

LAUDO TÉCNICO nº 003/2018

Ouro Preto, 25 de janeiro de 2018

PROPRIETÁRIO / TEL.	Território Municipal
NATUREZA DO IMÓVEL:	Público
ENDEREÇO:	Rua Pirita e Rua Abelardo Braga, Bairro São Cristóvão
REFERÊNCIA:	Próximo à Caixa d'água
RG/CPF:	*****
SOLICITANTE:	Vários moradores atingidos pelo deslizamento

COORDENADAS DO LOCAL:

X: 654.670mE Y: 7.746.467mS Datum: WGS 84 Zona: 23K

RISCO GEOLÓGICO – CPRM / 2016*

A área analisada engloba 11 Setores (de 86 a 96), em anexo, com GRAU DE RISCO ALTO – R3 (CPRM/2016).



*Em dezembro de 2016 foi entregue ao município de Ouro Preto o trabalho intitulado "Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Atualização de Mapeamento – Ouro Preto/MG" realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Esse trabalho, sempre quando se aplicar direta ou indiretamente ao local vistoriado, será utilizado como referência pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Ouro Preto (Compdec – OP) a fim de balizar as tomadas de decisão por parte deste órgão junto ao município.

Página 1 de 25

Charles Romazâmu Murta: Eng. Geólogo (25/01/2018)	Rodrigo Bibiano da Silva: Téc. Geologia (25/01/2018)	Neri Moutinho Rômulo: Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)
--	---	--


CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS LOCAL:

**OBS.: Todas as informações citadas no corpo deste laudo serão complementadas, sempre que possível, com as fotografias do item "Relatório Fotográfico", cujas legendas são parte integrante do corpo desse documento.*

Na manhã do dia 06 de janeiro de 2018 a equipe da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Ouro Preto foi acionada para atendimento de uma ocorrência de movimentação de massa ocorrido na madrugada do mesmo dia, por volta das 02h00min., na parte alta da encosta que bordeja a Rua Perita no Bairro São Cristóvão.

Estudos já concluídos indicam que sob condições pluviométricas extremas, a saber 128mm de chuvas consecutivas em um intervalo de tempo equivalente a cinco dias, ou então 600mm de chuvas em um intervalo de 30 dias, movimentos de massa com grande potencial destrutivo podem ocorrer colocando em risco a incolumidade física dos moradores que ocupam áreas de risco em Ouro Preto. No caso aqui tratado, foram 12 dias consecutivos com chuvas constantes, deixando de chover apenas em dois dias dentro de um intervalo de tempo compreendido entre 26/12/2017 e 06/01/2018, dia do deslizamento. No total o acumulado pluviométrico registrado no período foi de 162,51mm, sendo que no dia 05/01/2018 choveu 36,6mm e no dia do deslizamento, 06/01/2018, choveu 40,85mm deflagrando o deslizamento do tipo planar na encosta à montante das residências.

De acordo com o mapeamento do Serviço Geológico do Brasil, nesta porção alta do Bairro São Cristóvão destacam-se **11 setores de risco alto que englobam 89 residências e aproximadamente 356** pessoas. As residências desses moradores expostos ao risco estão localizadas nas ruas Perita, Abelardo Braga e Waldomiro Felix de Matos. Parte dos setores 89 e 92 foram atingidos pelos detritos do movimento de massa. Estes setores totalizam 20 residências e aproximadamente 80 pessoas (destacados em vermelho na tabela abaixo). Para esse evento em específico, considerando apenas essa face da encosta, os setores 88, 90, 91 e 93 também estão susceptíveis ao mesmo tipo de movimento de massa planar, totalizando 17 residências e aproximadamente 68 pessoas (destacados em laranja na tabela abaixo). Os demais setores também se encontram expostos aos riscos altos de movimentos planares de massa como indicado no trabalho da CPRM (destacados em azul na tabela abaixo), mas não tem relação direta com o movimento de massa aqui analisado. O ANEXO I mostra as pranchas da CPRM para os setores 88, 89, 90, 91 e 92 de maior relevância neste estudo.

A Defesa Civil, em parceria com o STI da PMOP, está desenvolvendo um aplicativo para *Smartphone*

Página 2 de 25

 Charles Romazâmu Murta:
 Eng. Geólogo (25/01/2018)

 Rodrigo Bibiano da Silva:
 Téc. Geologia (25/01/2018)

 Neri Moutinho Rômulo:
 Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)



que irá indicar, dentre várias outras informações, todos os setores mapeados pela CPRM que serão sobrepostos à uma imagem de satélite do *Google Earth*. Dessa forma, brevemente todos os moradores atingidos por este evento e os demais ouropretanos poderão identificar seus imóveis na paisagem e verificar se estão dentro dos setores de risco alto geológico-geotécnico.

Ao todo foram contabilizadas 13 residências que se encontram em rota de colisão direta com o material desprendido na encosta e outras 16 residências que podem ser atingidas indiretamente. Isso perfaz um total estimado de 116 pessoas expostas ao alto risco de serem atingidas por um movimento planar com as mesmas características deste último ocorrido.

Vale ressaltar que o movimento que está sendo analisado e mencionado aqui se resume a um deslocamento superficial com aproximadamente 50cm de espessura nas primeiras camadas do itabirito que está coberto por uma camada laterítica popularmente conhecida como canga. Entretanto, sob índices pluviométricos extremos e com grandes acumulados por dias consecutivos, podem ocorrer deslizamentos com proporções maiores à semelhança daquele observado na encosta que deslizou sobre o Terminal Rodoviário no ano de 2012, visto que a litologia e o arcabouço estrutural da rocha são os mesmos comparados com o material do local aqui investigado. Neste caso, ocorrendo um movimento com essa magnitude, poder-se-ia atingir um número muito maior de residências e pessoas.

É uma situação muito grave de risco geológico-geotécnico ao qual os moradores locais se encontram expostos, visto que já existem indícios recentes evidentes de que o terreno encontra-se propenso às movimentações previstas em vários estudos.

SETOR DE RISCO ALTO	Nº DE RESIDÊNCIAS	Nº DE PESSOAS*
86	7	28
87	14	56
88	1	4
89	16	64
90	7	28
91	4	16
92	4	16
93	5	20
94	1	4
95	16	64
96	14	56
TOTAL	89	356

*Número aproximado considerando quatro moradores por residência.



Além da setorização de risco já citada e que foi realizada pela CPRM em 2016, vale ressaltar que com as coordenadas cartesianas coletadas no local, a área analisada se enquadra nos Mapas de Risco e Susceptibilidade a Escorregamentos da Cidade de Ouro Preto / MG dentro das seguintes classes:

- **RISCO**: – Muito Alto
- **SUSCEPTIBILIDADE**: – Muito Alta

A classificação apresentada mostra uma visão holística da estabilidade geológica da área analisada. Os mapas citados são produtos do trabalho desenvolvido por FONTES, M.M.M., intitulado *Contribuição para o Desenvolvimento da Metodologia de Análise, Gestão e Controle de Riscos Geotécnicos para a Área Urbana da Cidade de Ouro Preto, 2011*. A título de exemplo, um médio grau de risco geotécnico está diretamente relacionado a uma média densidade demográfica local, ou seja, ao número de pessoas diretamente expostas ao perigo natural. Contudo, uma susceptibilidade alta a muito alta à movimentação de massa (perigo natural) indica que o terreno naturalmente apresenta características geotécnicas que favorecem de maneira significativa a ocorrência de um escorregamento na área estudada.

O terreno local é composto em sua camada superior por uma carapaça de canga laterítica e por solo residual saprolítico de Itabirito do Grupo Itabira pertencente ao Supergrupo Minas. Através de uma análise visual expedita, salienta-se que um fator local que eleva significativamente o risco geológico-geotécnico é a presença desse itabirito saprolítico com mergulho elevado, em média 60° para S-SW, a favor do pendor da encosta e imediatamente acima de dezenas de edificações onde residem centenas de pessoas. Este itabirito intemperizado possui ainda várias famílias de fraturas sub-ortogonais aos planos de foliação que geram superfícies de fraquezas e aumentam de modo expressivo as possibilidades de ruptura planar do maciço. Outro risco geotécnico alto que existe na região vistoriada se deve à presença de um número elevado de matacões de canga em determinadas áreas que compõem um típico depósito de tálus. Nesse tálus observam-se ainda uma matriz coluvionar inconsolidada e localmente acúmulos de lixo domiciliar e entulhos que associados favorecem ainda mais a mobilização do material sob condições adequadas de saturação. Neste caso, o movimento de massa



por rolamento desses matacões se despontam como sendo os mais perigosos, principalmente pelo fato de que em determinadas regiões estes matacões podem estar inseridos no interior do solo mascarando assim o perigo que permanece latente na face da encosta.

De acordo com as análises técnicas visuais realizadas no local, concluiu-se que o movimento de massa ocorrido foi do tipo planar e a provável dinâmica dos eventos se deu em três momentos:

- 1º - No dia 05 de janeiro de 2018 ocorreu uma primeira ruptura planar na encosta com pequenas dimensões e sem expressão em termos de magnitude;
- 2º - Na madrugada do dia 06 de janeiro de 2018 houve uma segunda movimentação planar. Deduz-se que essa ocorreu por desconfinamento da base da placa de itabirito imediatamente à montante da ruptura anterior. Vale ressaltar que os movimentos de massa do tipo planar que ocorreram foram controlados pela foliação do itabirito, que serve como pista para o movimento do material, e por duas famílias de fraturas que descontinuum o maciço. A direção de uma dessas famílias de fraturas tem uma inclinação aproximada de 30° com a linha de máxima declividade do terreno. Estas fraturas são consideradas as mais perigosa, pois liberam as placas de itabirito para o livre deslocamento planar sobre a foliação da rocha no sentido do pendor da encosta. A outra família de fraturas é semiparalela à linha de máxima declividade e influencia de modo significativo no movimento, pois fragmenta as placas em dimensões suficientes para movimentação de acordo com o peso específico do material, saturação e grau de intemperismo atuantes. Este movimento de massa é muito comum na Serra de Ouro Preto que faz parte do flanco sul do Anticlinal de Mariana. As rochas metamórficas desta serra possuem foliação que mergulha a favor do pendor da encosta com ângulo médio em torno dos 40°. É sobre esse terreno muito propenso a deslizamentos planares que está assentado o Bairro São Cristóvão;
- 3º - Os blocos tabulares provenientes do movimento anterior atingiram um aqueduto do século XVIII por onde passa uma adutora do SEMAE. Esta adutora tem como finalidade o abastecimento da caixa d'água da comunidade. Com o impacto, provavelmente a adutora se rompeu com facilidade por já se encontrar pressurizada pela água bombeada. Dessa forma, um grande volume



de água desceu pelo terreno à jusante provocando grande saturação do solo que já se encontrava encharcado pelo acumulado pluviométrico dos dias anteriores. Sendo assim, o terreno tornou-se instável dando início ao terceiro movimento de massa que rompeu o muro de canga seca que sustentava o aqueduto. Os grandes blocos tabulares provenientes do segundo movimento ficaram retidos sobre o aqueduto, sendo que os blocos de canga do muro de sustentação deste aqueduto ganharam energia no terceiro momento do movimento e atingiram as casas à jusante. Um dos blocos saltou sobre a rua Pirita, impactou-se contra a parede de uma residência do outro lado da rua e se desintegrou após o impacto final sobre a laje de uma residência situada na rua Abelardo Braga imediatamente abaixo. Do início do movimento até o impacto final, a zona de espraiamento foi visualmente calculada e o deslocamento vertical dos blocos foi de aproximadamente 70 metros. Com isso foi possível pontuar as 29 residências anteriormente citadas que estão em rota de colisão direta ou indireta do material movimentado se eventualmente ocorre um novo deslizamento planar com as mesmas características daquele que está sendo aqui analisado. Estima-se que a placa que se despreendeu no primeiro e segundo momento tinha aproximadamente 45m^3 com uma largura de 6m, comprimento de 15m e espessura de 0,5m. Não foi possível estimar o volume do material movimentado no último momento.

No terceiro movimento, boa parte do material ficou retida pela vegetação e ainda permanece no local perigosamente disponível às novas movimentações de massa de acordo com o acumulado pluviométrico que venha a ocorrer. No último movimento, os indícios visuais indicam que o solo ficou muito encharcado e parcialmente liquefeito. Como não foram observados movimentos de massa semelhantes na encosta em suas porções laterais, deduz-se que a saturação excessiva teve origem local. Isso se deve provavelmente à saturação prévia do solo e à água proveniente da adutora rompida. Entretanto, após uma análise mais detalhada das imagens aéreas, verificou-se que existe uma grande área lateral que representa a cicatriz de um movimento planar ocorrido no passado, ou então uma depressão causada pela exploração aurífera do século XVIII que empregava técnicas de escavação superficial conhecidas como *Grupiara* no flanco da serra. Fato é que essa depressão na encosta visualmente drena um grande volume de água em direção ao aqueduto para o ponto onde o mesmo foi



rompido pelas placas de Itabirito deslocadas. Essa observação adiciona um segundo processo intensificador do último movimento de massa a partir do aqueduto, movimento este que foi responsável pela projeção dos detritos sobre as residências.

Foi observado que em uma das fraturas exposta após o evento, havia visivelmente sinais de colonização por musgos, indicando que aquela fratura já havia sido aberta há muitos anos e servia de dreno em forma de trincheira para o deflúvio superficial à montante. Durante muito tempo a água drenada foi conduzida para uma camada menos permeável da rocha e acelerou os processos intempéricos naquela superfície, diminuindo, desta forma, o atrito interno entre os planos da foliação. Como resultado final, ocorreu a ruptura interna do maciço e a placa sobrejacente se deslocou sentido à jusante. Essa observação culminou em uma suposição da provável continuidade lateral dessa fratura aberta ao longo da encosta e também na provável existência de outras fraturas abertas. Para verificar a hipótese levantada, utilizou-se um drone profissional modelo *Inspire 1* portanto uma câmera de alta resolução para realizar um sobrevôo na região capturando fotos e filmes do flanco da encosta. O resultado final do levantamento aéreo corroborou com a dúvida inicialmente levantada, confirmando a continuidade lateral da fratura que foi responsável pela ruptura e ainda de mais outras três fraturas paralelas à anterior que apresentam características visuais semelhantes. Essa observação foi de grande importância para dimensionar os riscos de novos deslocamentos e o número de residências que podem ser alvo dos detritos.


No dia 06 de janeiro de 2018 analisou-se em campo a área do espriamento dos detritos de canga à jusante juntamente com restante destes detritos que permaneceu preso na vegetação ou nas quebras de relevo local à montante. Como resultado final, cinco residências foram interditadas e 23 moradores foram desalojados por segurança imediata à integridade física dos mesmos.


AÇÕES NECESSÁRIAS FRENTE AO RISCO OBSERVADO:

As seguintes ações são necessárias e devem ser tomadas a fim de minorar os riscos geológico-geotécnicos encontrados na vistoria da encosta para garantir a segurança dos moradores:

- 1º - Realizar a limpeza da encosta removendo os blocos restantes que ficaram retidos pela vegetação pelas quebras de relevo. Esse trabalho deverá ser realizado de montante para jusante com orientação técnica adequada a fim de não deflagrar a movimentação desse material sentido jusante e ainda para garantir a segurança dos trabalhadores. Verificar a melhor técnica a ser empregada para remoção dos blocos tabulares maiores que ficaram retidos no aqueduto;
- 2º - Reconstruir o trecho do aqueduto que foi destruído. Esse antigo aqueduto, mesmo que de forma precária pelas rupturas presentes, drena a encosta acima das residências evitando o encharcamento e enxurradas durante picos pluviométricos. Deve-se ter cautela na recuperação do muro de canga que foi destruído, visto que a sua reconstrução, empregando a mesma técnica ou utilizando métodos modernos como concreto armado, pode servir novamente de material projetante sobre as residências à jusante em novos deslizamentos futuros. Técnica empregando gabião pode ser adequada, visto que este se comporta como uma estrutura monolítica e seu deslocamento completo é pouco provável sob a ação de movimentos de massa. Neste caso deve-se avaliar o esforço causado no terreno com o sobrepeso imposto pelo corpo da estrutura em gabião;
- 3º - Deverá ser feito um monitoramento completo pelo SEMAE das condições de segurança da adutora que passa no aqueduto rompido. Atualmente nos foi informado que a distribuição de água para a caixa está ocorrendo apenas durante o dia a fim de aumentar a segurança. Entretanto, sabe-se que essa ação de pressurização e despressurização da rede pode provocar rompimentos nos dutos, ou seja, esta solução deve ser temporária até que uma alternativa definitiva seja tomada. Atualmente, no setor analisado, as tubulações de PVC passam pelo aqueduto em sua maior parte de forma aérea, ficando a rede exposta a ações de vândalos, raios solares ou até mesmo a queimadas como as que ocorreram nos meses de estiagem do ano de 2017 e destruíram parcialmente a rede de distribuição. Vale lembrar aqui que o principal agente deflagrador dos movimentos planares de massa na encosta é a água, ou seja, passar uma rede de distribuição de água ao longo da encosta e à montante de várias residências deve ser um trabalho muito bem

Página 8 de 25

Charles Romazânu Murta: 
Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva: 
Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo: 
Coordenador COMPDEC-OU (25/01/2018)



acompanhado a fim de se identificar imediatamente qualquer tipo de vazamento. Dessa forma, os técnicos do SEMAE deverão identificar um método automatizado que verifique a existência de qualquer vazamento na rede durante a distribuição e acione a interrupção do bombeamento de modo automático. Várias conexões realizadas apenas com os canos aquecidos e introduzidos um dentro do outro, em uma técnica conhecida como “bolsa”, foram observadas. A segurança dessas conexões deve ser verificada a fim de que rompimentos sejam impedidos;

- 4º - Contratação de empresa especializada em geotécnia que apresente projetos adequados para contenção ou interrupção das movimentações planares ativos na face da encosta. Uma solução para contenção ou desmonte dos matacões de canga nos depósitos de talus também deverá ser contemplada. Podem-se citar algumas técnicas de contenção, dentre várias outras, que provavelmente se aplicariam na área estudada a saber: tela de alta resistência atirantada, rede de contenção de detritos com tela de alta resistência imediatamente acima das residências, desmonte de matacões com massa expansiva, sistema eficiente de drenagem da encosta, etc. As obras contempladas nos projetos deverão ser executadas também por empresas especializadas a ser contratada, sendo que caso se faça necessário, o setor de convênio deverá buscar recursos para a execução das referidas obras. Entendemos que os governos Estadual e Federal também são co-responsáveis pela segurança dos moradores ouropretanos. Isso é dedutível, haja visto que os riscos geológicos-geotécnicos, as propostas de obras de contenção e o valor financeiro estimado a ser aplicado em tais obras já foram apontados por técnicos especializados contratados pelo próprio governo Federal. Sendo assim, a prefeitura deverá buscar apoio Estadual e Federal para solucionar os problemas aqui apresentados;
- 5º - Contratação de empresa especializada em monitoramento superficial que verifique e comunique imediatamente quando forem detectadas movimentações submilimétricas na encosta permitindo que medidas preventivas de evacuação sejam tomadas com antecedência em caso de eventos pluviométricos extremos. Já foi protocolado pela Defesa Civil o Plano Orçamentário da COMPDEC para o ano de 2018 que prevê a contratação de serviços de monitoramento das encostas com alto e muito alto risco geológico-geotécnico. A título de exemplo, deixamos em anexo um exemplo de serviços que são executados por uma empresa especializada em



monitoramento geotécnico empregando a tecnologia Insar com imagens de satélite. Essa tecnologia moderna é muito eficiente na detecção de pequenos deslocamentos superficiais da encosta. Cita-se, a título de exemplo, algumas outras técnicas que podem ser empregadas no monitoramento geotécnico da encosta e que também deverão ser contratados: monitoramento com estação total robótica através da fixação de prismas em pontos estratégicos da encosta, instalação de piezômetros de corda vibrantes com operação remota, instalação de indicadores de nível d'água (INAs), instalação de inclinômetros, instalação de medidores de vazão, vistorias regulares em campo para checagem dos dados obtidos de forma remota, etc;

- 6º - Intensificar a fiscalização de novas construções irregulares a fim de inibir qualquer ocupação nas áreas de alto risco que estão sendo aqui tratadas;
- 7º - Não sendo possível a execução das recomendações anteriores, deverá ser realizada a remoção preventiva ou definitiva dos moradores em risco nos setores indicados com o objetivo de garantir a incolumidade física dos mesmos;
- 8º - O departamento de assistência social deverá executar um levantamento completo de todos os moradores das residências pontuadas como estando em rota de colisão direta ou indireta pelos detritos de movimentos de massa do tipo planar aqui abordado. Deverão ser levantados dados como número total de moradores, endereços, número de crianças, idosos, acamados, cadeirantes, com deficiência de locomoção, etc, visto que o objetivo será planejar e executar planos de evacuação com a população em caso de novos acidentes ou riscos iminentes de acidentes sob chuvas intensas. Todas as famílias que já foram desalojadas deverão receber o acolhimento necessário previsto no protocolo de atendimento para essa situação a fim de se verificar o enquadramento das famílias em algum plano de benefício social oferecido pelo município.



OBS.: Com o intuito de obter um maior volume de informações sobre o assunto aqui abordado, sugere-se que profissionais de áreas afins em outros departamentos da PMOP, inclusive profissionais particulares e consultores autônomos, também visitem o local a fim de analisarem com maior conhecimento de causa as interpretações e sugestões técnicas aqui colocadas. Desta forma, objetiva-se a eventual emissão de novos laudos com pareceres que complementem, refutem ou auxiliem as idéias de interpretações e soluções que aqui foram apresentadas. No caso de execução de obras no local, estas deverão ser realizadas seguindo todas as normas técnicas cabíveis que são exigidas pelo órgão fiscalizador responsável juntamente com o acompanhamento de um responsável técnico devidamente credenciado. Qualquer emergência geotécnica deverá ser imediatamente informada à Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) a fim de garantir a segurança física dos trabalhadores locais ou de qualquer outra pessoa que esteja no local e se encontre potencialmente vulnerável. Ressalta-se ainda que todas as considerações expostas neste laudo foram coletadas a partir de uma simples análise visual e sem o uso de nenhum equipamento ou recurso instrumental que possibilitasse uma análise conclusiva e/ou definitiva, em campo ou em laboratório, das observações citadas. Desta forma, pela ausência de recursos necessários para a realização de trabalhos Geológicos e/ou geotécnicos conclusivos, as observações aqui colocadas foram baseadas especificamente na experiência prática do profissional em campo e realizadas dentro de uma ótica focada nos preceitos da Defesa Civil que visam garantir a preservação da incolumidade física das pessoas que moram, trabalham ou transitam pelo local. Por último, ressalta-se que antes de qualquer ação de intervenção no local que envolva demolição, construção, escavação, etc., deve-se consultar previamente o Departamento de Fiscalização e Postura, a Secretaria Municipal de Patrimônio e o IPHAN a fim de obter informações sobre condições especiais que necessitem de prévia aprovação e autorização antecipadas dos órgãos competentes.

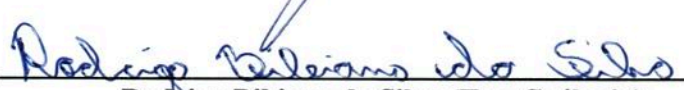
Não sendo observadas colocações adicionais a serem destacadas neste momento, nos colocamos à disposição para dirimir quaisquer dúvidas pertinentes ao assunto abordado que eventualmente se façam necessárias.

Atenciosamente,



Neri Moutinho Rômulo

Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil
(Secretaria Municipal de Defesa Social)




Rodrigo Bibiano da Silva (Tec. Geologia)


Agente COMPDEC – Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
(Secretaria Municipal de Defesa Social)



Charles Romazâmu Murta (Eng. Geólogo)

Agente COMPDEC – Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
(Secretaria Municipal de Defesa Social)


Charles Romazâmu Murta:
Eng. Geólogo (25/01/2018)


Rodrigo Bibiano da Silva:
Téc. Geologia (25/01/2018)


Neri Moutinho Rômulo:
Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)

Página 11 de 25

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO:

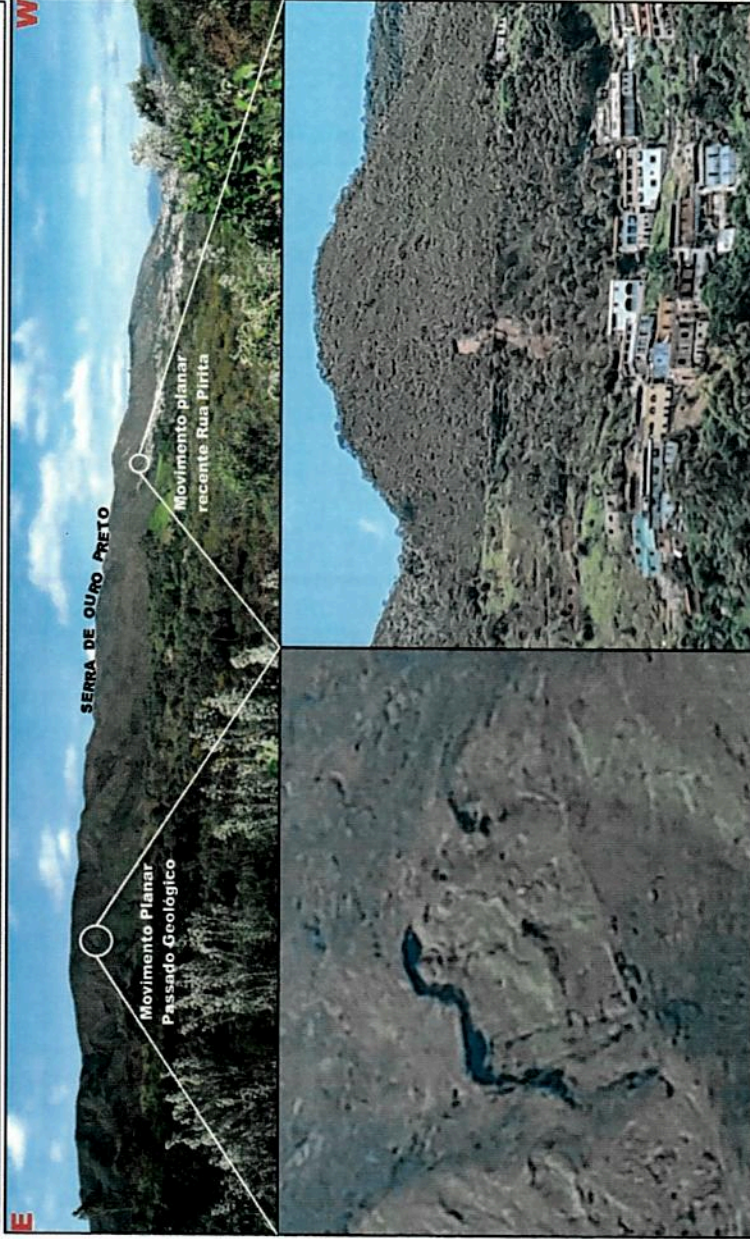


Figura 1 – Visão panorâmica da Serra de Ouro Preto, flanco sul do Anticlinal de Mariana, com um alongamento aproximado Leste-Oeste. Na foto é mostrado à esquerda um movimento de massa planar antigo de grandes dimensões e à direita o movimento planar recente na rua Pirita. Fica evidente que pela atitude do Itabirito esses movimentos planares são comuns e recorrentes ao longo de toda a serra. Por vezes, deve-se ter uma maior atenção antes de classificar os movimentos de massa como sendo naturais planares ou devido ao desmonte hidráulico empregando a técnica conhecida como Grupiara aplicada no século XVIII para extração de ouro. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 20/01/2018.

Charles Romazâmu Murta
 Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva
 Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo
 Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)

CÓPIA



RELATÓRIO FOTOGRÁFICO:



Figura 2 – Visão geral para Oeste do flanco da Serra de Ouro Preto enfatizando o alto ângulo de mergulho da foliação do Itabirito, o local do deslizamento e as residências em situação de risco geotécnico alto à jusante. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.

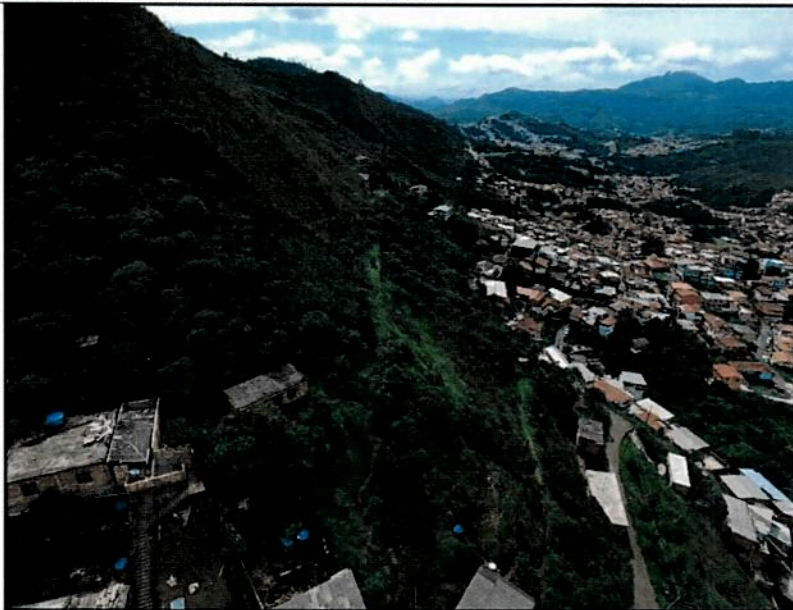


Figura 3 – Visão geral para Leste do flanco da Serra de Ouro Preto enfatizando o alto ângulo de mergulho da foliação do Itabirito, o local do deslizamento e as residências em situação de risco geotécnico alto à jusante. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.



Figura 4 – Visão da encosta após o primeiro e discreto movimento de massa planar ocorrido no dia 05/01/2018, quando uma pequena placa se deslocou e se apoiou sobre um aqueduto do Século XVIII. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 05/01/2018.



Figura 5 – Visão em detalhe da movimentação mostrada na foto anterior para melhor visualização da primeira ruptura. Note que neste momento o muro de canga seca do aqueduto ainda não havia se rompido por completo no trecho. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 05/01/2018.

Charles Romazâmu Murta:
Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva:
Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo:
Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)



Figura 6 Visão a partir do aqueduto para montante da cicatriz do último movimento planar ocorrido por volta das 02h:00min. do dia 06/01/2018. Note que o deslocamento foi condicionado às duas famílias de fraturas frontais e laterais na imagem mostrada. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 7 – Detalhe das fraturas que condicionaram o deslocamento do Itabirito. Note que a fratura frontal está coberta por musgos, sendo que para essa colonização ter ocorrido somente foi possível através da exposição atmosférica. Isso significa que a fratura estava aberta há anos capturando todo o deflúvio superficial local da encosta. Essa água percolava até encontrar uma superfície menos permeável quando então se direcionava para jusante através deste plano de foliação. No caso, este plano é representado pela superfície que serviu como pista para o deslizamento após a ruptura por perda do atrito interno do material. Essa observação levou à necessidade de investigação de outras fraturas semelhantes abertas na encosta à montante que proporcione a mesma tipologia de movimento de massa do tipo planar. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.

Página 15 de 25

Charles Romazâmu Murta:
Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva:
Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo:
Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)



Figura 8 – Visão para jusante do movimento de massa planar a partir do aqueduto. Note que houve uma deflexão para a esquerda na rota do deslizamento ao longo da encosta. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 9 – Visão das placas de Itabirito que ficaram retidas no aqueduto e também da adutora, já reparada, que foi rompida pelo movimento de massa planar. Com o rompimento da adutora, grande volume de água foi lançado na encosta que já se encontrava saturada pelas chuvas anteriores. Dessa forma, o processo foi acelerado e o material à jusante ganhou mobilidade transportando também os blocos de canga que compunham a estrutura do aqueduto. Os técnicos do SEMAE deverão verificar a segurança das conexões que foram realizadas. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.





Figura 10 – A tubulação da adutora que alimenta a caixa d'água por bombeamento passa de forma aérea sobre o aqueduto na área estudada. Dessa forma, a mesma fica exposta a ações como vandalismo, ressecamento e queimadas como as que ocorreram nos meses de agosto e setembro do ano de 2017. A foto mostra a tubulação queimada durante um grande incêndio na encosta. Ressalta-se a necessidade urgente do SEMAE em aumentar a segurança dessa rede no local, visto que os riscos geotécnicos locais são elevados e a água é o principal agente deflagrador dos movimentos planares como o que ocorreu recentemente. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 11 – Visão da cozinha da residência do Sr. João Gualberto Cândido com o telhado parcialmente destruído após ter sido atingido pelos blocos de canga durante o movimento de massa planar. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.

Página 17 de 25

Charles Romazâmu Murta: 
Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva: 
Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo: 
Coordenador COMPDEC OP (25/01/2018)



Figura 12 – Visão superior da cozinha da residência do Sr. João Gualberto Cândido com o telhado parcialmente destruído após ter sido atingido pelos blocos de canga durante o movimento de massa planar. Não há distância de separação entre a encosta e a residência, aumentando expressivamente o risco geotécnico local. Essa atitude dos moradores é comum na área analisada. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 13 – Visão do banheiro lateral à cozinha da residência do Sr. João Gualberto Cândido que teve o telhado destruído após ter sido atingido pelos blocos de canga durante o movimento de massa planar. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 14 – Visão do telhado de metalão sobre os quartos da residência do Sr. João Gualberto Cândido onde a família dormia após ter sido atingido pelos blocos de canga durante o movimento de massa planar. Note que o telhado se deformou e absorveu o impacto impedindo assim que a laje fosse atingida. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 15 – A fim de evidenciar a elevada energia cinética que os blocos ganharam durante o movimento, um destes blocos saltou sobre a Rua Perita, atingiu a alvenaria da residência da Srª Welersan Rodrigues e se defletiu sentido a rua Abelardo Braga abaixo. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 16 – O bloco de canga citado na foto anterior, atingiu a laje da casa do Srº Claudinei Nascimento na rua Abelardo Braga, nº 252, marcando o final da zona de espraçamento do material mobilizado durante o deslizamento. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 06/01/2018.



Figura 17 – Drone profissional modelo "Inspire 1" utilizado para composição de imagens da encosta. O objetivo foi identificar novas fraturas abertas que apresentem o mesmo risco potencial deflagrador de futuros movimentos de massa do tipo planar. Esse drone, portando uma câmera com alta resolução de imagens, foi gentilmente emprestado pela empresa PCP Engenharia. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.



Figura 18 – Imagem aérea obtida pelo drone utilizada para evidenciar as fraturas abertas na encosta à montante da ruptura recente. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.



Figura 19 – Mesma foto anterior com indicação das principais fraturas abertas identificadas, indicando o alto risco geotécnico de ocorrência de novas rupturas planares por deslocamentos do Itabirito. Note que imediatamente acima da ruptura existe ainda um pequeno volume de material pendente que deverá ser removido. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.

Página 21 de 25

Charles Romazâmu Murta:
Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva:
Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo:
Coordenador COMPDEC (25/01/2018)



Figura 20 – Outra imagem aérea de menor escala e mais ampla obtida pelo drone e que foi utilizada para evidenciar as fraturas abertas na encosta à montante da ruptura recente. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.

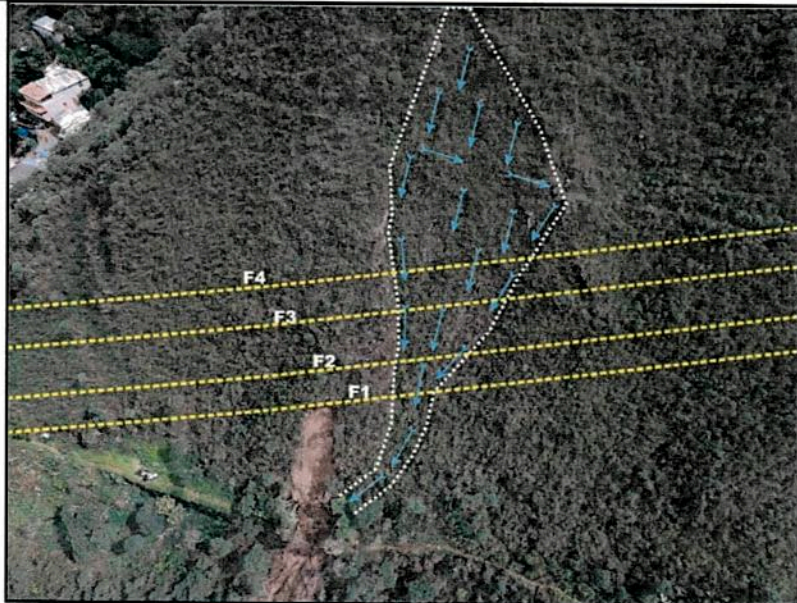


Figura 21 – Foto anterior com um conjunto de quatro fraturas abertas que podem gerar deslocamentos com pequenas e grandes dimensões na encosta analisada. Ao lado da ruptura pode-se notar uma grande depressão planar originada por um deslocamento no passado ou por desmonte para extração de ouro no século XVIII. Note que o deflúvio superficial fica concentrado na depressão e é visualmente conduzido para as imediações da área do aqueduto que rompeu. Esse aumento no volume da drenagem também influenciou no último estágio da movimentação da encosta abaixo do aqueduto. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.

Página 22 de 25

Charles Romazâmu Murta:
Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva:
Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo:
Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)






Figura 22 – Vista aérea da cicatriz de ruptura para jusante tirada com o auxílio do drone. As residências abaixo marcadas com círculo vermelho indicam que estão em rota de colisão direta dos detritos provenientes de um futuro deslocamento em um movimento de massa planar. As residências com círculo amarelo estão em rota de colisão indireta dos detritos do deslizamento. Ao todo se somam 29 residências com aproximadamente 116 pessoas estimadas. Ressalta-se que havendo um movimento de massa com grandes magnitudes, à semelhança daquele que ocorreu na encosta que deslizou sobre o Terminal Rodoviário em 2012, o número de residências e pessoas atingidas poderia ser muito maior do que o número aqui apresentado. Autor: Charles Romazâmu Murta. Local: Rua Pirita, Bairro São Cristóvão; Data: 13/01/2018.



ANEXO - I

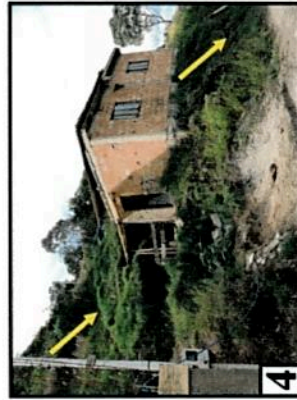
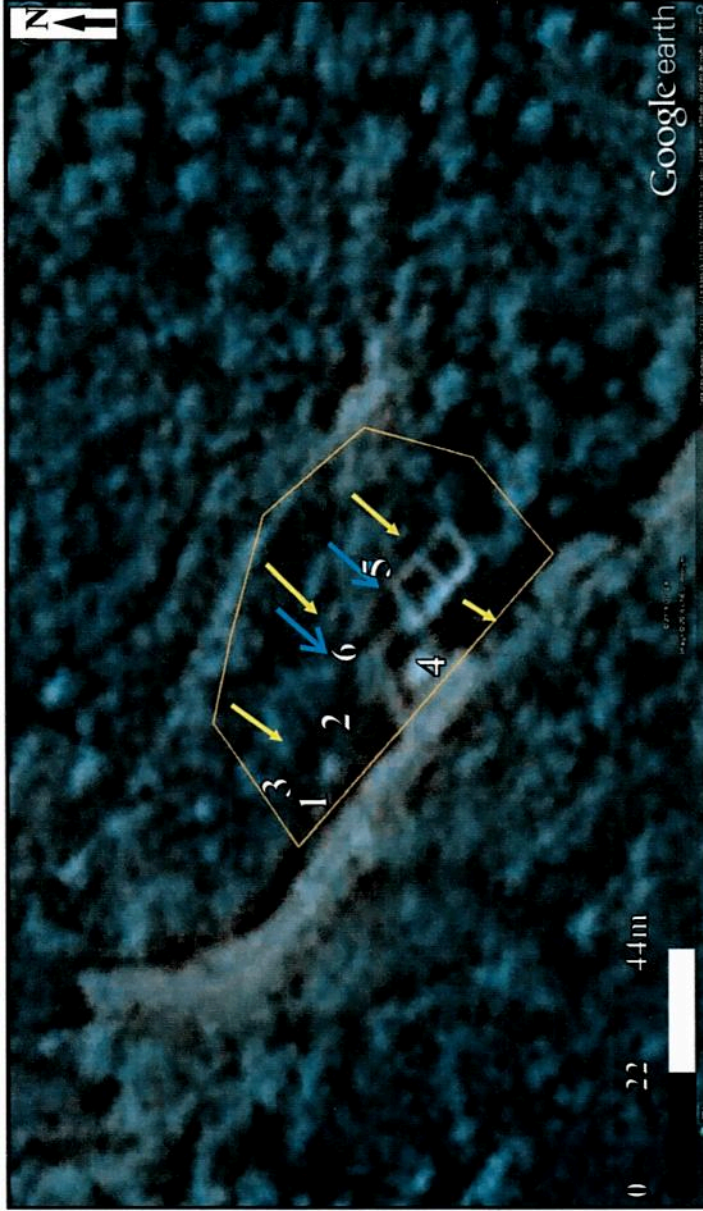
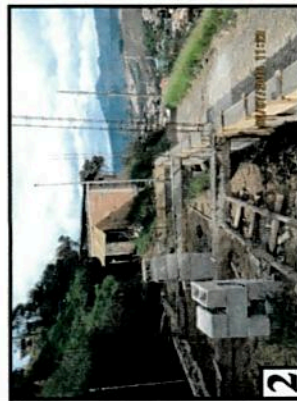
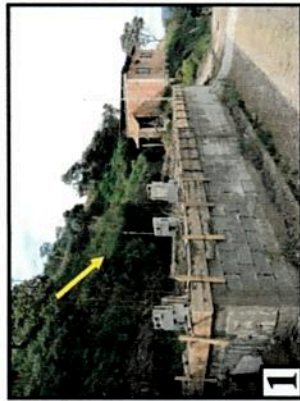
Pranchas dos setores 88 a 92 da área estudada contendo o resultado dos levantamentos geológicos-geotécnicos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil no ano de 2016 intitulado “Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Atualização de Mapeamento – Ouro Preto/MG”

<i>Charles Romazâmu Murta:</i>  Eng. Geólogo (25/01/2018)	<i>Rodrigo Bibiano da Silva:</i>  Téc. Geologia (25/01/2018)	<i>Neri Moutinho Rômulo:</i>  Coordenador COMPDEC (25/01/2018)
---	--	--

ACÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES

Ouro Preto - MG
Junho de 2016

MG_OUROPRE_SR_88_CPRM
Bairro São Cristóvão - Rua Perita
UTM 23 K 654604 m E 7746453 m S (WGS 84)



Descrição: Trecho de encosta com mais de 50 m de amplitude e inclinação entre 30° e 45° e trechos verticalizados por cortes atuais e cortes da época da mineração aurífera. Constitui-se de colúvio, colúvio com seixos e blocos, trechos com canga ferruginosa e afloramentos/exposições de tabirito (figuras 1 e 5). A foliação da rocha itabirítica é descontinuada pela linha de corte do talude no local, o que potencializa deslizamentos planares (figura 3). Há uma casa edificada em um patamar, na base da encosta, com talude de aterro a jusante de cerca de 3, 5 m (figura 4). Há várias bocas de antigas minas de ouro a montante e nas proximidades da casa (figuras 5 e 6). Nesse local existe a possibilidade de individualização de blocos, por fraturamento na canga, e risco de movimentação e atingimento da casa. Observa-se a construção de fundações de uma nova casa no local (figura 2).

Tipologia do processo: Deslizamento planar e rolamento de blocos

Grau de risco: Alto

Quantidade de imóveis em risco: 1

Quantidade de pessoas em risco: 4

ORs: ¹ O número de pessoas e moradias é aproximado, devendo a Defesa Civil realizar a contagem exata dentro do setor.

² Os locais que atualmente não possuem moradias, mas apresentam características topográficas e geológicas semelhantes a este setor podem no futuro se tornar áreas de risco caso construções ou intervenções inadequadas sejam realizadas.

Sugestões de intervenção

- Implantação de obras de contenção adequadas ao longo da encosta visando impedir o início da movimentação dos blocos e/ou a interrupção da movimentação dos mesmos;
- Implantação de políticas de controle urbano para inibir futuras construções e ocupações no setor de risco;
- Formação de líderes comunitários para apoiar a Defesa Civil Municipal;
- Palestras visando uma conscientização ambiental e em relação às áreas de risco do município;
- Estudo geotécnico detalhado para verificar a possibilidade de estabilização de trechos com risco de deslizamentos nas encostas e taludes de corte;
- Identificação de blocos potencialmente instáveis e que ameacem as edificações do local.

Equipe técnica

Heródoto Goes (SUREG-BH)
Júlio César Lana (SUREG-BH)



Delimitação do setor de risco

Sentido do movimento de massa



Sentido da drenagem

* Esta planilha é uma atualização do setor MG_OP_SR_04X_CPRM mapeado em 08/12/2011.

ACÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES

Ouro Preto - MG
Junho de 2016

MG_OUOPRE_SR_89_CPRM
Bairro São Cristóvão - Rua Perita
UTM 23 K654714 m E 7746397 m S (WGS 84)

Descrição: Encosta côncavo-convexa com mais de 50 m de amplitude no trecho setorizado (figura 1). A inclinação é variável mas sempre superior a 30°, com trechos que atingem 60° ou mais (figura 3). Constitui-se de colúvio, colúvio com seixos e blocos, trechos com canga ferruginosa e afloramentos/exposições de rocha íbitirítica com foliação predominantemente descontinuada (figuras 1, 2 e 3). Há um trecho muito íngreme da encosta onde há muito entulho e grande quantidade de telhas cerâmicas que ameaçam deslizar sobre uma casa da base do talude (figura 4). Observam-se ocupações sob cortes verticais na rocha íbitirítica onde a foliação está descontinuada, potencializando deslizamentos planares (figuras 2 e 6). Há trechos com blocos de canga em posições que ameaçam algumas residências (figura 5). Há uma casa, a meia encosta, que está interdita pela defesa civil em função de trinças observadas e ameaçada por rolamento de blocos.

Tipologia do processo: Deslizamento planar e rolamento de blocos

Grau de risco: Alto

Quantidade de imóveis em risco: 16

Quantidade de pessoas em risco: 64

OBS: ¹ O número de pessoas e moradias é aproximado, devendo a Defesa Civil realizar a contagem exata dentro do setor.

² Os locais que atualmente não possuem moradias, mas apresentam características topográficas e geológicas semelhantes a este setor podem no futuro se tornar áreas de risco caso construções ou intervenções inadequadas sejam realizadas.

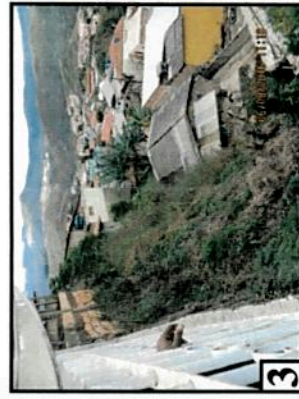
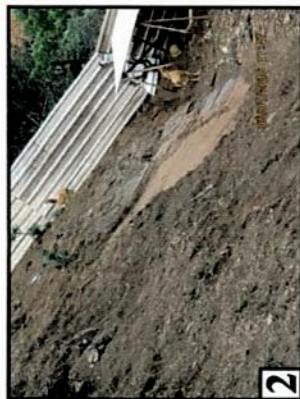
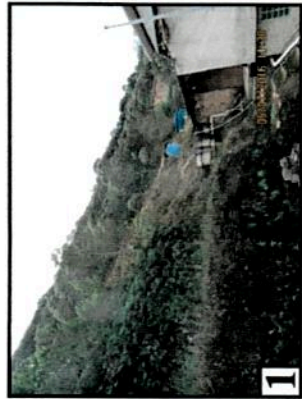
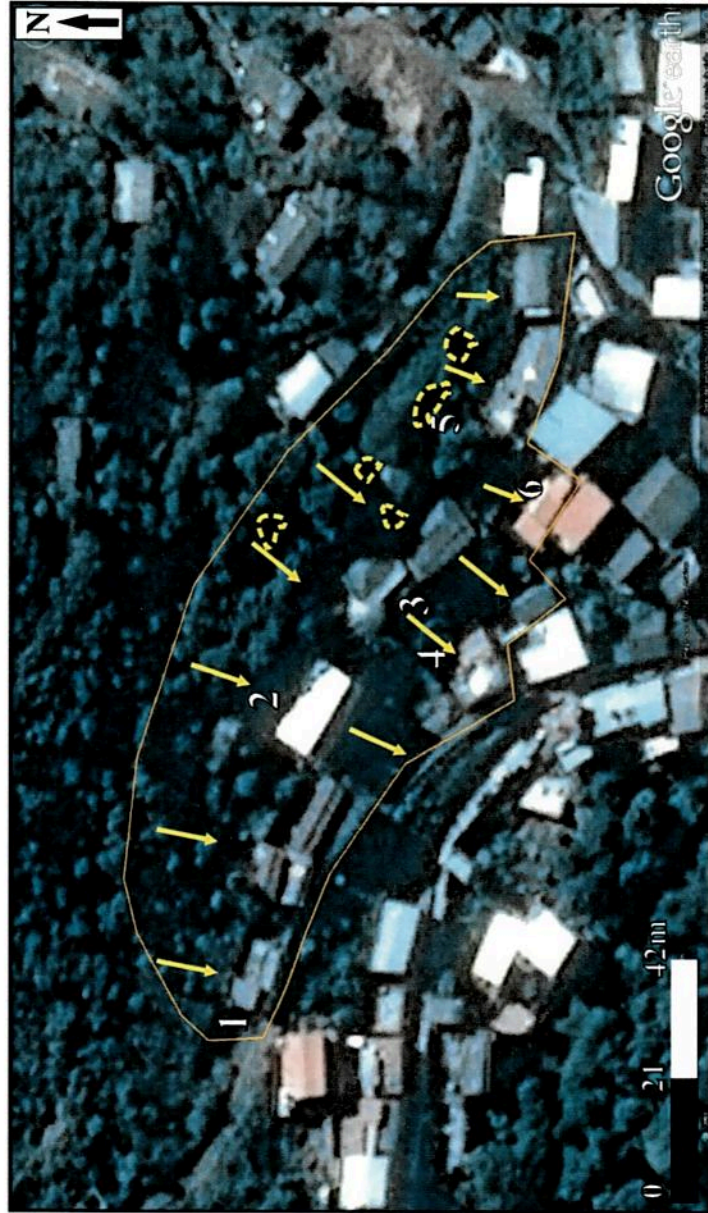
Sugestões de intervenção

- Implantação de obras de contenção adequadas ao longo da encosta visando impedir o início da movimentação dos blocos e/ou a interrupção da movimentação dos mesmos;
- Implantação de políticas de controle urbano para inibir futuras construções e ocupações no setor de risco;
- Formação de líderes comunitários para apoiar a Defesa Civil Municipal;
- Palestras visando uma conscientização ambiental e em relação às áreas de risco do município;
- Estudos geotécnicos detalhados para verificar a possibilidade de estabilização de trechos de encostas e taludes sob risco de deslizamentos, com obras de retaludamento ou contenções adequadamente projetadas e executadas;
- Identificação de blocos potencialmente instáveis que porventura estejam escondidos pela vegetação do local.

Equipe técnica

Heródoto Goes (SUREG-BH)
Júlio César Lana (SUREG-BH)

* Esta prancha é uma atualização dos setores MG_OP_SR_04X_CPRM e MG_OP_SR_02_CPRM mapeados em 08/12/2011.



Delimitação do setor de risco

→ Sentido do movimento de massa

→ Sentido da drenagem

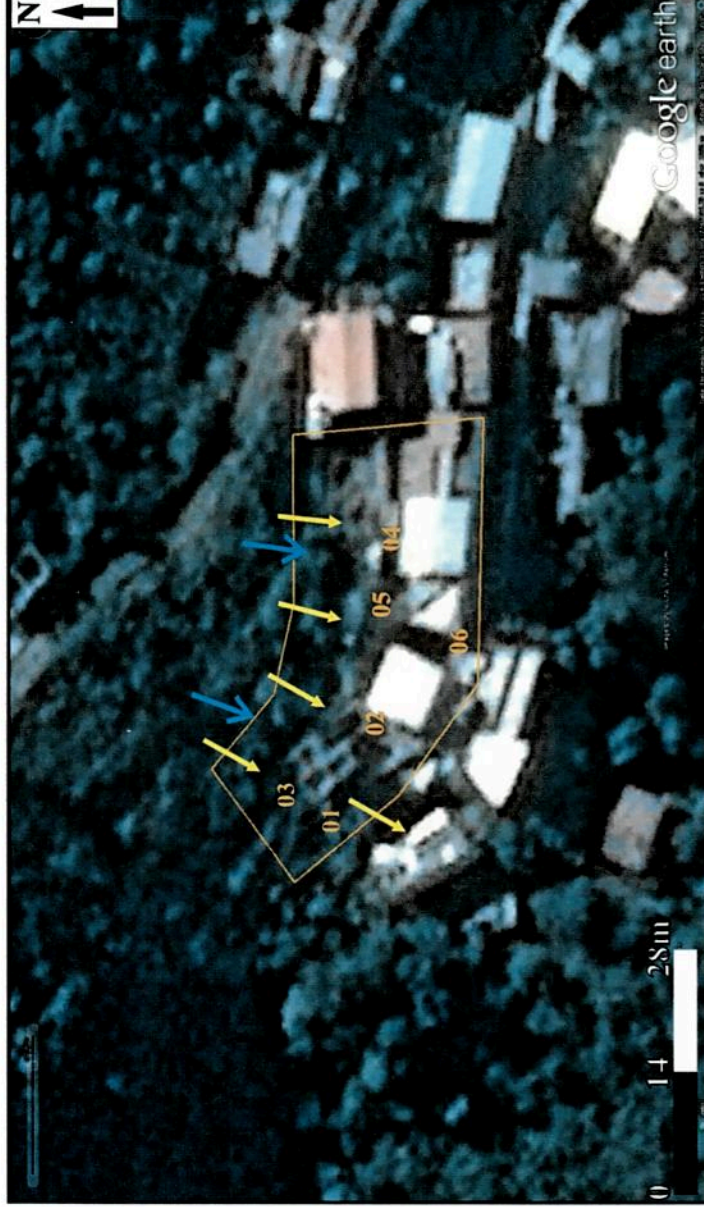


Bloco rochoso

ACÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Ouro Preto - MG
Junho de 2016

MG_OUOPRE_SR_90_CPRM
Bairro São Cristóvão - Rua Abelardo Braga
UTM 23 K 654601m E 7746403 m S (WGS 84)



Descrição: Área convexa de encosta com cerca de 30 m de amplitude considerando o trecho entre o patamar da rua acima do setor e a rua que é referência do setor (figura 1). Apresenta inclinação entre 30° e 45°, além de trechos praticamente verticais em função de cortes realizados para ocupação da base dos taludes (figuras 2 e 3). Estrutura-se em colúvio sobre rocha itabirítica com foliação descontinuada nesse setor (figuras 3, 4 e 5). Há trechos com a formação de canga na superfície da encosta o que potencializa o surgimento de blocos instáveis (figura 5). Observa-se uma escavação para a construção de uma garagem sob as fundações de uma edificação e que comprometeu a base de um pilar de sustentação (figura 6).

Tipologia do Processo: Deslizamento planar e rolamento de blocos

Grau de Risco: Alto
Quantidade de imóveis em risco: 7
Quantidade de pessoas em risco: 28

OBS: o número de moradias e pessoas é aproximado, devendo a defesa civil realizar a contagem exata de moradias e pessoas no interior do polígono.

Sugestões de intervenção

- Implantação de obras de contenção adequadas ao longo da encosta visando impedir a ocorrência de deslizamentos;
- Implantação de políticas de controle urbano para inibir futuras construções e ocupações no setor de risco;
- Formação de líderes comunitários para apoiar a Defesa Civil Municipal;
- Palestras visando uma conscientização ambiental e em relação às áreas de risco do município;
- Estudos geotécnicos detalhados para verificar a possibilidade de estabilização de trechos de encostas e taludes através do retaludamento ou obras de contenção adequadamente projetadas e executadas;
- Desenvolver ações fiscais para inibir ou impedir a realização de cortes verticais na base de encostas íngremes.
- Desenvolver ações com alertas antecipados para a população em caso de chuvas extremas e a até a remoção preventiva de moradores em caso de risco iminente observado.

Equipe técnica

Heródoto Goes (SUREG-BH)
Júlio César Lana (SUREG-BH)

Legenda:



Delimitação do setor de risco



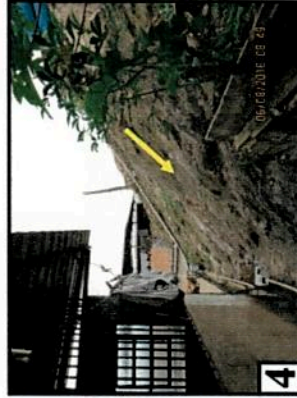
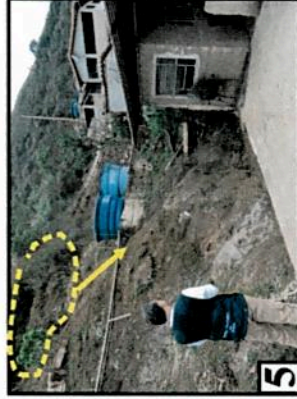
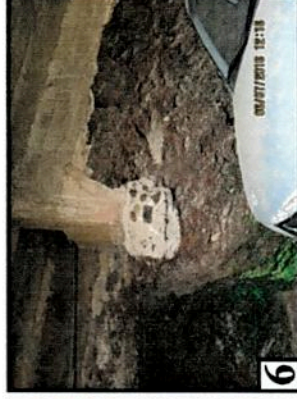
Sentido do movimento de massa



Sentido da drenagem



Bloco rochoso



* Esta prancha é uma atualização do setor MG_OP_SR_04X_CPRM mapeado em 08/12/2011

ACÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Ouro Preto - MG
Junho de 2016

MG_OUOPRE SR_91_CPRM
Bairro São Cristóvão - Ruas Abelardo Braga
UTM 23 K 654584m E 7746377m S (WGS 84)

Descrição: Trecho convexo de encosta com cerca de 20 m de amplitude e inclinação entre 30° e 45° com trechos verticalizados pela realização de cortes para a construção de casas nesse setor (figura 1 e 4). Constitui-se de colúvio, colúvio com seixos, trechos com canga ferruginosa e afloramentos / exposições de rocha itabirítica com foliação semi-confirmada a desconfinada pelas linhas dos cortes nesse setor (figuras 3 e 6). São observadas escavações próximo às bases das residências que além de gerarem possíveis instabilizações ainda redirecionam os fluxos pluviais potencializando mais riscos (figuras 2 e 5). Cabe ressaltar que nesse local foi observada pelo menos uma cavidade relacionada à antigas galerias de minas do período da mineração aurífera.

Tipologia do Processo: Deslizamento planar

Grau de Risco: Alto
Quantidade de imóveis em risco: 4
Quantidade de pessoas em risco: 16

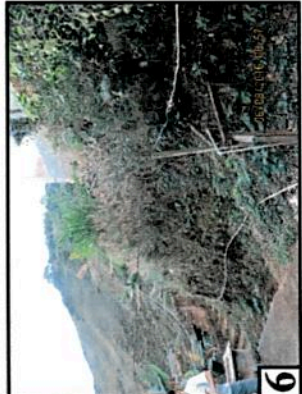
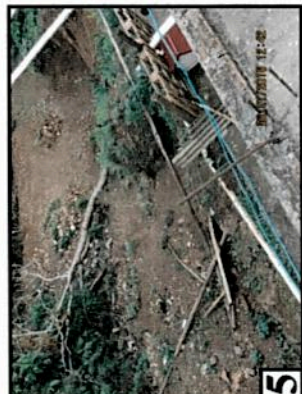
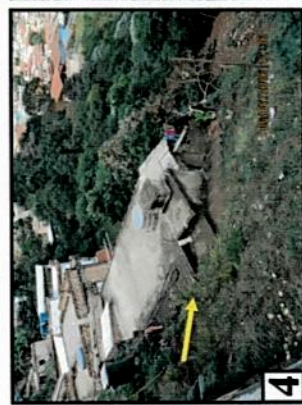
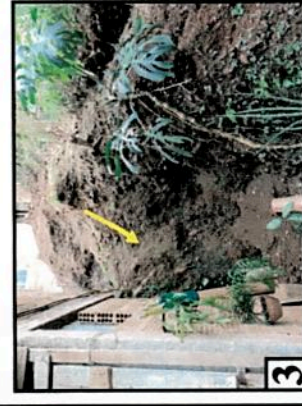
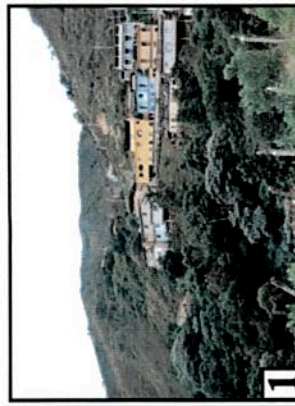
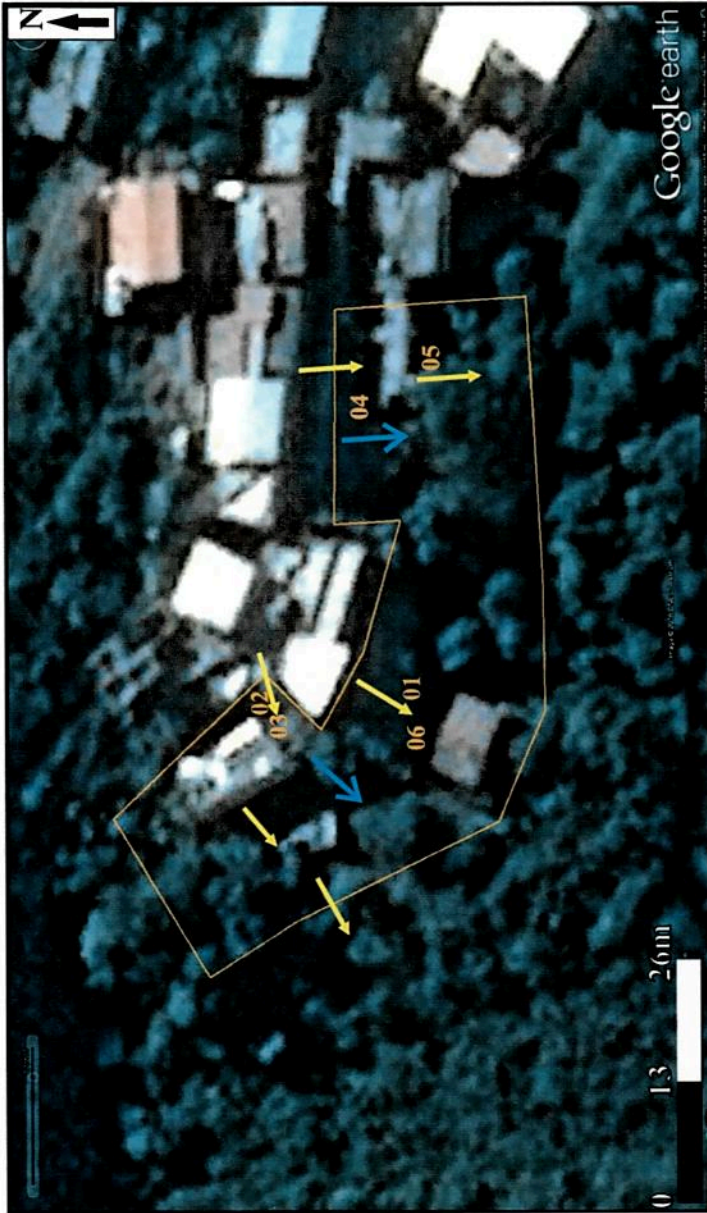
OBS: 1 O número de pessoas e moradias é aproximado, devendo a Defesa Civil realizar a contagem exata dentro do setor.
2 Os locais que atualmente não possuem moradias, mas apresentam características topográficas e geológicas semelhantes a este setor podem no futuro se tornar áreas de risco caso construções ou intervenções inadequadas sejam realizadas.

Sugestões de intervenção

- Implantação de obras de contenção adequadas ao longo da encosta visando impedir a ocorrência de deslizamentos;
- Implantação de políticas de controle urbano para inibir futuras construções e ocupações no setor de risco;
- Formação de líderes comunitários para apoiar a Defesa Civil Municipal;
- Palestras visando uma conscientização ambiental e em relação as áreas de risco do município;
- Estudos geotécnicos detalhados para verificar a possibilidade de estabilização de trechos de encostas e taludes através do retaludamento ou obras de contenção adequadamente projetadas e executadas;
- Desenvolver ações fiscais para inibir ou impedir a realização de cortes verticais na base de encostas íngremes.
- Desenvolver ações com alertas antecipados para a população em caso de chuvas extremas e a até a remoção preventiva de moradores em caso de risco iminente observado.

Equipe técnica
Heródoto Góes (SUREG-BH)
Júlio César Lana (SUREG-BH)

* Esta prancha é uma atualização do setor MG_OP_SR_04X_CPRM maapeado em 08/12/2011.



Legenda:

Delimitação do setor de risco

Sentido do movimento de massa

Sentido da drenagem



↑

Ouro Preto - MG
Junho de 2016

MG_OUROPRE_SR_92_CPRM
Bairro São Cristóvão - Rua Abelardo Braga
UTM 23 K 654658 m E 7746384 m S (WGS 84)

Descrição: Encosta com cerca de 18 m de amplitude, sendo 12 m acima e 6 m abaixo da rua de referência do setor (figuras 1 e 3). Constitui-se de colúvio, colúvio laterizado formando núcleos de canga e exposições / afloramentos de Itabirito alterado (figura 2). Há cortes subverticais e verticais sob os quais se instalam as residências (figuras 2 e 4). Há um trecho onde se observa muito entulho estabilizado por contenções de madeira, logo acima de um corte vertical aparentemente instável, onde foi colocada lona plástica para proteção contra a chuva (figuras 5 e 6). Há uma casa sob risco de deslizamento nesse trecho.

Tipologia do Processo: Deslizamento planar

Grau de Risco: Alto
Quantidade de imóveis em risco: 4
Quantidade de pessoas em risco: 16

OBS: ¹ O número de pessoas e moradias é aproximado, devendo a Defesa Civil realizar a contagem exata dentro do setor.

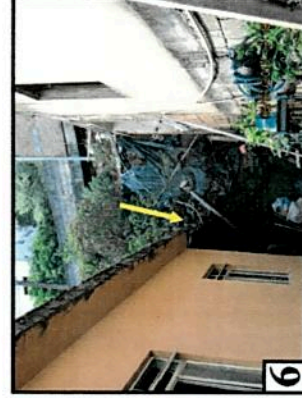
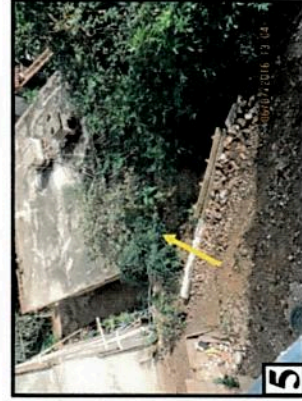
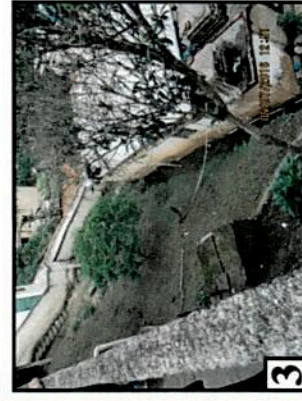
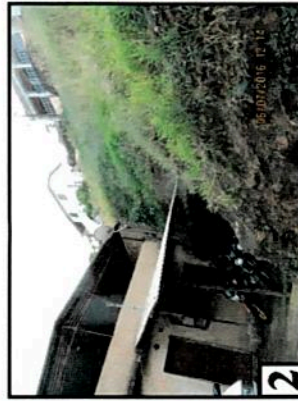
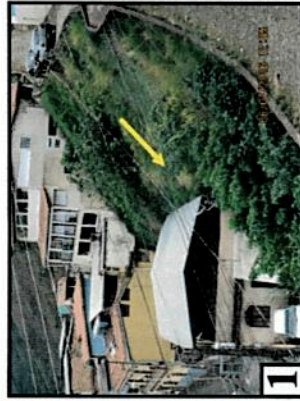
² Os locais que atualmente não possuem moradias, mas apresentam características topográficas e geológicas semelhantes a este setor podem no futuro se tornar áreas de risco caso construções ou intervenções inadequadas sejam realizadas.

Sugestões de intervenção

- Implantação de obras de contenção adequadas ao longo da encosta visando impedir a ocorrência de deslizamentos;
- Implantação de políticas de controle urbano para inibir futuras construções e ocupações no setor de risco;
- Formação de líderes comunitários para apoiar a Defesa Civil Municipal;
- Palestras visando uma conscientização ambiental e em relação às áreas de risco do município;
- Estudos geotécnicos detalhados para verificar a possibilidade de estabilização de trechos de encostas e taludes através do retaludamento ou obras de contenção adequadamente projetadas e executadas;
- Desenvolver ações fiscais para inibir ou impedir a realização de cortes verticais na base de encostas íngremes.
- Desenvolver ações com alertas antecipados para a população em caso de chuvas extremas e a até a remoção preventiva de moradores em caso de risco iminente observado.

Equipe técnica
Heródoto Goes (SUREG-BH)
Júlio César Lana (SUREG-BH)

* Esta prancha é uma atualização do setor MG_OP_SR_04X_CPRM mapeado em 08/12/2011.



Legenda:

Delimitação do setor de risco



Sentido do movimento de massa



Sentido da drenagem

CÓPIA





SECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA SOCIAL
Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC)
Rua Conselheiro Santana, nº 102, B. Pilar
Ouro Preto - Minas Gerais / 35.400-000
(031) 3559-3121 / 199

ANEXO - II

**Proposta Técnica Comercial Apresentada Pela Empresa IDS Brasil Engenharia de Sistemas Ltda
- An IDS Ingegneria Dei Sistemi Company / TRE Altamira – A CLS Group Company
(Apresentada no Plano Orçamentário da COMPDEC para o ano de 2018)**

Página 25 de 25

Charles Romazâmu Murta: 
Eng. Geólogo (25/01/2018)

Rodrigo Bibiano da Silva: 
Téc. Geologia (25/01/2018)

Neri Moutinho Rômulo: 
Coordenador COMPDEC-OP (25/01/2018)



TRE
ALTAMIRA
A CLS Group Company

Estudo dos deslocamentos do terreno através de imagens de satélite radar para a Defesa Civil de Ouro Preto

Cliente: Defesa Civil Ouro Preto

Atenção de: Charles Murta

Contato: Alberto Manso (alberto.manso@tre-altamira.com)

Carolina Athayde (c.athayde@idscorporation.com)

Ref.: 17OP480_TREAI_Estudo_InSAR_Defensa_Civil_Ouro_Preto_15082017

Versão: 1

Data: 15 de agosto de 2017

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. ÁREA DE INTERESSE	4
3. SOLUÇÃO PROPOSTA.....	5
3.1. Satélite banda c - sentinel	5
4. VISUALIZADORES DA TRE ALTAMIRA.....	7
5. TOOLBAR ESPECÍFICO PARA ARCGIS	8
6. PRODUTOS	3
7. CUSTO DOS SERVIÇOS.....	4
8. MÉTODO DE PAGAMENTO	4
8.1. Calendário dos pagamentos.....	4
8.2. Condições de pagamento	4
9. PRAZO DE ENTREGA	4
10. CONDIÇÕES GERAIS	4
11. ACEITAÇÃO DA PROPOSTA.....	6
12. TRE ALTAMIRA	7
1. VANTAGENS DA TRE ALTAMIRA	8
13. INTRODUÇÃO A TECNOLOGIA INSAR E A CADEIA DE PROCESSAMENTO AVANÇADO PSI (SQUEESAR™), A CADEIA DE PROCESSAMENTO AVANÇADA DA TRE ALTAMIRA.....	11
13.1. A cadeia de processamento avançado PSI (SqueeSAR™) consegue uma alta densidade de pontos de medição.....	11
13.2. O SqueeSAR™ mede todos os níveis de movimento: desde milimétricos a métricos.	11
13.3. O SqueeSAR™ é compatível com dados de todos os satélites disponíveis	12

ACRÔNIMOS E ABREVIações

AOI	Área de interesse
AR	Refletor Artificial
DEM	Modelo Digital do Terreno
SAR	Radar de Abertura Sintética
InSAR	Interferometria de Radar de Abertura Sintética
DInSAR	InSAR Diferencial
PSI	Interferometria de Espalhadores Persistentes
PS	<i>Persistent Scatterer</i>
GIS	Sistema de Informação Geográfica

PROPOSTA TÉCNICA

1. INTRODUÇÃO

A Defesa Civil de Ouro Preto tem interesse em detectar possíveis movimentações do terreno presentes na cidade através da tecnologia InSAR.

O objetivo deste documento é apresentar uma proposta técnica e comercial de um estudo com imagens de satélite em banda C.

Para isso, a TRE ALTAMIRA aplicará a cadeia própria de processamento avançado PSI, patenteada como SqueeSAR™, que tem a capacidade de detectar e medir todos os intervalos de movimento (mm, cm e m) usando imagens de satélite radar.

Esse estudo tem vários objetivos, dentre eles:

- 1) **Avaliar a magnitude dos deslocamentos e/ou deformações** na área de interesse. Através da aplicação da cadeia de processamento avançado PSI, a TRE ALTAMIRA pode oferecer informações de diferentes escalas de movimento do terreno, com precisão milimétrica.
- 2) Identificar com maior precisão os **limites da subsidência na área de interesse**.
- 3) **Identificar o movimento das infraestruturas**, em que o produto das deformações pode estar afetando.
- 4) **Utilizar os dados InSAR para calibrar e/ou validar os modelos de subsidência** ou outros dados de áreas próximas e tomar medidas preventivas ou mitigadoras com base nesses resultados. Tendo em vista a grande cobertura das imagens SAR e a precisão das informações entregues pela TRE ALTAMIRA, a Defesa Civil poderá complementar seus estudos feitos com ferramentas geotécnicas tradicionais com os dados InSAR.

2. ÁREA DE INTERESSE

Na seguinte imagem apresentam-se a área de interesse.

É uma área de 15km².



3. SOLUÇÃO PROPOSTA

O período de interesse para o monitoramento InSAR é de 2015 até a atualidade (última imagem julho de 2017).

3.1. Satélite Banda C - Sentinel

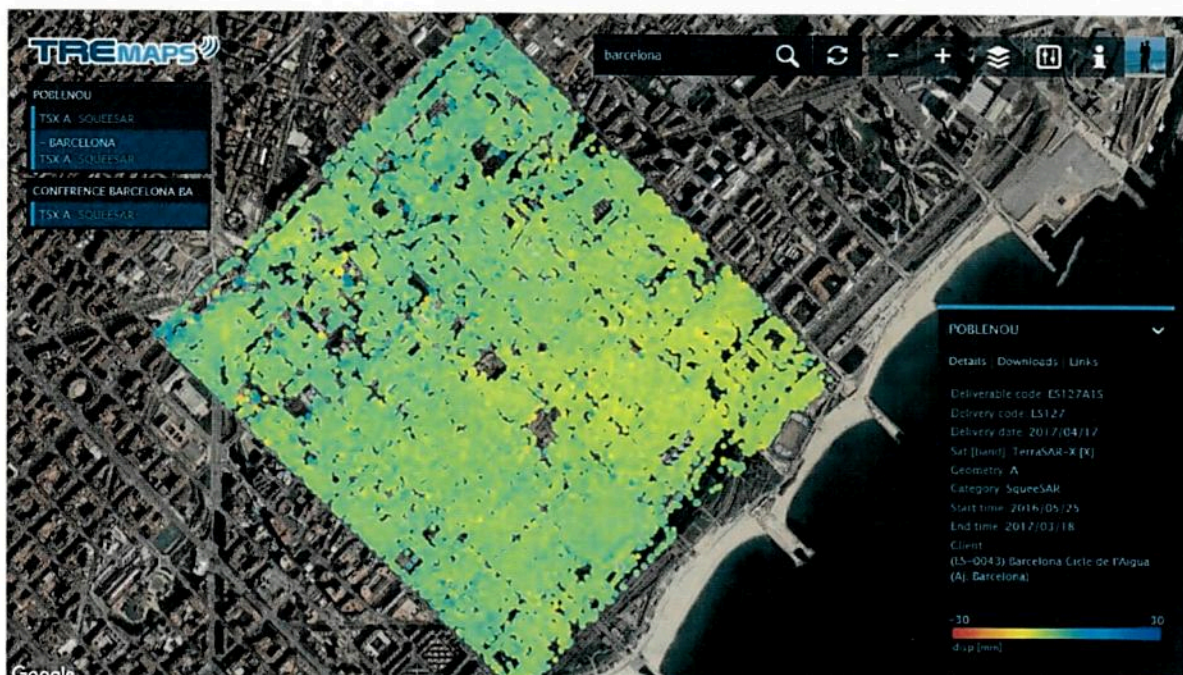
Os satélites que operam em banda C têm uma longitude de onda média que oferece um tamanho de pixel para o Sentinel de 5x20m. As características do satélite Sentinel são as seguintes:

- **Media Resolução** espacial com banda C (5x20 metros de pixel o ponto de medida):
 - o Boa precisão de medição na evolução espacial dos movimentos do terreno.
- Estudo a grande escala da área de interesse.
- Este satélite não pode ser programado, por isso qualquer erro da aquisição das imagens estará fora do alcance de controle da TRE ALTAMIRA.
- Imagens gratuitas.

Através da aplicação da cadeia própria de processamento SqueeSAR™, a TRE ALTAMIRA fornece os resultados dos movimentos com **precisão milimétrica** e com **séries temporais** da evolução dos movimentos ao longo do período de estudo. Para aplicar o SqueeSAR™ são necessárias um mínimo de 20-25 imagens (no case da área de interesse da VALE, há imagens suficientes).

Exemplos de entregas SqueeSAR™ em entornos urbanos.

Na primeira imagem mostram-se os resultados através da ferramenta online TREAltamira maps:



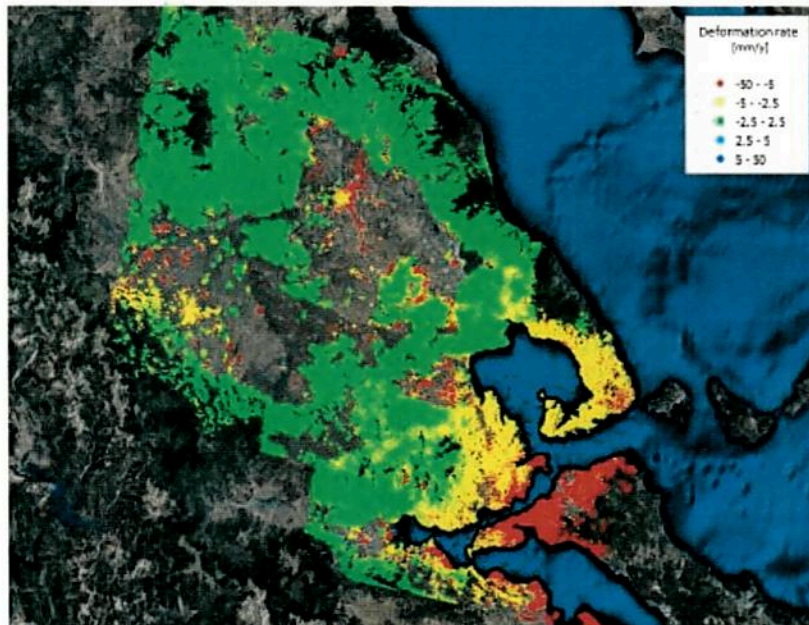
Tecnología InSAR

Estudio de desplazamientos em Barcelona



Monitoramento InSAR

Estudio na Grecia



4. VISUALIZADORES DA TRE ALTAMIRA

Os resultados obtidos mediante técnicas interferométricas utilizando o SqueeSAR™ da TRE ALTAMIRA são apresentadas no WebGIS (Figura 2) ou no TREAAltamira maps (Figura 3)

A ferramenta WebGIS da TRE ALTAMIRA é um serviço de software que possui o intuito de armazenar, visualizar e baixar dados de movimentação do terreno mediante uma interface gráfica de usuário baseada na Web. A plataforma WebGIS é um ponto de acesso para consultar dados, visualizar resultados e baixar dados das zonas de interesse, tudo em uma plataforma web dedicada e segura que permite otimizar os benefícios dessa ferramenta. Esse visualizador foi criado com o objetivo de facilitar o acesso e análise do usuário dos produtos da TRE ALTAMIRA.

A interface do WebGIS se adequa especificamente às necessidades de gestão de dados do usuário e permite além disso, integrar dados externos, como por exemplo dados CAD e do ARCGIS.

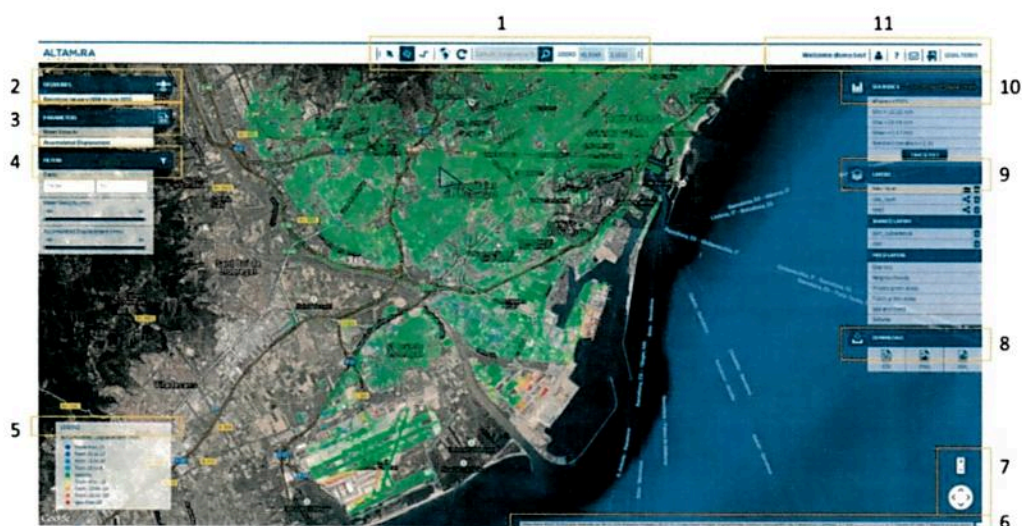
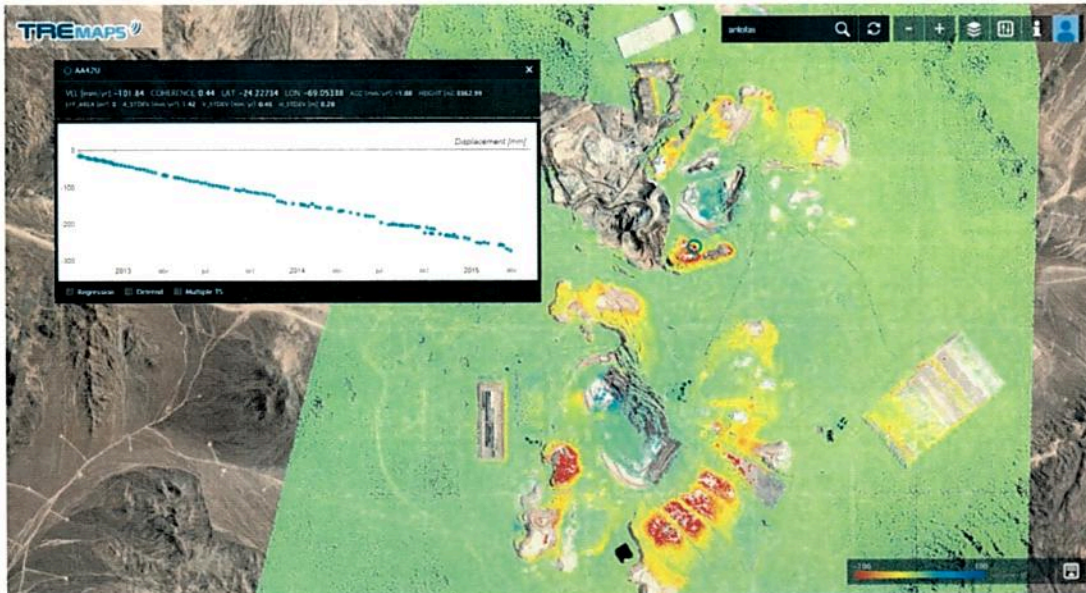


Figura 2. Layout do visualizador WebGIS. Na ilustração e abaixo são apresentadas as suas ferramentas.

1. **Controles principais:** ponto, seleção de área e trajetos, botão de atualização e apresentação por latitude/longitude e ID
2. **Entregas agrupadas** segundo sua cobertura temporal
3. **Parâmetros** disponíveis por entrega
4. **Filtros** aplicáveis por nível temporal e diferentes parâmetros
5. **Legenda dinâmica**
6. **Fundo e créditos** com os dados de imagens eternos legais
7. **Panorâmica e zoom**
8. **Descarga:** CSV, KML e PNG
9. **Capas:** capas de usuário, capas compartilhadas e capas estáticas proporcionadas pelo usuário
10. **Estatísticas:** estatísticas da zona e das séries temporais
11. **Conta de usuário:** informação da conta, tutorial de ajuda, contato com o suporte técnico, logoff

O TREAltamira maps é uma ferramenta online gratuita para visualizar os resultados:

- Ao clicar sobre qualquer ponto de medição, automaticamente é fornecida a série temporal do ponto marcado.
- Descarrega os produtos.



5. TOOLBAR ESPECÍFICO PARA ARCGIS

TRE ALTAMIRA também proporciona um plug-in para ESRI® ArcGIS (v9.3 - 10.4.1).

- TREToolbar permite carregar e visualizar os resultados SqueeSAR™.
- Permite mudar a legenda e criar novas, analisar séries temporais e configurar os gráficos, secções transversais, ver PS/DS, etc.



6. PRODUTOS

Cabe a TRE ALTAMIRA processar os dados da área de interesse e entregar os seguintes produtos:

SqueeSAR™

- **Base de dados com as séries temporais dos pontos de medição.** A base de dados inclui informações sobre a qualidade das medições e séries temporais com a deformação absoluta (em mm) para cada data de aquisição. Serão entregues em formato *shapefile* (SHP) para GIS e em CSV (ASCII) para sua leitura em outro tipo de *software*.
- **Relatório técnico cobrindo:**
 - Descrição da técnica e metodologia usada
 - Resultados do processamento
 - Resumo das principais descobertas
 - Recomendações para um futuro monitoramento: escolha do melhor satélite, necessidade de refletores artificiais e proposta de rede, identificação das áreas mais vulneráveis, frequência recomendada de entregas, etc.
- **Visualizador WebGIS (de pago)**
 - Ferramenta online para visualizar os dados.
 - Ao clicar sobre qualquer ponto de medição, automaticamente é fornecida a série temporal do ponto marcado. Quando áreas são selecionadas, também são feitas automaticamente séries temporais de todos os pontos selecionados no polígono.
 - Também existe a possibilidade de solicitar *cross-sections*.
 - As análises feitas poderão ser exportadas em diferentes formatos (JPG, PDF, etc).
 - Existe a possibilidade de criar diferentes logins de usuários para o acesso aos dados.
- **Visualizador TREAltamira maps (gratuito)**
 - Ferramenta online para visualizar os dados.
 - Ao clicar sobre qualquer ponto de medição, automaticamente é fornecida a série temporal do ponto marcado.

PROPOSTA COMERCIAL

7. CUSTO DOS SERVIÇOS

Estudo Banda C:

- SqueeSAR™: 2015-2017 (uma entrega mm)

Total R\$ 115.000,00

- Acesso WebGIS gratuito por 3 meses

- Acesso WebGIS após os três meses

R\$10.000,00/mês

8. MÉTODO DE PAGAMENTO

Contra entrega do relatório previsto.

8.1. Calendário dos pagamentos

Entrega dos resultados mm 100%

8.2. Condições de pagamento

Contra entrega do relatório previsto.

9. PRAZO DE ENTREGA

SqueeSAR™: 2-4 semanas após a recepção das imagens.

10. CONDIÇÕES GERAIS

A TRE ALTAMIRA não é responsável por possíveis problemas produzidos na entrega das imagens por parte dos operadores dos satélites; assim como possíveis suspensões da programação que possam eventualmente ocorrer por parte dos operadores do satélite, nem por falhas de aquisição.

Em caso de cancelamento ou falha, o cliente será informado imediatamente e decidirá como proceder, se adquire a imagem seguinte ou qualquer outra posterior ou se abandona a programação.

As conclusões e recomendações apresentadas pela TRE ALTAMIRA se referem a medições em um período determinado. A TRE ALTAMIRA não se responsabiliza por qualquer possível evento futuro (intervenção humana ou fenômenos naturais), assim como pelas consequências derivadas das interpretações errôneas das suas recomendações.

Esse documento e qualquer anexo são de caráter confidencial e é propriedade da TRE ALTAMIRA. O documento está feito exclusivamente para seu destinatário. Está proibida toda reprodução, publicação ou distribuição deste documento, seja total ou parcial, sem prévia autorização escrita.

11. ACEITAÇÃO DA PROPOSTA

Após assinar esse documento, eu declaro aceitar completamente a proposta técnica e comercial que aqui se inclui:

Data	Nome	Assinatura
------	------	------------

In accordance with the provisions in article 5 of Spanish Statutory law 15/1999, of the 13th of December, Protection of Data of a Personal Nature (LOPD) and Royal Decree 1720/2007, of the 21st December, we inform the user that all personal data voluntarily provided at any time to our company or our employees, will be included in an automated data file created and maintained under the responsibility of TRE ALTAMIRA S.L. This personal data will be treated with confidentiality and will be used for the exclusive purpose of managing our client relations and transmitting information regarding our products and services. Furthermore, we wish to inform the user that personal data may be yielded to a third party for the purpose of company accounting or transportation of products. Personal data may be yielded to our branch offices in France and Canada for client management purposes. The aforementioned use of personal data meets the guidelines set out by the LOPD.

The user may, at any time, exercise his or her right to rectification, access, cancellation and opposition, by communicating in writing his or her full name and address, to: info.spain@tre-altamira.com or to TRE ALTAMIRA S.L. Còrsega, 381-387, 08037, Barcelona. All requests will be treated promptly and appropriately.

ANEXOS

12. TRE ALTAMIRA

A TRE ALTAMIRA é uma empresa com experiência na Observação da Terra que oferece medições dos movimentos do terreno com precisão milimétrica e soluções de cartografia usando imagens de satélite radar. A detecção do movimento do terreno e os produtos de medição são geradas a partir do processamento de pacotes de imagens adquiridas por satélites radar como ERS/Envisat, ALOS, TerraSAR-X, Cosmo-SKYMED, Radarsat-1 e 2 e Sentinel.

TRE ALTAMIRA: criador e proprietário da cadeia de processamento avançado PSI - SqueeSAR

A TRE ALTAMIRA é líder no processamento de imagens radar (“Interferometric Synthetic Aperture Radar”, InSAR) com sua própria cadeia de processamento. A equipe de I&D da TRE ALTAMIRA desenvolve e otimiza a tecnologia InSAR de forma continuada para fornecer produtos de máxima qualidade.

A TRE ALTAMIRA é especialista no processamento de imagens radar. O excelente conhecimento do InSAR é a chave do êxito e crescimento para a empresa, tanto em projetos comerciais, como a nível institucional.

TRE ALTAMIRA é a fornecedora InSAR de referência para a NASA (National Aeronautic and Space Agency), CSA (Canadian Space Agency), ESA (European Space Agency), JAXA (Japanese Aerospace Exploration Agency), CNES (Centre National d’Études Spatiales), DLR (German Aeronautic and Space Center) e o Banco Mundial.

TRE ALTAMIRA: um agente global

TRE ALTAMIRA tem uma equipe de trabalho multicultural que facilita a comunicação e aporta conhecimento específico em todos os projetos.

TRE ALTAMIRA tem clientes por todo o mundo e para cada projeto garantimos um seguimento personalizado com visitas, reuniões e apresentações periódicas, fornecendo também uma assistência continuada via telefone e e-mail.

TRE ALTAMIRA é parte do Grupo CLS, líder mundial em aplicações de radar marítimos. Esta posição lhe permite oferecer um serviço integrado para a indústria, meio ambiente, a prevenção e a segurança.

1. VANTAGENS DA TRE ALTAMIRA

EMPRESA DE SOLUÇÕES COM UMA PRESENÇA GLOBAL

TRE ALTAMIRA pertence à rede de agências do Grupo CLS, uma empresa sólida com presença em mais de 15 países.

TRE ALTAMIRA faz parte do grupo CLS (Collect e Localisation Satellite) com certificação ISO.

CLS é uma subsidiária da CNES (Agência Espacial Francesa) que fornece serviços de localização por satélite, coleta de dados, vigilância do meio ambiente, segurança marítima, para uma clientela diversificada.

O Grupo CLS tem mais de 400 trabalhadores e tem uma grande rede técnica com larga experiência. No Brasil a empresa IDS Brasil é a representante da TRE ALTAMIRA.

The parent company, IDS Ingegneria Dei Sistemi is headquartered in Pisa (Italy) with offices in six countries (Italy, UK, Brazil, Canada, USA and Australia) and around 500 employees worldwide with experience and expertise in the most sophisticated technologies. IDS's roots date back to 1980; over the past 30 years the company has evolved and grown without losing its tradition. Today, IDS is a world-leading provider of high-tech solutions in selected niche defense and civil market sectors.

IDS BRASIL, a Brazilian Company established since 2006 in Brazil, located in São Paulo and Belo Horizonte, provides unrivalled solutions across defense and civil markets: Naval, Aeronautical, Air Navigation and Georadar.

Aeronautical Division: Providing the aerospace market with both high engineering consultancy capabilities and products leveraging long-standing operating excellence in the field of aeronautics. IDS Aeronautical offerings span cost-effective services (such as Electro Magnetic Engineering, Flight Control System (FCS) Design) to advanced technological products (such as Electro Magnetic Analysis Tools, Measurement Systems).

Air Navigation Division: A broad range of scalable and interoperable integrated solutions for the Air Navigation market. 20 years of experience in the field and over 150 committed resources make IDS the ideal partner to face the complex transition from Aeronautical Information Services (AIS) to the global Aeronautical Information Management (AIM) environment.

In Brazil, IDS has started a project for Brazilian Air Force –DECEA in 2010, providing static AIM products, ranging from flight procedure and airspace design system to charts production. In 2015, a new project has started to accommodate the transition from AIS to AIM for NOTAMs, Flight Plans, Meteorological Data Management and Briefing Activities

Georadar Division: Designing and providing tailor-made products and services for subsurface investigation, object detection behind walls and monitoring of structure and terrain movements and vibrations. 30 years of experience make IDS one of the major

providers of Ground Penetrating Radar (GPR), Interferometric Radar and Through the Wall Radar technologies.

Naval Division: Supporting and advising navies, ship designers and combat system integrators in optimizing the electromagnetic design of naval platforms thanks to consultancy and integrated systems designed to maximize EMC, minimize EMI, reduce radiation hazards and minimize ship signatures.

PROVEDOR InSAR DE RENOME INTERNACIONAL

TRE ALTAMIRA é uma fornecedora InSAR reconhecida internacionalmente. Ela recebeu o Certificado de Controle de Qualidade InSAR pela DLR (Agência Espacial Alemã).

TRE ALTAMIRA foi a líder do maior projeto InSAR da ESA (Agência Espacial Europeia) chamado TerraFirma com uma equipe de renome internacional. Esse projeto é uma grande iniciativa da comunidade InSAR e reúne 20 especialistas europeus em observação da Terra, riscos geológicos, inundações, deslizamentos de terra e hidrogeologia.

Além de numerosos projetos industriais que estão em andamento, TRE ALTAMIRA é a primeira fornecedora InSAR do Banco Mundial.

FORNECEDOR DE QUALIDADE RECONHECIDA

TRE ALTAMIRA tem sua própria cadeia de processamento que é atualizada continuamente e é certificada em vários projetos.

TRE ALTAMIRA tem desenvolvido a cadeia de processamento avançado PSI, que é atualizada regularmente e aplica as técnicas de processamento de sinais desenvolvidas com o objetivo de extrair a maior densidade de pontos de medição com alta qualidade, considerando as especificações de cada projeto.

A cadeia de algoritmos de processamento avançado PSI permite entregar resultados de toda escala de magnitude de movimentos (mm, cm, dm, m)

TRE ALTAMIRA fornece seus estudos há mais de 7 anos para o setor de mineração. Trabalhando com clientes internacionais como Codelco, Anglo American, BHP, BMA, Rio Tinto, Glencore, VALE, Barrick, TECK, em países como Chile, Peru, Brasil, USA, Austrália, Espanha, Turquia, etc.

ATENDIMENTO AO CLIENTE E AO PROJETO

Graças à equipe de especialistas, a cadeia de processamento da TRE ALTAMIRA adapta-se às necessidades e requerimentos de cada cliente.

Graças aos anos de experiência e a realimentação dos clientes, a TRE ALTAMIRA desenvolveu ferramentas específicas para cobrir as diferentes necessidades.

Vários algoritmos têm sido desenvolvidos para detectar movimentos milimétricos, centimétricos e métricos, sempre com precisões milimétricas.

No caso de situações críticas, criamos produtos especiais que permitem detectar os deslocamentos cm-m. Essas são entregas de resultados com uma maior frequência que as entregas *standard* e permitem ao cliente conhecer deformações sem esperar a entrega final.

A FRENTE DA TECNOLOGIA InSAR

A cadeia de processamento da TRE ALTAMIRA está pronta para trabalhar com todos os satélites radar disponíveis. A equipe tem uma ampla experiência e a capacidade de combinar imagens de diferentes satélites.

A TRE ALTAMIRA é um fornecedor independente que não está vinculado a um único satélite radar e, portanto, é escolhido o satélite que melhor se adequa às características do projeto.

Graças a um grande número de projetos em todo o mundo e um contínuo esforço em I&D, a TRE ALTAMIRA está sempre atualizada, sobretudo, com os temas relacionados a satélites radar.

Graças ao conhecimento e experiência dos técnicos, a TRE ALTAMIRA é capaz de combinar imagens de diferentes satélites. Esta vantagem se torna benéfica para o cliente, no caso de uma imagem não ser recebida, nossa equipe poderia adquirir uma imagem com outro satélite e garantir a continuidade do projeto.

13. INTRODUÇÃO A TECNOLOGIA INSAR E A CADEIA DE PROCESSAMENTO AVANÇADO PSI (SQUEESAR™), A CADEIA DE PROCESSAMENTO AVANÇADA DA TRE ALTAMIRA

O princípio da tecnologia InSAR tem a base nas medições da diferença da distância entre o satélite e o terreno em passadas sucessivas do satélite sobre uma mesma área. Para fazer um estudo de movimento do terreno, a TRE ALTAMIRA tem desenvolvido a cadeia de processamento avançada com as seguintes vantagens:

13.1.A cadeia de processamento avançado PSI (SqueeSAR™) consegue uma alta densidade de pontos de medição

A cadeia de processamento inclui algoritmos que conseguem a maior densidade de pontos naturais possíveis, inclusive em áreas com condições do terreno difíceis, tais como vegetação ou neve.

Desde que não haja mudanças drásticas na superfície, como trabalhos de construção, a cadeia de processamento consegue pontos naturais de medidas confiáveis. No caso de mudanças importantes da superfície do terreno, pode-se garantir a existência de pontos de medida instalando refletores artificiais no local (**Figura 3**).

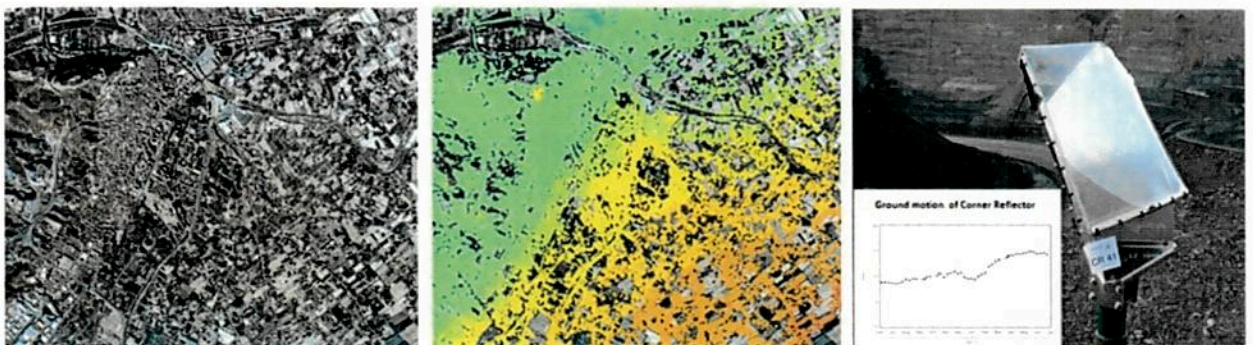


Figura 3. Alta densidade de pontos de medida (centro) em todo tipo de superfície de terrenos (esquerda). Instalação de refletores artificiais (direita) para áreas com grandes mudanças na superfície.

13.2.O SqueeSAR™ mede todos os níveis de movimento: desde milimétricos a métricos

A cadeia de processamento avançado PSI pode medir todos os intervalos de movimento: milimétricos, centimétricos e métricos. A cadeia combina diferentes técnicas e robustos algoritmos de processamento para obter dados com a maior precisão possível.

Os resultados de movimento do terreno apresentam-se em um mapa de deformações em escala milimétrica, centimétrica e métrica. Os movimentos milimétricos e centimétricos apresentam-se

como pontos de movimento (a cor da escala indica a magnitude do movimento), de igual maneira que os movimentos métricos.

13.3.O SqueeSAR™ é compatível com dados de todos os satélites disponíveis

A cadeia de processamento é compatível com dados de todos os satélites atualmente disponíveis. Segundo as condições específicas de cada projeto, é oferecido uma combinação ótima da longitude de onda e resolução das imagens, frequência de revisita e geometria de observação para conseguir a maior densidade de pontos de medida durante o monitoramento.