

GroundProbe

Tecnologias aplicadas ao monitoramento de estabilidade de barragens e taludes

MAKING
MINING SAFER

Antonio Rocha
Global Business Development
Antonio.rocha@groundprobe.com
31-99544 8878

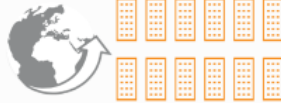
GroundProbe at a glance



20+ LIVES SAVED
IN THE LAST
YEAR ALONE

900+

WALL
FAILURES
DETECTED



12 OFFICES
GLOBALLY

160+



PEOPLE
EMPLOYED
WORLDWIDE

50+



GLOBAL SUPPORT
TECHNICIANS

400+

SYSTEMS
DEPLOYED IN
29 COUNTRIES



**6 MILLION
HOURS**



OF REAL-TIME
SLOPE MONITORING



RADARS SOLD ARE
GROUNDPROBE RADARS

OPERATES IN
TEMPERATURES
FROM



RADAR
TECHNOLOGY
AGNOSTIC

decision confidence™

No Brasil:

- Escritórios em BH e Carajás
- 26 radares instalados
- 20 colaboradores

GroundProbe®

Por que monitorar?

- Colapsos em minas, barragens e túneis são destrutivos e, no pior dos casos, fatais
- Resultam em atrasos/interrupção da produção, com grande impacto financeiro, logístico e implicações legais
- Melhor gerenciamento de risco: aumento de produtividade e máxima segurança



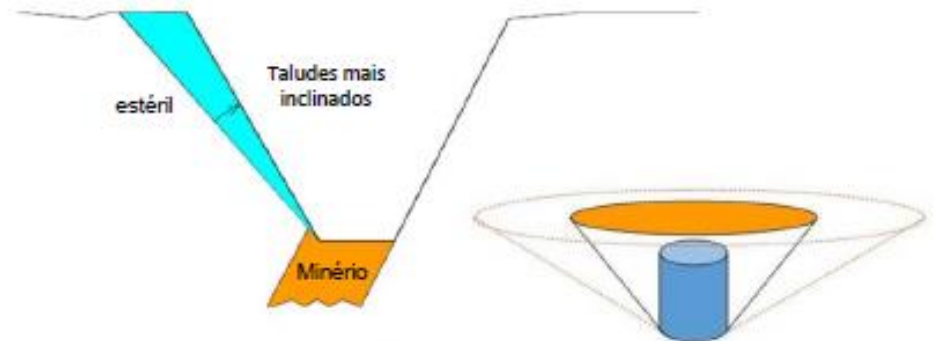
Bingham Canyon, Utah: Maior colapso de taludes do mundo.



Samarco, Brazil: maior desastre ambiental em colapso de barragem de rejeito

Geotecnia

- Taludes devem ter ângulo de inclinação sustentável, com níveis aceitáveis de estabilidade
- Respeitar os critérios de economicidade
 - Ângulos suaves: maior movimentação de material → maior custo
 - Ângulos inclinados: menor movimentação de material → maior risco
- Tempo de vida útil
- Necessidade de melhores práticas e ferramentas para o monitoramento geotécnico



Menor remoção de estéril

(Sjoberg, 1996)

Desafios para os geotécnicos

- Conciliar produtividade e segurança
- Validar estudos geotécnicos/geomecânicos
- Tempo: coleta x análise
- Medir a estabilidade de pilhas e barragens
- Tamanho da equipe
- Gerenciar equipe e contratos
- Tecnologia das ferramentas atuais
- Gerenciar riscos
- Atender à Legislação



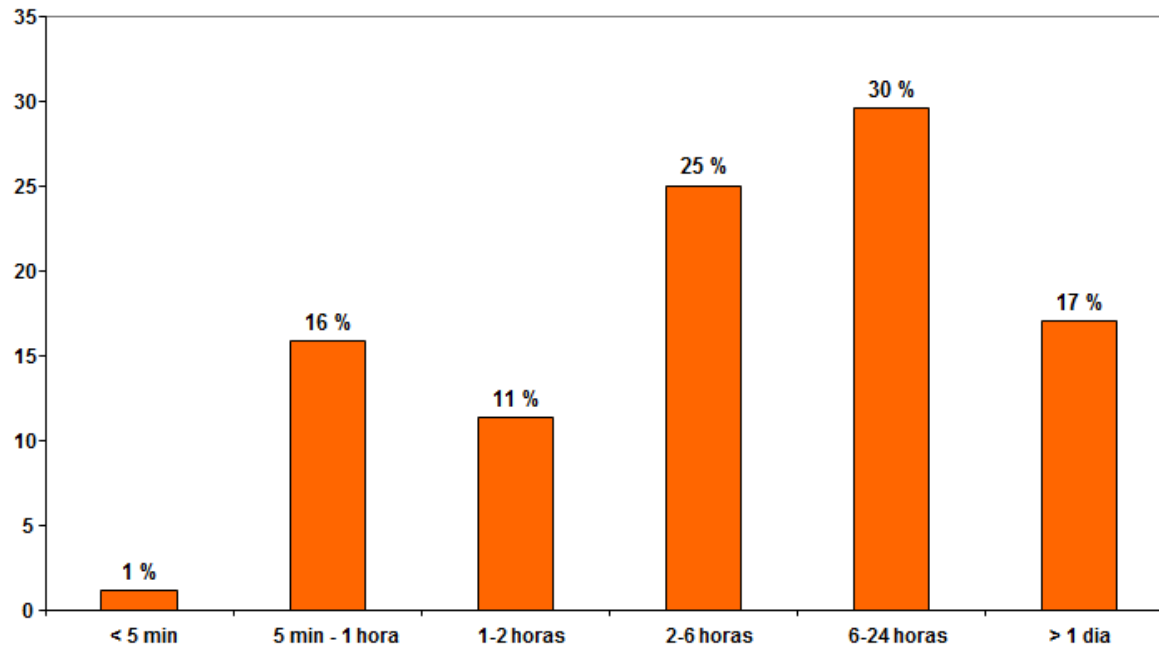
Mito: colapsos são eventos inesperados

- Deslizamentos não são eventos inesperados. Mais de 60% dos deslizamentos dão sinais de rompimento no mínimo entre 2 e 6 horas antes de romper.

GroundProbe

Histograma de Tempo de Avisos

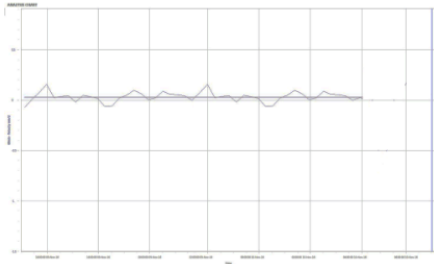
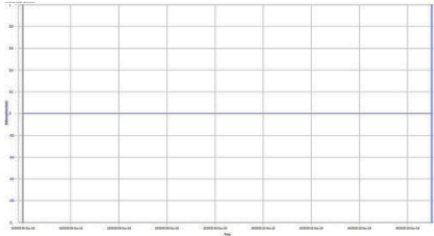
Confidencial



Grande banco de dados de falhas de taludes: >500 Falhas identificadas

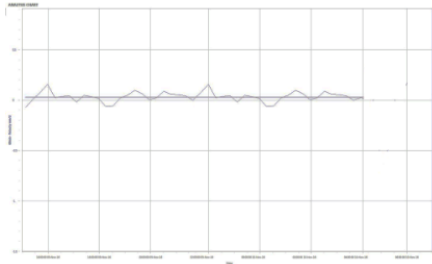
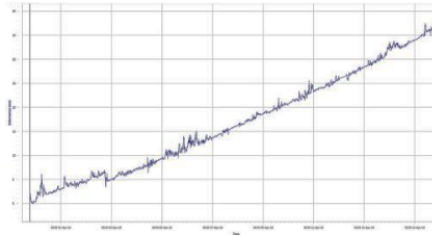
Tendências de deformação

STABLE



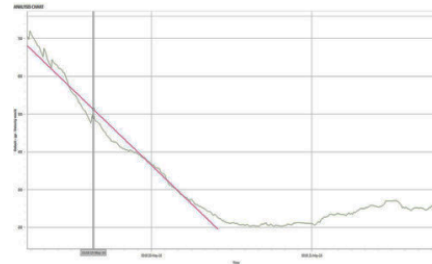
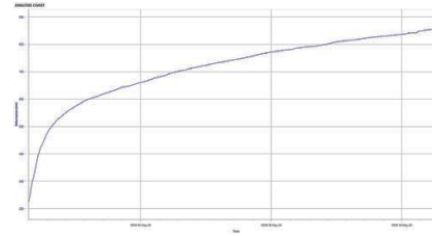
Tendência estável indica que não há razão para preocupação

LINEAR



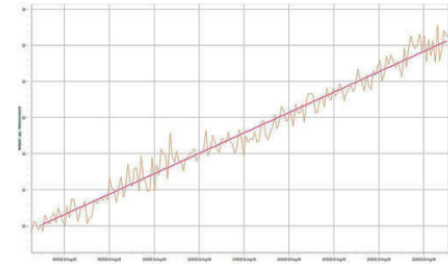
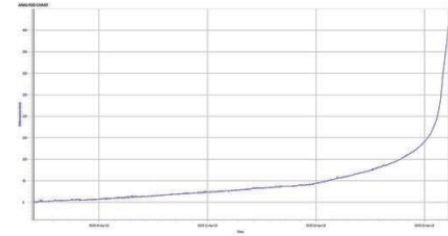
Tendência linear indica aumento, mas a uma taxa constante. Monitoramento deve persistir para buscar variação da velocidade.

REGRESSIVE



Tendência regressiva indica que houve aumento das taxas, mas está desacelerando ou se estabilizando. Ex. Deformação após detonação.

PROGRESSIVE



Tendência progressiva indica que está ocorrendo aumento das taxas e pode ser crítico. Detectado em tempo, pode evitar riscos para a segurança.

Estado da Arte no Monitoramento

O termo ESTADO DA ARTE é atribuído ao nível mais alto de desenvolvimento, seja de um aparelho, técnica ou área científica, alcançada em um tempo definido.



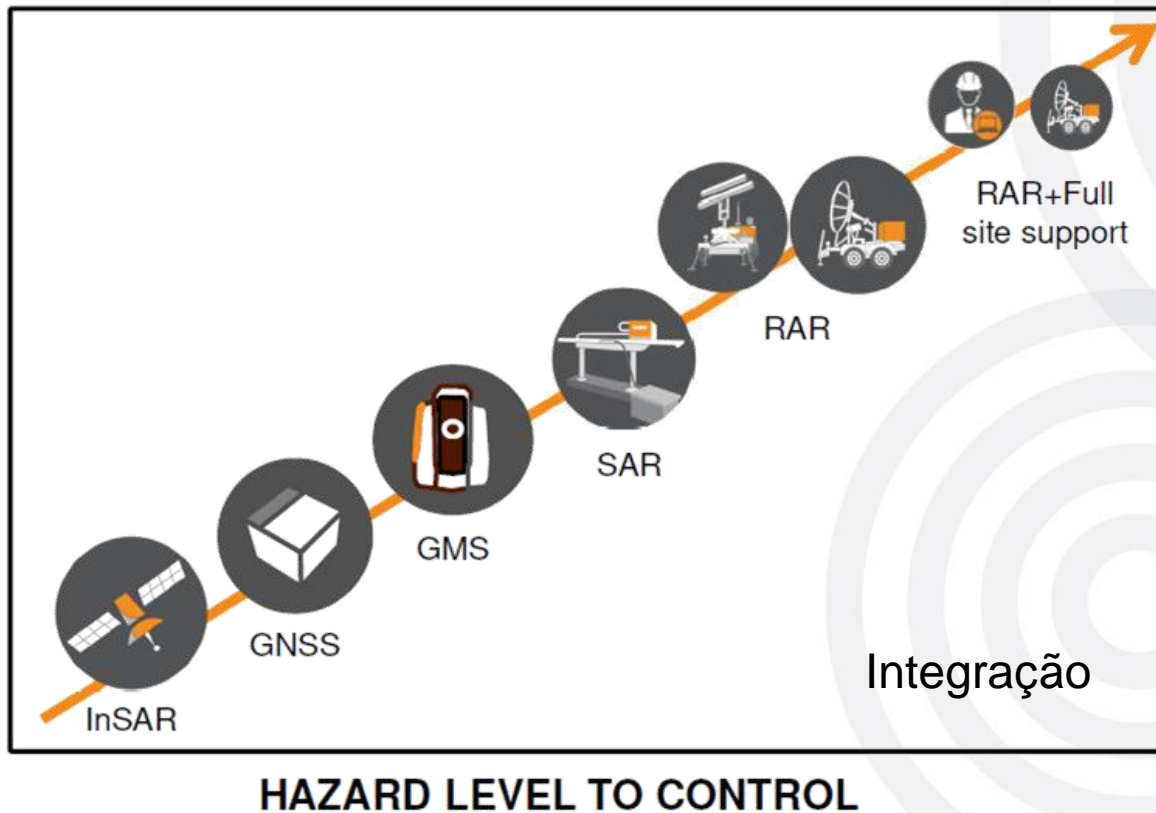
Instrumentação Geotécnica

- Fundamental para avaliação do comportamento de uma estrutura geotécnica.
- Maior investimento em monitoramento → menor impacto na operação (conhecimento prévio do risco geotécnico, mitigação, evacuação)



Tecnologias de Monitoramento de Movimentação

MONITORING RESOLUTION



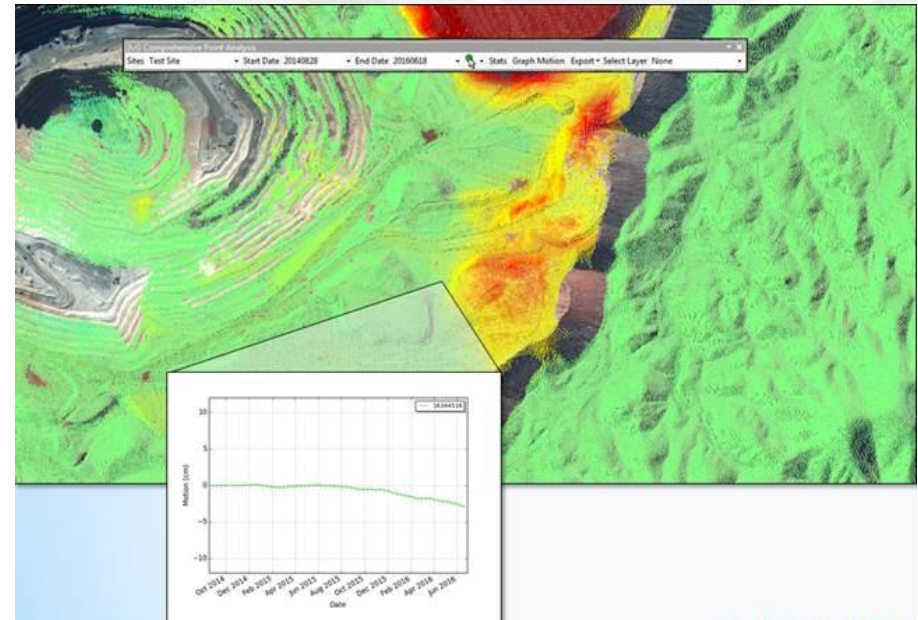
- Monitoramento 24h
- Sistema de alarmes
- Alta frequência de dados (leituras a cada 2 min)
- Transmissão ao vivo de dados
- Câmeras fotográficas
- Monitoramento remoto desde qualquer computador
- Análise, interpretação de dados e validação de alarmes

InSAR



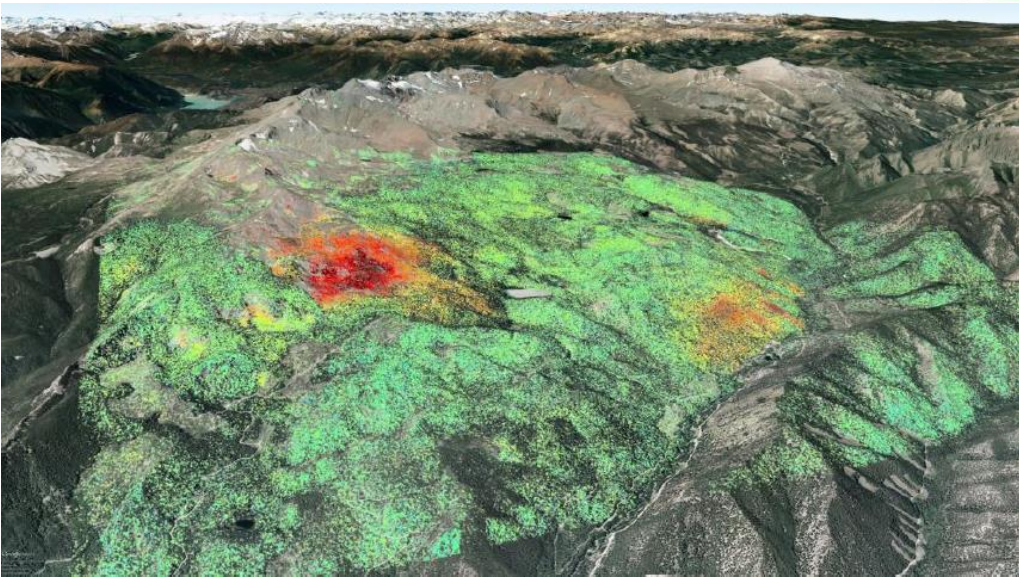
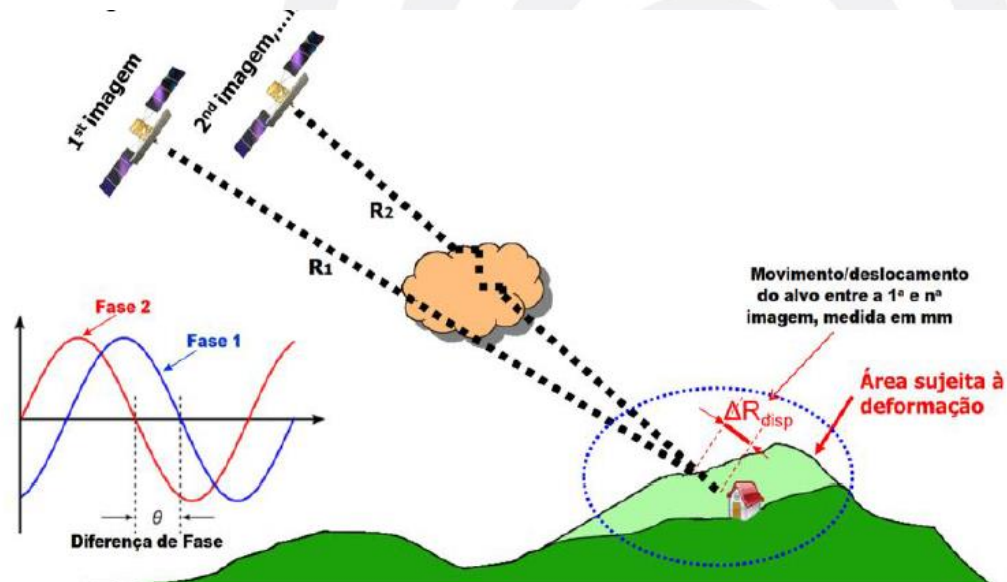
Um engenheiro geotécnico deve zelar por uma grande quantidade de estruturas, taludes, barragens, depósitos de estéril, muitas vezes sem instrumentação adequada ou suficiente.

- Monitoramento geotécnico por satélites: visão ampla e precisa de movimentos.
- Direciona seus esforços de monitoramento
- Bases de dados do passado



InSAR

- Periodicidade: ~10-20 dias
- Precisão: 2 mm
- Resolução espacial: 3 a 20 metros



[Video](#)

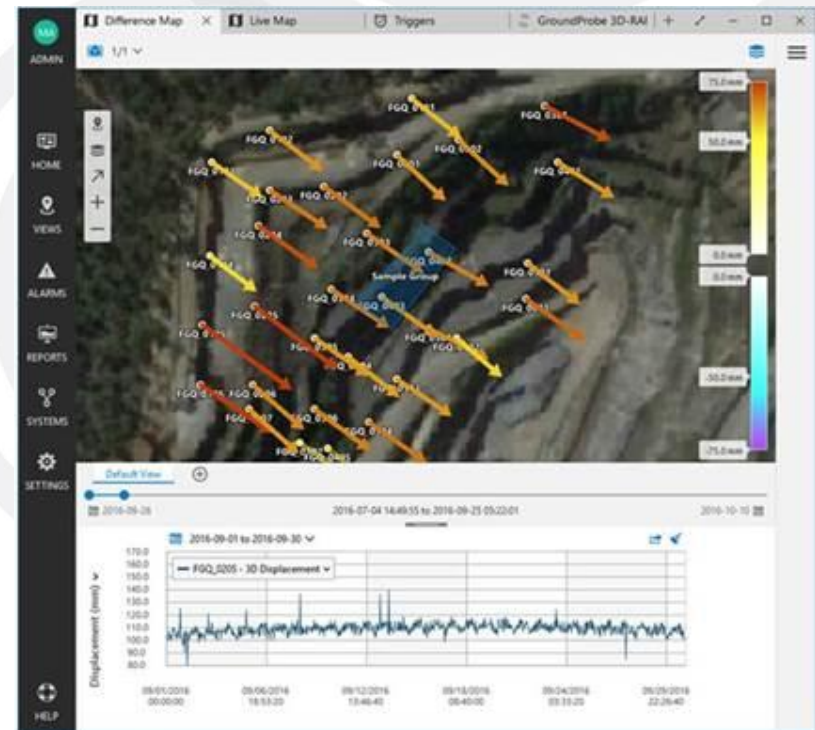
GNSS



GPS geotécnicos, autônomos, que monitoram deformações (movimento) e inclinação em tempo real, com precisão milimétrica.

- pequeno e leve
- funciona com pilhas convencionais que duram até 2 anos
- wifi integrado
- disponibiliza informações em um poderoso dashboard geotécnico com alarmes – o GeoExplorer
- instalação simples

Demo

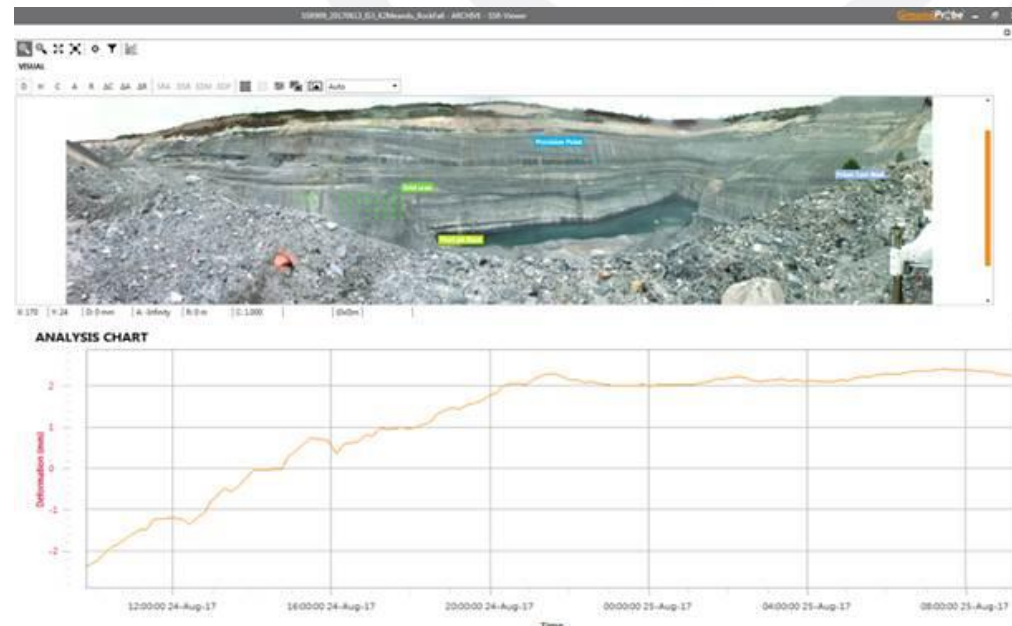


GMS – Geotechnical Monitoring System



A GMS é uma estação robótica desenvolvida especialmente para o monitoramento geotécnico, que utiliza a técnica e processamento do radar para aumentar sua precisão.

- Monitora prismas reais, e prismas virtuais em qualquer quantidade e localização;
- Recursos de análise, alarmes em tempo real, recursos de fotografia e vídeo
- Solução econômica



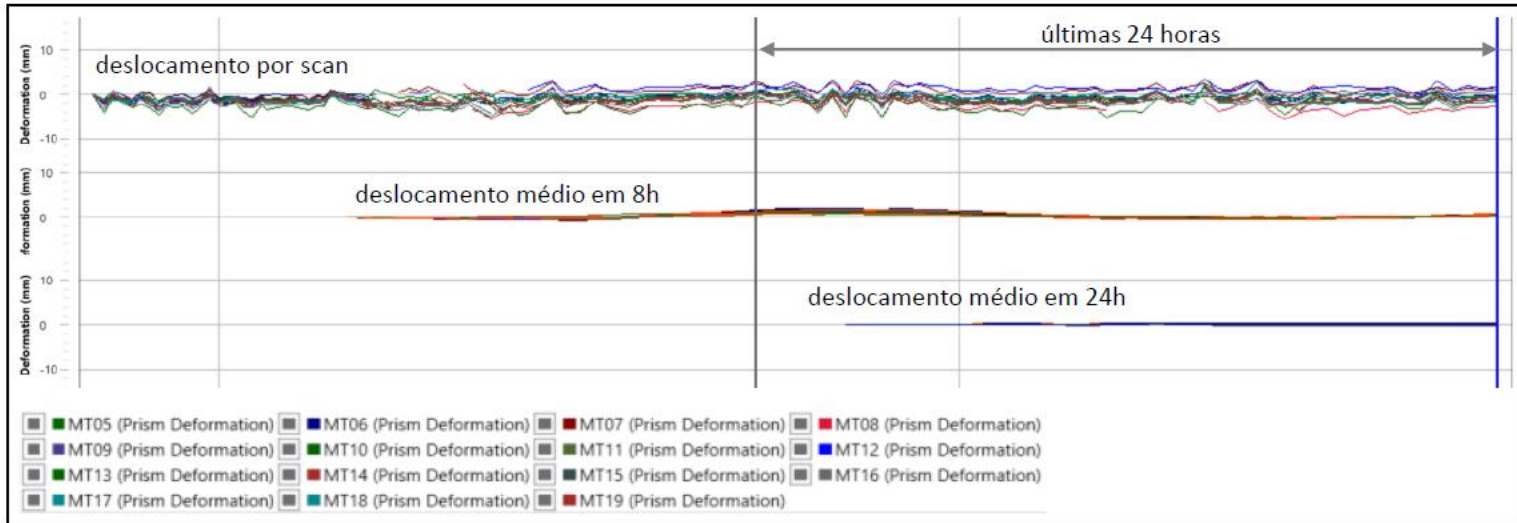


decision confidence™

Barragem 6 (Centro e Ombreiras)



Barragem 6: Gráfico de deformação pelo tempo - Deformações pontuais em prismas



Video

Demo

decision confidence™

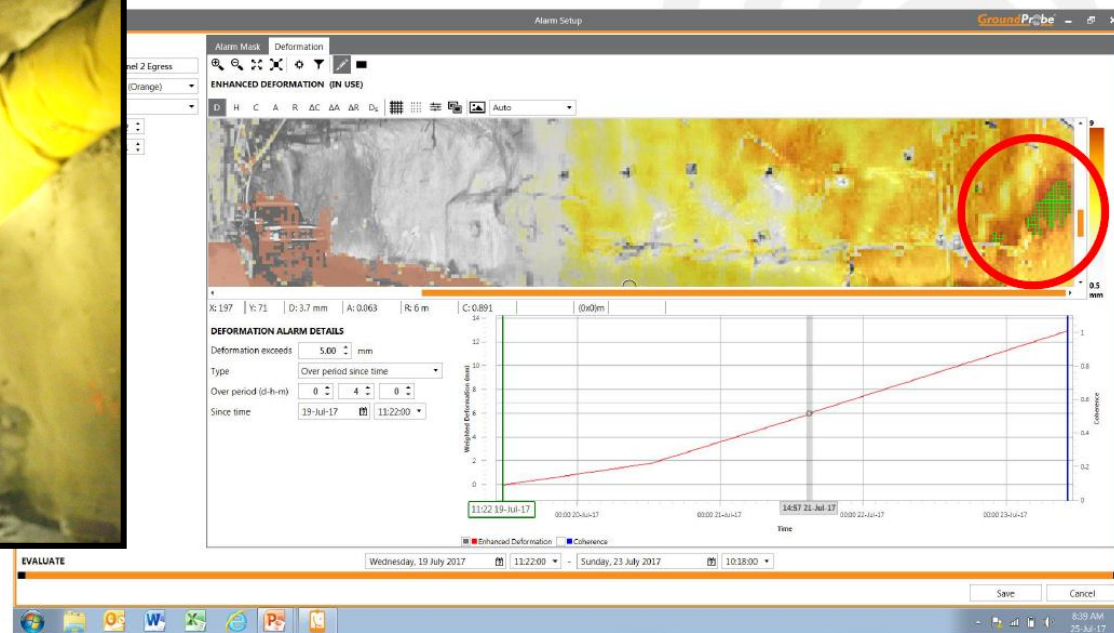
GroundProbe®

GML – Geotechnical Monitoring Lidar



O GML é um radar lidar desenvolvido especialmente para o monitoramento geotécnico de convergências em ambientes subterrâneos.

- Processamento de radar aumenta a precisão para 0.01 mm
- Monitora galerias, salões, túneis
- Monitoramento periódico ou contínuo.





Radars SSR – Slope Stability Radar

Os radares SSR-SARx são ideais para o monitoramento de barragens de rejeito.

- Permite monitorar à distância (4.5 km) por longos períodos
- Monitoramento periódico ou contínuo
- Identifica deformações lentas em seus estágios iniciais, com precisão sub-milimétrica (0.1mm)

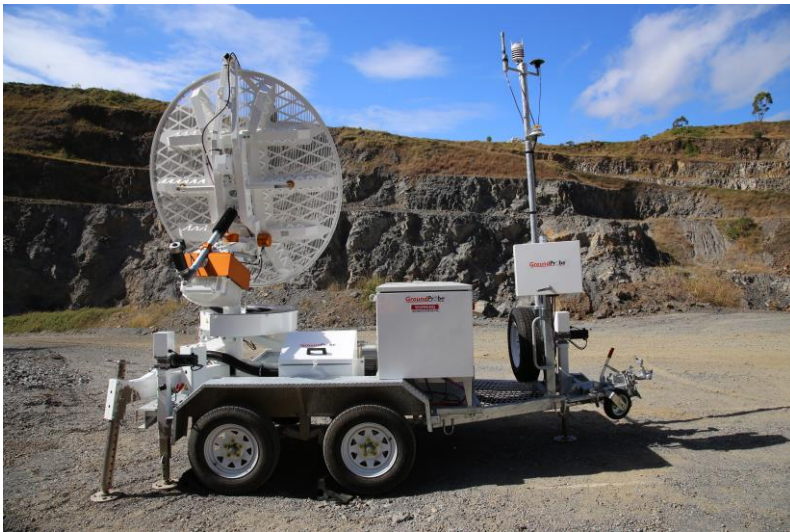


Radars SSR – Slope Stability Radar



Os radares SSR-XT e SSR-FX são ideais para o monitoramento crítico de segurança, quando há risco imediato para a segurança de pessoas, equipamentos e operação.

- Solução sob trallier para mobilidade e velocidade para situações dinâmicas;
- Auto-suficiente em energia
- Precisão 0.1 mm
- Instalação rápida



Radars SSR – Slope Stability Radar

- Três resoluções: 0,08 °, 0,24 ° e 0,33 ° pixels
- Cobertura de varredura 360 ° abrangente
- Alcance de até 5,6 km, com ampla cobertura de 11,2 km em pit
- Aquisição ultra-rápida de dados de 40 segundos, para dados utilizáveis totalmente processados a cada 2 minutos
- Câmera panorâmica de 40MP, 180° com 21 níveis de zoom e filtro de corte infravermelho
- Inspeção remota com alimentação dupla, transmissão de vídeo ao vivo e zoom forense
- GNSS para detecção de movimento de radar e georreferenciamento automático

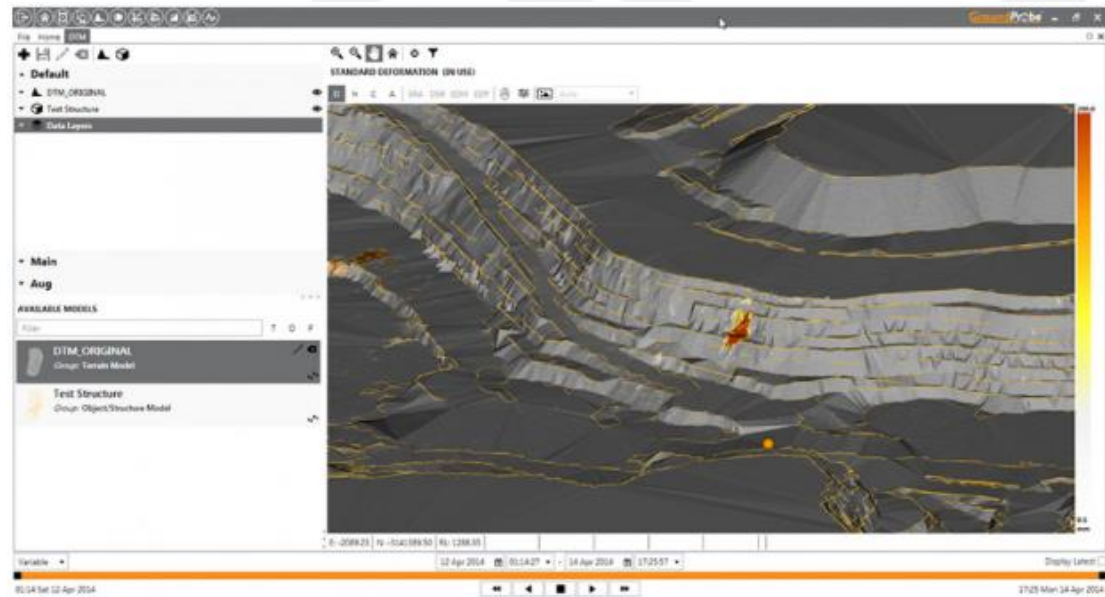
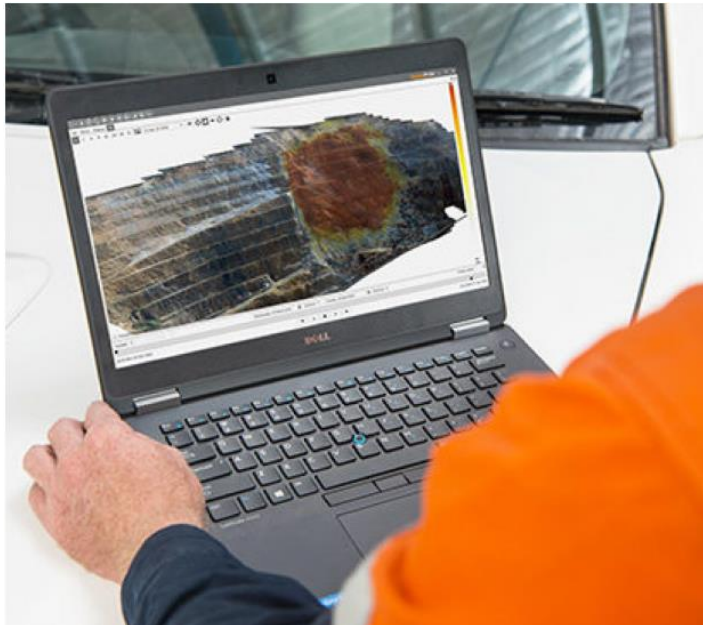
Video

decision confidence™



GroundProbe®

Radar user interface



decision confidence™

GroundProbe®



Integração de Instrumentos Geotécnicos

Geotécnicos analisam centenas de dados de diferentes instrumentos geotécnicos, geralmente de forma manual e com alto consumo de tempo.

O GeoExplorer é uma solução de integração de instrumentos geotécnicos, independente da tecnologia ou fabricante, com os benefícios de visualização, análise, relatórios e alarmes em um único e poderoso dashboard geotécnico.



GeoExplorer Mobile

- Plataforma móvel e customizada para inspeção visual e leitura manual de sensores no campo
- Envia dados diretamente ao GeoExplorer
- GPS integrado
 - Permite leitura à uma distância do instrumento definida pelo administrador
- Fotografia e comentários
- Relatórios customizados

Demo



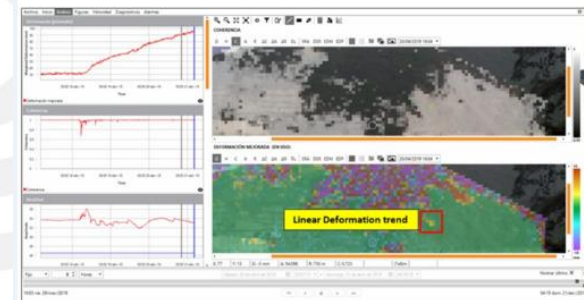
Serviços de Monitoramento e Interpretação de dados

Engenheiros geotécnicos locais tem muitas demandas, reuniões, não trabalham em turnos, portanto não tem tempo exclusivo para acompanhamento de dados de monitoramento.

GroundProve criou o GSS – Geotechnical Support Services, com 25 engenheiros em turnos para prover:

- Monitoramento 24h
- Relatórios remotos
- Validação de alarmes
- TARP (Plano de Resposta a Eventos de Alarme)
- Monitoramento diário, semanal, mensal

É a solução ideal quando faltam profissionais, ou estes estão sobrecarregados.



Dear All, We would like to inform linear deformation trend has been observed on SSR228XT, over B4 Area around pixel (97,19), with velocity ± 16 mm/d by using VCP1440 minutes. Thanks

Comparativo

Solução	Física	Precisão	Frequencia	Cobertura	Aplicação
InSAR	Radar satelital	~2 mm	~11 dias	Vastas áreas	Direcionar esforços de monitoramento / dados históricos / monitoramento periódico
GNSS	GPS	~3-4 mm	Definida pelo usuário	Pontual	Monitoramento pontual, áreas de sombra
GMS	Laser	0.5 - 2 mm	~ 5 Minutos	Ampla (360 graus) e pontual	Taludes vegetados, grandes áreas, locações difíceis, tendências de movimento
RADAR SSR	Radar terrestre	0.1 mm	< 2 Minutos	Ampla (60-360 graus)	Monitoramento crítico de segurança, longas tendências de movimento

Conclusões

- O monitoramento de deformação é essencial para avaliar e gerenciar o risco associado à possíveis colapsos de talude;
- As falhas são geralmente antecipadas por movimentos precursoros;
- Várias tecnologias combinadas podem ser aplicadas para a análise de deformação;
- Quanto maior o conhecimento sobre o movimento dos taludes, melhor o gerenciamento de riscos, e mais suave será a operação.

Thank You



SAFETY FIRST



CUSTOMER FOCUS



INNOVATIVE SOLUTIONS



HONESTY AND INTEGRITY



PEOPLE MATTER