

Gestão de Barragens

- ❖ **Novas Tecnologias Aplicadas / Análise Crítica das Informações – Informação gerando valor**
- ❖ **PAEBM de acordo com nova portaria (DNPM)**
- ❖ **Contribuições para as Novas Portarias de Barragem de Mineração**

César Alves
Samuel Carneiro
Alexandre Santos



Brasília, 13 de dezembro de 2017.

Gestão de Barragens

César Alves
Engenheiro Geotécnico

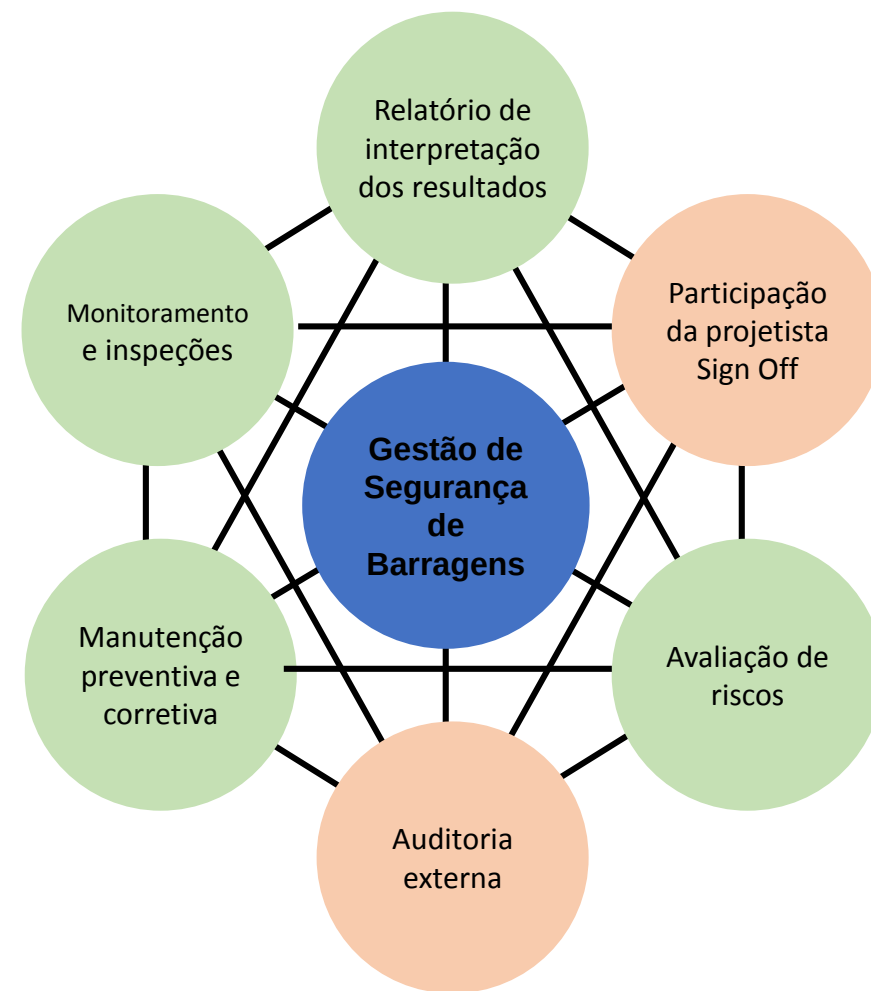


Brasília, 13 de dezembro de 2017.

Gerencia de Geotecnia e Hidrogeologia

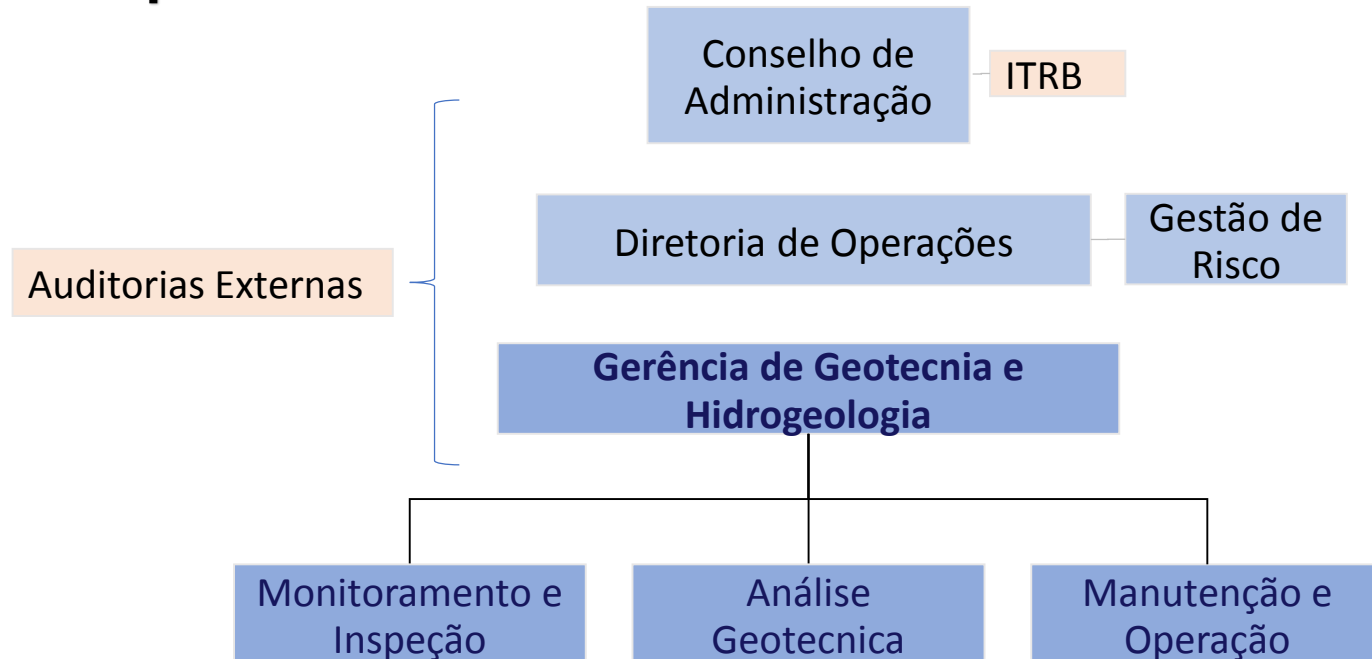
Gestão de segurança de barragens

- ✓ Risco barragens reconhecido como risco do negócio
- ✓ Organograma com estrutura de gestão de barragens independente da operação ligado a alta direção
- ✓ Procedimentos de gestão de barragens com inclusão dos níveis mais altos da organização, comunicação da condição de segurança da barragem para alta direção
- ✓ Adoção de novas tecnologias para monitoramento e inspeções
- ✓ Avaliação de desempenho da barragem com verificação de todos indicadores, emissão de relatório mensal e parecer da projetista da barragem (sign off)
- ✓ Auditorias independentes para verificação da segurança da barragem
- ✓ Avaliação periódica de riscos da barragem



Gerencia de Geotecnia e Hidrogeologia

Organograma e processo

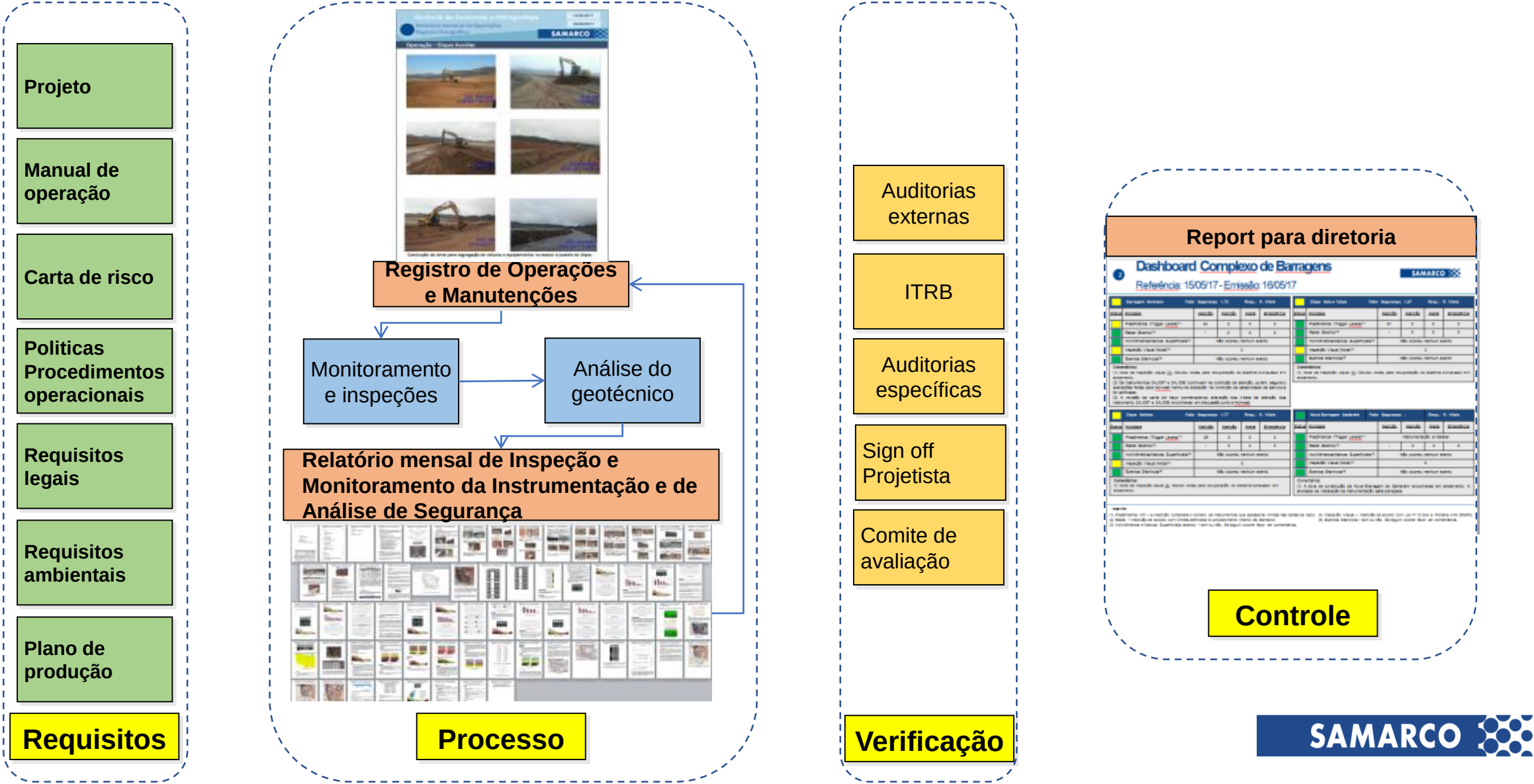


Efetivo 38 profissionais
21 estruturas geotécnicas
12 barragens/diques mineração
1 barragem geração energia

Conceito: Geotécnicos como “donos das estruturas”

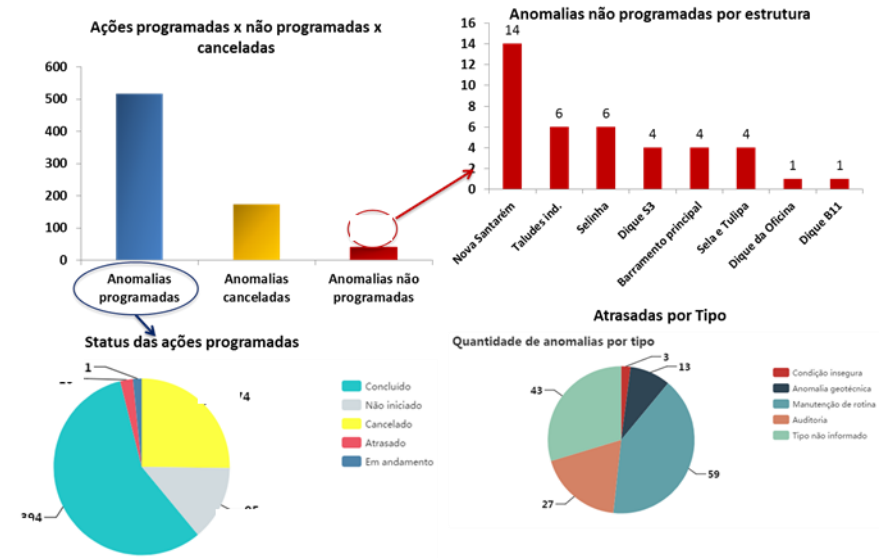
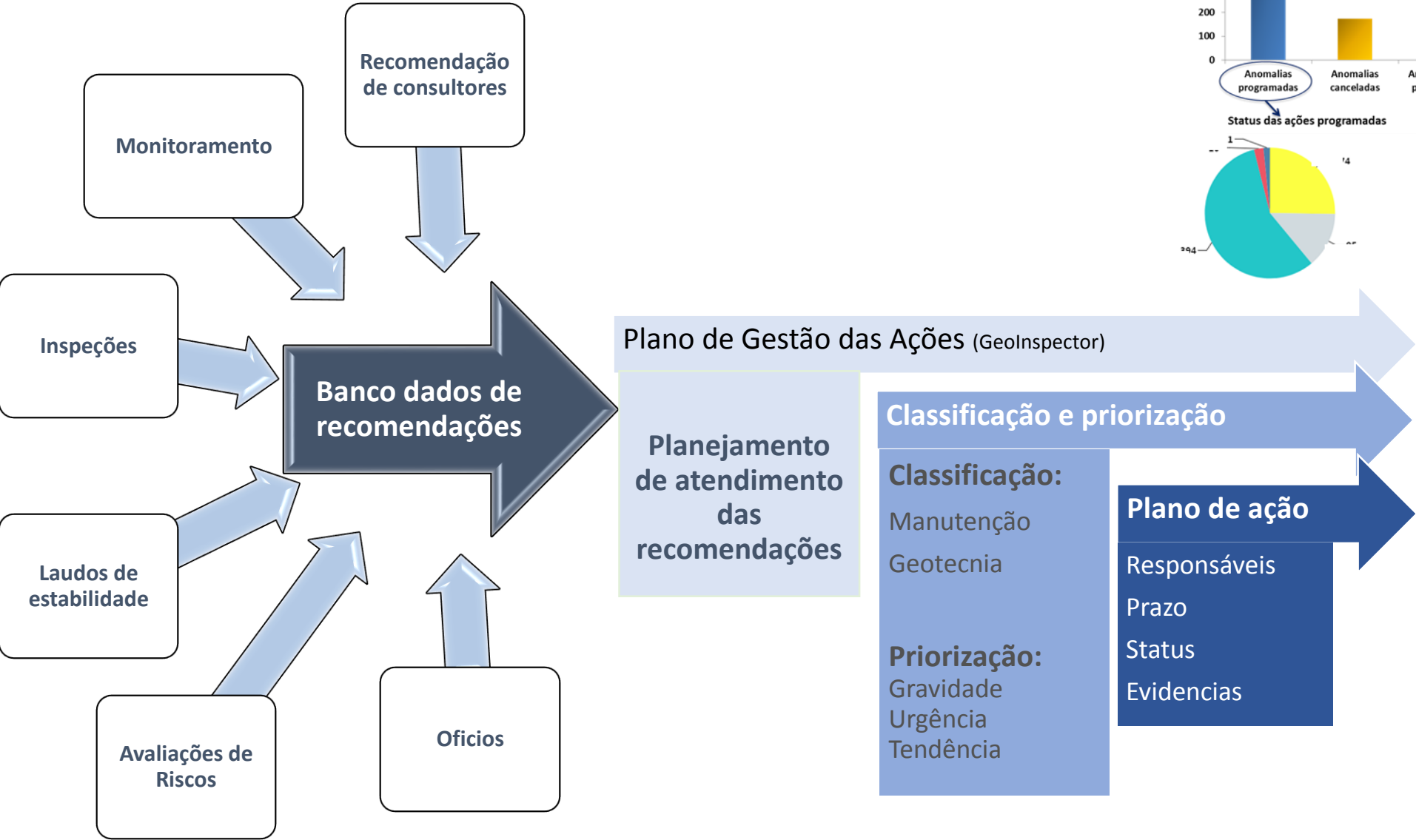
Gerencia de Geotecnia e Hidrogeologia

Gestão de segurança de barragens



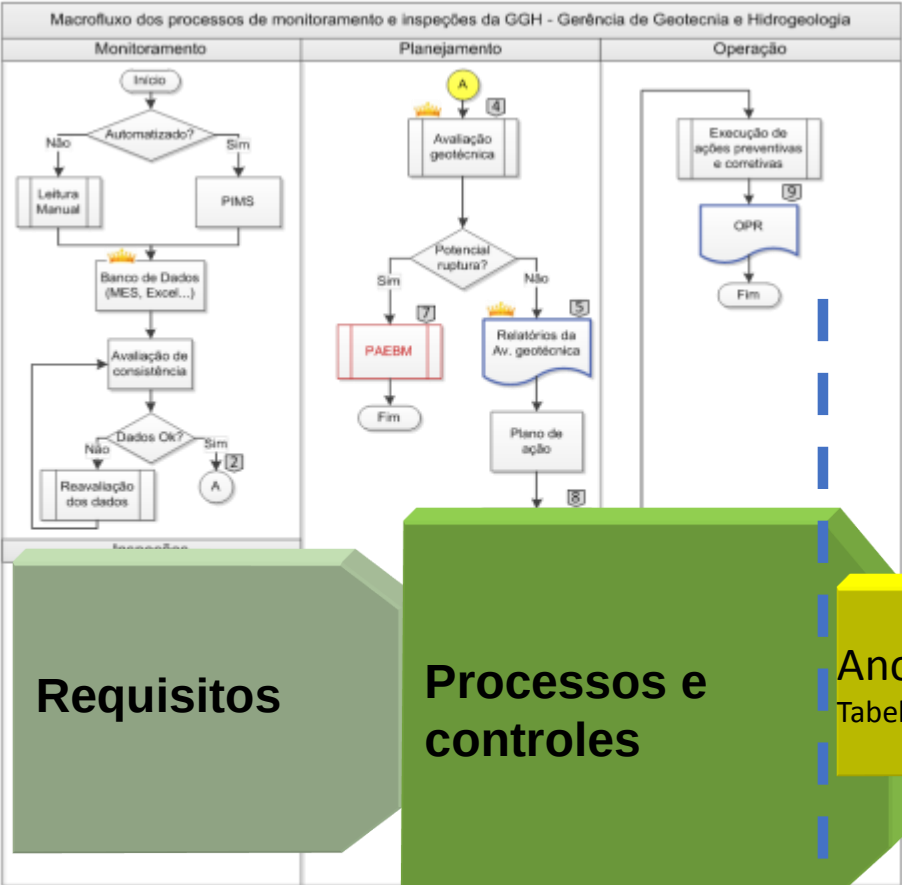
Gerencia de Geotecnia e Hidrogeologia

Gestão de segurança de barragens



Gerencia de Geotecnia e Hidrogeologia

Gestão de segurança de barragens



Anomalia nível 10
Tabela classificação DNPM

Acionamento do
PAEBM

Classificação e notificação da
Emergência

Nível de Emergência 1 – NE1

Nível de Emergência 2 – NE2

Nível de Emergência 3 – NE3

Ações do
Plano

Procedimentos internos

Procedimentos do PAEBM – Requisitos legais

Novas Tecnologias Aplicadas ao Monitoramento Geotécnico

Samuel Carneiro
Eng. Geólogo Geotécnico

Objetivo

Apresentar o monitoramento de barragens com o uso de novas tecnologias.



Estabilidade de taludes

O que os geotécnicos realmente precisam saber sobre potenciais problemas de estabilidade?

1. Se uma área em movimento irá romper ...
2. Quando irá romper...
3. O volume de material envolvido ...
4. O potencial de alcance...

Todos esses parâmetros são necessários...

Causas mais frequentes de falhas

- Segundo o ICOLD (Comitê Internacional de Grandes Barragens), o galgamento é a principal falha de uma barragem;
- Os problemas na fundação, incluindo recalque e instabilidade do talude de jusante, são outras causas de falhas comuns;
- *Piping*, erosão interna causada pela infiltração, é a terceira causa principal;
- As outras causas incluem falha estrutural dos materiais utilizados na construção das barragens e manutenção inadequada.

Instrumentação

“Todo instrumento deve ser selecionado e instalado para responder a questões específicas; se não há perguntas, não deve haver instrumentação”.

(João Francisco Alves Silveira, 2006)

Monitoramento

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

(Fonte: Wikipédia)



Objetivo do monitoramento

- Observar em determinado período de tempo um objeto, verificando se sua condição é aceitável ou não aos padrões.

Análise dos dados de monitoramento

- Determinar se há uma variação significativa o suficiente para justificar uma resposta.
- Os dados devem ser verificados quanto à significância estatística;
- Verificados em relação aos limites especificados e revisados para ver se a variação, além desses limites, sugerem riscos potenciais.

Por que monitorar?

Antes de mais nada, responda:

- O que monitorar?
- Com que instrumento monitorar?
- Onde colocar os instrumentos para o monitoramento?
- Qual é a quantidade mínima de instrumentos necessários?
- Como e com que frequência monitorar?
- Qual a resposta esperada e quais os limites dos níveis de comprometimento da estabilidade/ segurança da estrutura a ser monitorada?

Monitoramento

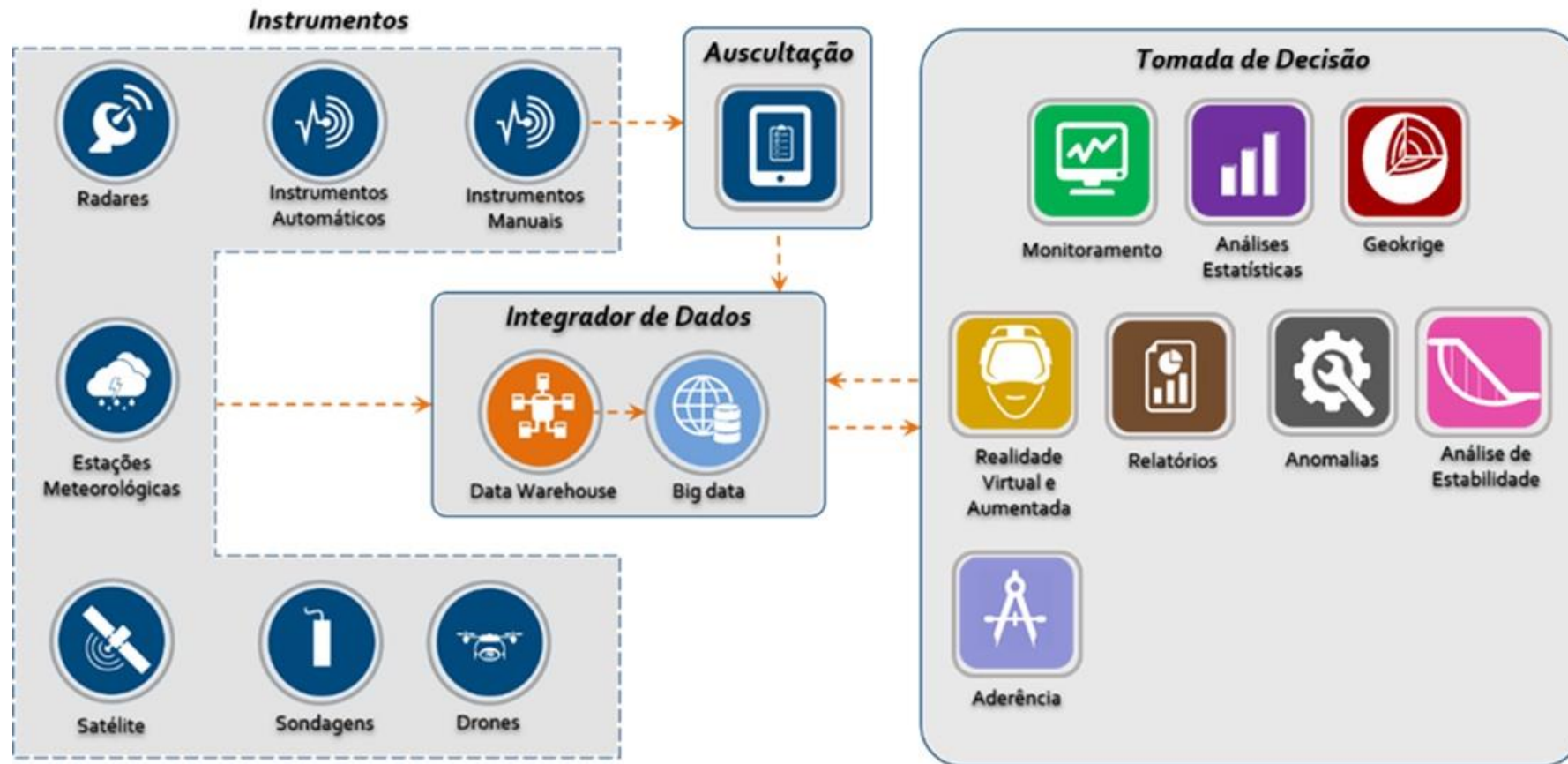
- O monitoramento é uma ferramenta **fundamental**, pois permite a **avaliação do comportamento** em fase de construção e de operação;
- Aumento das soluções avançadas ➡ menor tempo de resposta e maior confiabilidade.

Porque monitoramento automático?

- Reduzir riscos;
- Preservar evidências;
- Informações em tempo real;
- Agir com antecedência;
- Maior segurança.

Monitoramento

As empresas têm buscado novos métodos de monitoramento, aliado ao uso de novas tecnologias.



1.

Vídeo-monitoramento

Vídeo-monitoramento

- Monitoramento de segurança e acompanhamento de obras por câmeras de alta resolução.



Vídeo-monitoramento



Vídeo-monitoramento

Vantagens

- As imagens são visualizadas em tempo real ou, caso necessário, podem ser recuperadas para visualização posterior. Com este monitoramento acompanha-se o andamento de obras, eventos de chuvas, anomalias nas estruturas e condições de segurança.

Desvantagens

- Durante a noite não é possível visualizar as imagens claramente;
- A gravação das imagens requer muito espaço para armazenamento.

2.

Radar de Estabilidade de Talude

Radar de Estabilidade de Talude

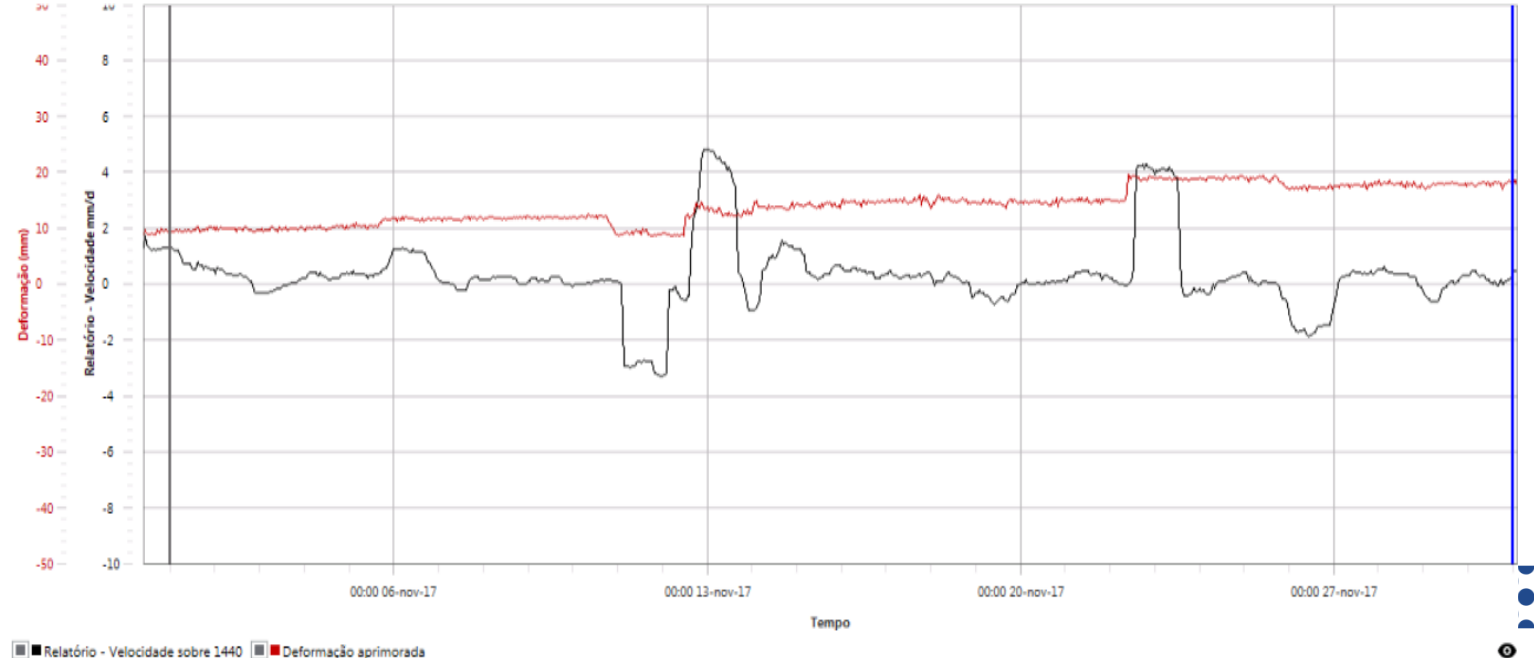


Mapeia a evolução de deslocamentos lentos a longo prazo, para obter um melhor conhecimento do comportamento do maciço.

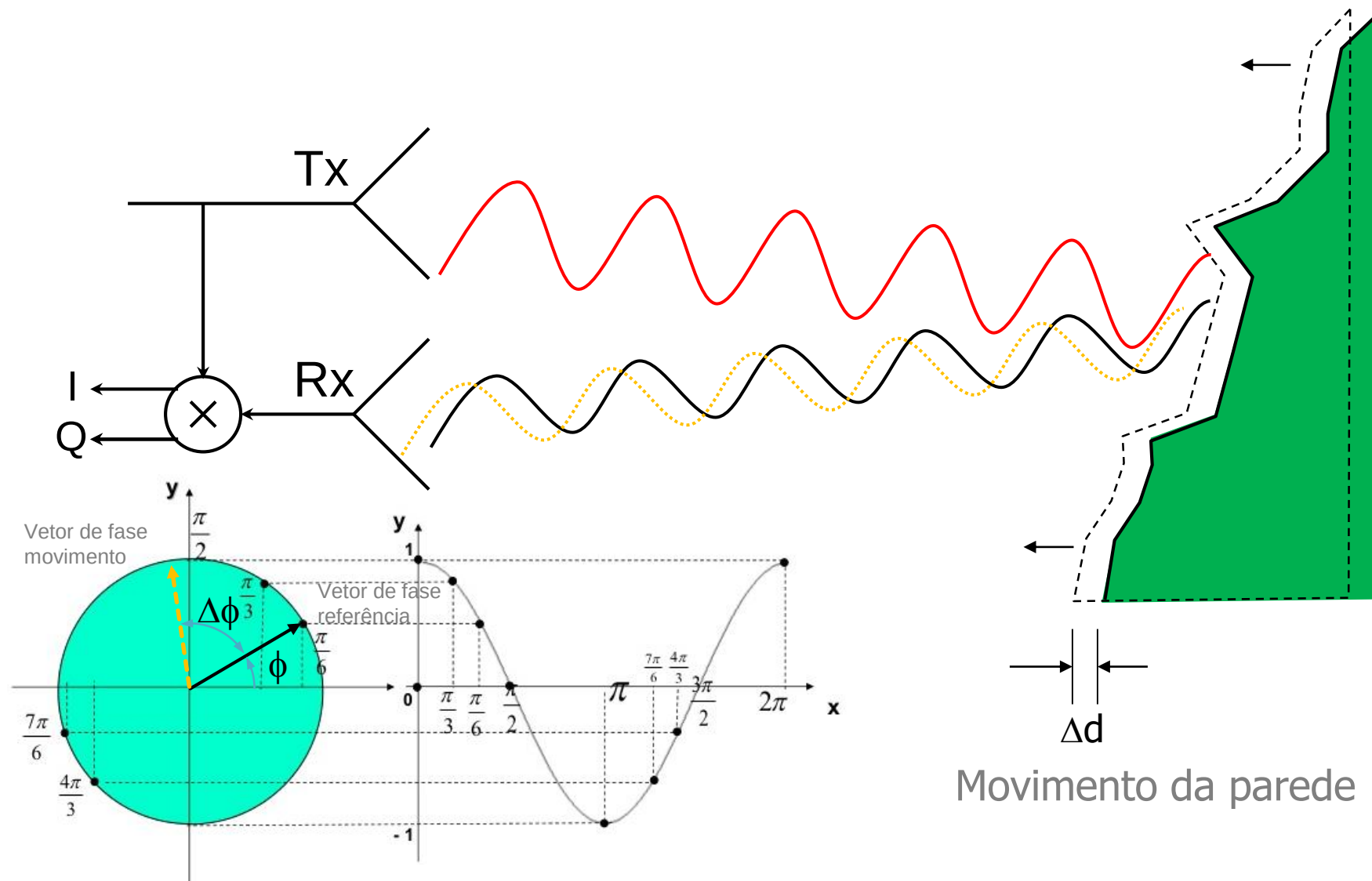
Mede continuamente (24/7) movimentos da estrutura, com precisão sub-milimétrica em "longa distância" (até 4Km), em condições meteorológicas adversas e em grandes áreas sem a necessidade de instalação de alvos.

Fornece aviso prévio, confiável para deslocamentos progressivos, que potencialmente levaria a falhas.

GRÁFICOS DE ANÁLISES



Técnica de interferometria



Cortesia: GroundProbe

Comparação entre os tipos de radares

Analogia com pincéis de pintura para indicar os feixes dos tipos de radares

Feixe de Lápis

Radar 3D



Detalhe Fino

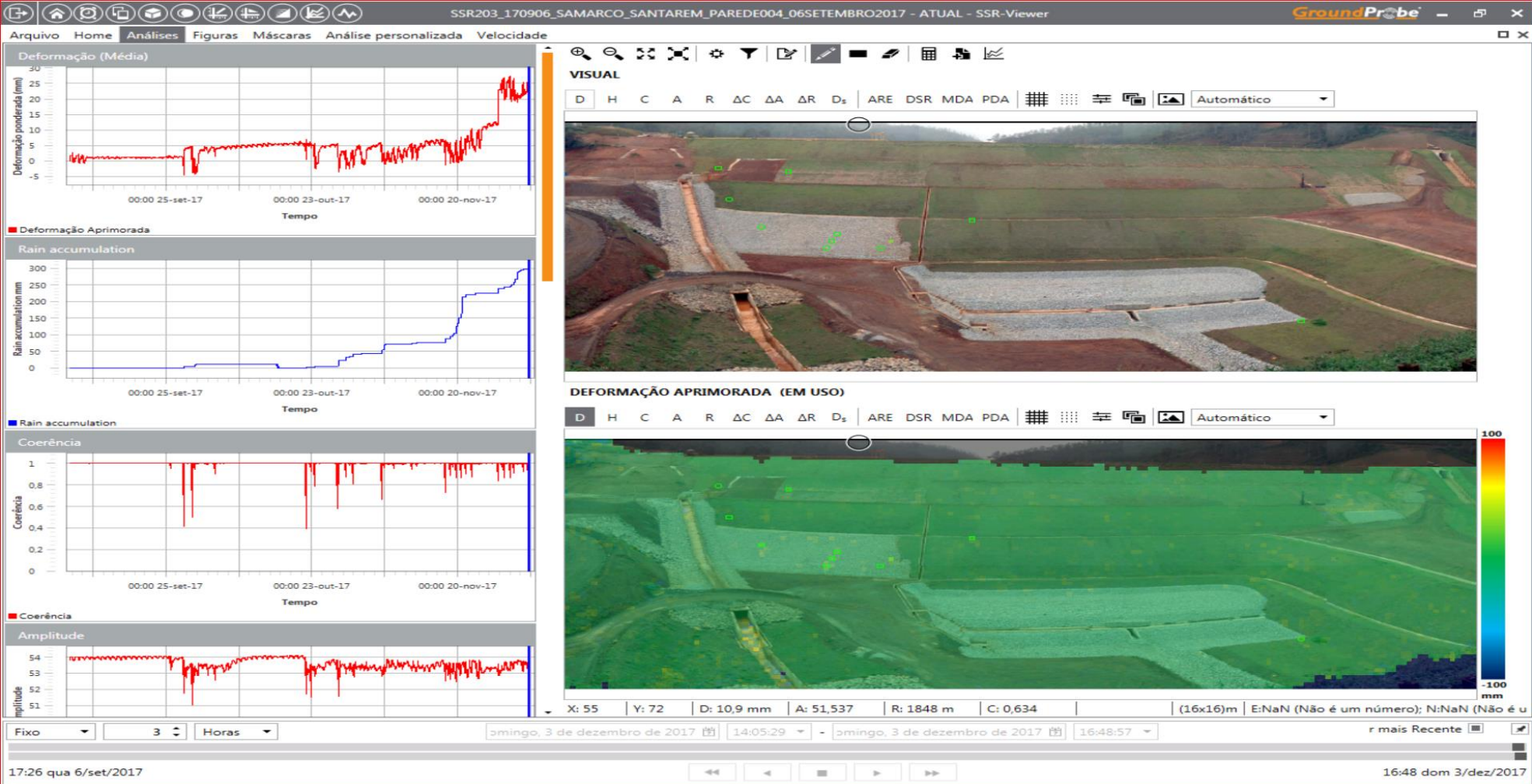
Feixe de Leque

Rada 2D

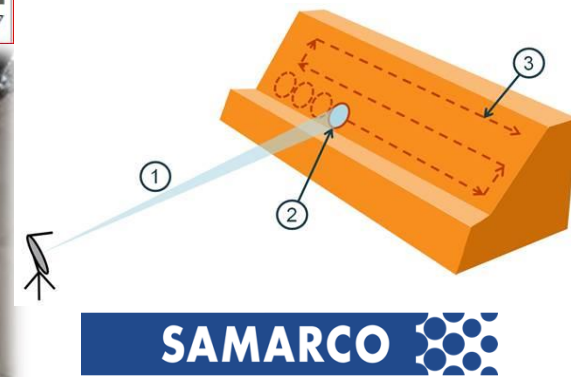
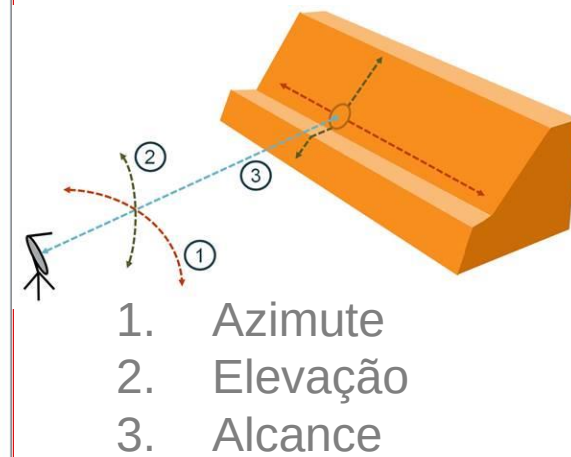


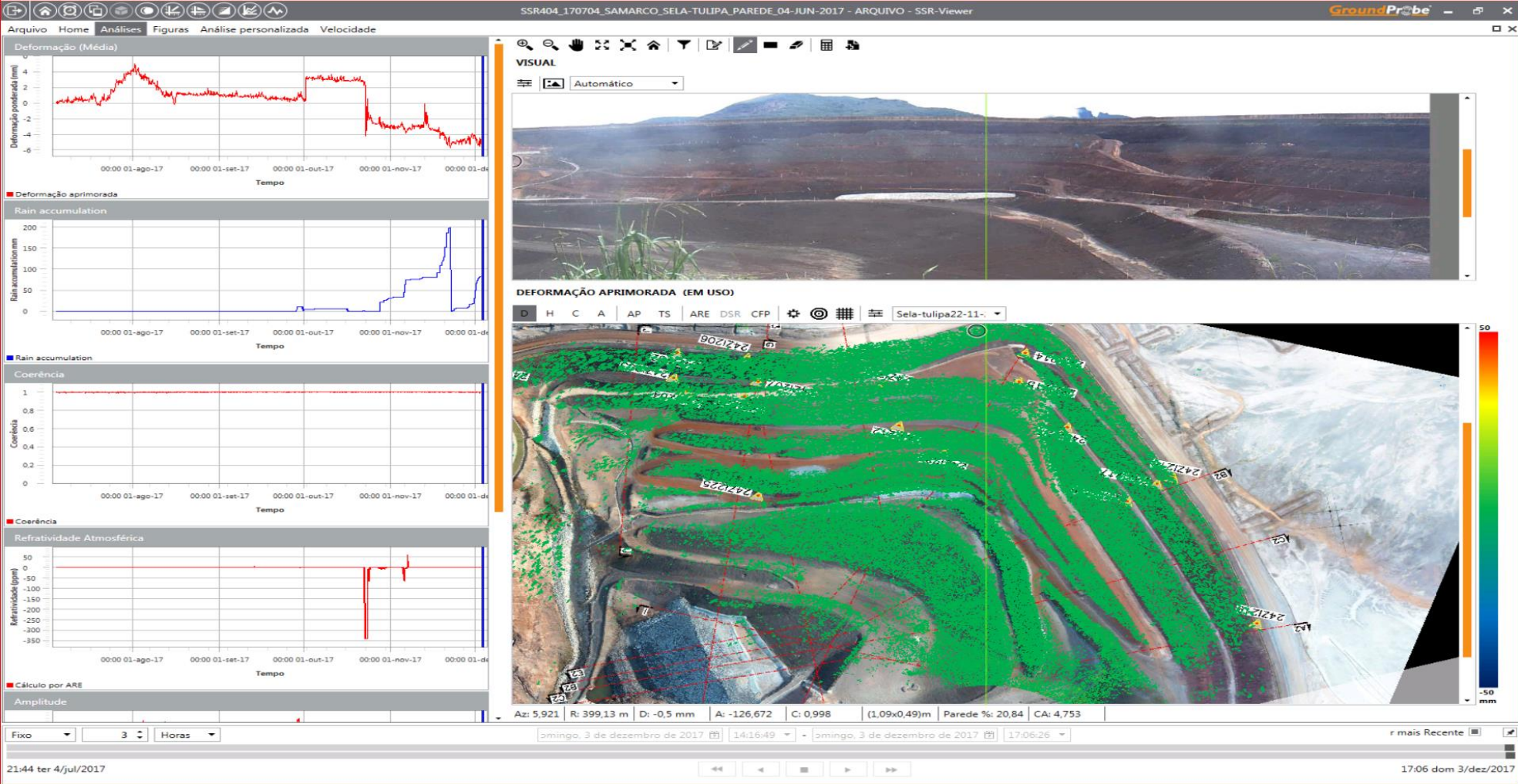
Cobertura rápida e ampla

Cortesia: GroundProbe



Radar 3D





Radar 2D

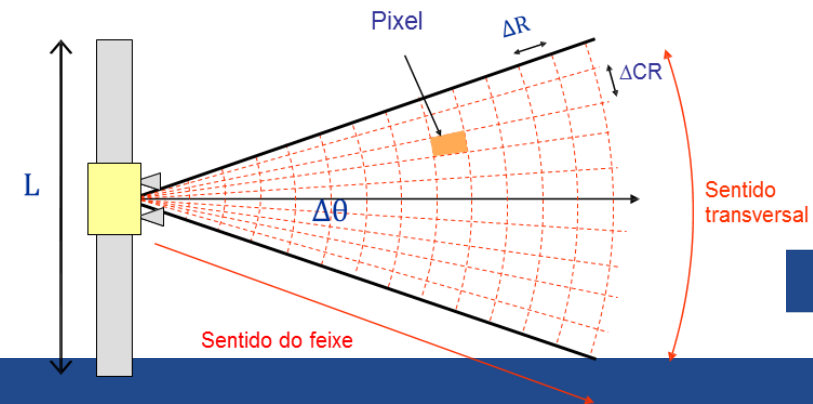
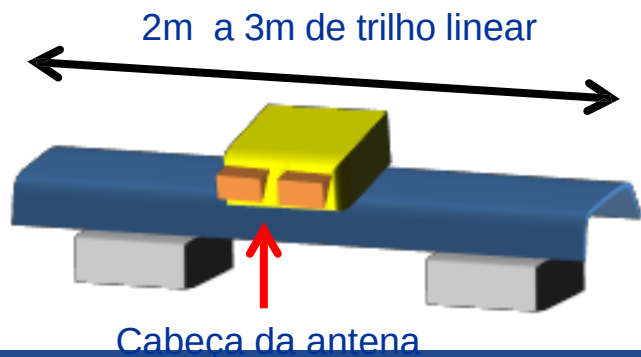
Range

$$\Delta R = 0.5m \text{ (constante)}$$

Cross Range

$$\Delta \theta = \lambda / 2 * L$$

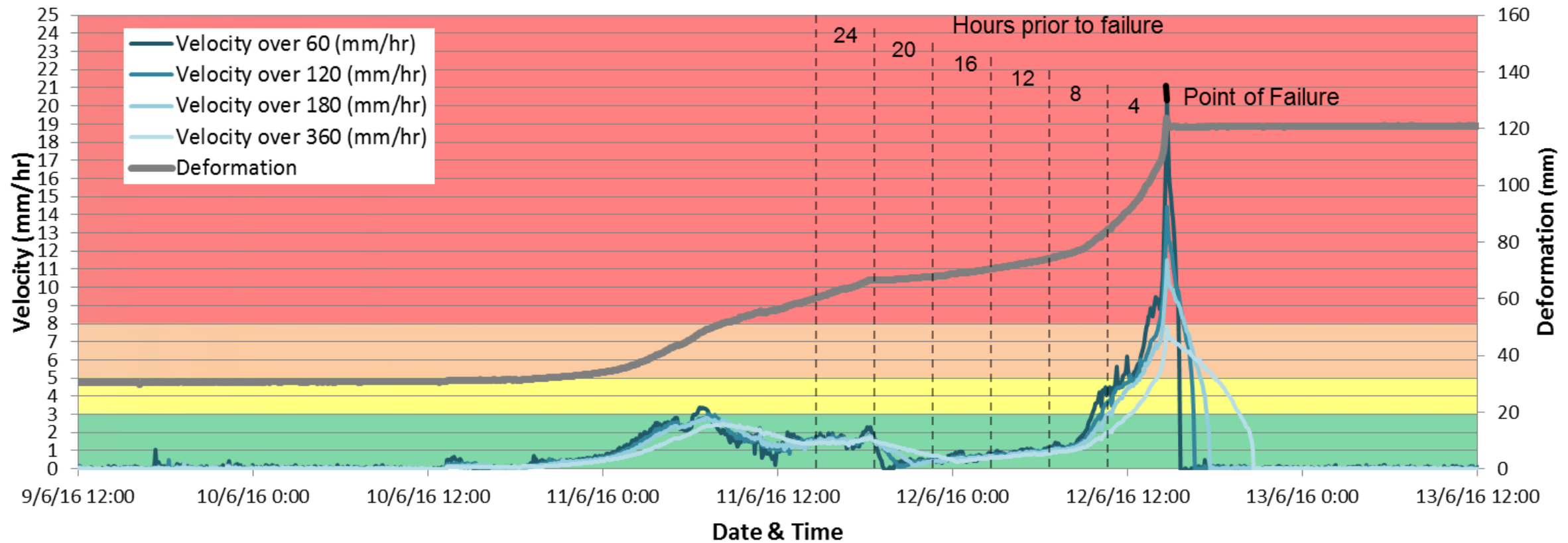
$$\Delta CR = 4.3m @ 1km$$



SAMARCO

Limites de alarmes

Exemplo de gráfico de velocidade x deformação



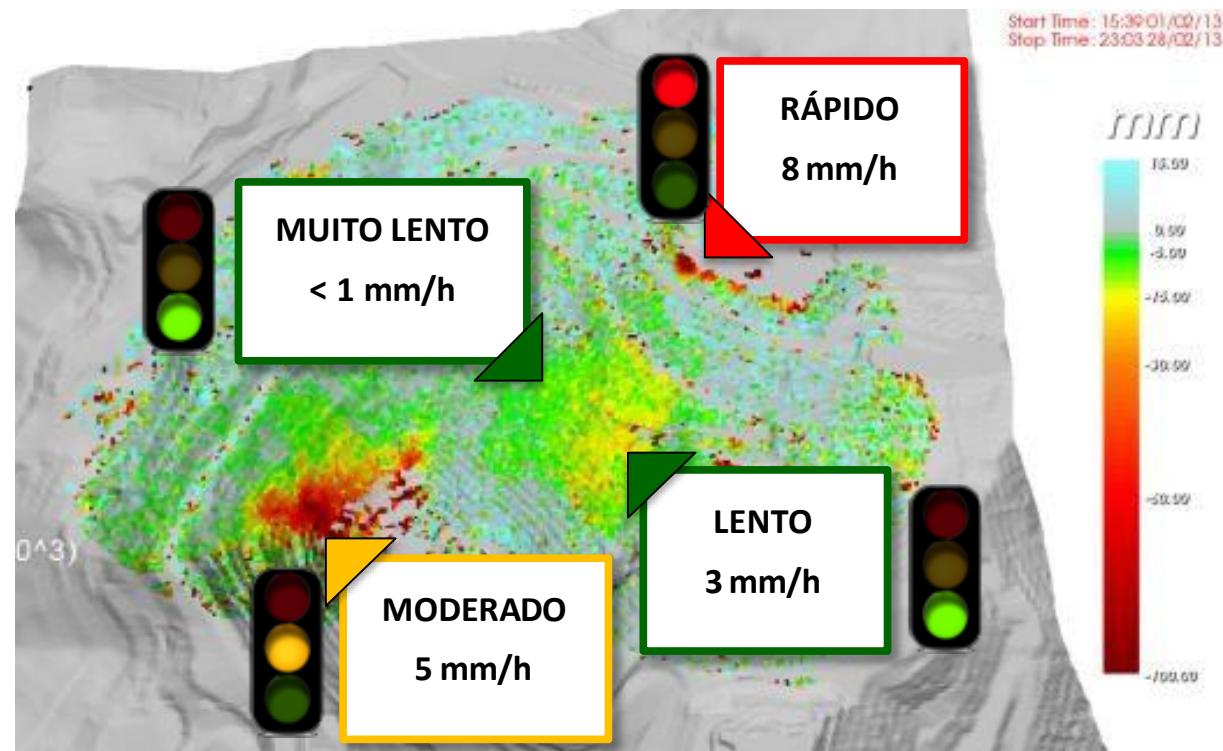
Tipos de detecção de movimentos

Movimentos rápidos (RAR e SAR)

Monitoramento crítico

Movimentos muito lentos (SAR)

Monitoramento geotécnico de longo prazo



“Fornece aos engenheiros, geólogos e geotécnicos tempo extra para avaliar as condições da estrutura e tomar decisões antes que o deslocamento comece a interferir com as operações”.

Radar de Estabilidade de Talude

Vantagens

- Monitoramento crítico. Melhor segurança de pessoas e equipamentos;
- Redução do tempo de evacuação, caso necessário.

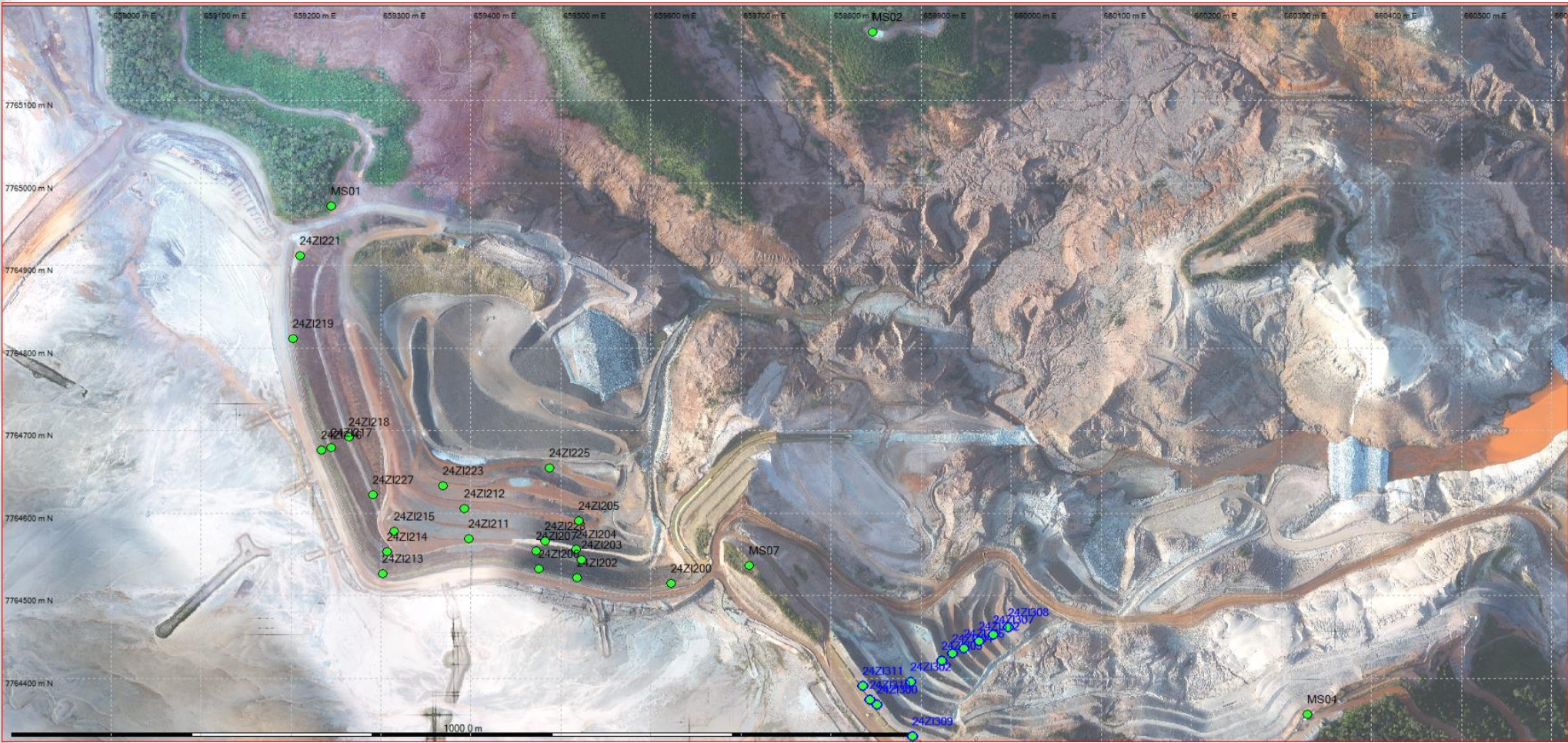
Desvantagens

- O deslocamento é medido em relação ao equipamento;
- Exige um suporte especializado, pois é pouco usado no Brasil.

3.

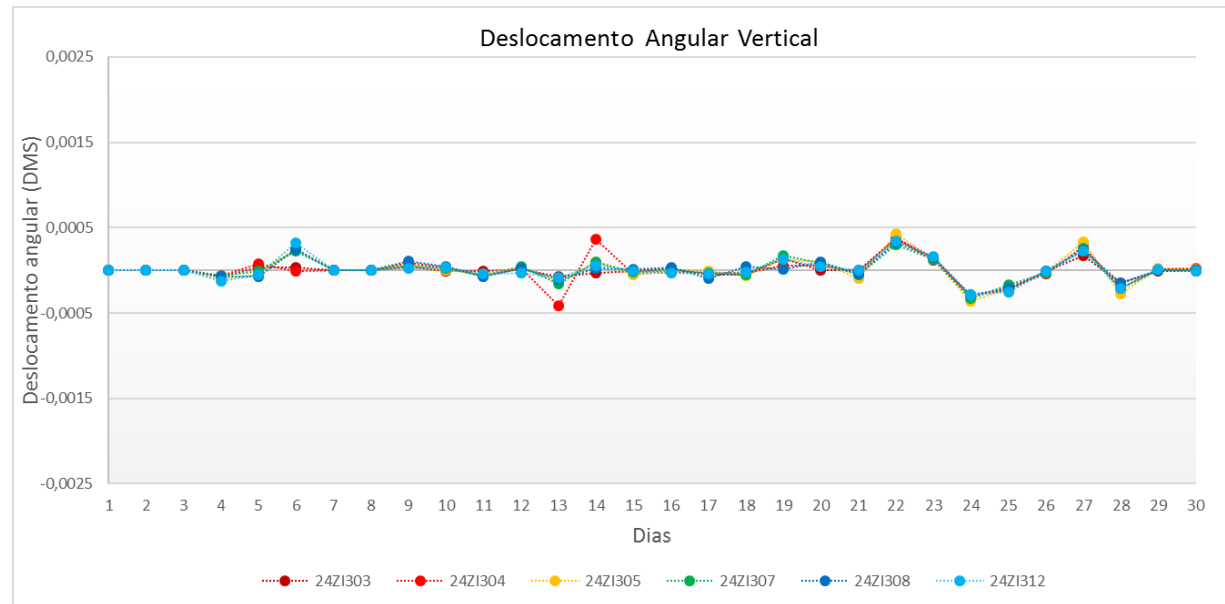
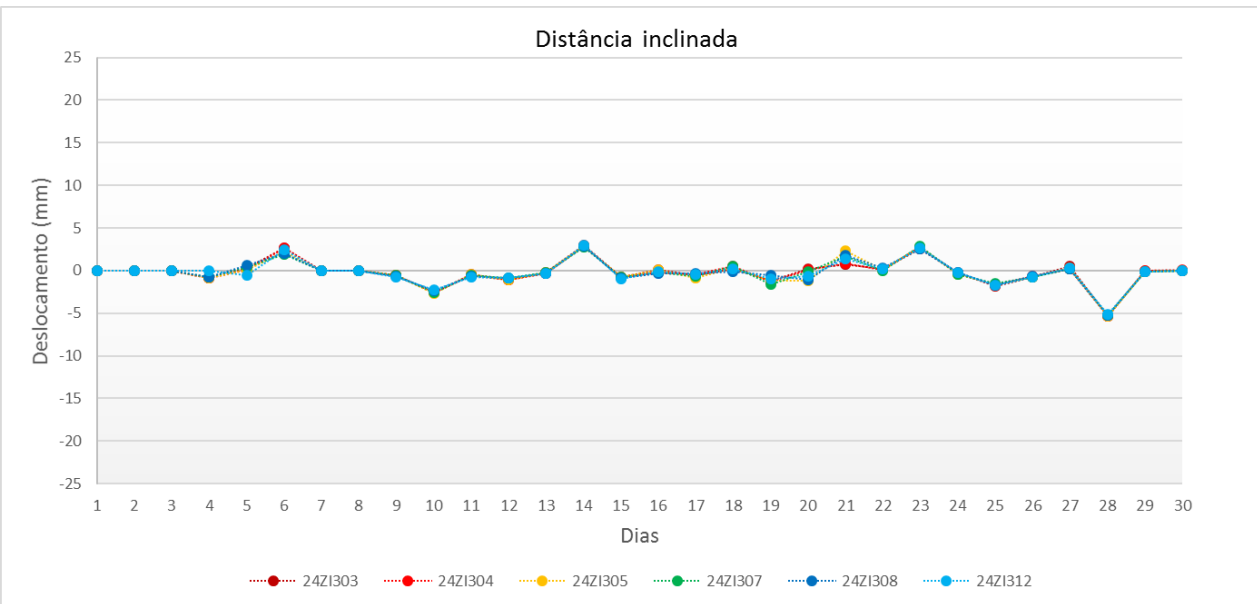
Estação Total Robotizada

Estação Total Robotizada



Precisão e confiabilidade

- Tipo de instrumentos empregados;
- Repetição na centralização e no posicionamento nas estações de referência;
- Influência das condições meteorológicas;
- Extensão das distâncias de visada.



Estação Total Robotizada

Vantagens

- Informação contínua, não há lacunas de dados;
- Análises *online*;
- Acesso remoto;
- Sistema automático e reduz o erro humano;
- Eficiente, rápido e confiável.

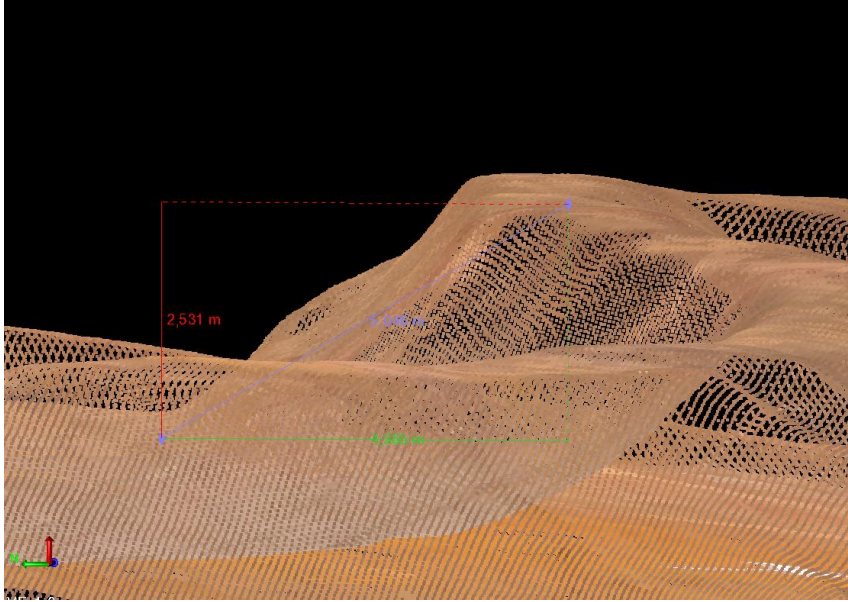
Desvantagens

- A dispersão de pontos pode não revelar movimento de blocos menores e o movimento de alguns pontos pode não ser representativo de uma área inteira;
- Podem haver pequenos erros nos dados devido a alterações atmosféricas.

4.

Laser Scanner

Laser scanner



- A resolução na varredura a laser expressa a distância média entre os pontos medidos na superfície do terreno.
- Geralmente é expressa em termos de densidade (pontos/ m²).
- É possível atingir uma densidade de cerca de 10.000 pontos/ m².



Laser scanner

Vantagens:

- Muitas empresas já possuem *laser scanners* para fins de levantamento topográfico e/ou planejamento de lavra e os dados podem ser usados para múltiplos propósitos.

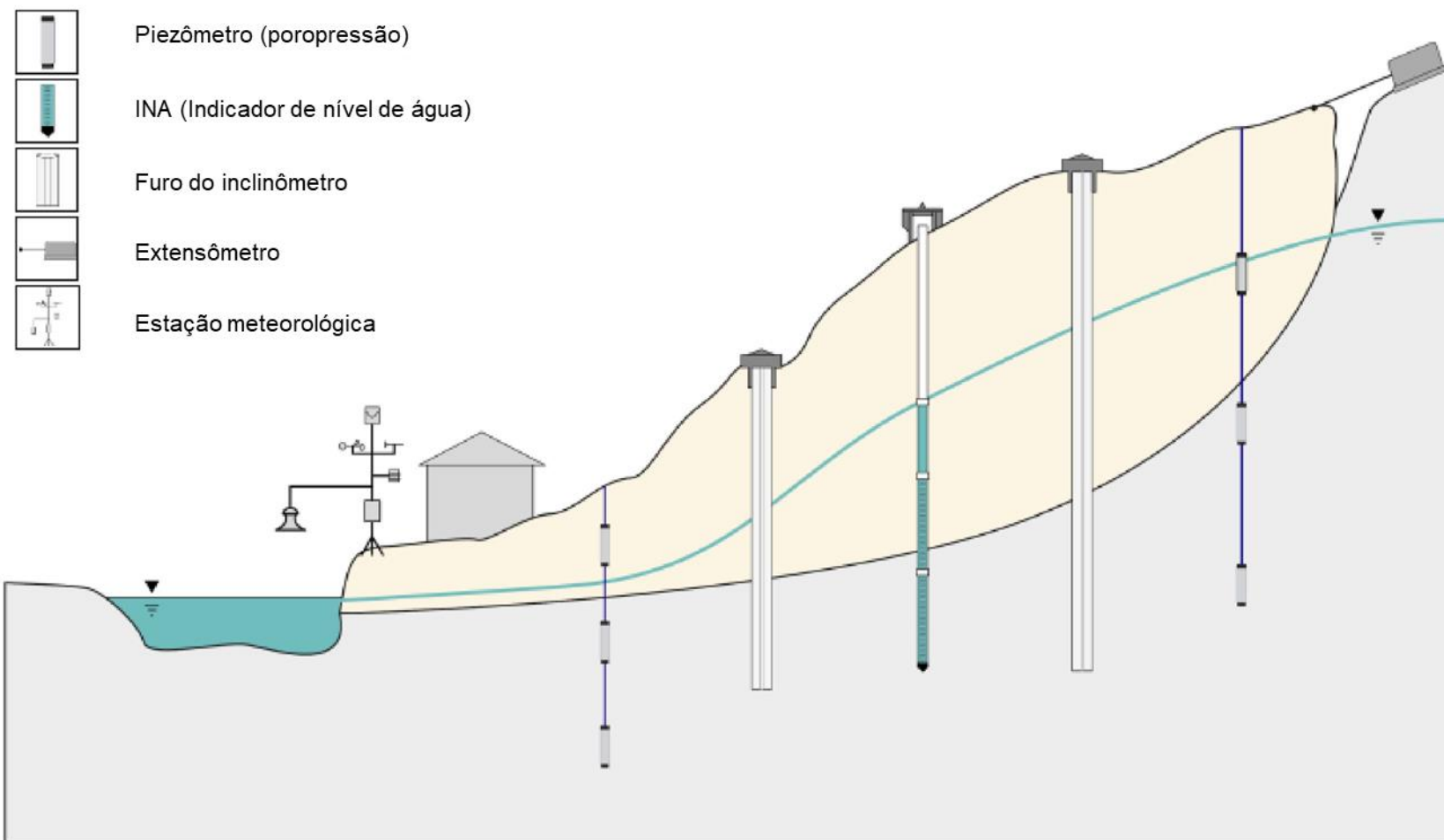
Desvantagens:

- *Lasers* são afetados pela poeira e pela precipitação. Durante eventos significativos de chuva, pode ser difícil coletar dados.

5.

Instrumentos Geotécnicos

Instrumentos geotécnicos

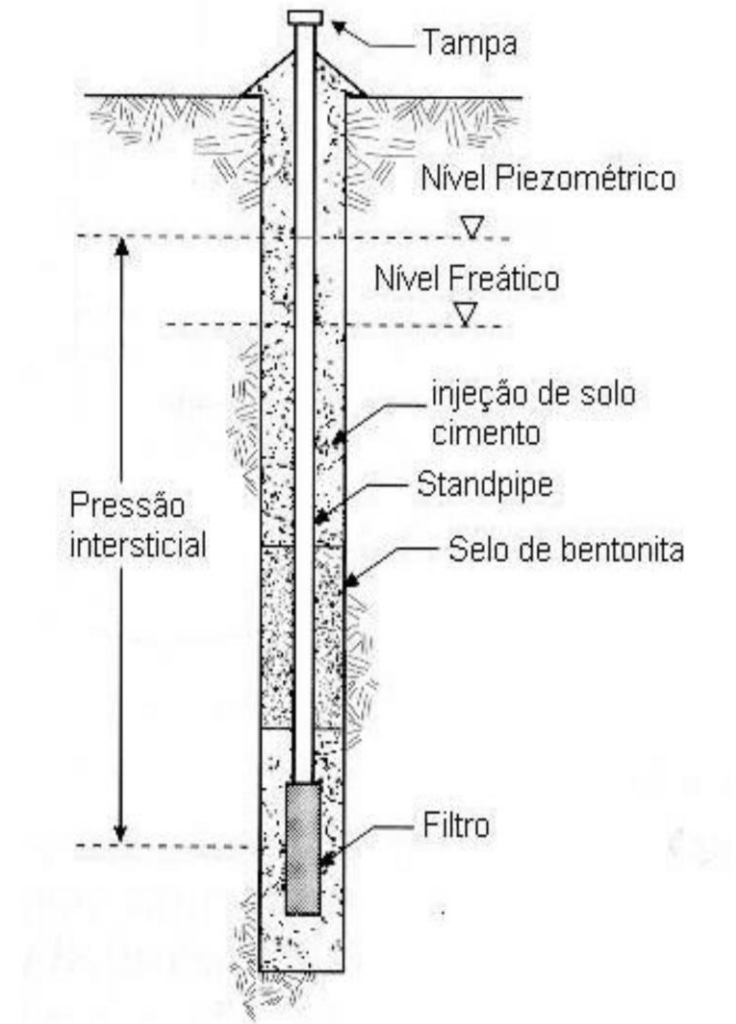


O uso de instrumentos geotécnicos tradicionais e de nova tecnologia em monitoramento de taludes pode ter várias aplicações:

- Avaliar as condições atuais e futuras de estabilidade;
- Ser usado como ferramenta fundamental para sistemas de alerta;
- Avaliar cenários de medidas de mitigação.

INA's/ Piezômetros

- Os INAS's e piezômetros são usados para medir os níveis de água e a poropressão, aspectos críticos para a estabilidade do maciço.
- Os piezômetros de podem ser instalados em um furo em um nível ou múltiplos, para monitorar mudanças na poropressão.
- Muitas vezes, a variação da pressão da água não é estudada até que haja um problema geotécnico, sendo tarde demais.
- Por esta razão, eles podem ser considerados como ferramentas de monitoramento preventivo focadas no "disparo de alertas".



INA's/ Piezômetros

Vantagens

- Confiabilidade / durabilidade/ sensibilidade;
- Possibilidade de verificação de seu funcionamento;
- Permite uma estimativa do coeficiente de permeabilidade do solo próximo ao instrumento;
- Componentes de baixo custo e não necessitam ser calibrados;
- Simplicidade para realizar leitura;
- Confiabilidade em longo prazo.

Desvantagens

- Interferência na área do empreendimento. Susceptível a serem danificados;
- Tempo de resposta elevado em solos de baixa permeabilidade (alguns minutos, até semanas, segundo Cruz, 1996).
- A precisão da leitura depende da habilidade do técnico;

Piezômetro elétrico e de corda vibrante

Vantagens:

- Alta resolução e precisão;
- Resposta rápida;
- Facilidade de instalação e simples leitura;
- Possibilidade de automação das leituras.

Desvantagens:

- Podem ser danificados por descarga elétrica e custo elevado de aquisição;
- Não tem reparo.



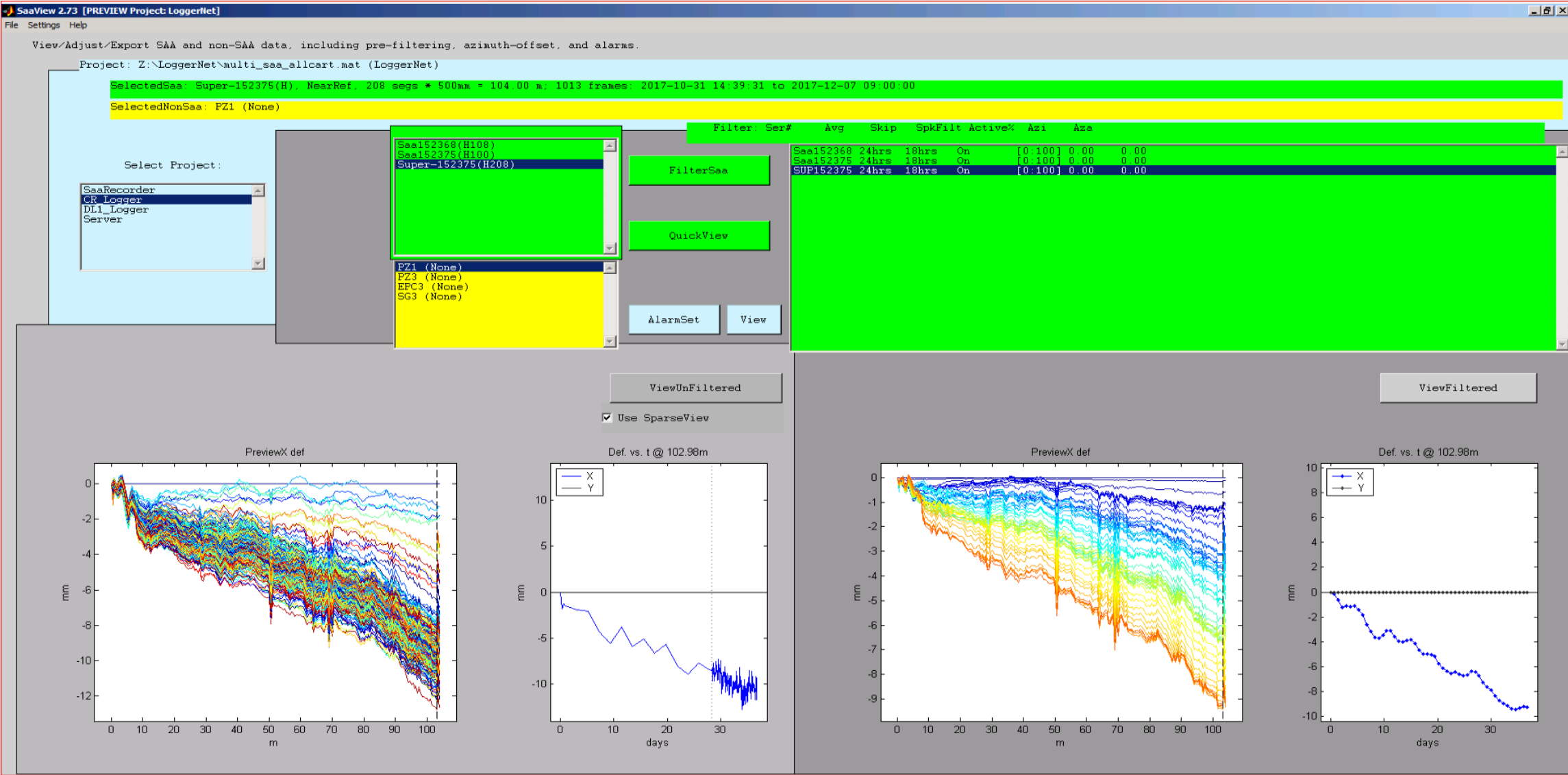
SAA – Shape Array Accelerometer

A tecnologia SAA 3D possibilita o monitoramento remoto de deformação em barragens e outras estruturas civis, através dos diversos acelerômetros embutidos em cada módulo.

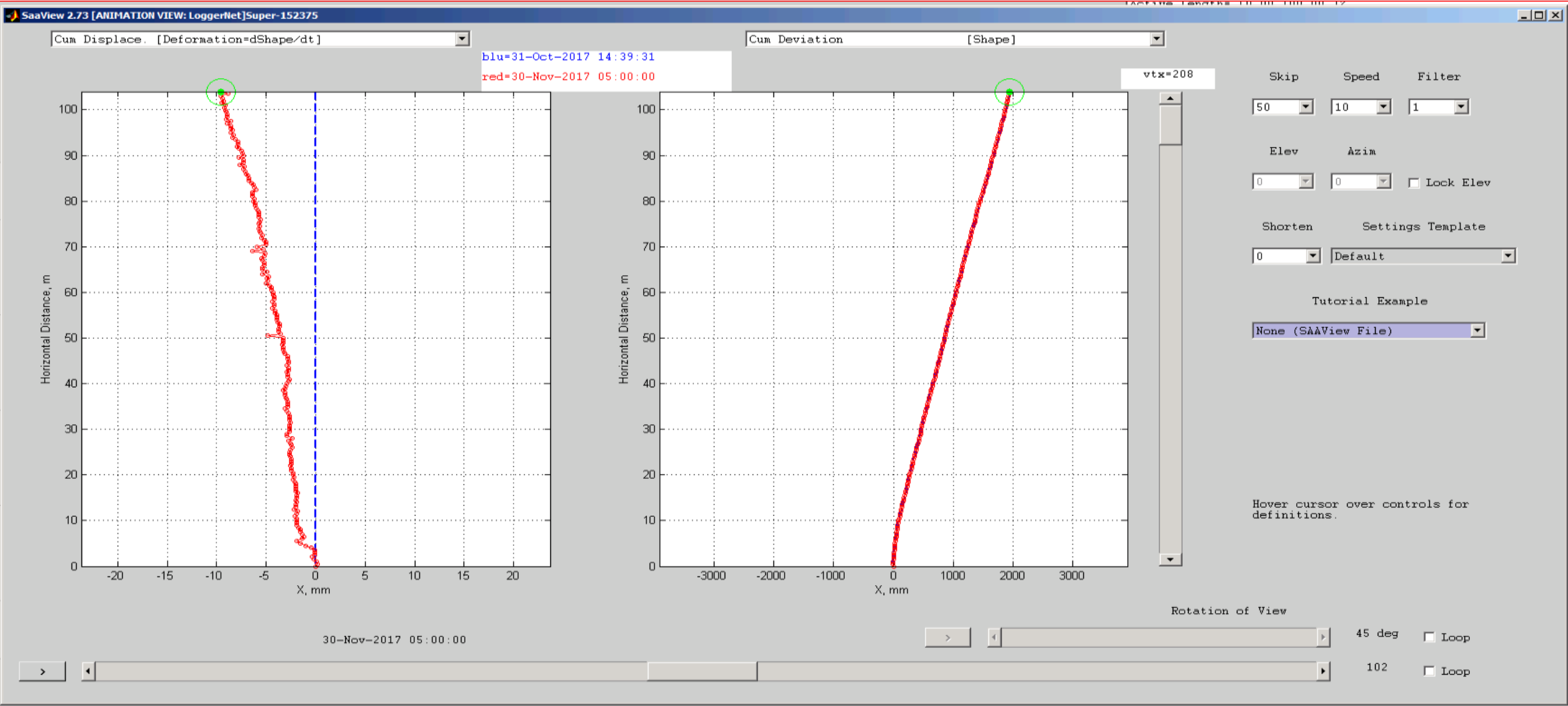
Monitoramento geotécnico e de deformação estrutural 3D em tempo real.



SAA – Shape Array Accelerometer

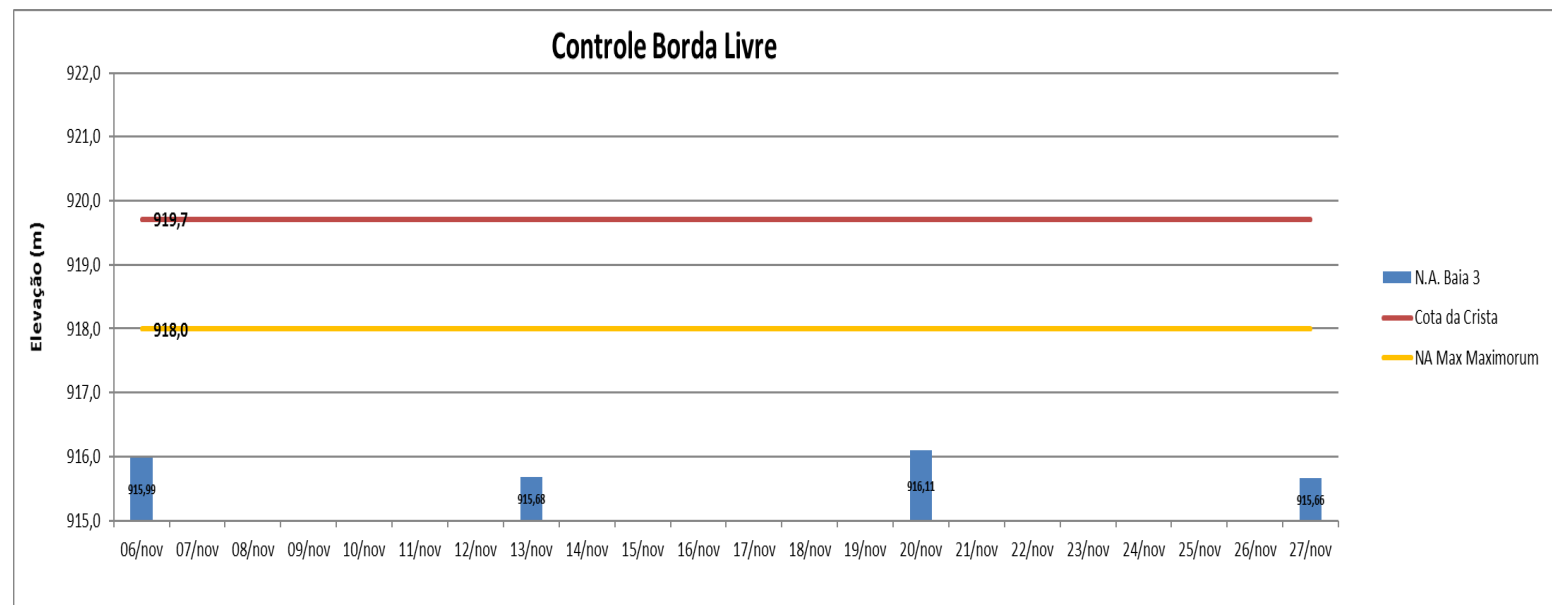


SAA – Shape Array Accelerometer



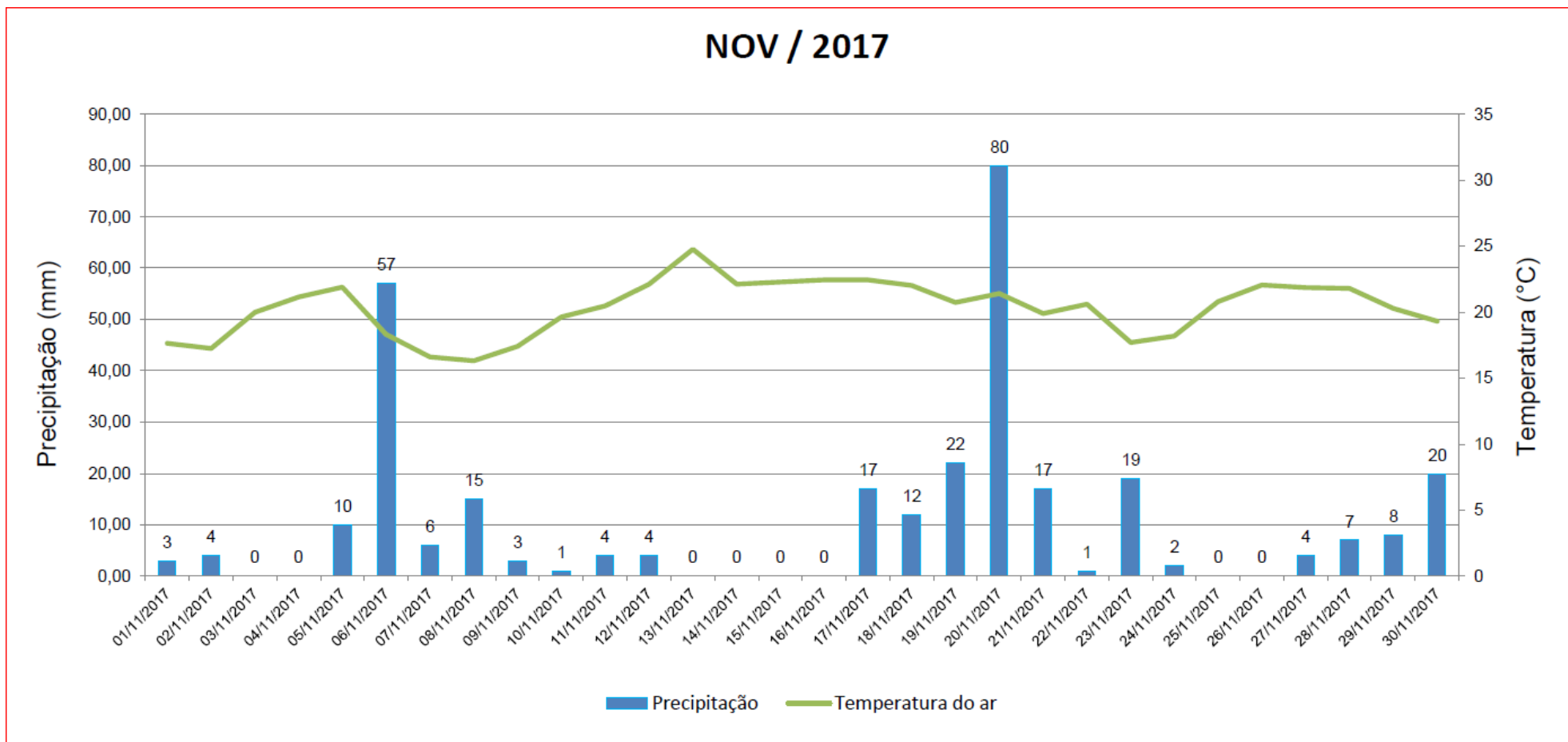
Monitoramento de vazão e borda livre

- Medir o volume de líquido que escoar, por meio de uma seção, na unidade de tempo.
- A determinação de vazões contínuas é feita em um registrador da variação da lâmina d'água, onde a coleta dos dados pode ser automatizada, com envio de dados por telemetria ou obtida manualmente, através de leitura em campo.



Estação meteorológica

- Equipamento para medição de índices pluviométricos, temperatura do ar, umidade, pressão, velocidade e direção do vento.
- Estes dados são coletados em tempo real, integrados por telemetria, armazenados em um banco de dados e apresentados, conforme periodicidade desejada (horária ou diária).

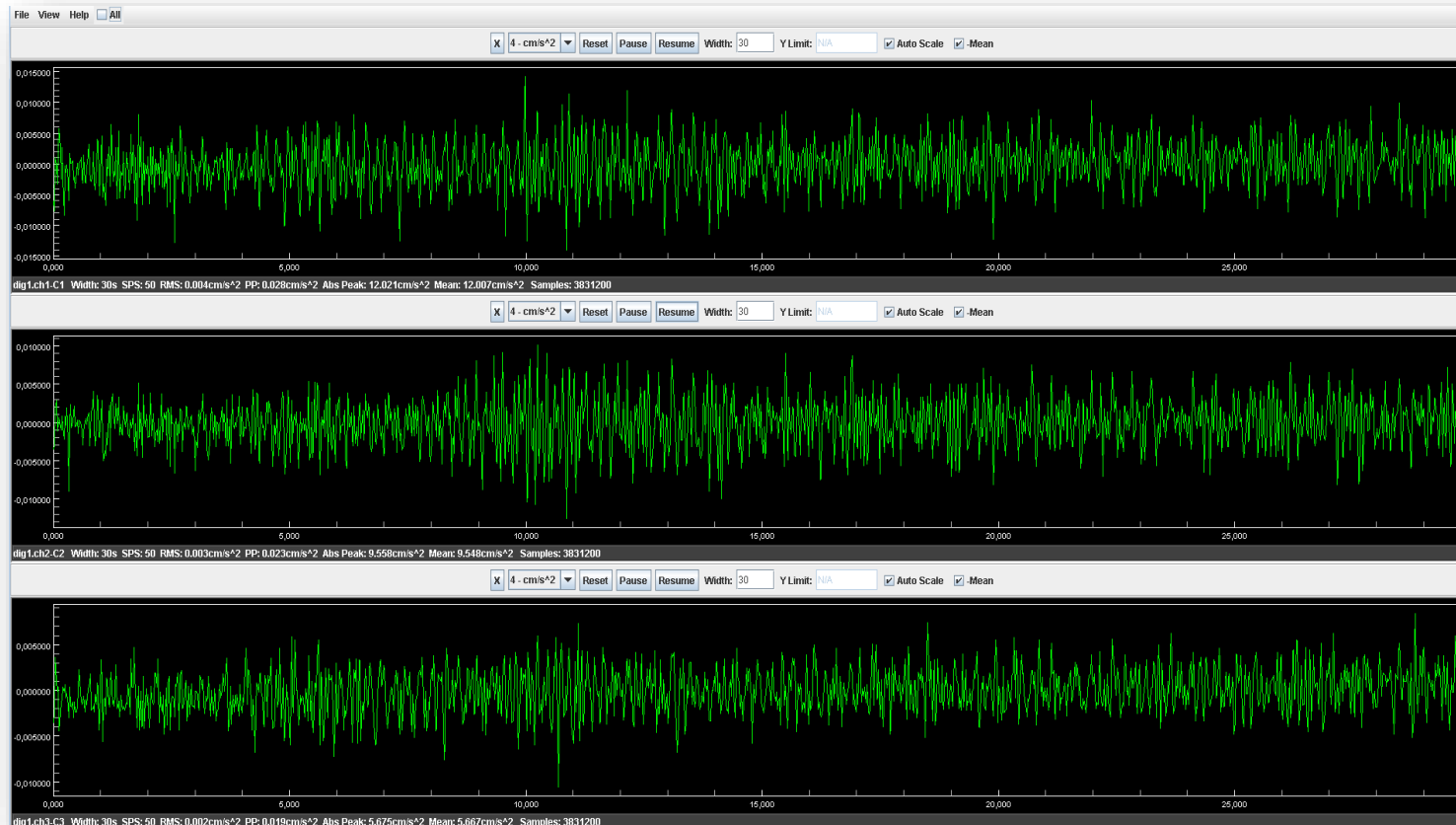


6.

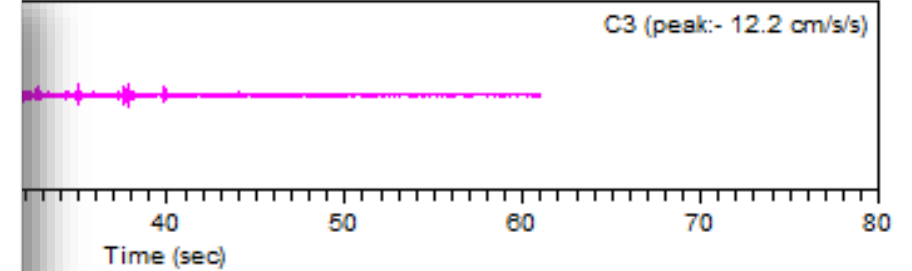
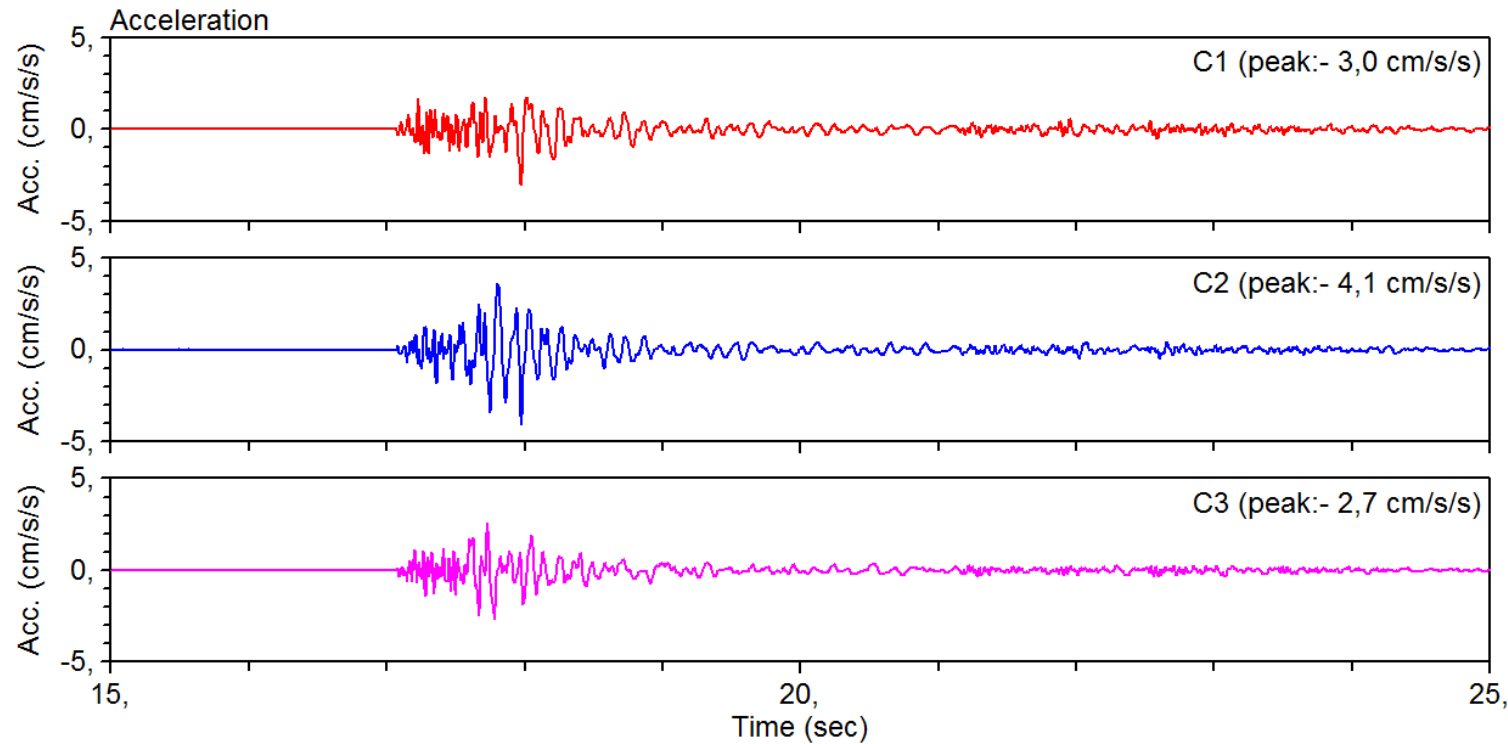
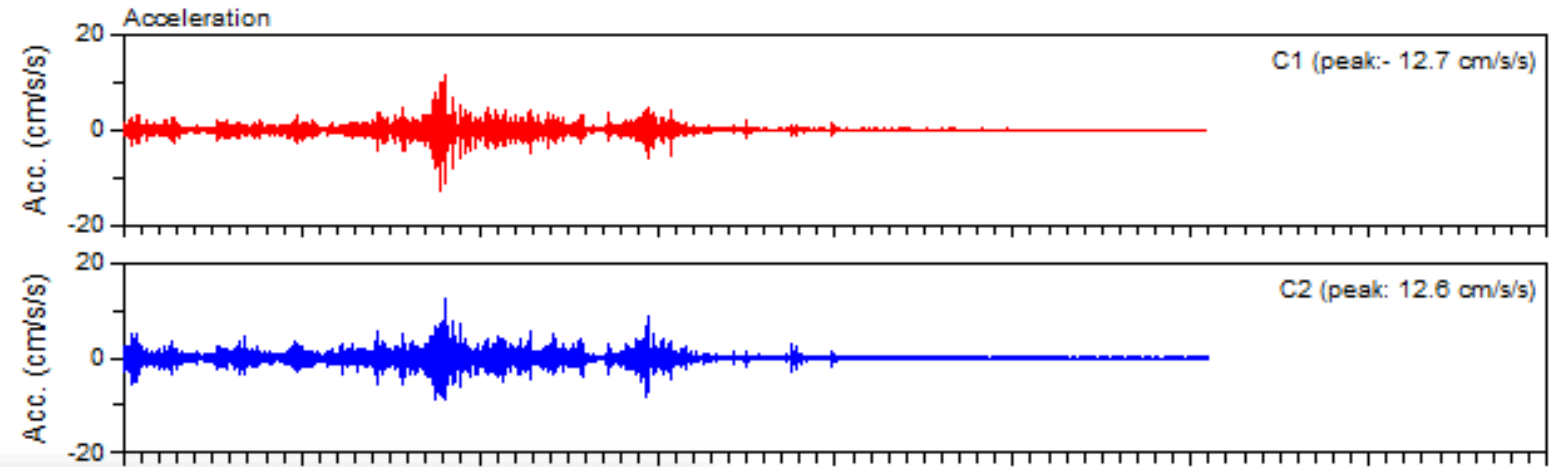
Monitoramento Sísmico

Acelerômetro

- Instrumento utilizado para monitoramento de sísmos naturais ou induzidos (ex.: desmontes por explosivo ou tráfego de equipamentos).
- O monitoramento ocorre em três eixos: vertical (cota), transversal (Coordenada Norte) e longitudinal (Coordenada Leste).



Acelerômetro



7.

Inspeções com Uso de Drone

Drones – fotos, vídeos, fotogrametria

Um dos métodos de monitoramento de crescimento mais rápido é o uso de drones aéreos para tirar fotos de alta resolução.

Ao usar fotogrametria, as mudanças nas superfícies podem ser detectadas e medidas a partir das fotos.



**Inspeções com o uso de
DRONES**



Drones – fotos



Drones

Vantagens:

- Os drones podem obter informações de forma segura de áreas inacessíveis ou perigosas.

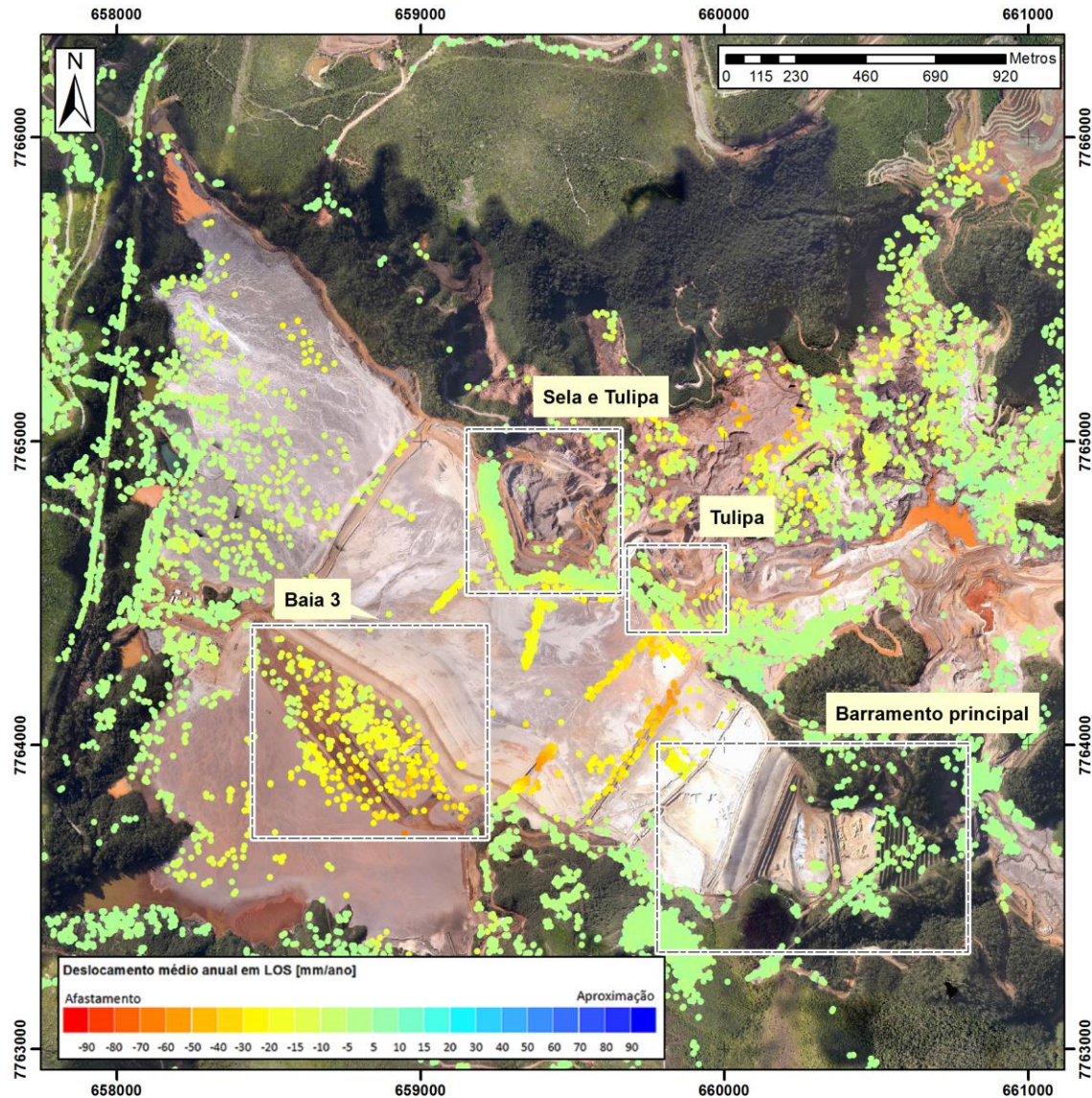
Desvantagens:

- O tempo de pós-processamento não permite monitoramento e alertas em tempo real;
- O tempo de voo é limitado, em função da duração da bateria.

8.

Monitoramento por Satélite

Monitoramento InSAR

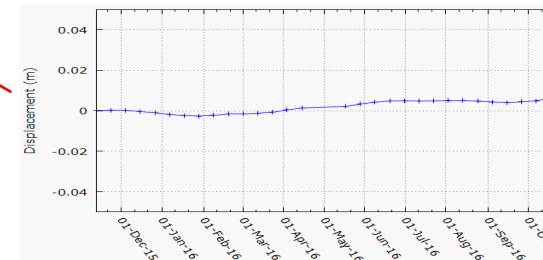
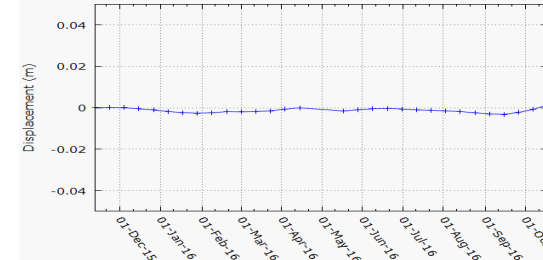
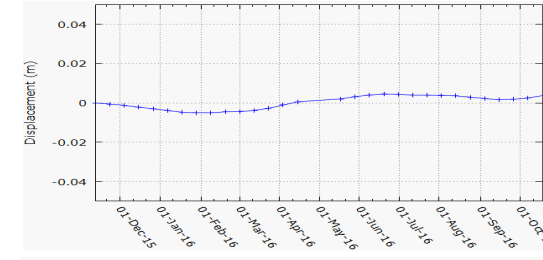
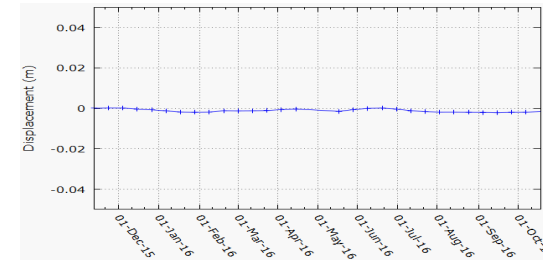
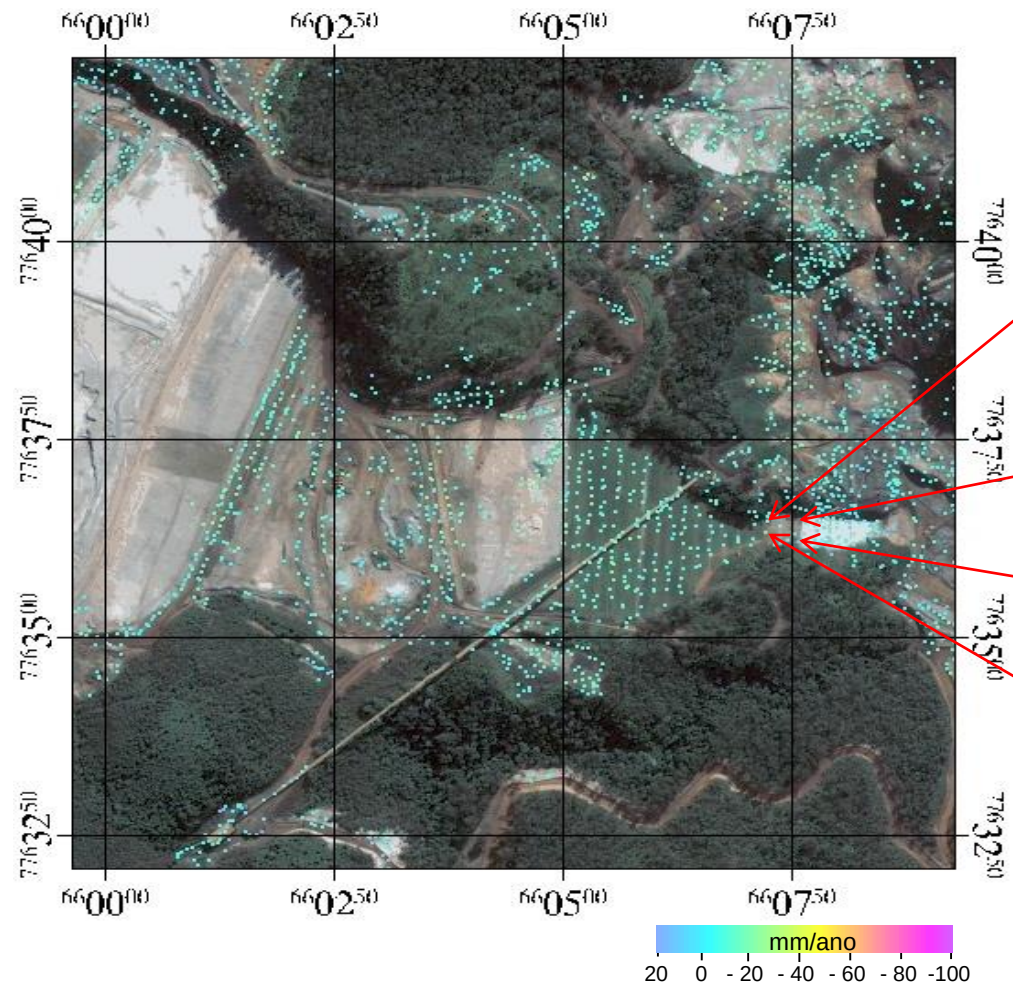


Técnica baseada no processamento de séries temporais de dados SAR coletados em modo interferométrico, que permite medir a velocidade das deformações da superfície com precisão de até milímetros por ano.

Monitoramento InSAR

Medida PSI dos deslocamento acumulado nas posições dos prismas no período de 11/11/2015 a 18/10/2016

Local: Barragem Principal



Fonte imagem Pleiades de fundo: Visiona/Airbus Defence & Space

Monitoramento InSAR

Vantagens:

- Fornece informações de movimentação do terreno com grande densidade espacial e sem necessidade instalação de equipamento de campo;
- Direciona seus esforços, aliado ao monitoramento terrestre;
- Permite conhecer o passado dos processos de deformação;
- Usado para começar a definir área de interesse.

Desvantagens:

- Não permite monitorar processos em tempo real: intervalo entre 8-10 dias;

9.

Inspeção Visual

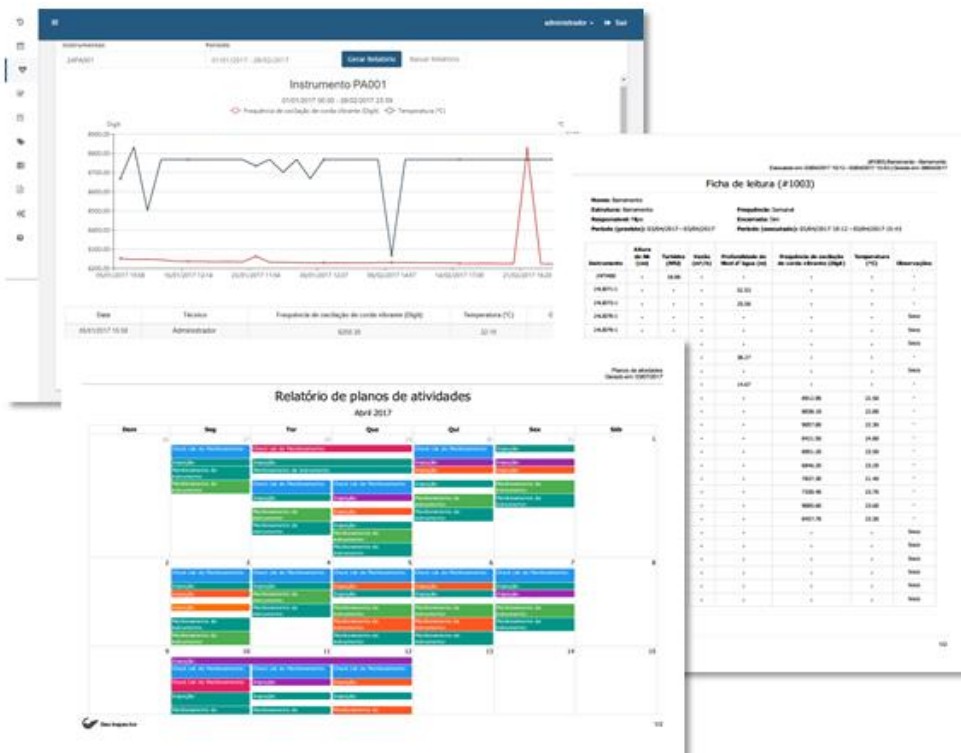
Inspeções visuais

“O olho humano treinado é o melhor instrumento para avaliar a performance de uma estrutura. Apesar das inspeções visuais terem limitações, nenhum outro método tem o mesmo potencial de integrar rapidamente toda a situação do comportamento”

(Associação Americana de Engenheiros Civis, 2000).



Sistema de gestão de inspeções visuais

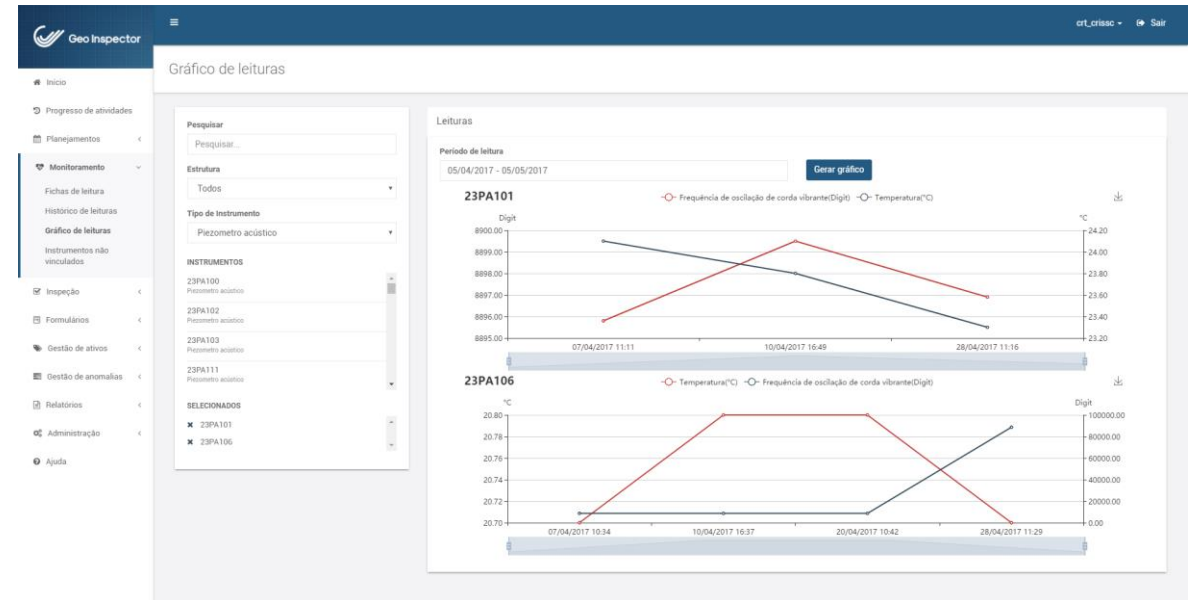
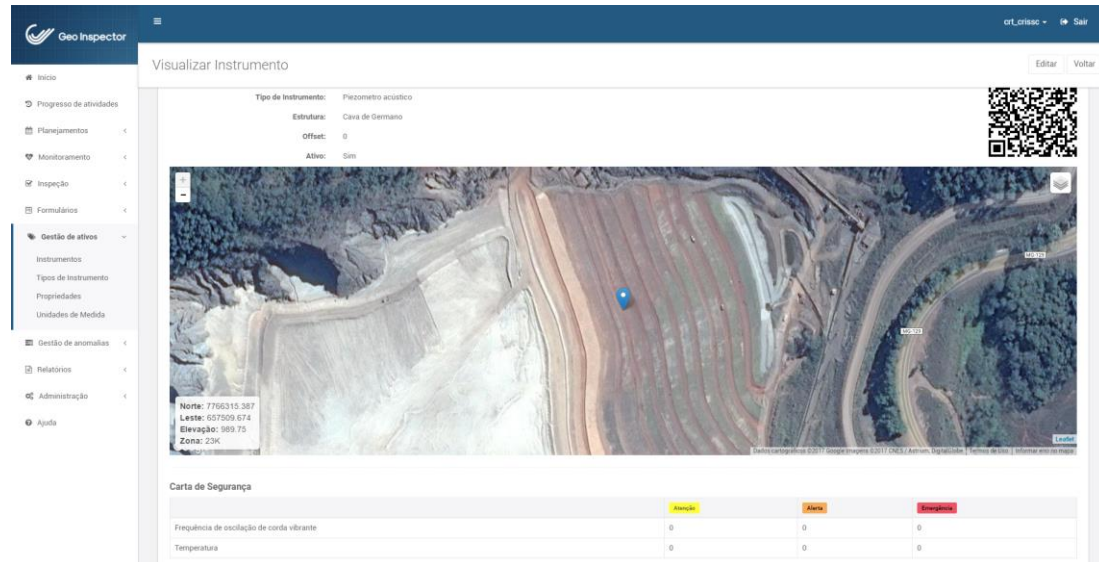


The screenshot shows the 'Geo Inspector' web application interface. The main area displays a satellite map with several red and green markers. A pop-up window titled 'Formulário: Inspeção Piba de Estéril' is overlaid on the map, showing details for a specific inspection. The interface includes a sidebar with navigation options and a top navigation bar with the user's name and a 'Sair' (Logout) button.

Formulário: Inspeção Piba de Estéril

Técnico: Romulo Thomas Da Silva
Estreitor: Piba Sul
Grupo: Diagnóstico dos elementos de risco e condicionantes geológico-geotécnicos
Pergunta: Presença de erosões ou abatimentos
Entrada: Foto
Data: 02/05/2017 14:23
Anomalia: Visualizar Anomalia

Sistema de gestão de inspeções visuais



Inspeções visuais

Vantagens:

- As inspeções são realizadas por profissional com conhecimento e compreensão dos riscos geotécnicos. Dessa forma, permite a identificação prévia de anomalias que sugerem necessidade de manutenção e/ ou riscos potenciais.

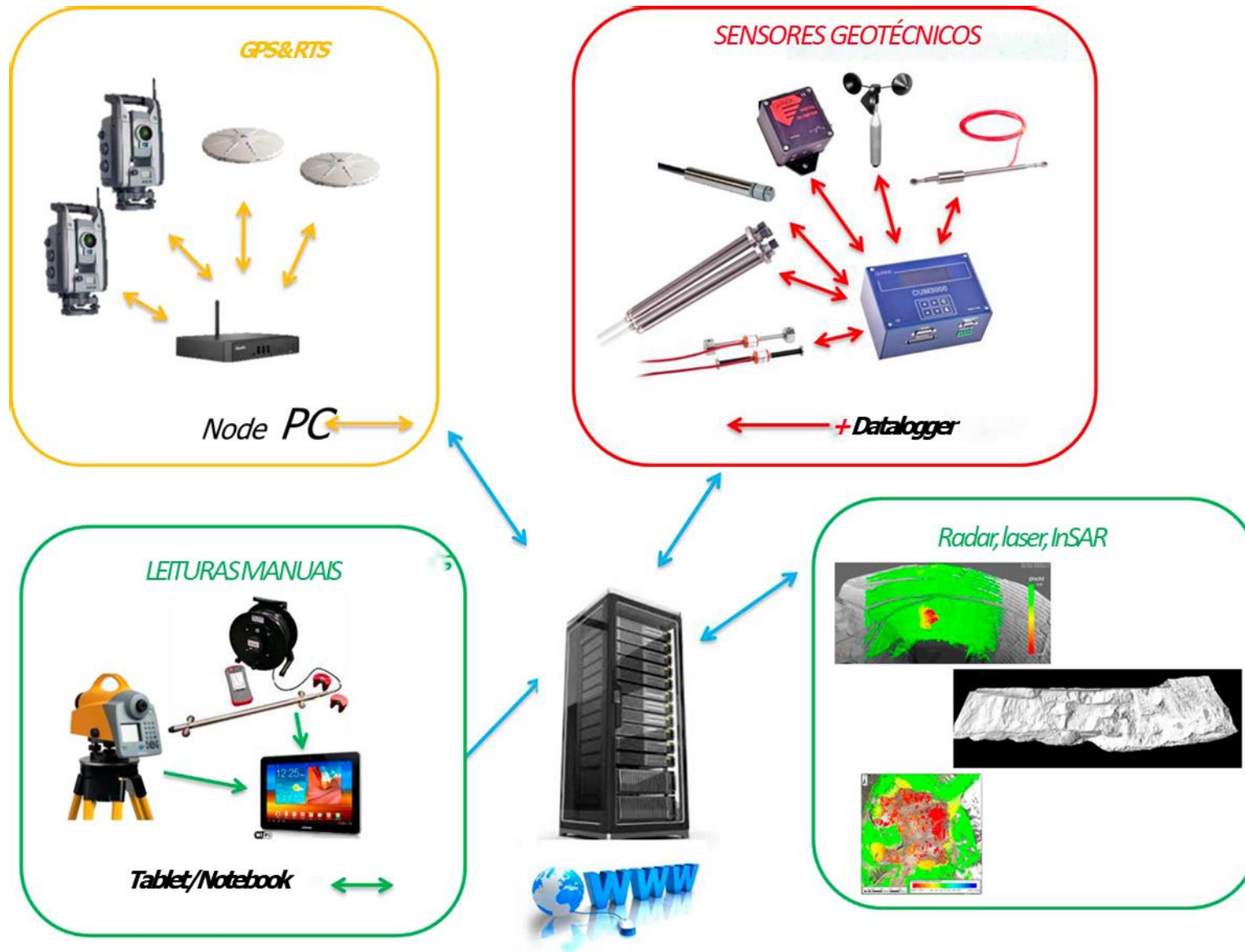
Limitação:

- As inspeções são intermitentes, portanto, as mudanças não são detectadas tão logo aconteçam.

10.

Integração de Dados

Gigabytes de dados todos os dias...

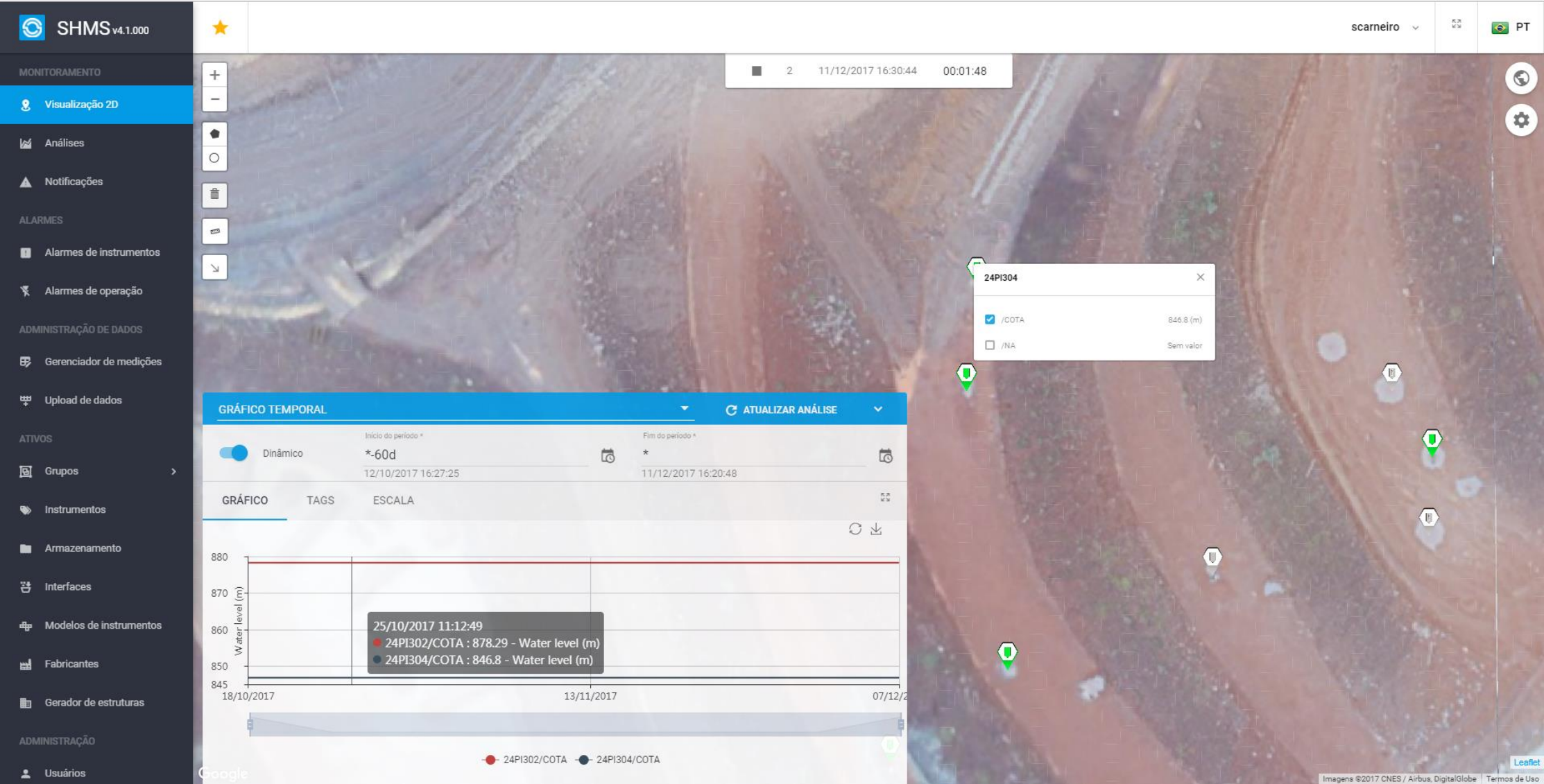


Necessidade de integração de dados

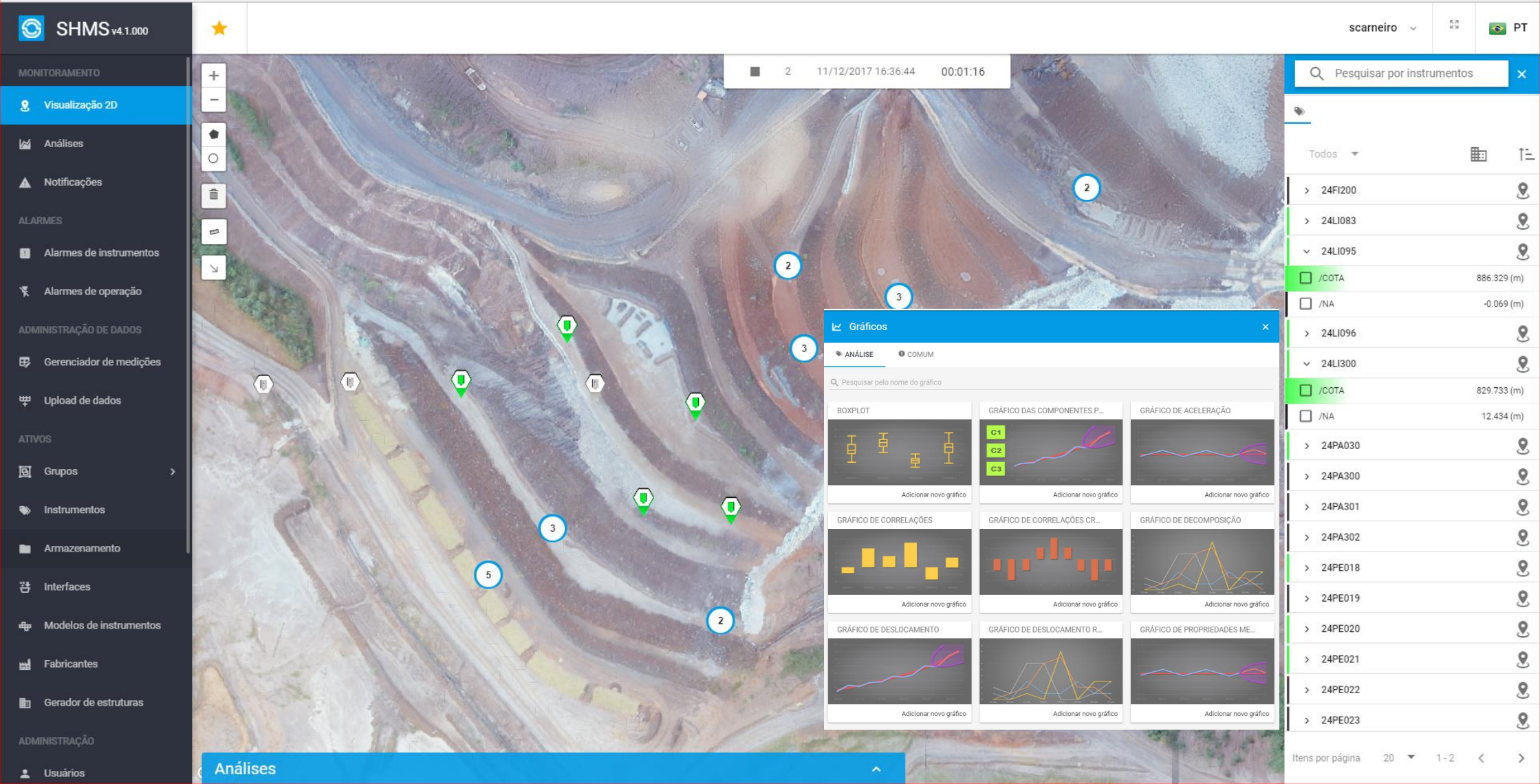
Conjuntos de dados típicos disponíveis diariamente / semanalmente :

- Dados de radar
- Prismas
- Laser Scanner
- Piezômetro
- Vazão
- Turbidez
- Inclinômetros
- Dados meteorológicos
- Leituras manuais
- Relatórios de inspeções visuais
- ...

Integração de dados



Integração de dados



11.

Inventário de instrumentos

Inventário de instrumentos

INFORMAÇÕES ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS X INSTRUMENTAÇÃO													
ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS	Inspeção	Controle Borda Livre	Topografia	Casagrande	Acústicos	INA's	Marco Superficial	Radar	Inclinômetro	Medidor de Vazão	Estação Metereológica	Acelerômetro	TOTAL
Barramento Principal	Semanal	-	Mensal	50	22	10	30	1	3	1	0	0	117
Sela e Tulipa	Semanal	Semanal	Mensal	25	26	10	21	1	5	3	0	0	91
Selinha	Semanal	-	Mensal	15	13	4	12	1	3	1	1	1	51
Dique Auxiliar	Semanal	Semanal	Mensal	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
Baia 3	Semanal	Semanal	Mensal	2	23	4	0	0	0	0	0	0	29
Santarém	Semanal			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nova Santarém	Semanal	Semanal	-	22	17	7	0	1	5	6	0	0	58
Dique S3	Quinzenal	Semanal	Quinzenal	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Cava de Germano	Semanal	Semanal	-	25	3	8	7	0	3	2	1	0	49
Eixo 1 (ensecadeira)	Semanal	-	Quinzenal	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Dique S4	Quinzenal	-	Mensal	0	0	4	3	0	0	0	0	0	7
Barragem de Matipó	Quinzenal	-	-	6	0	2	0	0	0	4	0	0	12
Barragem Norte	Quinzenal	-	-	15	0	1	0	0	2	0	0	0	18
B. Muniz Freire	Mensal	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pilha de João Manoel	Quinzenal	-	-	7	0	18	0	0	0	1	0	0	26
Pilha de Alegria Sul	Quinzenal	-	-	0	0	3	0	0	0	4	0	0	7
Pilha 1010	Quinzenal	-	-	0	0	10	0	0	2	0	0	0	12
Dique B2	Quinzenal	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dique B3	Quinzenal	-	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Dique B11	Quinzenal	-	-	1	0	2	0	0	0	1	0	0	4
Dique da Oficina	Quinzenal	-	-	2	0	2	0	0	0	1	0	0	5
Cava Alegria Norte	Semanal	-	Mensal	0	0	17	0	0	0	0	1	0	18
Cava Alegria Sul	Semanal	-	Mensal	0	0	21	0	1	0	0	1	0	23
Cava Alegria Centro	-	-	-	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
Taludes Industriais	Mensal	-	-	0	0	0	0	0	3	0	1	0	4
TOTAL	-	-	-	170	106	139	73	5	26	24	5	1	549

Comparativo – métodos de monitoramento

TIPO DE MONITORAMENTO	Medida	Tipo	Geometria	Continuidade	Mobilidade	Custo inicial	Alarme
INSPEÇÕES VISUAIS	Observação	Área	Todas	Intermitente	Portátil	\$	Não
RADAR DE ABERTURA REAL	Deslocamento	Área	Taludes	Contínuo	Portátil	\$\$\$	Sim
RADAR DE ABERTURA SINTÉTICA	Deslocamento	Área	Taludes	Contínuo	Semi-portátil	\$\$\$	Sim
ESTAÇÃO TOTAL ROBOTIZADA	Deslocamento	Pontos Múltiplos	Taludes	Contínuo	F/S	\$\$-\$\$\$	Sim
PIEZÔMETROS	Pressão	Ponto	Subterrâneo	I/C	Fixo	\$-\$\$	Não
MONITORAMENTO MICROSSÍSMICO	Som	Área	Subterrâneo	Contínuo	Fixo	\$\$-\$\$\$	Não
DRONES	Observação	Área	Todas	Intermitente	Portátil	\$	Não
INCLINÔMETROS	Deslocamento	Linear	Subterrâneo	Intermitente	Semi-portátil	\$	Não
SAA	Deslocamento	Linear/ Pontos Múltiplos	Subterrâneo	Contínuo	Fixo	\$\$-\$\$\$	Sim
INSAR	Deslocamento/ Observação	Área	Superfícies	Intermitente	Portátil	\$\$	Não
LASER SCANNER	Deslocamento	Área	Taludes	Contínuo	Semi-portátil	\$\$	Sim

Conclusão

- O monitoramento e inspeção são essenciais para avaliar e gerenciar o risco associado a possíveis falhas;
- O uso de novas tecnologias aumenta a produtividade e o tempo de resposta, desde que bem utilizados;
- Vários métodos podem ser aplicados para a análise de várias grandezas monitoradas;
- A integração de dados é essencial para um eficiente entendimento das informações geradas à partir dos dados coletados.

Análise Crítica das Informações – Informação Gerando Valor

Alexandre Gonçalves
Eng. Geotécnico

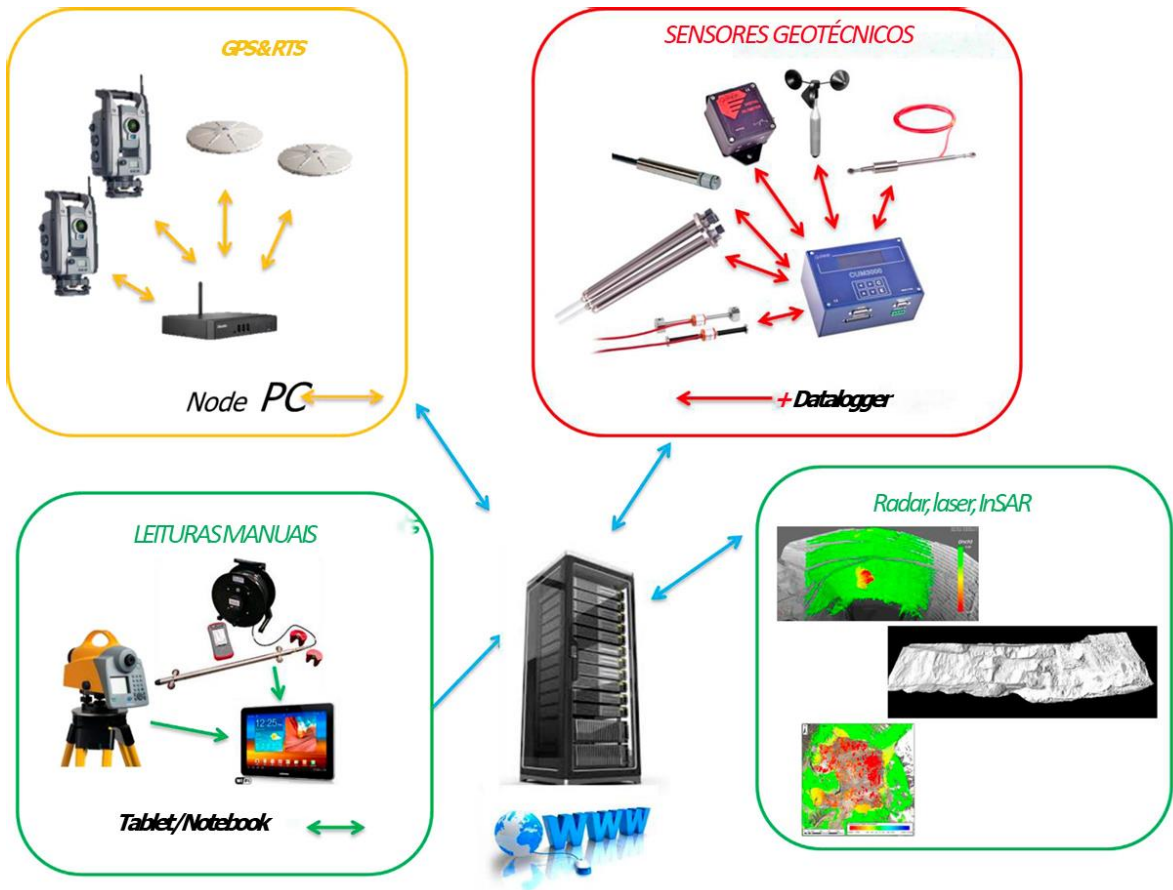
SAMARCO



ALGUNS PRINCÍPIOS

- ☐ Fazer Simples, Bem Feito e com Nível de Detalhe Necessário (comportamento de engenharia)
- ☐ Monitorar, Avaliar, Tomar Decisão e Registrar

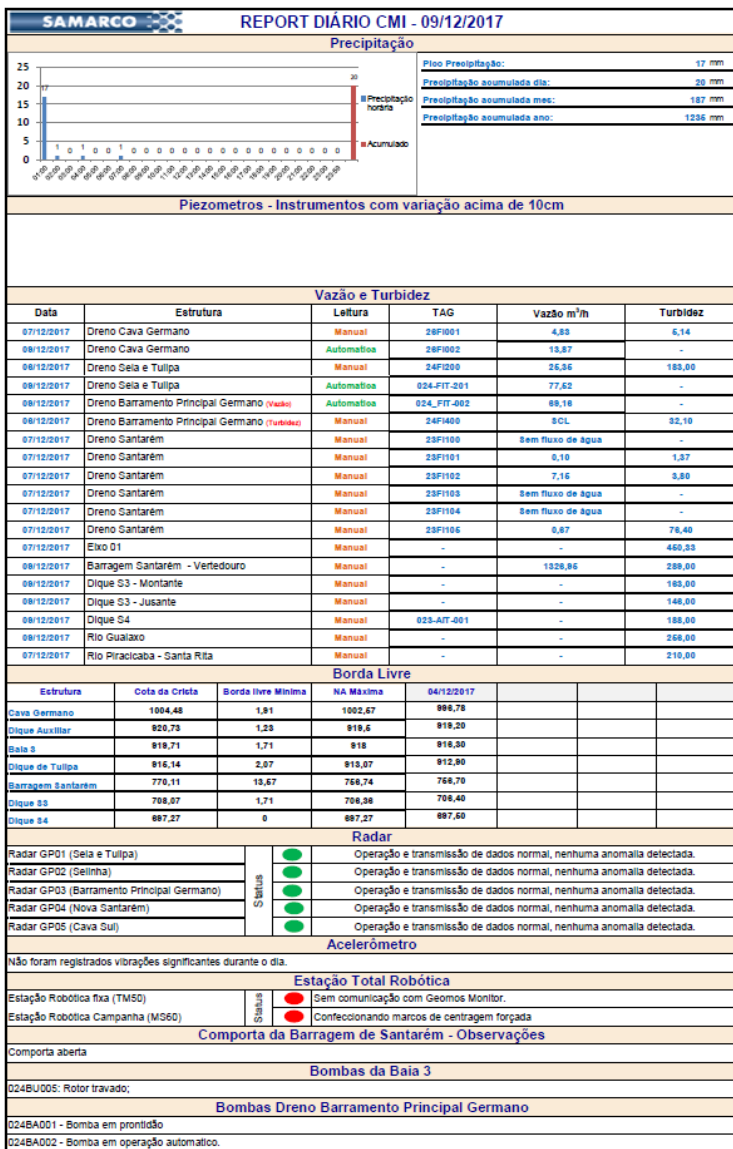
DIARIAMENTE – REPORT DIÁRIO



CMI

<

SEMANALMENTE – DASHBOARD DIRETORIA



ENGENHEIRO GEOTÉCNICO

Dashboard Complexo de Barragens

Referência: 10/12/17 - Emissão: 12/12/17

Precipitação Ac. Semana: 115 mm
Precipitação Ac. Mês: 191 mm

Barragem Germano		Fator Segurança: -		Resp.: R. Vilela	
Status	Atividade	Medição	Atenção	Alerta	Emergência
	Piezômetros (Trigger Levels) ⁽¹⁾	41	0	0	0
	Radar (Evento) ⁽²⁾	-	0	0	0
	Inclinômetros/Marcos Superficiais ⁽³⁾	Não ocorreu nenhum evento			
	Inspeção Visual (Nota) ⁽⁴⁾	0			
	Eventos Sísmicos ⁽⁵⁾	Não ocorreu nenhum evento			
Comentários:					

Dique Sela e Tulipa		Fator Segurança: -		Resp.: R. Vilela	
Status	Atividade	Medição	Atenção	Alerta	Emergência
	Piezômetros (Trigger Levels) ⁽¹⁾	51	0	0	0
	Radar (Evento) ⁽²⁾	-	0	0	0
	Inclinômetros/Marcos Superficiais ⁽³⁾	Não ocorreu nenhum evento			
	Inspeção Visual (Nota) ⁽⁴⁾	0			
	Eventos Sísmicos ⁽⁵⁾	Não ocorreu nenhum evento			
Comentários:					

Dique Selinha		Fator Segurança: -		Resp.: R. Vilela	
Status	Atividade	Medição	Atenção	Alerta	Emergência
	Piezômetros (Trigger Levels) ⁽¹⁾	29	0	0	0
	Radar (Evento) ⁽²⁾	-	0	0	0
	Inclinômetros/Marcos Superficiais ⁽³⁾	Não ocorreu nenhum evento			
	Inspeção Visual (Nota) ⁽⁴⁾	0			
	Eventos Sísmicos ⁽⁵⁾	Não ocorreu nenhum evento			
Comentários:					

Nova Barragem Santarém		Fator Segurança: -		Resp.: R. Vilela	
Status	Atividade	Medição	Atenção	Alerta	Emergência
	Piezômetros (Trigger Levels) ⁽¹⁾	Instrumentação instalada, porém sem carta de risco			
	Radar (Evento) ⁽²⁾	-	0	0	0
	Inclinômetros/Marcos Superficiais ⁽³⁾	Instalação da instrumentação em andamento.			
	Inspeção Visual (Nota) ⁽⁴⁾	0			
	Eventos Sísmicos ⁽⁵⁾	Não ocorreu nenhum evento			
Comentários:					

Legenda:

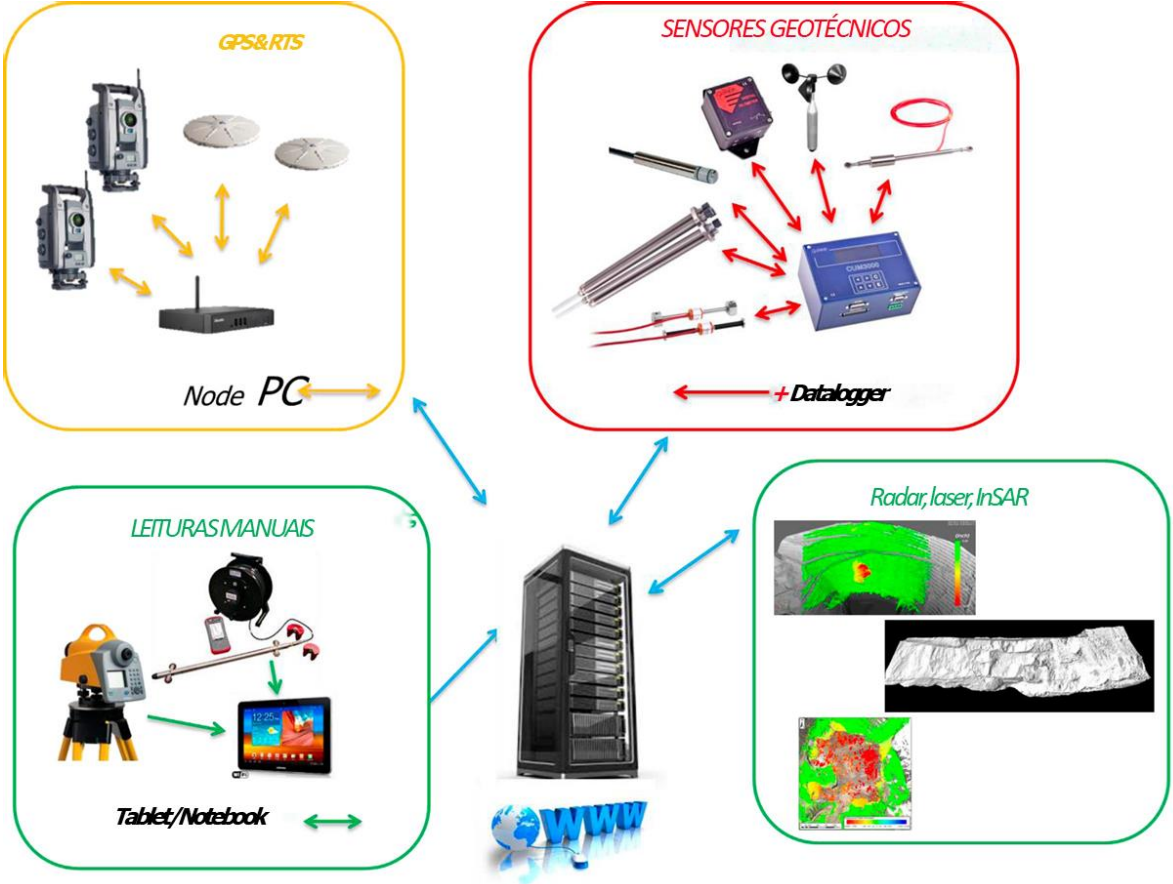
(1) Piezômetros (nº) – a medição considera o número de instrumentos que apresenta limites nas cartas de risco.

(2) Radar – medição de acordo com limites definidos no procedimento interno da Samarco.

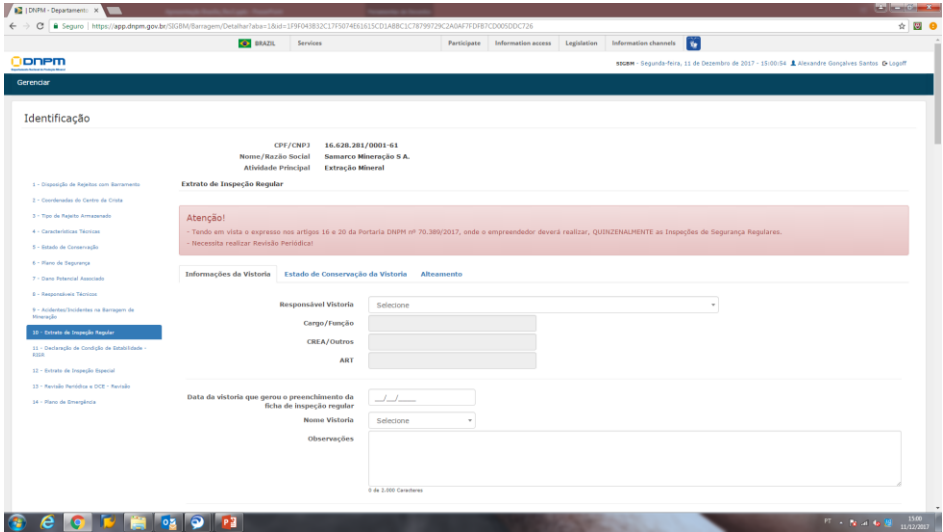
(4) Inspeção Visual – medição de acordo com Lei nº 12.334 e Portaria 70.389 (DNPM).

(5) Eventos Sísmicos – sim ou não. Se algum ocorrer favor ver comentários.

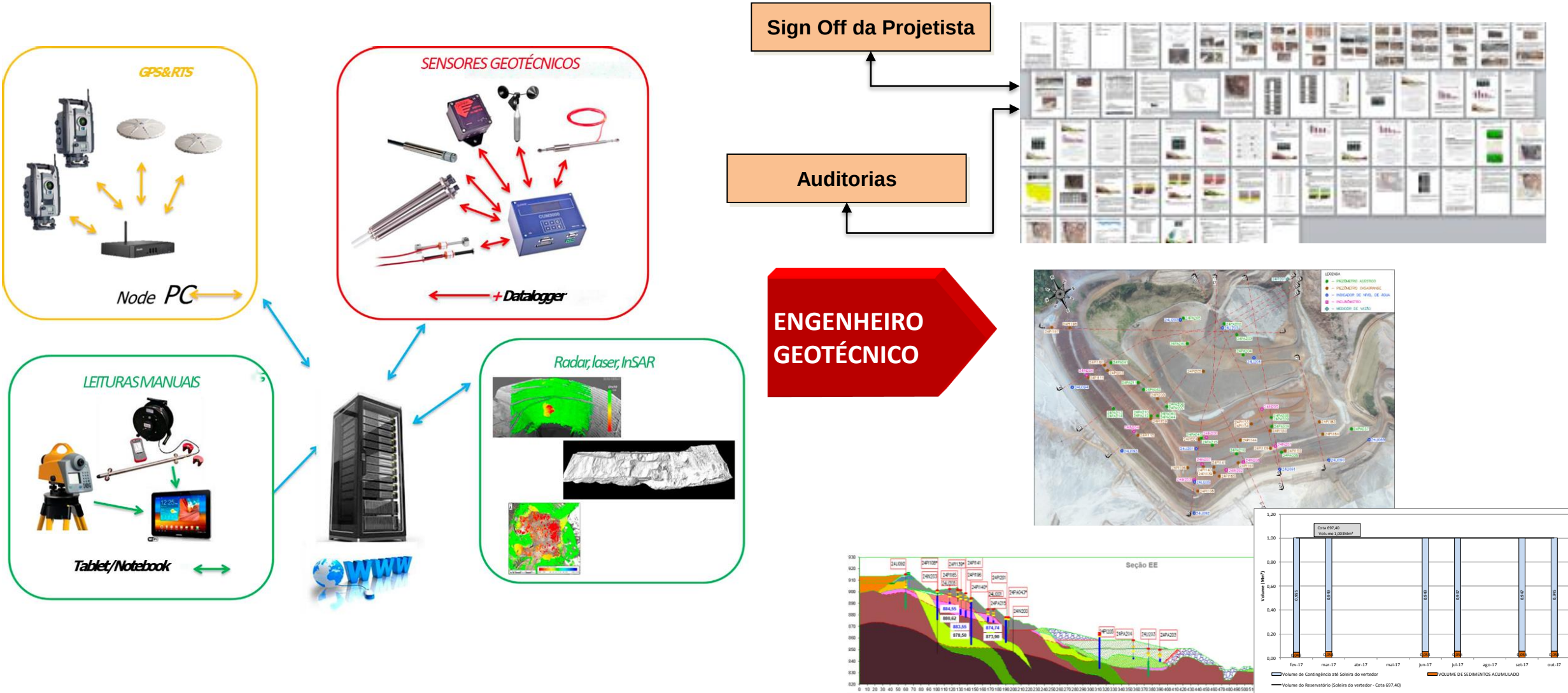
QUINZENALMENTE – PREENCHIMENTO SIGBM



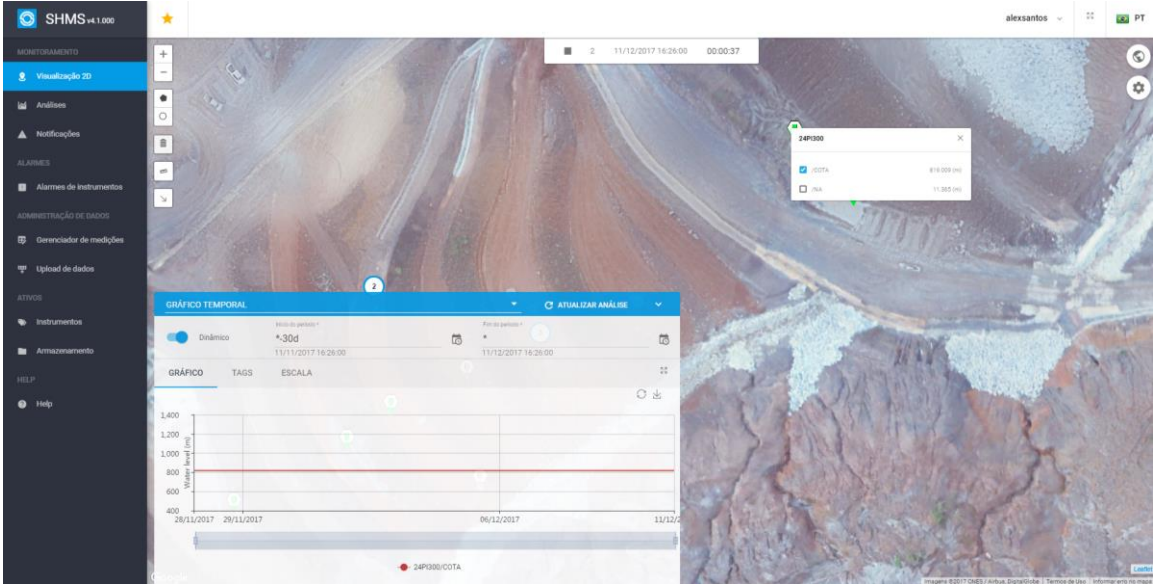
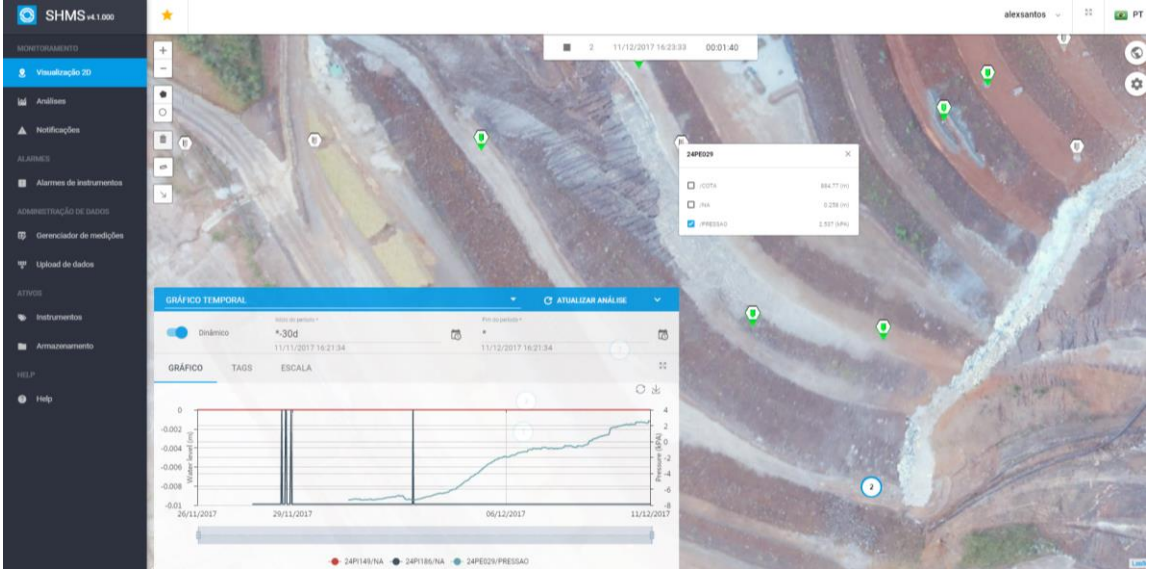
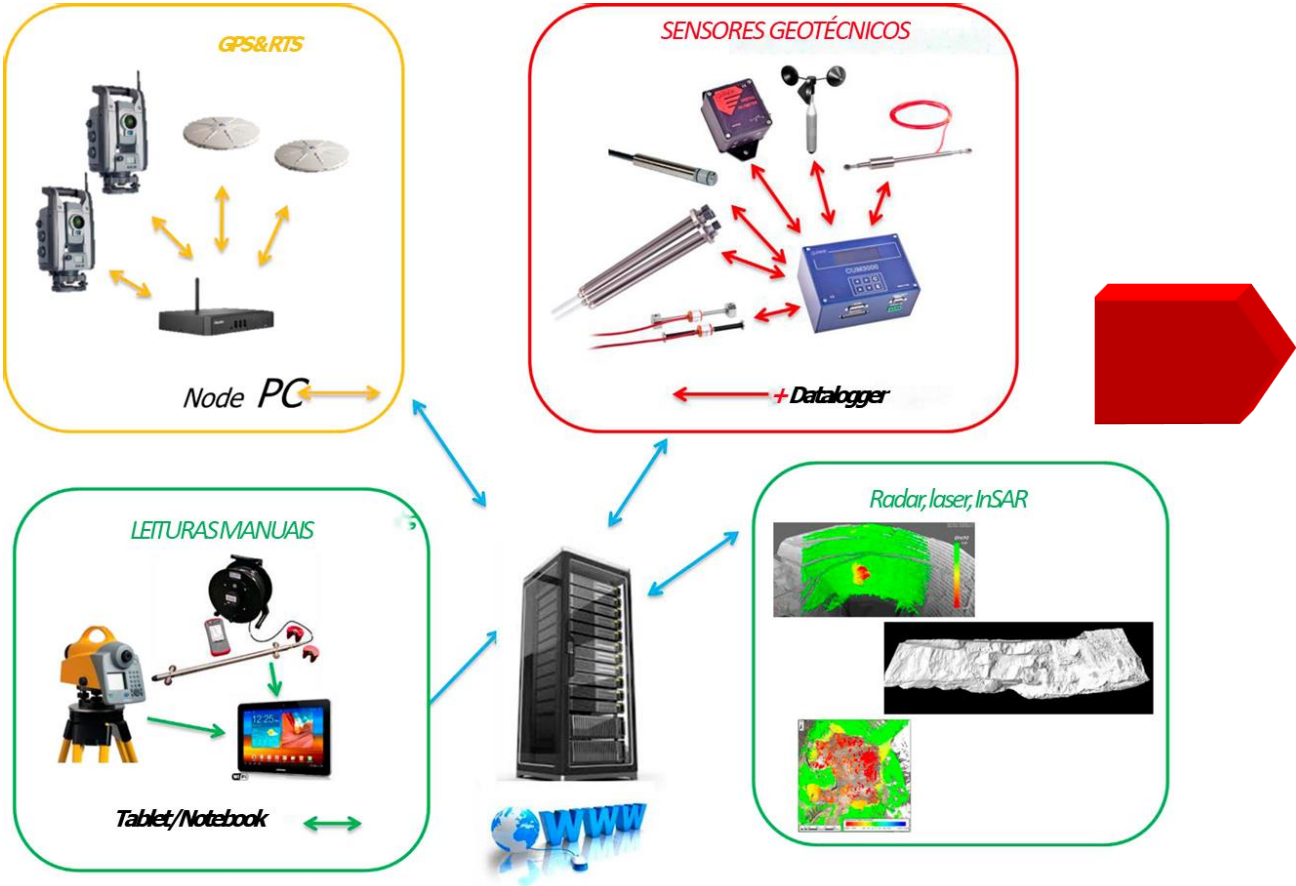
**ENGENHEIRO
GEOTÉCNICO**



MENSALMENTE – RELATÓRIO MENSAL DE INSPEÇÃO E MONITORAMENTO E ANÁLISE DE SEGURANÇA



PRÓXIMOS PASSOS SHMS



Plano de Ações Emergenciais de Barragens de Mineração (PAEBM)

Alexandre Santos
Engenheiro Geotécnico

Brasília, 13 de dezembro de 2017.

SAMARCO



PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO (PAEBM)

O que é PAEBM?

G002400-O-100095_R06

Março / 2016

Reforço das estruturas das barragens





SEGURANÇA





Centro de Monitoramento e Inspeção (CMI)

24h por dia, 7 dias por semana

Estação robótica e meteorológica, radares de precisão milimétrica, laser scanner, câmeras, drones, piezômetros e acelerômetros

Equipe de 48 pessoas, entre técnicos e engenheiros especialistas.



Monitoramento contínuo de estruturas das barragens

- Radares de superfície permitem a detecção de movimentações em áreas extensas.
- São realizadas inspeções visuais em visitas periódicas ao campo, com avaliações qualitativas.
- Os resultados são compilados em relatórios e enviados aos órgãos competentes.

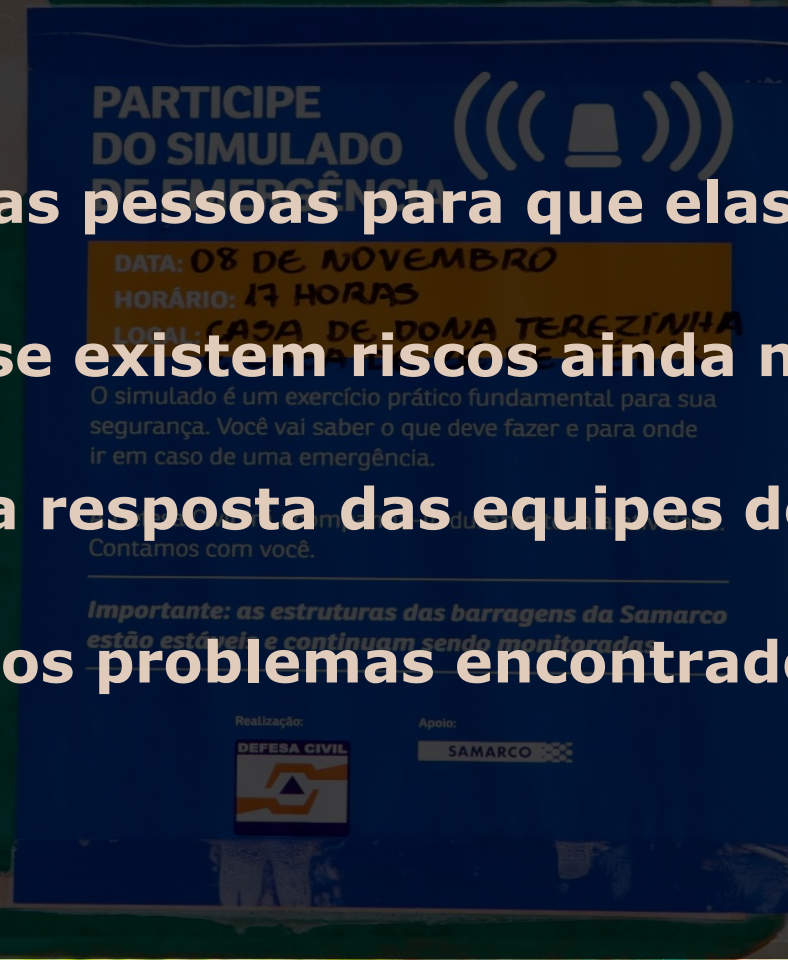
POR QUE É IMPORTANTE O SIMULADO?

Treinar as pessoas para que elas saibam o que fazer

Avaliar se existem riscos ainda não identificados

Avaliar a resposta das equipes de emergência

Corrigir os problemas encontrados





Planejamento
integrado



Soluções Conjuntas

A photograph showing three men in safety vests gathered around a large map. The man on the left is older with grey hair and glasses, wearing a dark jacket. The man in the center is seen from the back, wearing a blue vest with orange reflective stripes and the text 'DEFESA CIVIL' and 'MINAS GERAIS'. The man on the right is younger, wearing a blue vest with orange reflective stripes and the text 'COMDECO' and 'GASTOPA'. They are looking at a large map titled 'MAPA DE INUNDAÇÃO - PONTE DO' and 'Cenário de risco em caso de rompimento hipot'. The map shows a landscape with a river and a bridge. The background is a white tent.

ATUAÇÃO RESPONSÁVEL

- Defesa Civil: sistema de proteção, apoio e resposta
- A diversidade de impactos requer atuação multidisciplinar



Simulados de Emergência Protagonismo Defesa Civil

MAPA DO TERRITÓRIO



- 12 Comunidades
- 2 Municípios
- 75 Km de extensão

EDDO

IA

PARTICIPE DO SIMULADO DE EMERGÊNCIA



DATA: 08 DE NOVEMBRO

HORÁRIO: 17 HORAS

LOCAL: CASA DE DONA TEREZINHA
E CASA DE ZÉ DE FÉLIX

O simulado é um exercício prático fundamental para sua segurança. Você vai saber o que deve fazer e para onde ir em caso de uma emergência.

A Defesa Civil irá acompanhá-lo durante toda a atividade. Contamos com você.

Importante: as estruturas das barragens da Samarco estão estáveis e continuam sendo monitoradas.

Realização:



Apoio:

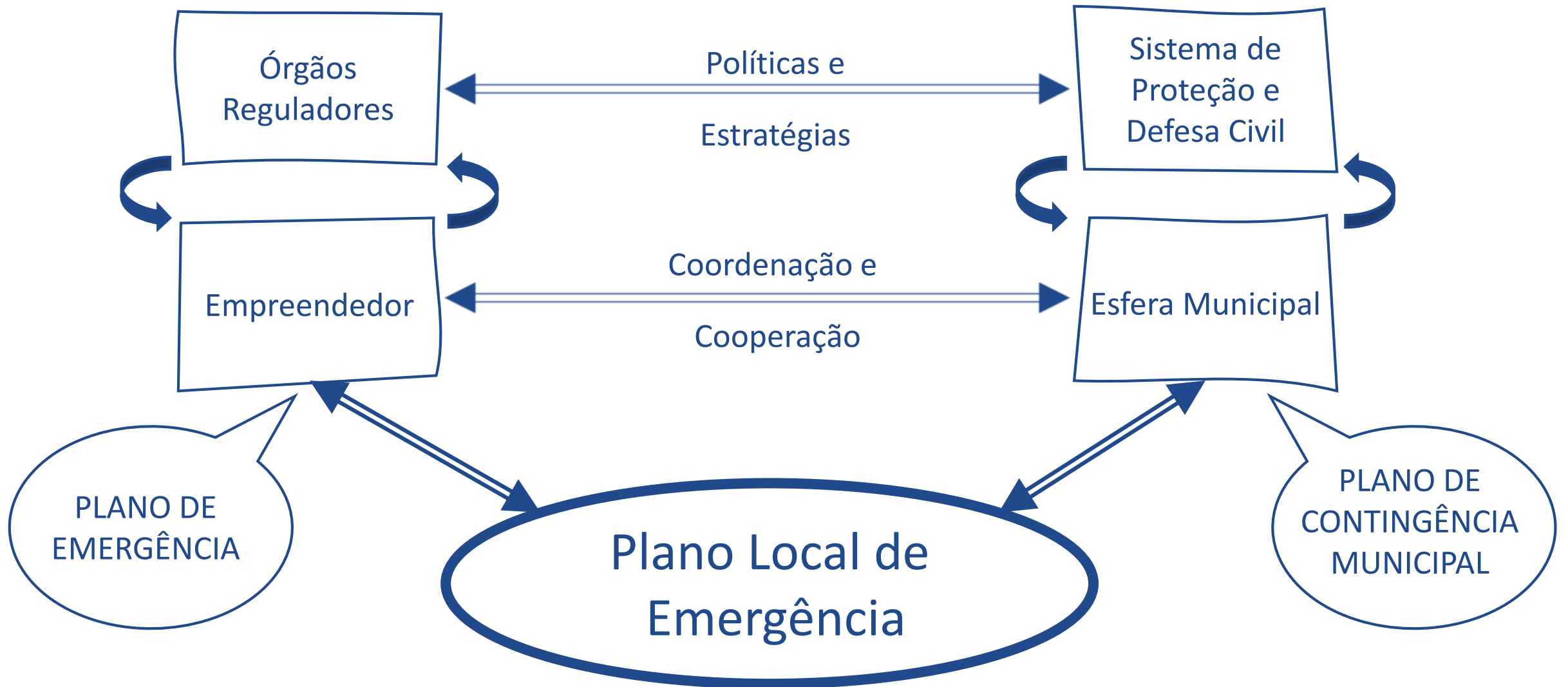
SAMARCO

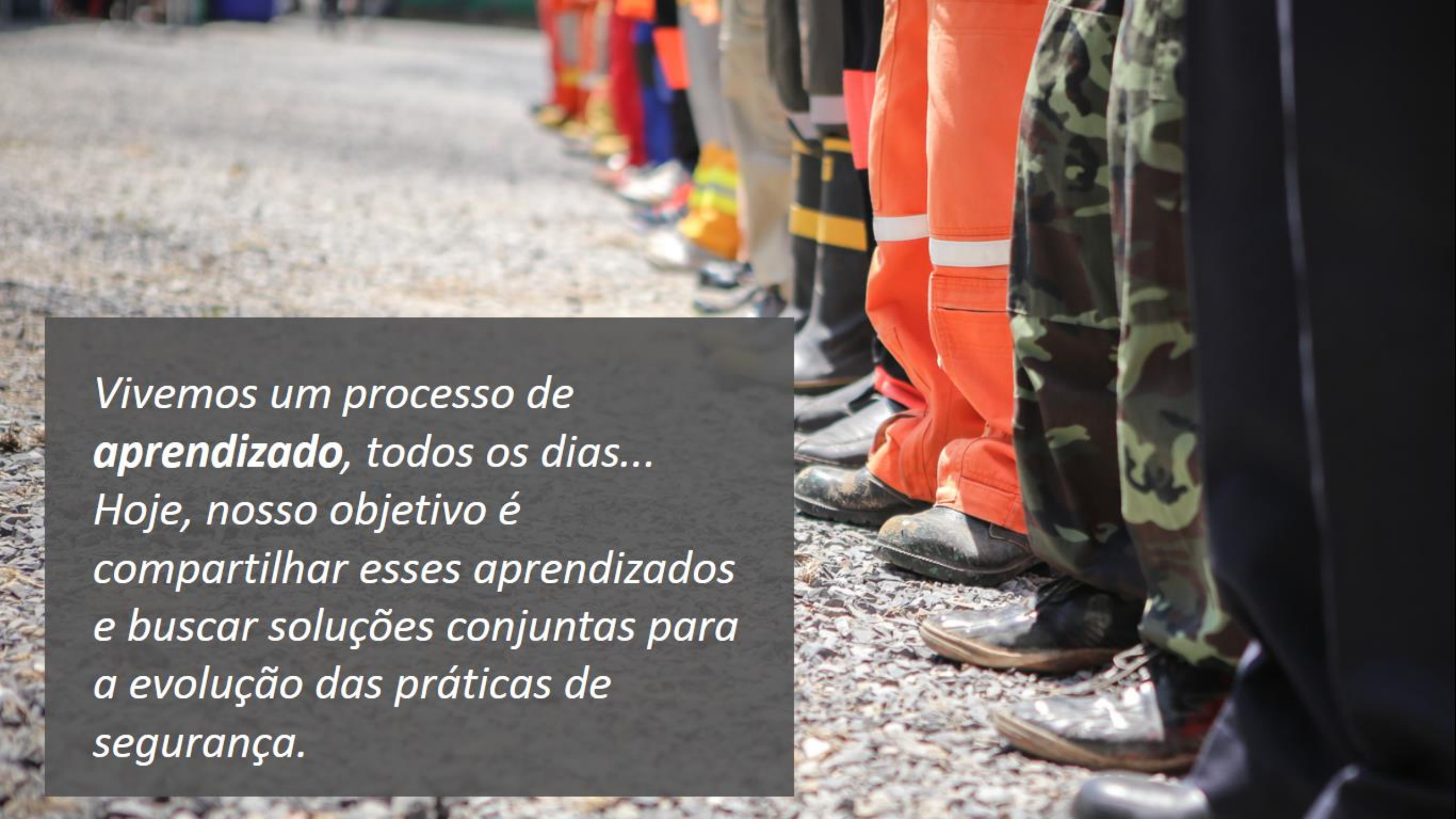




Colaboração

Sistema integrado



A photograph showing the lower legs and feet of a line of people standing on a gravel surface. From left to right, the visible clothing includes orange safety pants with reflective white stripes, camouflage pants, and dark trousers. Various types of work boots are visible, including black safety boots and brown leather boots. The background is a blurred gravel area.

*Vivemos um processo de
aprendizado, todos os dias...
Hoje, nosso objetivo é
compartilhar esses aprendizados
e buscar soluções conjuntas para
a evolução das práticas de
segurança.*

Contribuições para as Novas Portarias de Barragem de Mineração

César Alves
Engenheiro Geotécnico

SAMARCO



Brasília, 13 de dezembro de 2017.

CICLO DE VIDA DAS BARRAGENS

Projeto > Construção > Operação > Fechamento

Projetar para o fechamento (Design for closure)

Construir para o fechamento (Construction for closure)

Operar para o fechamento (Operation for closure)

Por outro lado:

A construção deve respeitar o projeto

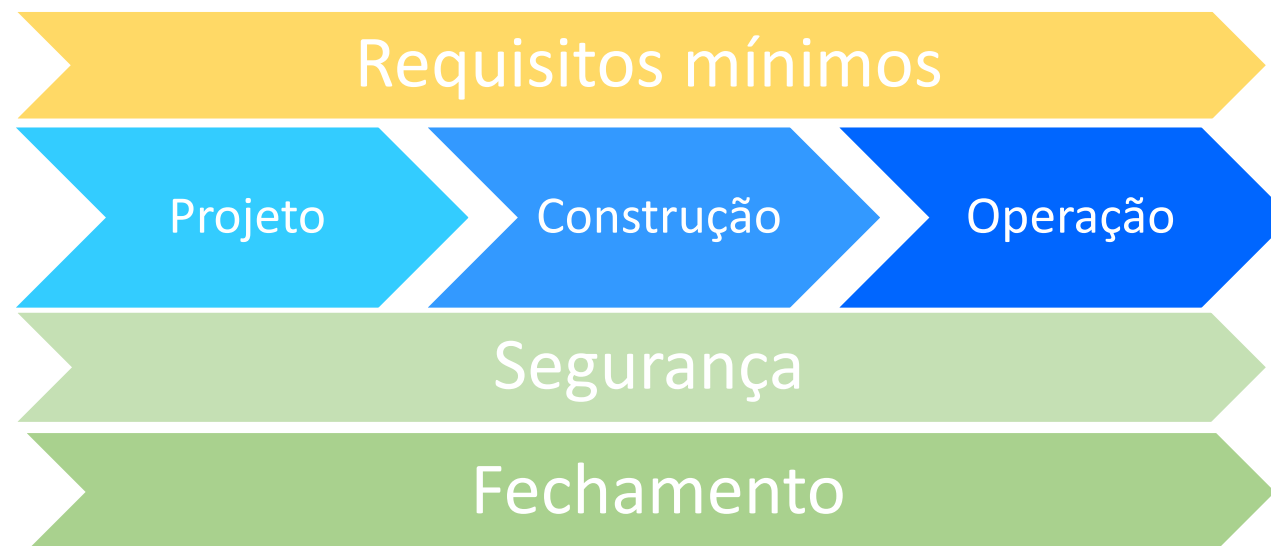
A operação deve respeitar o projeto

O fechamento deve respeitar o projeto

CICLO DE VIDA DAS BARRAGENS

- Projeto > Responsabilidade técnica de projeto
Norma (NBR 13.028), requisitos mínimos
- Construção > Responsabilidades técnicas de construção
Norma, entregáveis, requisitos mínimos
- Operação > Responsabilidade técnica de operação
Legislações estaduais (ex. DNs COPAM Nº 62 e 87)
DNPM - Portaria 70.389/17

Requisitos Mínimos em Todo Ciclo de Vida das Barragens



Portaria DNPM nº 70.389/2017

Publicada no Diário Oficial da União, a Portaria DNPM nº 70.389/2017, de 17.05.2017, altera, integra e substitui as portarias DNPM nºs 416/12 e 526/13.

Importante trabalho, passou por consulta pública lançada em dez/16, participação de entidades do setor mineral, sociedade, representantes de órgãos de controle, empresas de mineração, entidades de classes, prestadores de serviços.

Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração - SIGBM – cadastro e classificação das barragens, informações sobre inspeções e auditorias externas, além das responsabilidades técnicas.

Contribuições para novas portarias

Portaria 70389/17 - ANEXO II - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem

Fase de Construção

- ☐ Regulamentação das informações mínimas da etapa de construção necessárias para compor “as built” de uma barragem de mineração que atualmente não apresenta nenhuma norma ou regulamento vigente;
- ☐ Necessidade de acompanhamento em tempo integral da obra por engenheiro geotécnico;
- ☐ Papéis e responsabilidades dos atores envolvidos na construção de uma barragem de mineração;

Contribuições para novas portarias

Fase de Construção

- ☐ Conteúdo e nível de detalhamento mínimo do documento “As Built” que é inserido no PSB;
- ☐ Descrição detalhada de todas modificações ocorridas na estrutura durante a execução;
- ☐ Avaliação de riscos da fase de construção;
- ☐ Entrega da etapa de construção (além da obra) como sendo o “As Built”, o Data Book de Obra e o Relatório Final de ATO (Acompanhamento Técnico de Obra);

Contribuições para novas portarias

Fase de Construção

- ☐ Nível de detalhamento mínimo e conteúdo do documento “Data Book de Execução”:
 - ☐ Relatório dos ensaios executados pelo laboratório de obra dos diversos materiais empregados na execução com assinatura da fiscalização;
 - ☐ Todos os ensaios que atestam que os materiais empregados estão em conformidade com o projetado com assinatura da fiscalização;
 - ☐ Todos os ensaios de liberação de materiais após sua aplicação na execução com assinatura da fiscalização;
 - ☐ Todos os RDO's (relatórios diários de obras) – com assinatura da fiscalização;

Contribuições para novas portarias

Fase de Construção

- ☐ Relatório fotográfico de todas as etapas de execução, organizadas cronologicamente, por sub-estrutura executada, local, tipo, etc.;
- ☐ Relatório de inspeção de terceiros, consultores, especialistas, por desígnio da empreiteira;
- ☐ Cronograma final com a data de execução das atividades da obra;
- ☐ ATAs de reuniões, deliberações, registros de quaisquer modificações de projeto realizadas.
- ☐ A portaria poderia definir nível de detalhamento mínimo e conteúdo do documento “Relatório de Acompanhamento Técnico de Obra”:
- ☐ Relatório com registro fotográfico dos serviços de fiscalização com destaque a todas as modificações em relação ao projeto original;

Contribuições para novas portarias

“As Built”

- ☐ Registro fotográfico detalhado de todas as etapas de construção;
- ☐ Análises de estabilidade e percolação com informações após a conclusão das obras;
- ☐ Todos os desenhos de “As Built” emitida pela projetista, incluindo arranjo geral com geometria executada, seções geológico-geotécnicas instrumentadas, planta de instrumentação instalada, sistema de drenagem drenagem interna e superficial implantados;
- ☐ Logs de sondagens e ensaios de campo;
- ☐ Relatórios de ensaios de laboratório;
- ☐ ATAs de reuniões e registros de deliberações;
- ☐ Todas as NAPs (notas de alterações de projeto) emitidas durante a obra;
- ☐ Relatório de “As Built” com ART assinada pelo responsável técnico de construção e pelo empreendedor.



Contribuições para novas portarias

“As Is”

- ☐ Requisitos mínimos do documento que deve ser inserido no PSB :
 - ☐ Análise dos dados existentes:
 - ☐ Projetos existentes desde a concepção inicial da barragem
 - ☐ Dados de campanha de investigação geotécnica
 - ☐ Dados das inspeções e do monitoramento (piezometria, deslocamentos, meteorológico, vazão de drenagem interna e outros), manuais de operação, cartas de risco e relatórios diversos (inspeções, auditorias e outros);
 - ☐ Elaboração e realização de programa de investigações complementares (caso necessário);
 - ☐ Estudos geológicos de campo e com base nas investigações complementares;
 - ☐ Estudos geológicos de campo e com base nas investigações complementares;

Contribuições para novas portarias

“As Is”

- ☐ Requisitos mínimos do documento que deve ser inserido no PSB :
 - ☐ Estudos hidrológicos e hidráulicos dos sistemas extravasores da barragem;
 - ☐ Estudos geotécnicos realizados através de análises de fluxo e de estabilidade da situação atual por meio da compilação numérica das informações disponíveis;
 - ☐ Elaboração de mapas e seções representativas da geometria, geologia e geotecnia atuais, empregando-se informações obtidas em documentos disponíveis (projetos, “as built”, manuais, relatórios de auditoria e outros) e campanhas de investigação existentes ou realizadas;
 - ☐ Relatório de “As Is” com ART assinada pelo responsável técnico e empreendedor;
 - ☐ Recomendações de adequação da estrutura (caso necessário).

Contribuições para novas portarias

Projeto - Manual de Operação da Barragem

- ☐ Estabelecer o item “Manual de Operação ” de uma barragem de mineração como volume específico do PSB como o PAEBM;
- ☐ Nível de detalhamento mínimo do documento;
 - ☐ Descrição da estrutura;
 - ☐ Definir papéis e responsabilidades (empreendedor, responsável técnico pelas barragens,)

Contribuições para novas portarias

Projeto - Manual de Operação da Barragem

- ☐ Procedimentos de operação;
 - ☐ Definição de procedimentos operacionais para transporte dos rejeitos para barragem;
 - ☐ Definição de procedimentos operacionais para controle da disposição dos rejeitos na barragem;
 - ☐ Definição de procedimentos operacionais construção de alteamentos da barragem (quando for o caso);
 - ☐ Definição de procedimentos operacionais para manejo de águas do reservatório da barragem (de acordo com o balanço hídrico de projeto);
 - ☐ Definição do modo de registro de todas as informações geradas;

Contribuições para novas portarias

Projeto - Manual de Operação da Barragem

- ☐ Procedimentos de monitoramento e inspeção;
 - ☐ Definição dos elementos a serem monitorados (de acordo com as premissas do projeto);
 - ☐ Definição de frequências de realização dos monitoramentos;
 - ☐ Definição dos critérios de análise dos dados e dos limites a serem seguidos.
 - ☐ Definição dos limites operacionais dos instrumentos
 - ☐ Definição das regras de operação
 - ☐ Outros
- ☐ Disponibilização deste documento similar ao PAEBM;