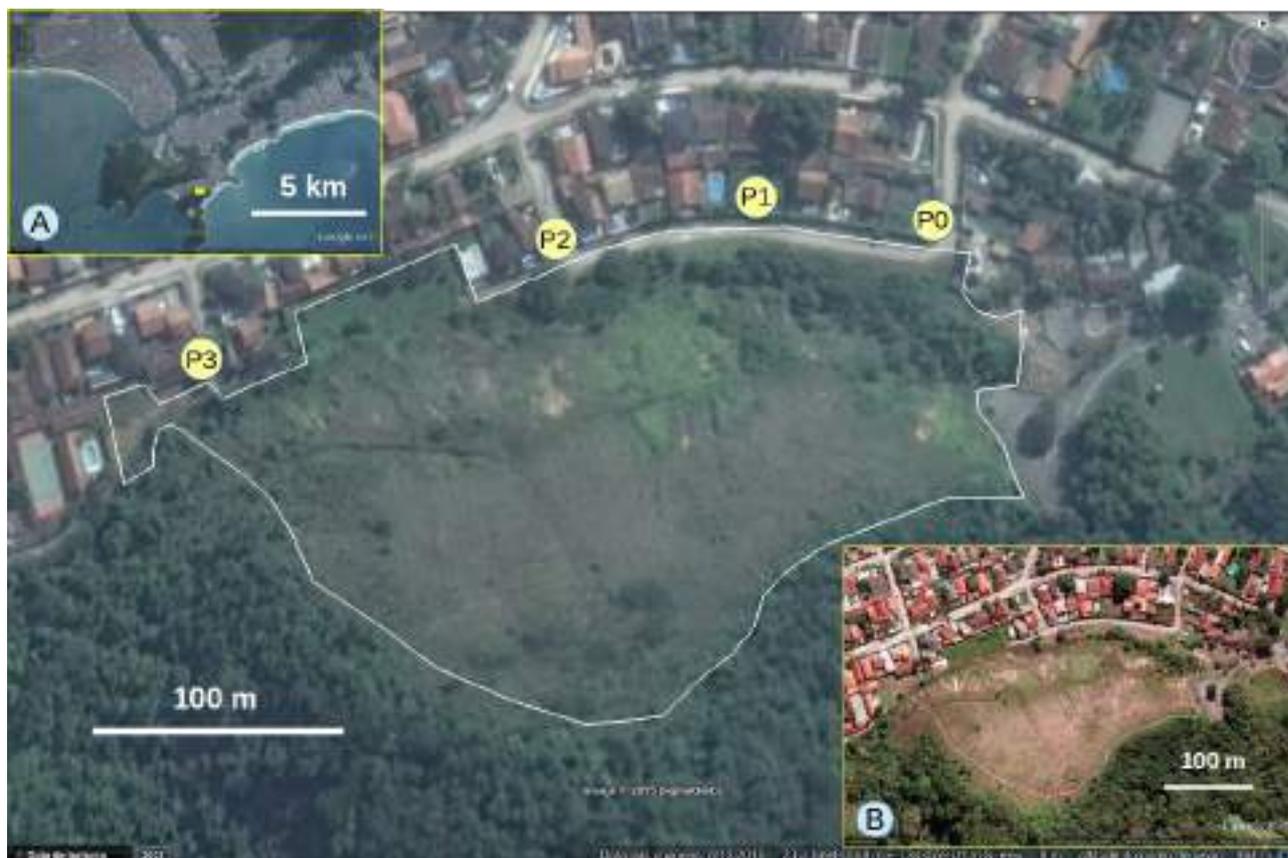


Figura 1. Localização da área vistoriada (linha branca) em imagem de 13/08/2015. Convenções: (A) localização da área no município do Guarujá. (B) Imagem de 06/06/2009 mostrando a vegetação pouco desenvolvida e maior ocorrência de solo exposto. P0, P1, P2 e P3: pontos de controle do relatório do IPT, de 16/03/2015. Fonte das imagens: Google Earth.

Em comparação com as vistorias realizadas pelo IG-SMA em 2011 e 2012, atualmente este trecho da encosta (P0 a P3) encontra-se recoberto por vegetação forrageira e arbustiva, diminuindo a área de solo exposto, conforme observa-se nas imagens de satélite da Figura 1 e nas fotos de campo da Figura 2a, 2b, 2c e 2d. Além disso, barreira vegetal, composta por uma linha de árvores plantadas junto a base da encosta, está em desenvolvimento, protegendo as edificações de possível impacto quando da ocorrência de escorregamentos ou queda e rolamento de blocos (Figura 1 e Figura 2d).

Não obstante a recuperação da vegetação, os processos de movimentos de massa continuam ativos. Durante a vistoria foi observada uma cicatriz de escorregamento planar raso (Figura 2f) numa feição erosiva já observada na vistoria de 2011 (indicada pela seta vermelha na Figura 2e), com mobilização de aproximadamente 2 m³ de solo (Figura 2g). Este escorregamento provavelmente ocorrido em 2015 pode ter sido uma das fontes de sedimentos que causou o acúmulo de lama na Rua Thiago da Silva, conforme relatado pela moradora da casa situada na Rua Thiago da Silva n° 16, Sra. Lia. A moradora informou que no período de chuvas intensas sempre há concentração de água barrenta que desce a encosta em sua rua, as vezes até



dificultando o acesso para sua casa. A própria moradora fez uma canaleta desviando o escoamento para terreno desocupado, o que diminuiu provisoriamente o problema.



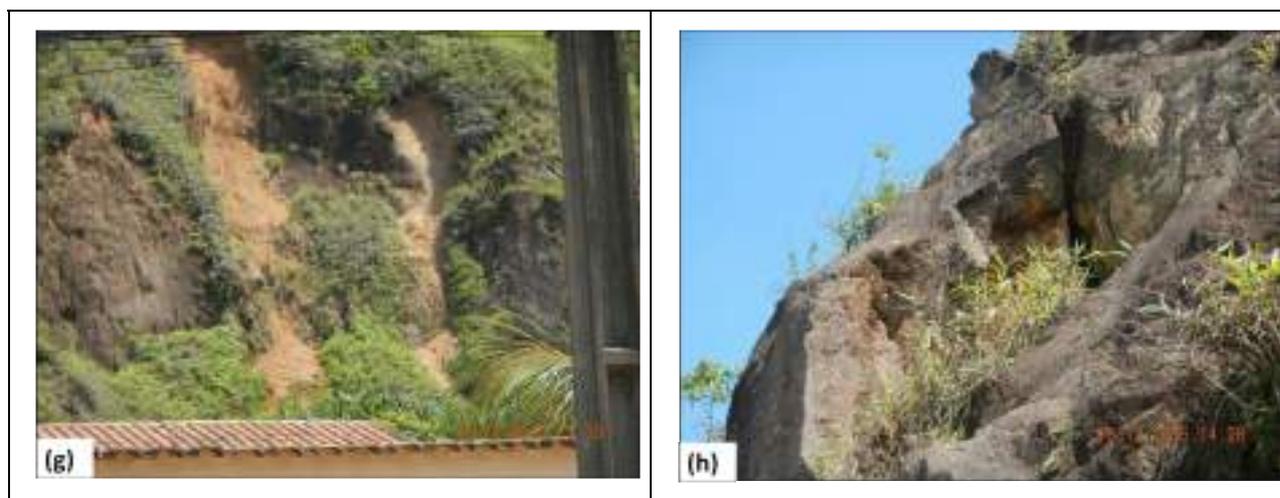


Figura 2. Registro fotográfico da área vistoriada. (a): Predomínio de solo exposto em 2011; (b): avanço e crescimento da cobertura vegetal em 2015; (c): Crescimento de vegetação arbustiva do topo para o meio da encosta; (d) barreira vegetal composta por linha de árvores, situada no sopé da encosta - lado direito da foto; (e) feição erosiva indicada pela seta vermelha - foto de 2011; (f) vista geral da cicatriz de escorregamento planar raso em solo em 2015; (g) detalhe da cicatriz de escorregamento da foto (f), exibindo material escorregado ainda presente na encosta; (h) bloco de rocha com fratura vertical.

O trecho próximo ao ponto P3, identificado no relatório do IPT, com indicação de intervenções de desmonte, ancoragem e envelopamento de blocos rochosos, requer maiores cuidados, pois existem moradias muito próximas ao sopé do talude. A proprietária (Sra Lia) da moradia situada na Rua Thiago da Silva nº 16 nos informou sobre a queda há vários anos atrás de um matacão no terreno desocupado, próximo a sua casa. A figura 2h mostra bloco de rocha com fratura vertical que o destacou do maciço rochoso, situação que pode tornar-se em médio e longo prazo bastante instável quanto à queda do bloco.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A vistoria realizada em 18/12/2015 mostra que a área está em acelerada recuperação da cobertura vegetal, no entanto, observou-se a ocorrência recente de escorregamento de pequeno porte e acúmulo de sedimentos oriundo de enxurradas. Considerando ainda, a situação geral de instabilidade de solo e de blocos de rocha caracterizadas em pareceres e relatórios anteriores, recomenda-se o monitoramento da área durante o período chuvoso, até que as obras de contenção sejam iniciadas.

O monitoramento do trecho entre os pontos P0 e P3 durante o período chuvoso será realizado pelos técnicos do Instituto Geológico, da Prefeitura Municipal de Guarujá, com o apoio dos técnicos Daniela Girio Marchiori Faria e João Thiago Wohnrath Mele da Coordenadoria de Fiscalização Ambiental (CFA) - Centro Técnico Regional de Santos (CTRF-3). Prevê-se a realização de atendimentos emergenciais após chuvas intensas, feitos inicialmente pelos técnicos



do CTRF-3 citados, com o apoio do Instituto Geológico e Prefeitura do Guarujá, se necessário e vistorias rotineiras realizadas em conjunto, pelo Instituto Geológico e a pesquisadora Daniela Girio Marchiori Faria, a serem realizadas em fevereiro e abril de 2016.

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

Dra. Daniela Girio Marchiori Faria
Geóloga - Pesquisadora Científica V
Coordenadoria de Fiscalização
Ambiental - CREA-SP 5060321517



São Paulo, 22 de junho de 2016

Processo SMA: Nº 6.507/2011

Assunto: Solicita vistoria para avaliação de risco de escorregamento no Morro do Pinto, Guarujá.

Referência: Solicitação da Secretária-Adjunta da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo para monitoramento do risco no Morro do Pinto, Guarujá.

PARECER TÉCNICO IG-GUARUJÁ-SMA-22062016

1 INTRODUÇÃO

O presente parecer técnico tem como objetivo responder à solicitação do Gabinete da Secretaria Estadual do Meio Ambiente para monitorar a situação de risco de escorregamento no Morro do Pinto, Guarujá, em continuidade a vistoria realizada em 22/12/2015.

Anteriormente, esta área foi objeto de relatórios de vistorias e pareceres técnicos do Instituto Geológico, datados de 18/07/2011, 10/10/2012, 22/12/2015 e de relatório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, de 16/03/2015. Este último apresenta diretrizes para consolidação de área, indicando quatro tipos de intervenções: (a) desmontes e contenções de blocos e matacões de rocha, (b) alterações da geometria, por meio de abatimentos de porções de solo, (c) implantação de sistema de drenagem e (d) proteção superficial, por meio de telas metálicas e biomantas.

O presente parecer tem como base, vistoria de campo realizada em 05/05/2016, pelos pesquisadores científicos Cláudio José Ferreira e Daniela Girio Marchiori Faria (atualmente lotada na Coordenadoria de Fiscalização Ambiental, Centro Técnico Regional de Santos), pelo Especialista Ambiental Eduardo Andrade e pelo Técnico de Apoio à Pesquisa Gilberto da Silva Sanchez.

Cópia digital do presente parecer pode ser encontrada [neste endereço](https://docs.google.com/document/d/1_VyDnAdr8GL8h8wRLvzcClagqU3v4WCFjV1OwPdXuVc/edit?usp=sharing): https://docs.google.com/document/d/1_VyDnAdr8GL8h8wRLvzcClagqU3v4WCFjV1OwPdXuVc/edit?usp=sharing.

2. SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA

A Figura 1 mostra a localização da área no município do Guarujá, o aspecto geral da área em imagens datadas de 24/04/2016 e de 06/06/2009 e os pontos de referência P0 a P3 do relatório do IPT de 16/03/2015.

A vistoria se concentrou na área delimitada na Figura 1 que corresponde aos pontos P0, P1, P2 e P3, conforme Parecer Técnico IG-GUARUJÁ-SMA-221215. Em comparação com a



vistoria realizada pelo IG-SMA em 18/12/2015, este trecho da encosta (P0 a P3) manteve a cobertura de vegetação forrageira, arbustiva, solo exposto e árvores isoladas (Figura 1 e Figura 2C, 2F-G). Segundo informação dos moradores Diogo Coneglian e Paulo Roberto Pires há uma iniciativa dos próprios moradores de executar o plantio de vegetação na área desmatada.

Observa-se que não houve aumento da cobertura solo exposto, conforme observa-se nas imagens de satélite da Figura 1 e nas fotos de campo da Figura 2B-C. A barreira vegetal, composta por uma linha de árvores plantadas junto à base da encosta, mantém seu desenvolvimento, protegendo as edificações de possível impacto quando da ocorrência de escorregamentos ou queda e rolamento de blocos (Figura 1 e Figura 2D-E).



Figura 1. Localização da área vistoriada em 05/06/2016 (linha branca) em imagem de 24/04/2016. Convenções: (A) localização da área no município do Guarujá. (B) Imagem de 06/06/2009 mostrando a vegetação pouco desenvolvida e maior ocorrência de solo exposto. P0, P1, P2 e P3: pontos de controle do relatório do IPT, de 16/03/2015. Fonte das imagens: Google Earth.

Não foram observadas novas cicatrizes de escorregamento planar raso (Figura 2H-I), porém não houve qualquer recuperação da cobertura vegetal nas cicatrizes erosivas observadas em 18/12/2015, reforçando a necessidade de plantio de mudas para uma recuperação mais rápida da área.



Figura 2. Registro fotográfico da área vistoriada em 2011 (A), 2015 (B, D, F) e 2016 (E, F, G). A: Predomínio de solo exposto em 2011; B: avanço e crescimento da cobertura vegetal em 2015; C: Manutenção da vegetação e solo exposto em 2016. D, E: barreira vegetal composta por linha de árvores, situada no sopé da encosta; F, G: crescimento de vegetação arbustiva do topo para o meio da encosta; H, I: detalhe da cicatriz de escorregamento, exibindo material escorregado ainda presente na encosta.



Os blocos rochosos situados próximos ao ponto P3, identificado no relatório do IPT, com indicação de intervenções de desmonte, ancoragem e envelopamento de blocos rochosos estão mapeados na Figura 3. Não se observou qualquer situação de instabilidade iminente, no entanto a presença de feição erosiva do tipo ravina próxima a uma dos blocos indica que este pode instabilizar-se e médio e longo prazo.



Figura 3. A. Detalhe da delimitação de 13 blocos rochosos (polígonos de linha vermelha) situados na extremidade oeste da área. Linha amarela indica ravina próxima ao bloco. B. Localização geral da área com destaque para o setor de blocos (retângulo vermelho).

A Figura 4 mostra os acumulados mensais de chuva no período janeiro-abril de 2016 para os pluviômetros automáticos Forte dos Andrada e Jardim das Palmas, do Cemaden e os dados de média de 30 anos (figura 4C). No período há um acumulado de respectivamente, 569,38mm e 706,85mm para os pluviômetros Forte dos Andrada e Jardim das Palmas com concentração das chuvas no mês de fevereiro, inclusive situados acima da média histórica (Figura 4A). Os valores globais situam-se um pouco abaixo da média de 30 anos, de 913mm de chuva no período de janeiro a abril (dados Climatempo).



Nas vistorias de 18/12/2015 e 05/06/2016, observou-se residências em construção e em reformas situadas junto ao sopé do talude (Figura 5A, B, C). Além disso, conforme observa-se na Figura 2D-E e 5D existem lotes sem ocupações situados no sopé do morro, os quais deverão permanecer desocupados, servindo como faixa de segurança para os fundos das residências situadas próximas.

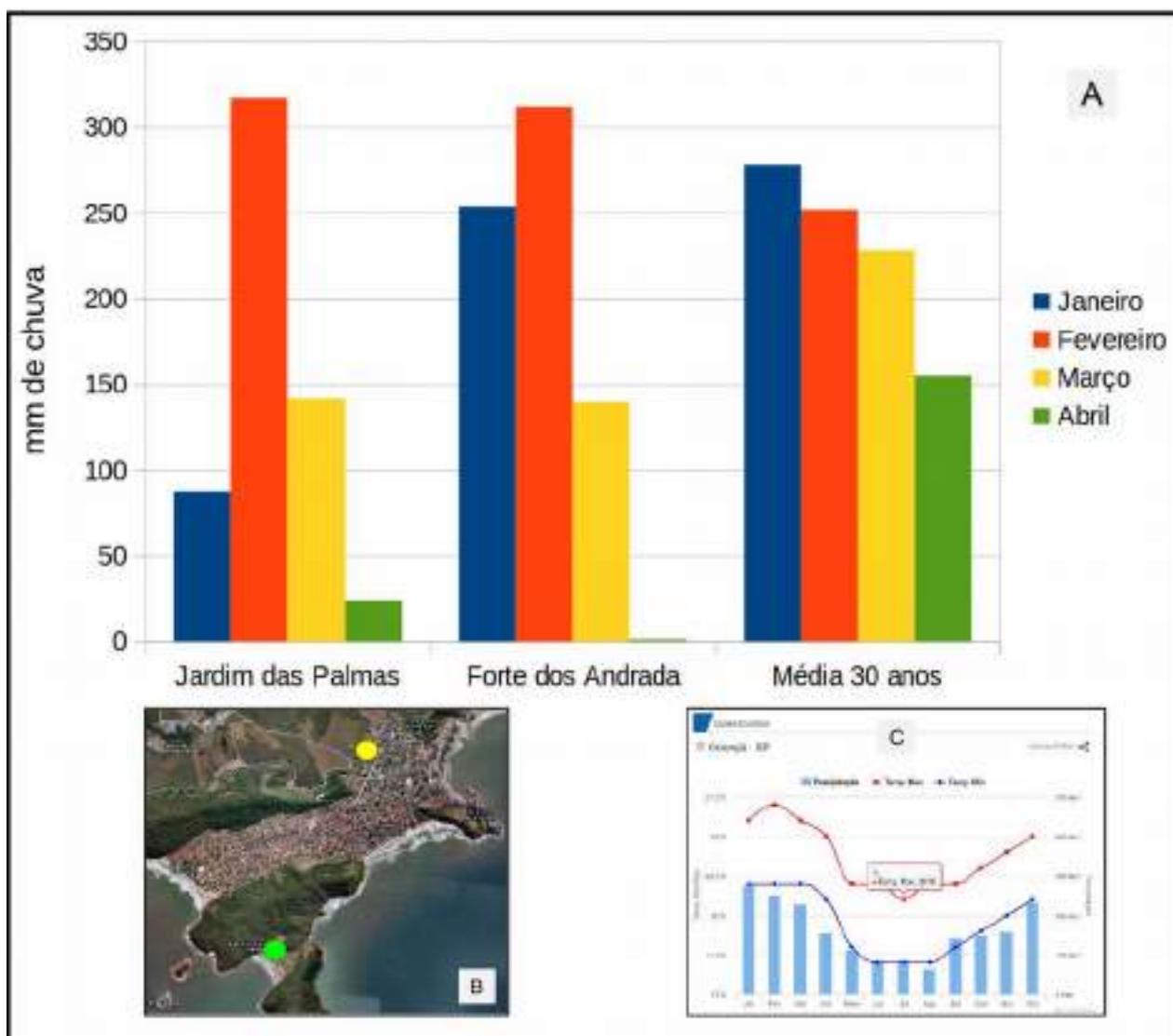


Figura 4. Distribuição dos acumulados mensais de chuva de pluviômetros próximos à área de estudo. B. Localização dos pluviômetros Forte dos Andrada (círculo verde), Jardim das Palmas (círculo amarelo). C. Média climatológica do Guarujá.



Figura 5. Exemplos de construção de moradias próximas ao talude (A-C) e lotes não ocupados (D).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A vistoria realizada em 05/05/2016 mostra que a área continua em acelerada recuperação da cobertura vegetal, no entanto, observou-se a permanência, a exemplo da vistoria anterior, a ocorrência pontos localizados de solo exposto, blocos em situação de instabilidade e ravina erosiva.

Mesmo considerando o período chuvoso de janeiro a abril de 2016 com valores acima da média para o mês de fevereiro, não foram observados novos escorregamentos de solo ou movimentação de blocos no período. Prevê-se a realização de novo monitoramento apenas no início da estação chuvosa de verão ou excepcionalmente, se houver algum evento perigoso de movimento de massa. Prevê-se a possibilidade de realização de sobrevoo de helicóptero para tomada de fotografias aéreas de baixa altitude, por meio do Centro Regional de Fiscalização Ambiental III de Santos, previsto para o final do mês de junho.

Recomenda-se que a Prefeitura Municipal, por meio da fiscalização de obras e da Defesa Civil Municipal evite a construções e/ou ampliações de residências junto ao sopé do morro.



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



Cláudio J. Ferreira
Pesquisador Científico
Instituto Geológico

Eduardo de Andrade
Especialista Ambiental
Instituto Geológico

Daniela Girio Marchiori Faria
Pesquisadora Científica
Coordenadoria de Fiscalização
Ambiental



São Paulo, 05 de fevereiro de 2018

Processo SMA: Nº 9.818/2014 (NIS 1844962).

Interessado: Gabinete do Secretário

Assunto: Processo de gestão da área denominada Morro do Pinto, localizada no município de Guarujá.

PARECER TÉCNICO IG-GUARUJÁ-SMA-05022018

1 INTRODUÇÃO

O presente parecer técnico tem como objetivo responder à solicitação do Gabinete da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, de 18/10/2017, para monitorar a situação de risco de escorregamento no Morro do Pinto, Guarujá.

Esta área foi objeto de vistorias e pareceres técnicos anteriores, do Instituto Geológico, datados de 18/07/2011, 10/10/2012, 22/12/2015, 22/06/2016 e de relatório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, de 16/03/2015. Este último consolida diretrizes para estabilização da área, indicando quatro tipos de intervenções: (a) desmontes e contenções de blocos e matacões de rocha, (b) alterações da geometria, por meio de abatimentos de porções de solo, (c) implantação de sistema de drenagem e (d) proteção superficial, por meio de telas metálicas e biomantas.

O presente parecer tem como base, vistoria de campo realizada em 21/11/2017, pelos pesquisadores científicos do Instituto Geológico, Antonio Carlos Moretti Guedes, Cláudio José Ferreira e Daniela Girio Marchiori Faria (esta última atualmente lotada na Coordenadoria de Fiscalização Ambiental, Centro Técnico Regional de Santos - CFA/CTRF-3) e pelo Especialista Ambiental João Thiago Wohnrath Mele (CFA/CTRF-3). Adicionalmente às observações no solo, utilizou-se, na vistoria, uma aeronave remotamente pilotada marca DJI, modelo Mavic Pro, para capturar imagens aéreas da área. Foram analisadas também imagens obtidas de sobrevôo de helicóptero realizado pela CFA/CTRF-3 em 27/06/2016.

A Figura 1 mostra a localização da área no município do Guarujá, o aspecto geral da área em imagens datadas de 07/07/2017 e os pontos de referência P0 a P3 do relatório do IPT de 16/03/2015, os quais delimitam a área de abrangência do estudo quanto à instabilidade geotécnica e a degradação ambiental.

Cópia digital do presente parecer pode ser encontrada [neste endereço: https://docs.google.com/document/d/1O6DzhF-scik6Gvzw7BwOFTQ83cgJCNTpV0Vd78L7aNng/edi](https://docs.google.com/document/d/1O6DzhF-scik6Gvzw7BwOFTQ83cgJCNTpV0Vd78L7aNng/edi). Esse relatório também foi autuado ao processo SMA Nº 6.507/2011 (NIS 1633108).



Figura 1. Área vistoriada em 21/11/2017 (linha branca) e sua localização no município do Guarujá (inserção no canto inferior direito). Convenções: P0, P1, P2 e P3: pontos de controle do relatório do IPT, de 16/03/2015 que delimitam a área crítica de instabilidade e degradação ambiental. Fonte das imagens: Google Earth, de 07/07/2017.

2. MONITORAMENTO DA ÁREA

Os principais itens observados foram: a) relação cobertura vegetal/solo exposto, b) ocorrência de escorregamentos, c) sistema de drenagem, d) situação dos blocos rochosos, e) barreira de proteção vegetal no sopé da encosta, f) presença de resíduos de construção civil e g) pluviometria.

Em comparação com a vistoria realizada pelo IG-SMA em 05/05/2016, o trecho em análise manteve a tendência de aumento da cobertura de vegetação forrageira, arbustiva e árvores isoladas e a diminuição do solo exposto (Figura 2).

Em relação ao processo de escorregamento foram delimitadas 10 cicatrizes com base em imagem Google Earth de 07/07/2017 (Figuras 2F). A vistoria de campo mostrou nova reativação de antiga cicatriz de escorregamento planar raso, cujo material mobilizado de pequeno volume não atingiu a base da encosta (Figura 3). Não foram observadas novas cicatrizes de escorregamento planar raso desde a última vistoria, porém as cicatrizes erosivas observadas em 05/05/2016 continuam sem qualquer recuperação da cobertura vegetal (Figura 4). Isto indica que dificilmente haverá uma recuperação natural nestas porções sem a tomada de medidas de redução da declividade, controle do escoamento superficial de água e proteção superficial do solo.



Figura 2. Registros fotográficos de campo (A-D) e imagens de satélite (E-F) da área vistoriada em diversas épocas. A: 2011 (17/06/2011); B: 2015 (18/12/2015); C: 2016 (05/05/2016); D: 2017 (21/11/2017); E: ortofoto digital 2011 projeto Mapeia São Paulo; F: ortofoto digital Google Earth (07/07/2017). Observa-se a redução da área de solo exposto de 2011 para 2017 e o aumento de cobertura vegetal herbácea-arbustiva, principalmente um tipo de samambaia do gênero *Gleichenia*. Pode ter havido influência das estações no vigor da vegetação, considerando que em 2011 e 2016 as fotos de campo foram tiradas no final do outono (estação seca) e em 2015 e 2017 no final da primavera (estação de chuvas). Estão indicadas nas imagens de satélite (figuras E-F) cicatrizes de escorregamentos obtidas na imagem de 2017 (polígonos de cor magenta) indicando que a maioria delas já existia pelo menos desde 2009 e sofreram, possivelmente, reativações posteriores.



Figura 3. Cicatriz de escorregamento planar raso próximo ao Ponto P0 reativada desde a última vistoria. A: Imagem de drone, onde a seta amarela indica a cabeceira da cicatriz; B: Localização da cicatriz na encosta (indicada pela seta amarela); C, D, E: Detalhes da cicatriz de escorregamento situada entre a vegetação, sem que o material mobilizado atingisse o sopé da encosta.



Figura 4. Cicatrizes de escorregamentos planares rasos próximos ao Ponto P2 sem reativação desde a última vistoria. A: Imagem de drone indicando as cicatrizes e processos erosivos com solo exposto; B: localização da cicatriz exibida nas fotos A, C e D (indicada pela seta amarela); C e, D: Detalhes das cicatrizes.



A falta de disciplinamento do escoamento superficial das águas pluviais é uma das principais causas da instabilidade da área, necessitando de tratamento imediato do problema (Figura 5). O escoamento ocorre em sulcos desde o topo da encosta, paralelamente à face do talude (Figura 5C) e é capturado por canaleta de drenagem feita simplesmente pela escavação do solo, sem qualquer estrutura de engenharia e sistema de atenuação por escadas hidráulicas (figuras 5A-B) o que provocou a formação de ravina desde pelo menos 2009 (Figura 5A-B-C). A canaleta de drenagem pode concentrar a infiltração de água e aumentar a probabilidade de ocorrer um rompimento do talude de maior porte em relação aos observados até o momento.

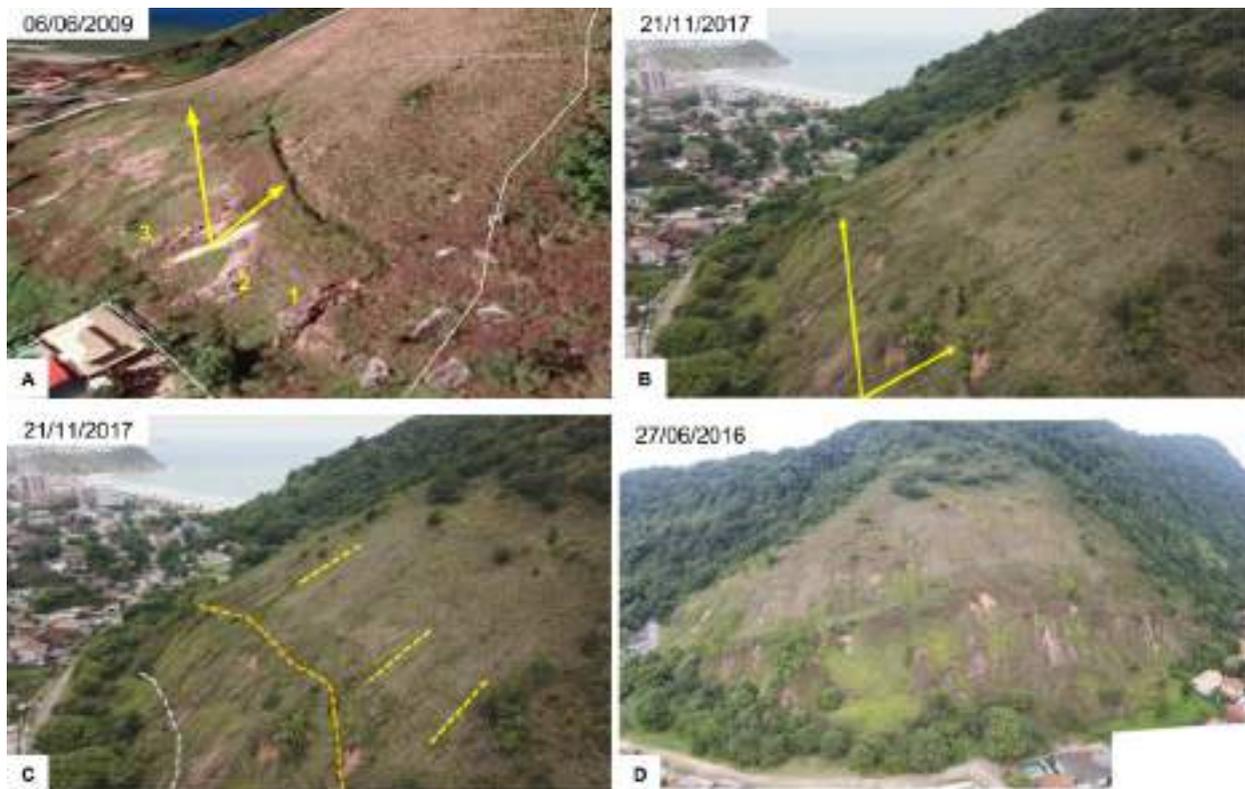


Figura 5 - Registro fotográfico com drone. A: Indicação de canaleta de drenagem que evoluiu para ravina erosiva; os principais blocos rochosos também estão em destaque (polígonos circunscritos em branco e numerados de 1 a 3, conforme figura 6) (imagem Google Earth em modo tridimensional); B: Indicação (setas amarelas) da canaleta de drenagem (imagem drone); C: Indicação dos sulcos provenientes do escoamento superficial na encosta (linha tracejada em amarelo), da canaleta de drenagem (linha tracejada em laranja) e de material mobilizado e depositado (solo e/ou rocha) na base do talude (linha tracejada em verde claro) (imagem drone); (D) Vista geral da área (imagem do sobrevôo CFA/CTRF-3 de 27/06/2016).

Os blocos rochosos situados próximos ao ponto P3 (Figura 1), identificado no relatório do IPT, com indicação de intervenções de desmonte, ancoragem e envelopamento de blocos rochosos estão indicados na Figura 6A e B. Estes blocos rochosos (numerados 1, 2 e 3 nas figuras 5A e 6A-B) situam-se à montante da edificação nº 16 na Rua Thiago da Silva. Os blocos 1 e 2 estão na direção da Rua e da edificação, respectivamente. À esquerda do Bloco 03 existem lotes sem ocupações situados no sopé do morro, os quais deverão permanecer desocupados,

servindo como faixa de segurança para os fundos das residências situadas próximas frente ao perigos de deslocamento dos blocos mostrados na Figura 6 C-D.

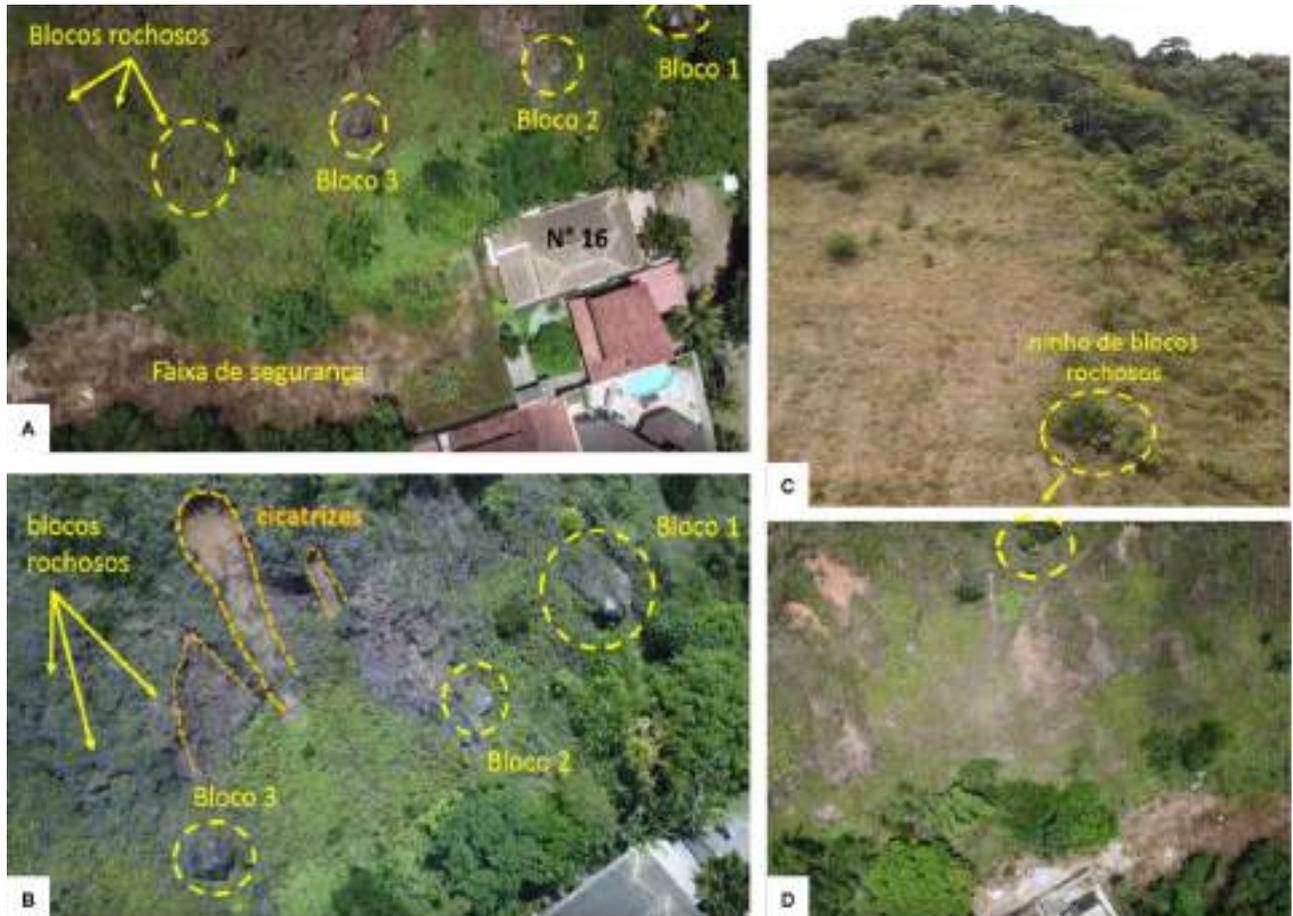


Figura 6. Registro fotográfico dos blocos rochosos (imagens drone, de 21/11/2017). A, B: Blocos rochosos à montante da casa n° 16 da Rua Thiago da Silva e da faixa de segurança no sopé da encosta; C, D: Grupo de blocos menores situados à meia encosta em posição superior e à esquerda dos blocos mostrados nas figuras A-B.

Devido à dificuldade de acesso, não foi feita uma avaliação bloco a bloco que permita verificar indícios de movimentação, no entanto, as informações das imagens, o posicionamento dos blocos na encosta e a atividade dos processos erosivos circundantes ressalta a necessidade de medidas de estabilização, conforme sugerido pelo relatório IPT.

Sugere-se que seja avaliada em termos de custos, a aplicação do método de imageamento interferométrico por meio de radar de abertura sintética (InSAR) para verificar se existe movimentação de solo e dos blocos da encosta. Em relação à proteção das residências, uma solução alternativa que merece ser avaliada quanto aos custos é a instalação de barreiras de proteção contra desprendimento de rochas. A Figura 7A mostra exemplo de aplicação do método INSAR para caracterização da deformação do terreno pré-ocorrência de um escorregamento e a Figura 7B, um exemplo de sistema de proteção contra queda de rocha.

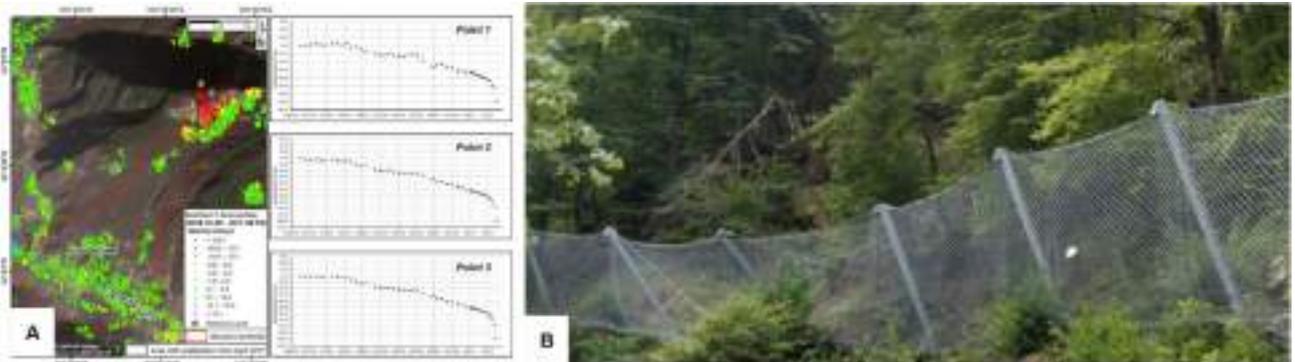


Figura 7. A: Exemplo de aplicação do método INSAR para caracterização da deformação do terreno pré-ocorrência do escorregamento Maoxian, Município de Mao, Província Sichuan, China (Intrieri et al. 2017. The Maoxian landslide as seen from space: detecting precursors of failure with Sentinel-1 data. Landslides, DOI 10.1007/s10346-017-0915-7. Disponível em: <https://goo.gl/iyP5e5> . Acesso em: 08 de jan 2018. B: Exemplo de barreira de proteção contra queda e rolamento de blocos de rochas que pode ser aplicado na área (fonte: Geobruigg, disponível em <https://goo.gl/o9CEHz>).

A barreira vegetal, composta por uma linha de árvores plantadas junto à base da encosta, mantém seu desenvolvimento, protegendo as edificações de possível impacto quando da ocorrência de escorregamentos ou queda e rolamento de blocos (Figura 1, Figura 3A e Figura 5C). Outra medida que pode ser adotada é extensão da barreira vegetal no sopé da encosta, por meio do plantio de espécies nativas de crescimento rápido, com raízes que se fixem com maior adequabilidade a terrenos íngremes e com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de maior volume, conforme listagem da Tabela 1.

Tabela 1. Espécies adequadas para extensão da barreira vegetal no sopé da encosta.

<ul style="list-style-type: none">● Pau viola - <i>Citharexylum myrianthum</i>● Ingá – <i>Inga edulis</i>● Calabura - <i>Muntingia calabura</i>● Aroeira – <i>Schinus mole</i>● Embaúba – <i>Cecropia sp.</i>● Jacarandá - <i>Dalbergia villosa</i>● Ceiba ou paineira - <i>Caiba erianthos</i> (Cav.) Schumann● Chá de bugre - <i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>● Monjoleiro - <i>Acacia polyphylla</i>.● Babosa branca - <i>Cordia superba</i>● Capixingui - <i>Croton floribundus</i>● Gabiroba - <i>Campomanesia pubescens</i>● Guaçatonga - <i>Casearia sylvestris</i>● Joá - <i>Solanum granuloseprosum</i>	<ul style="list-style-type: none">● Leiteiro - <i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i>● Sena - <i>Senna macranthera</i>● Mutambo - <i>Guazuma ulmifolia</i>● Pitanga - <i>Eugenia uniflora</i>● Sangra d'água - <i>Croton urucurana</i>● Tamanqueira - <i>Aegiphila integrifolia</i>● Unha de vaca - <i>Bauhinia forficata</i>● Candeia - <i>Moquiniastrum polymorphum</i>● Crista de galo - <i>Erythrina cristagalli</i>● Ipê amarelo cascudo - <i>Handroanthus chrysotrichus</i>● Pau cigarra - <i>Senna multijuga</i>● Guara-mirim - <i>Myrcia multiflora</i>● Cabeludinha - <i>Myrciaria glazioviana</i>● Aroeira pimenteira - <i>Schinus terebinthifolius</i>
--	--

Em parte da área com lotes desocupados, ocorreu a deposição de entulho proveniente de construção (Figura 8), os quais deverão ser retirados para realizar o plantio de árvores (espécies

nativas), com o objetivo de continuidade da barreira vegetal no sopé da encosta. Esses entulhos impedem a regeneração natural da vegetação.



Figura 8. Entulho proveniente de construção depositado em terreno impedindo a regeneração natural da vegetação. (A) vista geral do local de deposição do entulho; (B) vista em detalhe do entulho.

A Figura 9 mostra os acumulados mensais de chuva no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2017 e a média climatológica de 30 anos com base nos dados do CEMADEN e Clima Tempo, respectivamente.



Figura 9. Distribuição dos acumulados mensais de chuva no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2017 e média climatológica de 30 anos. Fonte das informações: CEMADEN: acumulados mensais de chuva - pluviômetro Forte dos Andradas, exceto outubro e novembro de 2016 (dados do pluviômetro Jardim das Palmas). Clima Tempo: média climatológica de 30 anos para o Guarujá.



Os dados da Figura 9 mostram que no período há um acumulado anual, de respectivamente, 1946, 2025, 1325 e 1769, para a média de 30 anos, 2015, 2016 e 2017. Observa-se que para 2016 e 2017 os acumulados anuais são menores que a média acumulada anual histórica, enquanto 2015 apresenta um valor maior. Em relação aos acumulados mensais, para 2015, os valores são maiores que a média climatológica para os meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro e menores ou iguais para os demais meses. Em 2016, os acumulados mensais foram maiores para os meses de fevereiro, maio, outubro e novembro, sendo próximos ou menores para os demais meses. Em 2017, os acumulados mensais são fortemente maiores que a média climatológica apenas para os meses de janeiro e março, sendo próximos ou menores para os demais meses. Nestas condições meteorológicas, de baixa pluviosidade, a encosta em estudo mostra-se estável no período 2015-2017 com exceção dos escorregamentos de pequeno volume relatados nas vistorias de 2015 e na atual. No entanto, o aumento de acumulados pluviométricos e a própria evolução gradual dos processos erosivos existentes mantém a avaliação de risco alto para os processos de escorregamentos e queda/rolamento de blocos rochosos (Relatório de Vistoria Técnica IG/SMA de 18/07/2011).

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A vistoria realizada em 21/11/2017 com a utilização de aeronave remotamente pilotada possibilitou o mapeamento mais preciso das feições erosivas, cicatrizes de escorregamento e posição dos blocos rochosos na encosta em relação às edificações situadas na base da encosta.

O desenvolvimento das feições erosivas, tais como sulcos e ravinamentos podem comprometer irremediavelmente a estabilidade da encosta, podendo evoluir para processos de escorregamentos caso não sejam realizadas as medidas de recuperação indicadas.

Sugere-se adicionalmente que sejam avaliados os custos da aplicação do método de imageamento interferométrico por meio de radar de abertura sintética (InSAR) para estimar a movimentação da escala e da aplicação de sistemas de barreiras de proteção contra desprendimento de rochas na base da encosta, o que pode ser uma alternativa para redução dos riscos de movimentação dos blocos rochosos, principalmente os situados na extremidade oeste da área.

Outra proposição nova é a de extensão, a médio prazo, da barreira vegetal no sopé da encosta, por meio do plantio de espécies nativas de crescimento rápido, com raízes que se fixem com maior adequabilidade a terrenos íngremes e com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de maior volume.

Avalia-se como urgente a execução de obras de drenagem superficial, tais como: canaletas, dissipadores de energia (escadas d'água), caixas de passagem, conforme indicado no relatório do IPT.

O monitoramento da área deve ser realizado conforme preconiza o Plano Preventivo de Defesa Civil específico para Escorregamento da Serra do Mar e adotada a remoção preventiva



dos moradores, cujas casas situam-se mais próximas do sopé da encosta, em épocas de chuvas mais intensas.

Recomenda-se que a Prefeitura Municipal, por meio da fiscalização de obras e da Defesa Civil Municipal evite a construções e/ou ampliações de residências junto ao sopé do morro, até que as medidas de estabilização da áreas sejam concretizadas.

Cláudio J. Ferreira
Pesquisador Científico
Instituto Geológico

Daniela Girio Marchiori Faria
Pesquisadora Científica
Coordenadoria de Fiscalização Ambiental

Antonio Carlos Moretti Guedes
Pesquisador Científico
Instituto Geológico

JOAO THIAGO
WOHRNATH
MELE:31899231
838

Assinado de forma digital
por JOAO THIAGO
WOHRNATH
MELE:31899231838
Data: 2017.11.30
16:13:28 -0200'

João Thiago Wohnrath Mele
Diretor CTRF3/CFA/SMA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
SUBSECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO GEOLÓGICO



São Paulo, 27 de fevereiro de 2019

Processo SMA: N° 9.818/2014 (NIS 1844962).

Interessado: Gabinete do Secretário

Assunto: Processo de gestão da área denominada Morro do Pinto, localizada no município de Guarujá.

PARECER TÉCNICO IG-GUARUJÁ-SIMA-27022019

1 INTRODUÇÃO

O presente parecer técnico tem como objetivo responder à solicitação do Gabinete da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, de 26 de dezembro de 2018, para monitorar a situação de risco de escorregamento no Morro do Pinto, Guarujá.

Esta área foi objeto de vistorias e pareceres técnicos anteriores, do Instituto Geológico, datados de 18/07/2011, 10/10/2012, 22/12/2015, 22/06/2016, 05/02/2018 e de relatório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, de 16/03/2015. Este último consolida diretrizes para estabilização da área, indicando quatro tipos de intervenções: (a) desmontes e contenções de blocos e matacões de rocha, (b) alterações da geometria, por meio de abatimentos de porções de solo, (c) implantação de sistema de drenagem e (d) proteção superficial, por meio de telas metálicas e biomantas.

O presente parecer tem como base, vistoria de campo realizada em 27/02/2019, pelos pesquisadores científicos do Instituto Geológico, Cláudio José Ferreira, Daniela Girio Marchiori Faria e Geóloga Cassandra Maroni Nunes (estas últimas atualmente lotadas na Coordenadoria de Fiscalização Ambiental, Centro Técnico Regional de Santos - CFA/CTRF-3).

A Figura 1 mostra a localização da área no município do Guarujá, o aspecto geral da área em imagem datada de 11/06/2018 e os pontos de referência P0 a P3 do relatório do IPT de 16/03/2015, os quais delimitam a área de abrangência do estudo quanto à instabilidade geotécnica e a degradação ambiental.

Cópia digital do presente parecer foi autuado ao processo SMA N° 6.507/2011 (NIS 1633108) e também pode ser encontrada [neste endereço:](https://docs.google.com/document/d/1TP5Qllt02o1_HzNKAXP_fN3ytLSzUqiV0G61hF_1h2o/edit?usp=sharing) https://docs.google.com/document/d/1TP5Qllt02o1_HzNKAXP_fN3ytLSzUqiV0G61hF_1h2o/edit?usp=sharing.



Figura 1. Área vistoriada em 27/02/2019 (linha branca) e sua localização no município do Guarujá (inserção no canto inferior direito). Convenções: P0, P1, P2 e P3: pontos de controle do relatório do IPT, de 16/03/2015 que delimitam a área crítica de instabilidade e degradação ambiental. 3A-I: localização das fotos conforme figura 3. Fonte da imagem: Google Earth, de 11/06/2018.

2. MONITORAMENTO DA ÁREA

Os principais itens observados foram: a) relação cobertura vegetal/solo exposto, b) ocorrência de escorregamentos, c) sistema de drenagem, d) situação dos blocos rochosos, e) barreira de proteção vegetal no sopé da encosta, f) presença de resíduos de construção civil e g) pluviometria.

Em comparação com a vistoria realizada pelo IG-SMA em 21/11/2017 (parecer de 05/02/2018), o trecho em análise manteve a tendência de aumento da cobertura de vegetação forrageira, arbustiva e de crescimento das árvores isoladas e a diminuição do solo exposto, fenômeno observado continuamente desde 2009 (Figura 2).

Em relação ao processo de escorregamento foram delimitadas 11 cicatrizes com base em imagem Google Earth de 11/06/2018 (Figura 2G). Comparando-se com a imagem de 06/06/2009, que apresenta 19 cicatrizes, observa-se que a maioria delas já resulta de escorregamentos antigos, pelo menos de 2009 e que em parte se recuperaram e em parte sofreram reativações posteriores. Apenas duas cicatrizes de 2018 não foram mapeadas na imagem de 2009 e aparecem apenas a partir da imagem de 08/04/2015.



Figura 2. Registros fotográficos de campo (A-E) e ortofotos digitais Google Earth (F-G) da área vistoriada em diversas épocas. A: 17/06/2011; B: 18/12/2015; C: 05/05/2016; D: 21/11/2017; E: 27/02/2019; F: 06/06/2009; G: 11/06/2018. Observa-se a redução da área de solo exposto de 2009 para 2019 e o aumento de cobertura vegetal herbácea-arbustiva, principalmente um tipo de samambaia do gênero *Gleichenia* e de unidades arbóreas. Manchas de solo exposto, interpretadas como cicatrizes de escorregamentos (figuras F-G) indicam que a maioria delas, exceto duas destacadas com círculo branco, já existia pelo menos desde 2009; das cicatrizes existentes em 2009, parte se recuperaram e parte sofreram reativações posteriores.

A figura 3 mostra os principais pontos monitorados. Não foram observadas novas cicatrizes de escorregamento planar raso desde a última vistoria, exceto pelo aumento da cicatriz observada no ponto representado pelas fotos 3C-D-E que expôs um pequeno bloco não observado na vistoria de 21/11/2017. As demais cicatrizes (figuras 3A-G-H) mantiveram-se com as mesmas dimensões, ainda que sem qualquer recuperação da cobertura vegetal, o que indica a ocorrência de processos erosivos. Nesta condições dificilmente haverá uma recuperação natural nestas porções sem a tomada de medidas de redução da declividade, controle do escoamento superficial de água e proteção superficial do solo.



Figura 3. Fotos de campo 27/02/2019. Comentários no texto.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
SUBSECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO GEOLÓGICO



A barreira vegetal, composta por uma linha de árvores plantadas junto à base da encosta, mantém seu desenvolvimento, protegendo as edificações de possível impacto quando da ocorrência de escorregamentos ou queda e rolamento de blocos (Figuras 1, 3B). Mantém-se a necessidade, reportada no parecer anterior (05/02/2018) de expandir a barreira vegetal no sopé da encosta, em direção à porção oeste da área (lotes não ocupados) por meio do plantio de espécies nativas de crescimento rápido, com raízes que se fixem com maior adequabilidade a terrenos íngremes e com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de maior volume, conforme listagem discriminada no relatório de 05/02/2018.

A parte da área com lotes não ocupados, ainda permanece entulhos proveniente de construção (Figura 3F), os quais não foram ainda retirados conforme sugerido no relatório anterior. Na presente vistoria observou-se que esta área foi cercada com o objetivo de manter equinos.

A falta de disciplinamento do escoamento superficial das águas pluviais é uma das principais causas da instabilidade da área, necessitando de tratamento imediato do problema (Figura 4). O escoamento ocorre em sulcos desde o topo da encosta, paralelamente à face do talude e é capturado por canaleta de drenagem feita simplesmente pela escavação do solo, sem qualquer estrutura de engenharia e sistema de atenuação por escadas hidráulicas o que provocou a formação de ravina desde pelo menos 2009 (Figura 4A-B-C). A canaleta de drenagem pode concentrar a infiltração de água e aumentar a probabilidade de ocorrer um rompimento do talude de maior porte em relação aos observados até o momento.

Os blocos rochosos situados próximos ao ponto P3 (Figuras 3H-I, 4C), identificado no relatório do IPT, com indicação de intervenções de desmonte, ancoragem e envelopamento de blocos rochosos estão delimitados na Figura 4C. Estes blocos rochosos situam-se à montante da edificação nº 16 na Rua Thiago da Silva e dos lotes não ocupados situados no sopé do morro. Devido à dificuldade de acesso, não foi feita uma avaliação bloco a bloco que permita verificar indícios de movimentação, no entanto, as informações das imagens, o posicionamento dos blocos na encosta e a atividade dos processos erosivos circundantes ressalta a necessidade de medidas de estabilização, conforme sugerido pelo relatório IPT.

A Figura 5 mostra os acumulados mensais de chuva no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2018 e a média climatológica de 30 anos com base nos dados do CEMADEN e Clima Tempo, respectivamente.

Esses dados mostram que no período há um acumulado anual, de respectivamente, 1946, 2025, 1325, 1769 e 1279, para a média de 30 anos, 2015, 2016, 2017 e 2018. Observa-se que para 2018 o acumulado anual tem o valor mais baixo em relação à média acumulada anual histórica e os anos anteriores. Em 2018, os acumulados mensais são em geral menores que a média climatológica com exceção dos meses de abril, junho, outubro e novembro. Nestas condições meteorológicas, de baixa pluviosidade, a encosta em estudo mostrou-se estável em 2018 com exceção de possível escorregamento de pequeno volume relatado (Figura 3C-D-E).



Figura 4 - Imagens Google Earth em modo tridimensional. Observa-se a canaleta de drenagem que evoluiu para ravina erosiva em 2009 (4A) e 2018 (4B, C). Os principais blocos rochosos situados à meia encosta podem ser observados (em destaque na figura 4C).

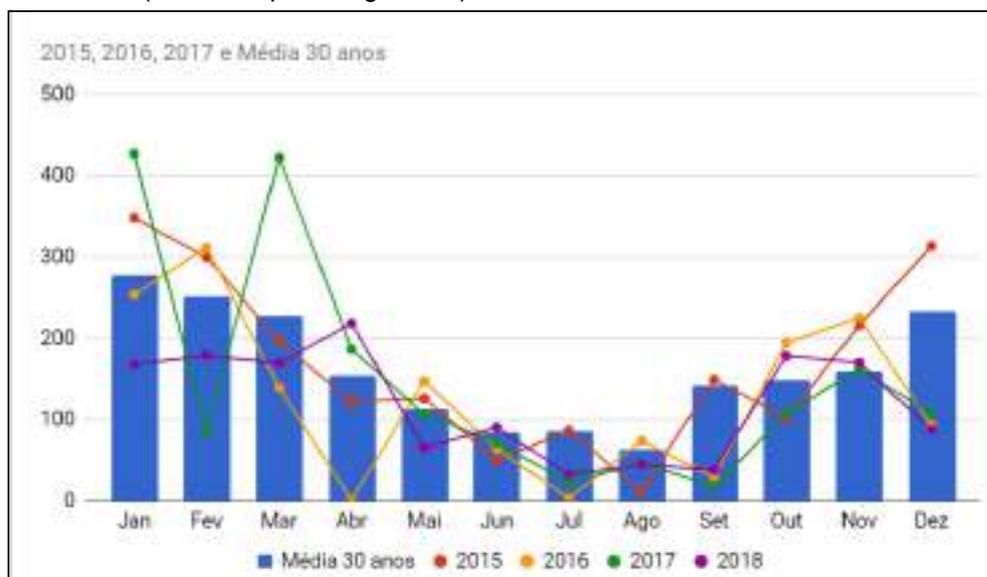


Figura 5. Distribuição dos acumulados mensais de chuva no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2018 e média climatológica de 30 anos. Fonte das informações: CEMADEN: acumulados mensais de chuva - pluviômetro Forte dos Andradás, exceto outubro e novembro de 2016 e pluviômetro Jardim das Palmas. Clima Tempo: média climatológica de 30 anos para o Guarujá.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
SUBSECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO GEOLÓGICO



3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A vistoria realizada em 27/02/2019 mostra a contínua recuperação da cobertura vegetal com exceção das cicatrizes de escorregamentos que permanecem sendo erodidas, causando a exposição do solo e eventualmente a instabilidade de blocos rochosos, o que pode comprometer a estabilidade da encosta e promover a evolução de processos de escorregamentos, caso não sejam realizadas as medidas de recuperação indicadas.

Avalia-se como prioritária a execução em curto prazo, das obras de drenagem superficial, tais como: canaletas, dissipadores de energia (escadas d'água), caixas de passagem, conforme indicado no relatório do IPT.

O monitoramento da área deve ser realizado conforme preconiza o Plano Preventivo de Defesa Civil específico para Escorregamento da Serra do Mar e adotados os procedimentos estabelecidos de acompanhamento meteorológico, vistoria de campo e retirada preventiva dos moradores, cujas casas situam-se mais próximas do sopé da encosta, no caso de evidências de movimentação do terreno em períodos de chuvas intensas.

Recomenda-se que a Prefeitura Municipal, por meio da fiscalização de obras e da Defesa Civil Municipal evite a construções e/ou ampliações de residências junto ao sopé do morro sem que o projeto inclua medidas de segurança, tais como obras geotécnicas.

Cláudio J. Ferreira
Pesquisador Científico
Instituto Geológico

Daniela Girio Marchiori Faria
Pesquisadora Científica
Coordenadoria de Fiscalização Ambiental