



**CORRIDA DE DETRITOS NA ENCOSTA DA SERRA DO MAR
ATINGINDO A E.T.A. PILÕES, NA BACIA PILÕES EM CUBATÃO-SP**

RELATÓRIO DIAGNÓSTICO

JUNHO/2013

	ORIGINAL	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6
DATA	10/06/2013						
EXECUÇÃO	Thomaz de Jesus						
VERIFICAÇÃO	Izabel Bastos						
APPROVADO	Roberto Kochen						



CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO	3
2	GEOLOGIA	5
3	PROCESSOS NATURAIS DA DINÂMICA SUPERFICIAL DAS ENCOSTAS	7
3.1	EROSÃO LAMINAR	8
3.2	EROSÃO EM SULCOS OU RAVINAS	8
3.3	EROSÃO POR BOÇOROCAS	8
3.4	RASTEJOS	8
3.5	ESCORREGAMENTOS	8
3.6	QUEDAS E TOMBAMENTOS	9
3.7	CORRIDA DE MASSA	9
3.8	DEBRIS FLOW	10
4	OBSERVAÇÕES DE CAMPO E DIAGNÓSTICO	14
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	21
6	MEDIDA DE PROTEÇÃO	17
7	MEMORIAL FOTOGRÁFICO	21



1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo apresentar o diagnóstico do escorregamento ocorrido na encosta da Serra do Mar atingindo a E.T.A. Pilões, através de análise dos documentos e as observações e recomendações feita durante as visitas técnicas realizadas nos dias 8 de abril e 10 de junho de 2013, na região da bacia do rio Pilões, município de São Bernardo do Campo, estado de São Paulo, por solicitação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).



2 LOCALIZAÇÃO

A E.T.A. Pilões esta localizada na bacia do rio Pilões, dentro do Parque Estadual da Serra do Mar, no municipio de São Barnado do Campo.

O ponto mais alto da cicatriz está localizado na coordenada $23^{\circ}53'29''\text{S}$ e $46^{\circ}30'29''\text{W}$, já a E.T.A. Pilões tem coordenada $23^{\circ}53'41''\text{S}$ e $46^{\circ}29'55''\text{W}$, como apresentado na Figura 1.

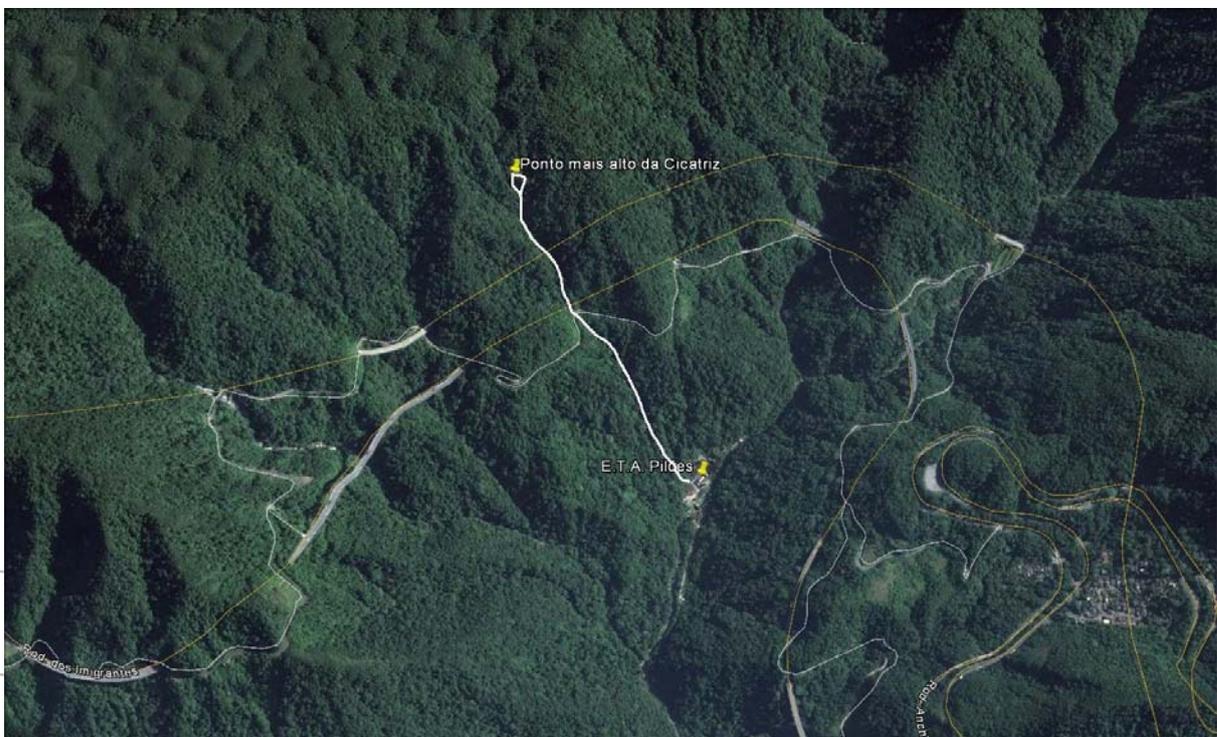


Figura 1- Localização aproximada do local da ruptura.



3 GEOLOGIA

A zona afetada apresenta a susceptibilidade de deslizamento devido à inclinação elevada, por, principalmente, se tratar de um relevo montanhoso com solos siltosos, sendo estes cambissolos. Essa susceptibilidade pode gerar um recalque médio onde pode haver instabilidade do talude de corte, aterro ou parede da escavação, através de deslizamento.

Cambissolos é a classe de solos constituídos por material mineral que tem como características diferenciais, argila de atividade baixa, com bastante mica, e horizontes pouco desenvolvidos, pouco profundos. São solos ácidos, de difícil penetração de água, encontrados em relevos mais ondulados, encontrados em superfícies mais jovens, nessa área provavelmente originados a partir de um sedimento aluvionar quaternário.

Sob ele está presente um embasamento do Complexo Embu, composto, nesse local, por migmatitos.

O Complexo Embu que corresponde a um desmembramento de uma unidade originalmente denominada Açungui, se divide em blocos com pequenas diferenças no conteúdo litológico, a área está contida no bloco Juquitiba, onde dominam migmatitos estromáticos com paleossoma xistoso (micaxisto e quartzo-mica-xisto) com intercalações de xisto, quartzitos feldspáticos e cálcio-silicatados e metabasitos. Outro tipo de migmatito são os migmatitos com estrutura oftálmica, localmente com termos equigranulares ou ainda com transição entre os migmatitos estromáticos e os oftálmicos.

Atualmente o Complexo Embu corresponde a uma área que vai desde o Paraná até o Espírito Santo, passando por São Paulo e Rio de Janeiro. Ocorre limitado a sudeste das falhas de Taxaquara, Jaguari, Monteiro Lobato e Jundiuvira, e a **noroeste da Falha de Cubatão**.

As Figuras 2 e 3 apresentam respectivamente os mapas de solos e geológico da região.



Figura 2: Mapa de solos.

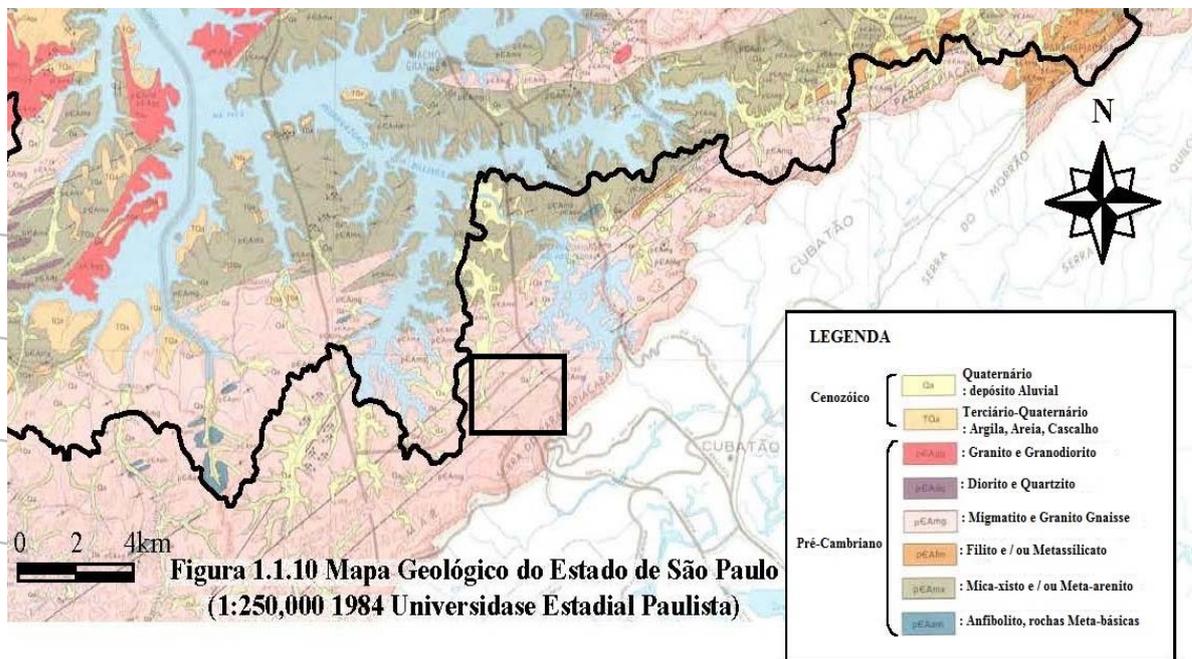


Figura 3: Mapa geológico.



4 PROCESSOS NATURAIS DA DINÂMICA SUPERFICIAL DAS ENCOSTAS

Encosta é uma superfície naturalmente inclinada. Na Geotecnia, a encosta recebe também o nome de talude natural e os declives de aterro, este último que é construído pelo homem, é assim chamado de talude artificial.

Em linhas gerais pode-se dizer que uma encosta é constituída por uma manta de material decomposto denominado de manta de intemperismo, que forma uma camada de alteração de solo/rocha gradativa sobre uma superfície rochosa.

Os principais processos naturais da dinâmica das encostas são: o transporte de massa e os movimentos gravitacionais de massa.

O processo de transporte de massa ou Erosão é definido por ser um processo de deslocamento de terra ou de rocha de uma superfície que é transportada por um meio transportador podendo ser a água, o ar e o gelo. Em nosso clima tropical predominam os processos de transporte pela água, onde se destacam:

- Erosão laminar;
- Erosão em sulcos ou ravinas;
- Erosão por boçorocas.

O processo de movimento gravitacional de massa são todos os processos de queda de rocha, fluxo de detritos e deslizamento de terra ocorrendo pequena e grande deslizamento de material. Este são classificados de diferentes formas, em função da geometria e/ou cinemática e/ou tipo de material destes processos. As principais categorias são:

- Rastejos;
- Escorregamentos;
- Quedas/tombamento;
- Corridas de massa.



4.1 EROSÃO LAMINAR

Acontece quando o escoamento da água encosta abaixo, “lava” a superfície do terreno como um todo, transportando as partículas sem formar canais definidos.

4.2 EROSÃO EM SULCOS OU RAVINAS

Ocorre por concentração do fluxo d’água em caminhos preferenciais, arrastando as partículas e aprofundando os sulcos, podendo formar ravinas com alguns metros de profundidade.

4.3 EROSÃO POR BOÇOROCAS

Constituem-se um estágio mais avançado da erosão, sendo caracterizadas pelo avanço em profundidade das ravinas até estas atingirem o lençol freático ou o nível d’água do terreno.

4.4 RASTEJOS

São movimentos lentos, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (poucos centímetros/ano), podendo ser contínuos ou pulsantes, estando associados a alterações climáticas sazonais (umedecimento e secagem). Este processo não apresenta superfície de ruptura bem definida. O rastejo pode, ainda, preceder movimentações mais rápidas, como, por exemplo, os escorregamentos.

4.5 ESCORREGAMENTOS

São aqueles onde a movimentação de massa foi localizada e cujos potenciais de dano estiveram associados à pequena distância de movimentação da massa rompida (solo, blocos, troncos e restos de vegetação).

Concentram-se nas regiões com declividades elevadas ou em bordas de canais submetidos à erosão e descalçamento da fundação. Podem ser naturais ou induzidos pela ocupação desordenada ou por práticas de construção pouco criteriosas. As aglomerações urbanas em regiões instáveis potencializam o



surgimento de zonas de risco iminente induzidos pela precipitação pluviométrica elevada.

4.6 QUEDAS E TOMBAMENTOS

Os movimentos tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ou lascas de rochas em movimento tipo queda livre. A ocorrência destes processos está condicionada à presença de afloramentos rochosos em encostas íngrimes, sendo potencializadas pelas amplitudes térmicas, através da dilatação e contração da rocha, e por descontinuidades (fraturas), que liberam blocos/lascas de rocha.

Os tombamentos são conhecidos como movimentos de basculamento, acontecem em encostas/taludes íngremes de rocha, com descontinuidades verticais. Em geral são movimentos mais lentos que as quedas e ocorrem, principalmente, em taludes de corte, onde a mudança da geometria acaba desconfinando estas descontinuidades e propiciando o tombamento das paredes do talude.

4.7 CORRIDA DE MASSA

São aquelas onde ocorreu grande movimentação de material (blocos, areia, lama, troncos, etc), com grande distância de transporte da massa rompida, ligada a um processo de liquefação de solo em função de elevada precipitação. A formação de uma onda de água, lama, rocha e troncos, fluiu das porções mais elevadas do anfiteatro das bacias de drenagem, após represamento em pontos específicos, e atinge as regiões da planície aluvial entulhando vales e gerando destruição de casas pontes e plantações.

*“As corridas de massa recebem diferentes denominações, dependendo das características do material mobilizado e das velocidades de deslocamento do processo. Na literatura nacional e internacional utilizam-se termos como: **corrida de lama (mud flow)**, consistindo de solo com alto teor de água; **corrida de terra (earth flow)**, cujo material predominante também é o solo mais com teor menor de água; e **corrida de detritos (debris flow)**, cujo material predominante é*



grosseiro, envolvendo fragmentos de rocha de vários tamanhos” (Antonio Manoel dos S. Oliveira e Sérgio N. Alves Brito 1998).

4.8 DEBRIS FLOW

As corridas de detritos ou “debris flow” é um processo natural de movimentação gravitacional de massa.

Este processo pode ser considerado um desastre natural, devido ao seu alto poder destrutivo e pelos danos por ele provocados. Essa classificação se dá pelo fato de ser um processo que mobiliza um volume expressivo de material, composto por um material grosseiro, que envolve fragmentos de rocha de diversos tamanhos em um curto espaço de tempo, assim adquirindo uma grande concentração de energia. Suas principais características são:

- Fenômeno muito rápido: em segundos ou em minutos;
- Massas de “detritos” percorrem grandes distâncias, mesmo em taludes suaves como 4, 6 e 8 graus;
- Escorregamentos: erosão de margens, remobilização de leito;
- Alta velocidades (20 a 100 km/h);
- Altas vazões de pico (10 a 20 ou mais vezes as vazões de água);
- Efeito bola de neve: erosão e destruição;
- Pressões de impacto de 30 a 1.000 kN/m².

A ocorrência de debris flow é mais frequente em encostas com alto índice de precipitação e elevadas inclinações, sendo assim mais presente em cadeias de montanhas tropicais. No Brasil este processo tem sua ocorrência com mais frequências na Serra do Mar, um exemplo foi o evento, ocorrido em 1999 na bacia do rio Pilões que se localiza na Serra do Mar no trecho de Cubatão.

Este evento interrompeu a Rodovia Anchieta por mais de 6 meses, na sua pista descendente, e foi objeto de relatório técnico e encaminhamento de soluções de estabilização definitiva por parte da GeoCompany.



A Foto 1 apresenta o trecho estabilizado com as soluções técnicas apresentadas pela GeoCompany.



Foto 1: Avaliação de estabilização definitiva e do dano ambiental no escorregamento de 500.000 m³ de solo e rocha, ocorrido no km 42 da Rodovia Anchieta.

A Tabela 1 apresenta as principais ocorrências de debris flow no Brasil.



Caso	H/L	Área da Bacia (km ²)	Chuva	Velocidade (m/s)	Volume (m ³)	Perdas
Serra das Araras, RJ, 23 de Janeiro de 1967			114mm/1h 275mm/24h	-	$> 10^7$	1200 mortes, mais de 100 casas destruídas, danos a estradas
Caraguatatuba, SP, 18 de Março de 1967	0,07		420mm/24h 586mm/48h	-	7×10^6 toneladas de sólidos	120 mortes, 400 casas destruídas, danos a estradas
Tubarão, SC, 1974			394mm/72h 742mm/16d	-	-	Cidade inundada com detritos
Petrópolis, RJ, 1988	-	-	145mm/24h 414mm/144h	-	-	171 mortes, 5000 casas afetadas
Cubatão - RPBC, SP, 1994	0,27	2,64	60mm/1h	10 m/s	3×10^5	Refinaria da Petrobras inundada com detritos, prejuízo de US\$44 mi de interrupção de operação e limpeza
Timbé do Sul, SC/RS, Dezembro de 1995	0,12	23,1	$>500\text{mm}/1\text{h}$	$>5\text{m/s}$	3×10^6	29 mortes, 20 casas destruídas, perdas na agricultura e pecuária
Cubatão - RPBC, SP, 1996	0,27	2,64	-	10 m/s	$1,6 \times 10^4$	Limpeza da Refinaria de Petrobras, protegida por obras de contenção
Ubatuba, SP, 1996	-	-	$>10\text{mm}/10\text{min}$ 442mm/13h	-	-	Danos severos à rodovia, sendo necessário trabalhos de estabilização
Quitute e Papagaio, RJ, 1996	0,47	2,13 (Q) 2,53 (P)	202mm/24h	2,5 m/s	9×10^4 (Q) 4×10^4 (P)	1 morte, centenas de casas destruídas
Rodovia Anchieta, Dez 1999	0,18	-	128mm/24h 274mm/72h	-	3×10^5	Rodovia afetada em trecho de 200m, tráfego interrompido por semanas

Tabela 1 – principais eventos históricos de debris flow (Kanji).

Um dos principais fatores da iniciação do debris flow é a infiltração de água e o consequente aumento de poro-pressão. Segundo Leroueil (2004), a infiltração de água e o consequente aumento de poro-pressão são as mais comuns causas de movimento de massa. Em geral, pode ser dito que o aumento da poro-pressão resulta no decréscimo da tensão efetiva e da resistência ao cisalhamento e, conseqüentemente, na redução do fator de segurança das encostas.

Estudos feitos por Van Dine (1985), com base em debris flow no oeste de Canadá, concluindo que, para pequenas bacias o ângulo de inclinação necessário para que ocorra o início do processo é maior, diminuindo progressivamente para bacias



maiores. Este fato pode ser devido à elevada concentração de água em pequenas bacias com os apoios de escoamento devido a desfiladeiros estreitos.

Assim pode-se dizer que os principais fatores para a ocorrência de debris flow são as formas das superfícies, sua composição geológica e também o volume de precipitação na região em um curto espaço de tempo.

Sendo este evento muito difícil de ser diagnosticado antes de sua ocorrência, causando assim sempre uma grande destruição quando ocorrido em encostas perto de áreas habitadas.



5 OBSERVAÇÕES DE CAMPO E DIAGNÓSTICO

A GeoCompany, por solicitação da SABESP, realizou nos dias 8 de abril e 10 de junho de 2013, visitas técnicas na área da E.T.A. Pilões devido a ocorrência de um escorregamento de grande porte ocorrido na encosta da serra do Mar no mês de fevereiro de 2013, sendo a mesma atingida e danificada parcialmente, tendo algumas de suas estruturas desativadas e removidas definitivamente.

Na visita técnica de abril de 2013, ainda não havia se iniciado a limpeza e retirada do material escorregado que atingiu a E.T.A. Pilões. Foi possível verificar a presença de detritos rochosos de diversos tamanhos, com presença de blocos de grandes dimensões.

Verificou-se que os detritos, blocos de diversas dimensões e troncos, ocuparam uma grande área da E.T.A. Pilões, cobrindo o reservatório de água tratada e atingindo outras edificações. Verificou-se também que a limpeza poderia ser feita em toda a área atingida, devendo ser cuidadosa próxima às estruturas que serão utilizadas ainda, e próximo ao pé do talude, na região por onde entrou o material escorregado na área da E.T.A.

Na visita técnica de junho de 2013, posteriormente a execução da limpeza da área da E.T.A. Pilões, verificou-se que os materiais e detritos que ocuparam a área da mesma foram retirados quase que em sua totalidade, sendo que somente a região mais próxima do pé do talude onde ocorreu o escorregamento não foi limpa, pois segundo colaboradores da SABESP, essa região não será mais utilizada.

Verificou-se também, que o edifício do laboratório foi desativado e removido em sua totalidade. O reservatório de água tratada, que havia sido coberto pelos detritos, estava em na fase final de sua limpeza interna, e externamente o mesmo já havia sido limpo.

As estruturas provisórias para o funcionamento da E.T.A. ainda permanecem em funcionamento.



O escorregamento tem o ponto mais alto da cicatriz na coordenada 23°53'29"S e 46°30'29"W, município de São Bernardo do Campo-SP, e entrou na área da E.T.A. Pilões, localizada na coordenada 23°53'41"S e 46°29'55"W, município de Cubatão-SP, pelo lado leste, cobrindo o reservatório de água tratada de 6,00 m de altura, atingindo o controle operacional, área administrativa e laboratório.

Segundo o monitoramento de pluviosidade da Defesa Civil municipal, na data da ocorrência, o índice foi de 104 milímetros, superando o volume de chuva do mês de fevereiro (91 mm).

A geologia do local apresenta condicionantes favoráveis à ocorrência de escorregamentos e deslizamentos, devido às inclinações elevadas do seu relevo montanhoso, com solos siltosos, sendo estes Cambissolos.

Conforme descrito anteriormente, essa elevada precipitação leva ao processo de elevação do N.A., com conseqüente ocorrência do processo de liquefação do solo, ou seja, o solo passa do estado sólido, para o estado líquido, ou ficam com a consistência de um líquido denso, formando uma onda de água, lama, rocha e troncos, fluindo das porções mais elevadas da bacia de drenagem.

A área da E.T.A. Pilões foi ocupada por um material predominante grosseiro, com fragmentos de rocha de diversos tamanhos, podendo assim o escorregamento ocorrido ser definido como corrida de detritos, ou "*debris flow*".

A Figura 4 apresenta o traçado da bacia de drenagem onde está localizada a E.T.A. Pilões e o ponto mais alto da cicatriz do escorregamento ocorrido.



Figura 4: Imagem aérea da bacia de drenagem onde está localizada a E.T.A. Pilões e a região do escorregamento.

O debris flow se inicia devido à infiltração de água, aumentando a poro-pressão, que é a pressão que o fluido exerce no interior dos poros do solo, resultando no decréscimo da tensão efetiva e da resistência ao cisalhamento, reduzindo assim o fator de segurança.



6 MEDIDA DE PROTEÇÃO

Neste item são apresentadas as considerações gerais sobre a medida de proteção da área da E.T.A. Pilões quanto ao potencial dano devido a ocorrência de debris flow. Posteriormente deverá ser executado um estudo dirigido especificamente e detalhado a este fenômeno, que deve ser distinguido dos demais fenômenos geotécnicos como escorregamento de taludes, eupturas de encostas, etc.

É importante observar que quedas de rochas, deslizamentos de terra, corridas de fluxos de massas, de detritos ou avalanches são esporádicos e imprevisíveis, podendo ser genericamente estimados e extrapolados, quanto a sua ocorrência em períodos de maior pluviosidade e expectativa de espessura de capas de tipos de solo/rocha (Gênese), bem como comportamento de encostas, em função do grau de investigação aplicado.

Deve também ser observado que a intervenção humana (ações antrópicas) e/ou fenômenos da natureza podem alterar algumas das hipóteses ou sub-avaliações intrínsecas nos métodos, muitas vezes empíricos, de análise técnica, como supressão/alteração da proteção vegetal, alteração de vegetação, por exemplo em novas áreas de cultivo, zonas de construções civis, etc., podendo alterar as condições de estabilidade local ou global das encostas e conseqüentemente alterar em algum grau as hipóteses de estudos de debris flow para uma determinada região.

Devido à multiplicidade de fatores que potencialmente podem afetar este evento, o estudo de debris flow não é e nem pode ser uma ciência exata, que garanta totalmente a proteção de indivíduos e propriedades.

Entretanto, pela aplicação de princípios renomados de engenharia e sondagem à uma gama previsível de parâmetros, em algum grau, e pela adoção de medidas adequadas de proteção corretamente implantadas em áreas de risco identificadas, a exposição à danos e perdas de propriedade pode ser reduzida substancialmente.



A inspeção e a manutenção das medidas de proteção são requisito absoluto para assegurar o nível de proteção desejado e devem ser efetuadas sempre que necessário e também segundo um plano específico. O sistema de proteção pode também ser prejudicado por eventos como desastres naturais, variabilidade geológico-geotécnica ou por falha no uso de componentes, sistemas e partes originais padrão prescritos, assim como também por corrosão (causada por poluição do meio ambiente ou outros fatores causados pelo homem ou por influência externa/interna).

Como alternativa de proteção da área da E.T.A. Pilões, poderá ser adotada a instalação de barreiras tipo Geobrugg, que deverá ser dimensionada detalhadamente na etapa de projeto básico e executivo, com utilização de dados obtidos através de ensaios e sondagens diversas, visitas técnicas multidisciplinares, inclusive de fornecedores topografia, abertura de picada na mata, sobrevoos, etc.

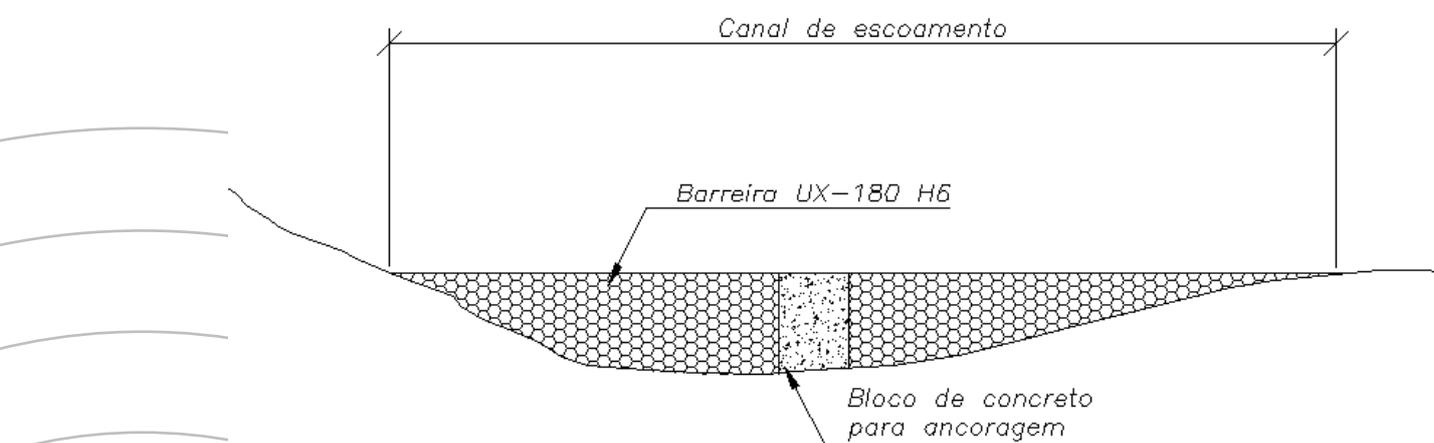


Figura 5: Exemplo esquemático de barreira de proteção.



Foto 2: Vista de barreira de proteção instalada.



Foto 3: Vista de barreira de proteção posteriormente a ocorrência de debris flow.

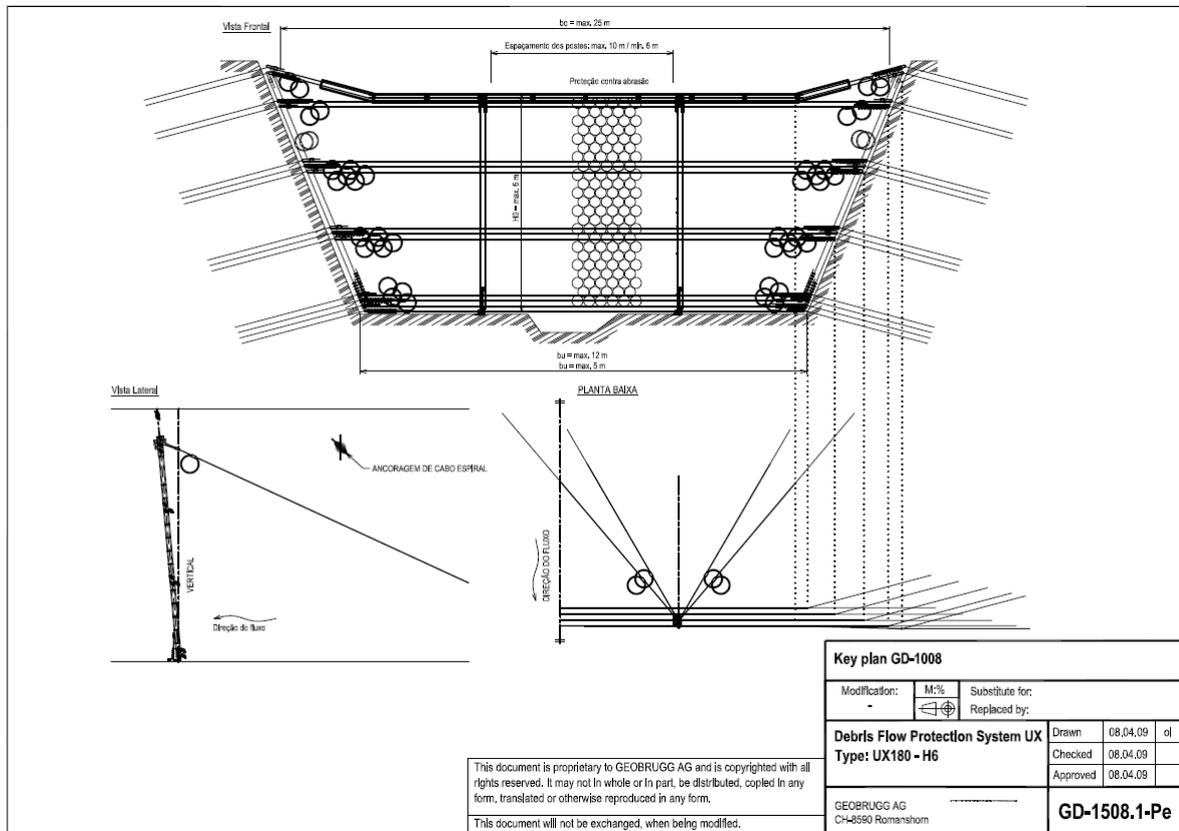


Figura 6: Exemplo esquemático de dimensionamento da barreira de proteção



7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente relatório apresentou o diagnóstico do escorregamento ocorrido na encosta da Serra do Mar atingindo a E.T.A. Pilões, através de análise dos documentos e as observações e recomendações feita durante as visitas técnicas realizadas nos dias 8 de abril e 10 de junho de 2013, na região da bacia do rio Pilões, município de São Bernardo do Campo, estado de São Paulo, por solicitação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Verificou-se que os detritos, blocos de diversas dimensões e troncos, ocuparam uma grande área da E.T.A. Pilões, cobrindo o reservatório de água tratada e atingindo outras edificações. Verificou-se também que a limpeza poderia ser feita em toda a área atingida, devendo ser cuidadosa próxima às estruturas que serão utilizadas ainda, e próximo ao pé do talude, na região por onde entrou o material escorregado na área da E.T.A.

Posteriormente a limpeza da área da E.T.A., verificou-se que os materiais e detritos que ocuparam a área da mesma foram retirados quase que em sua totalidade, sendo que somente a região mais próxima do pé do talude onde ocorreu o escorregamento não foi limpa, pois segundo colaboradores da SABESP, essa região não será mais utilizada.

Verificou-se também, que o edifício do laboratório foi desativado e removido em sua totalidade. O reservatório de água tratada, que havia sido coberto pelos detritos, estava em na fase final de sua limpeza interna, e externamente o mesmo já havia sido limpo.

O escorregamento teve início no ponto mais alto da cicatriz, município de São Bernardo do Campo-SP, e entrou na área da E.T.A. Pilões, localizada no município de Cubatão-SP, pelo lado leste, cobrindo o reservatório de água tratada de 6,00 m de altura, atingindo o controle operacional, área administrativa e laboratório.



A geologia do local é favorável à ocorrência de escorregamentos e deslizamentos, devido às inclinações elevadas do seu relevo montanhoso, com solos siltosos, sendo estes Cambissolos.

Em fevereiro, segundo a Defesa Civil municipal, na data da ocorrência, o índice pluviométrico foi de 104 milímetros, superando o volume previsto para mês. Essa elevada precipitação leva ao processo de elevação do N.A., com conseqüente ocorrência do processo de liquefação do solo, ou seja, o solo passa do estado sólido, para o estado líquido, ou ficam com a consistência de um líquido denso, formando uma onda de água, lama, rocha e troncos, fluindo das porções mais elevadas da bacia de drenagem.

A infiltração de água no solo aumenta a poro-pressão, que é a pressão que a água exerce no interior dos vazios do solo, resultando no decréscimo da tensão efetiva e da resistência ao cisalhamento, reduzindo assim o fator de segurança, até o momento em que esta resistência é menor que o ângulo local da encosta, momento em que ocorre o deslizamento/ruptura do solo local.

Analisando a documentação fotográfica disponível, pode-se verificar que há outros pontos com risco potencial de ocorrência de novos debris flows ou escorregamentos, portanto recomenda-se que seja executado um estudo específico para identificação dos pontos principais de risco, e dimensionamento de soluções de proteção conforme descrito a seguir.

Em suma, é imprescindível a realização de projeto executivo e implementação de medidas de proteção contra “debris flow”, evitando assim que a ocorrência de futuras corridas de detritos (muito provável devido à geomorfologia da região) danifique novamente e/ou inutilizem a E.T.A. Pilões.



8 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

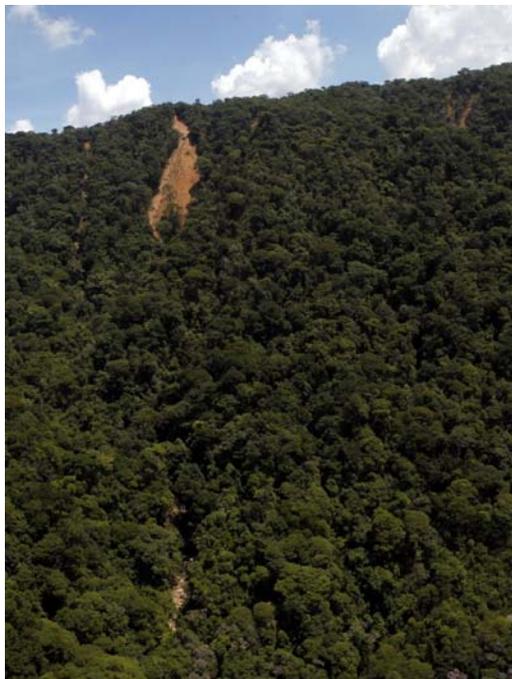


Foto 4: Vista geral da região superior da cicatriz formada pelo debris flow.



Foto 5: Vista geral da região superior da cicatriz formada pelo debris flow.



Foto 6: Vista geral da área da E.T.A. Pilões posteriormente a ocorrência do debris flow.



Foto 7: Vista geral da área da E.T.A. Pilões posteriormente a ocorrência do debris flow.



Foto 8: Vista geral da região superior da cicatriz formada pelo debris flow.



Foto 9: Vista geral da cicatriz formada pelo debris flow.

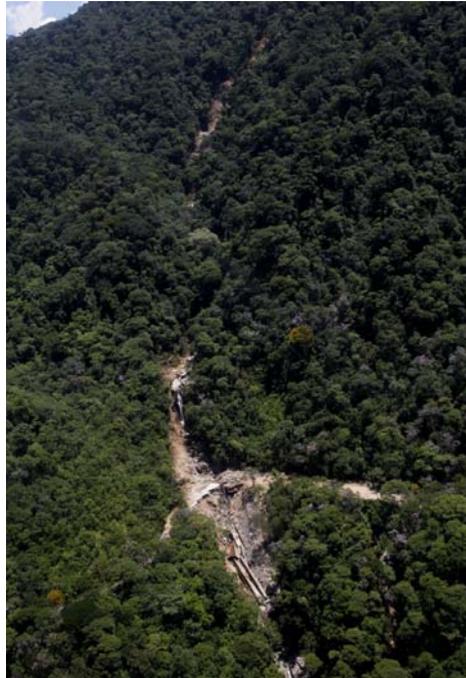


Foto 10: Vista geral da cicatriz formada pelo debris flow.

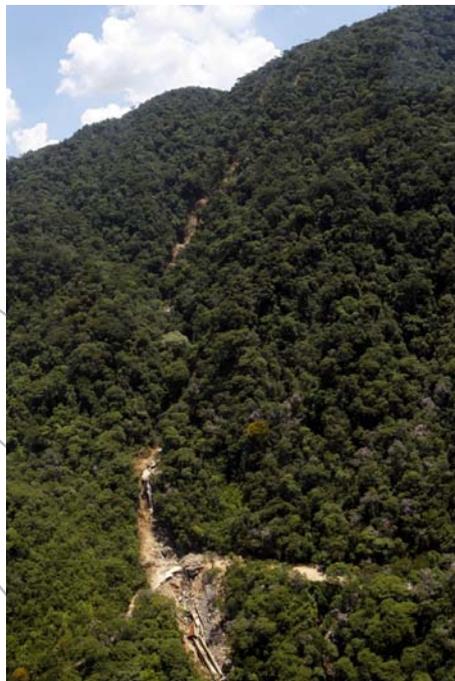


Foto 11: Vista geral da cicatriz formada pelo debris flow.



Foto 12: Vista da área da E.T.A. Pilões ocupada pelo material proveniente do debris flow.



Foto 13: Vista da área da E.T.A. Pilões ocupada pelo material proveniente do debris flow.



Foto 14: Vista da área da E.T.A. Pilões ocupada pelo material proveniente do debris flow.



Foto 15: Vista da área da E.T.A. Pilões ocupada pelo material proveniente do debris flow.



Foto 16: Vista do reservatório de água tratada da E.T.A. Pilões coberto pelo material proveniente do debris flow.



Foto 17: Vista da área da E.T.A. Pilões ocupada pelo material proveniente do debris flow.



Foto 18: Vista da área da E.T.A. Pilões ocupada pelo material proveniente do debris flow.



Foto 19: Vista da área da E.T.A. Pilões ocupada pelo material proveniente do debris flow.



Foto 20: Vista de prédio da E.T.A. Pilões ocupado por material proveniente do debris flow.



Foto 21: Vista de estrutura provisória para funcionamento da E.T.A. Pilões.



Foto 22: Vista interna de prédio da E.T.A. Pilões ocupado por material proveniente do debris flow.



Foto 23: Vista interna de prédio da E.T.A. Pilões ocupado por material proveniente do debris flow.



Foto 24: Vista interna de prédio da E.T.A. Pilões ocupado por material proveniente do debris flow.

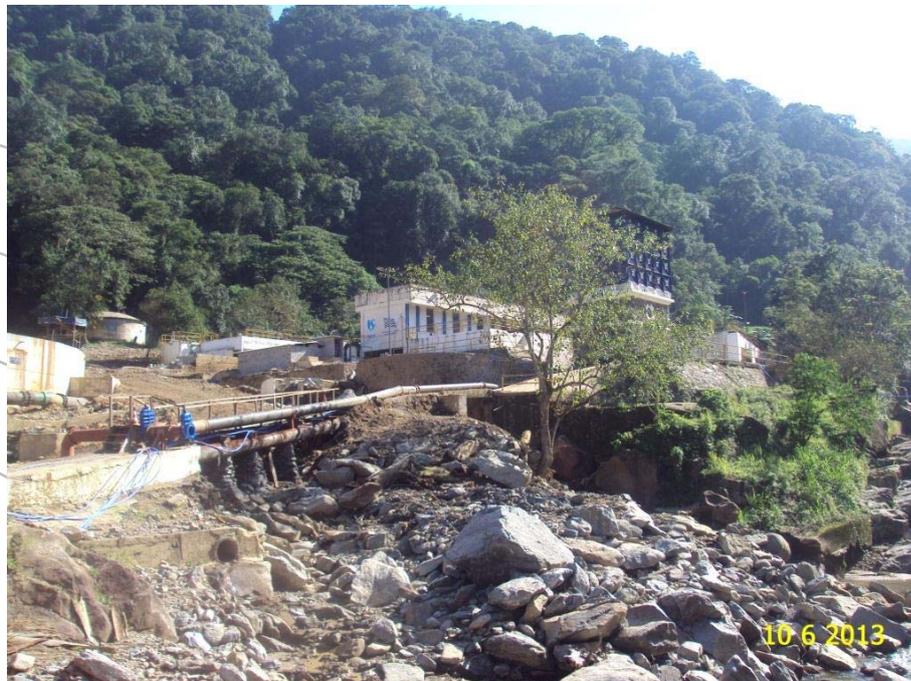


Foto 25: Vista geral da área da E.T.A. Pilões, posteriormente à execução da limpeza.



Foto 26: Vista geral da área da E.T.A. Pilões, posteriormente à execução da limpeza.



Foto 27: Vista da área onde foi desativado prédio do laboratório da E.T.A. Pilões.



Foto 28: Vista da região onde os detritos entraram na área da E.T.A. Pilões. Esta área não será limpa em sua totalidade pois ficará fora de uso.



Foto 29: Vista do reservatório de água tratada, posteriormente à execução da limpeza externa, e limpeza interna em fase de finalização.



Foto 30: Vista geral de curso d'água afluente do Rio Pilões, com passagem interna à área da E.T.A.



Foto 31: Vista geral da área da E.T.A. Pilões, posteriormente à execução da limpeza.



Foto 32: Vista da estrutura provisória da E.T.A. Pilões, em operação.