

SUSTENTABILIDADE PARA FECHAMENTO DE MINA
Novos Conceitos, Inovações, Desafios para Mudanças

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS
Inovações Tecnológicas E Sustentabilidade

Joaquim Pimenta de Avila
Dez-2018

SUSTENTABILIDADE PARA FECHAMENTO DE MINA

Novos Conceitos, Inovações, Desafios para Mudanças

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS

Cavas, Taludes, Pilhas e Barragens

Estruturas crescem em dimensões constantemente pelo aumento da escala de produção:

A.Robertson(2011): produção cresce 10 vezes a cada 30 anos: Volumes de reservatórios crescem 10 vezes e altura de barragens dobra a cada 30 anos

RISCOS DAS ESTRUTURAS TENDEM CRESCER 20 VEZES A CADA 30 ANOS

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS

Cavas, Taludes, Pilhas e Barragens

RISCOS CADA VEZ MAIORES:

- **Estruturas maiores;**
- **crescimento mais rápido;**
- **populações mais próximas das estruturas.**

APÓS O FECHAMENTO, RISCOS PERMANECEM OU MESMO CRESCEM;

- **Crescimento Dos Volumes é Inevitável:**
- **A Demanda por Minerais Continuará Crescente**
- **Porte das Estruturas Tende a Aumentar os Riscos**
- **Indispensável Reduzir Riscos para Compensar o seu Crescimento;**

A ÁGUA E SEUS EFEITOS :É O GRANDE FATOR DE RISCO

UTILIZAR TECNOLOGIAS DE MENOR CONTEUDO DE ÁGUA

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS:

- **Rejeitos tem causado os grandes desastres**
- **Teor de água majora os riscos e as consequências de rupturas;**
- **Novas Tecnologias com redução do teor de umidade são a chave das inovações:**
 - **Rejeitos Finos: Secagem por evaporação e filtração;**
 - **Rejeitos Granulares com drenagem e/ou filtração;**

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS:

- **Rejeitos tem causado os grandes desastres**
- **Teor de água majora os riscos e as consequências de rupturas;**
- **Novas Tecnologias com redução do teor de umidade são a chave das inovações:**
 - **Rejeitos Finos: Secagem por evaporação e filtração;**
 - **Rejeitos Granulares com drenagem e/ou filtração;**

NECESSÁRIO O USO DE TECNOLOGIAS DE MENOR RISCO

CONTROLE DOS EFEITOS DA ÁGUA EM BARRAGENS

- **CONTROLE DA EROSÃO INTERNA (FILTROS E TRANSIÇÕES)**
- **CONTROLE DA ESTABILIDADE E DRENAGEM**
- **MONITORAMENTO NO LONGO PRAZO**

**EXIGEM UMA ESTRUTURA PERMANENTE DE
SEGURANÇA PÓS FECHAMENTO:**

**DIFICULDADE DE ADOÇÃO DE “WALK AWAY
SOLUTION” PARA FECHAMENTO**

REDUÇÃO DOS EFEITOS DA ÁGUA:

1 – ELIMINAR BARRAGEM IMPERMEÁVEL (USAR ESTRUTURA PERMEÁVEL: RETER REJEITOS, MAS NÃO A ÁGUA)

2 – Retirar a Água dos Rejeitos:

- Espessamento (Espessadores, Adensamento, Evaporaçãoetc)**
- Espessamento Combinado Com Evaporação: “Dry Stacking”**
- Filtragem: Reduz Grau De Saturação**
- Rejeitos granulares: empilhamento drenado**

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: VANTAGENS DA REDUÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

- **Obtenção de Maciço Não Saturado Com Maior Estabilidade**
- **Obtenção de Maior Densidade dos Rejeitos aumentando a Capacidade do Reservatório**
- **Obtenção de Menor Potencial de Dano no Caso de Ruptura**
- **Obtenção de Melhores Condições Para Fechamento Com Menor Custo da Reabilitação Ambiental**
- **Menor Risco De Liquefação e Ruptura**

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: REJEITOS DE GRANULOMETRIA FINA

Pesquisas de Novas Tecnologias:

Secagem de Rejeitos Finos: Desde 1992 na MRN em Trombetas: rejeitos de lavagem de bauxita. Aplicações também em Paragominas

Filtração de resíduos de fabricação de alumina: na ALUNORTE em Barcarena



REJEITO DE BAUXITA BOMBEADO A 25% DE SÓLIDOS



**SECAGEM DE REJEITOS DE BAUXITA POR
ESPESSAMENTO E EVAPORAÇÃO**

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: REJEITOS SECAGEM DE REJEITOS DE BAUXITA



ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: REJEITOS SECAGEM DE REJEITOS DE BAUXITA



ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: FILTRAÇÃO DE RESÍDUOS DE FABRICAÇÃO DE ALUMINA



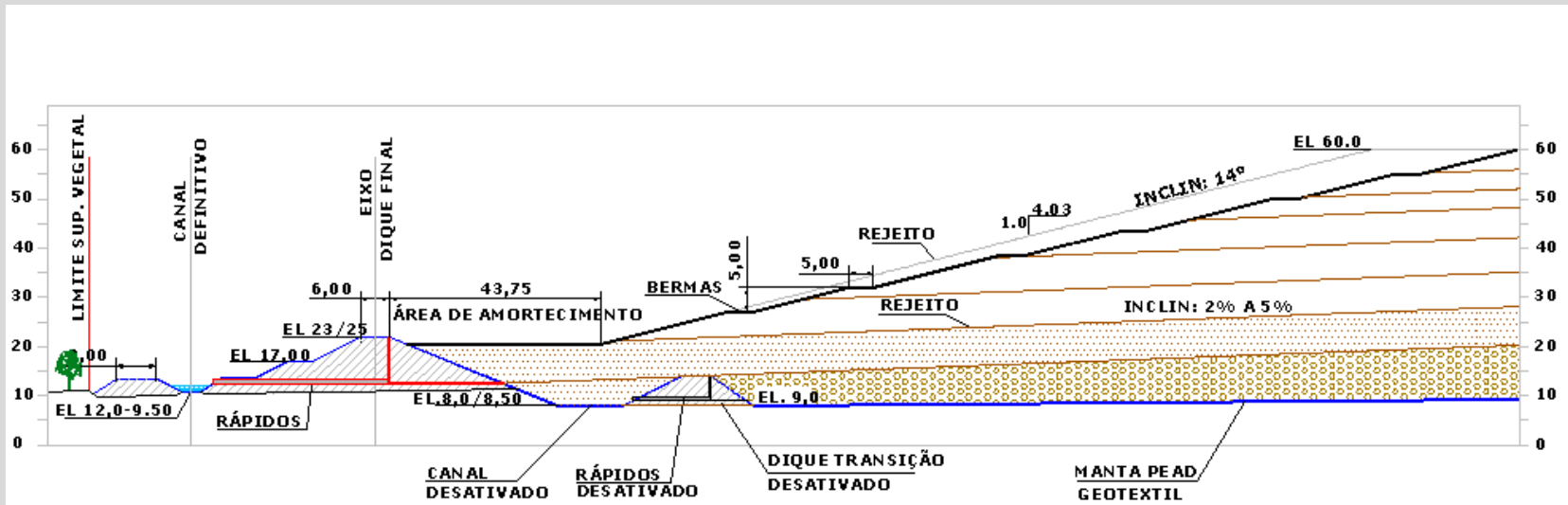
ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: FILTRAÇÃO DE RESÍDUOS DE FABRICAÇÃO DE ALUMINA



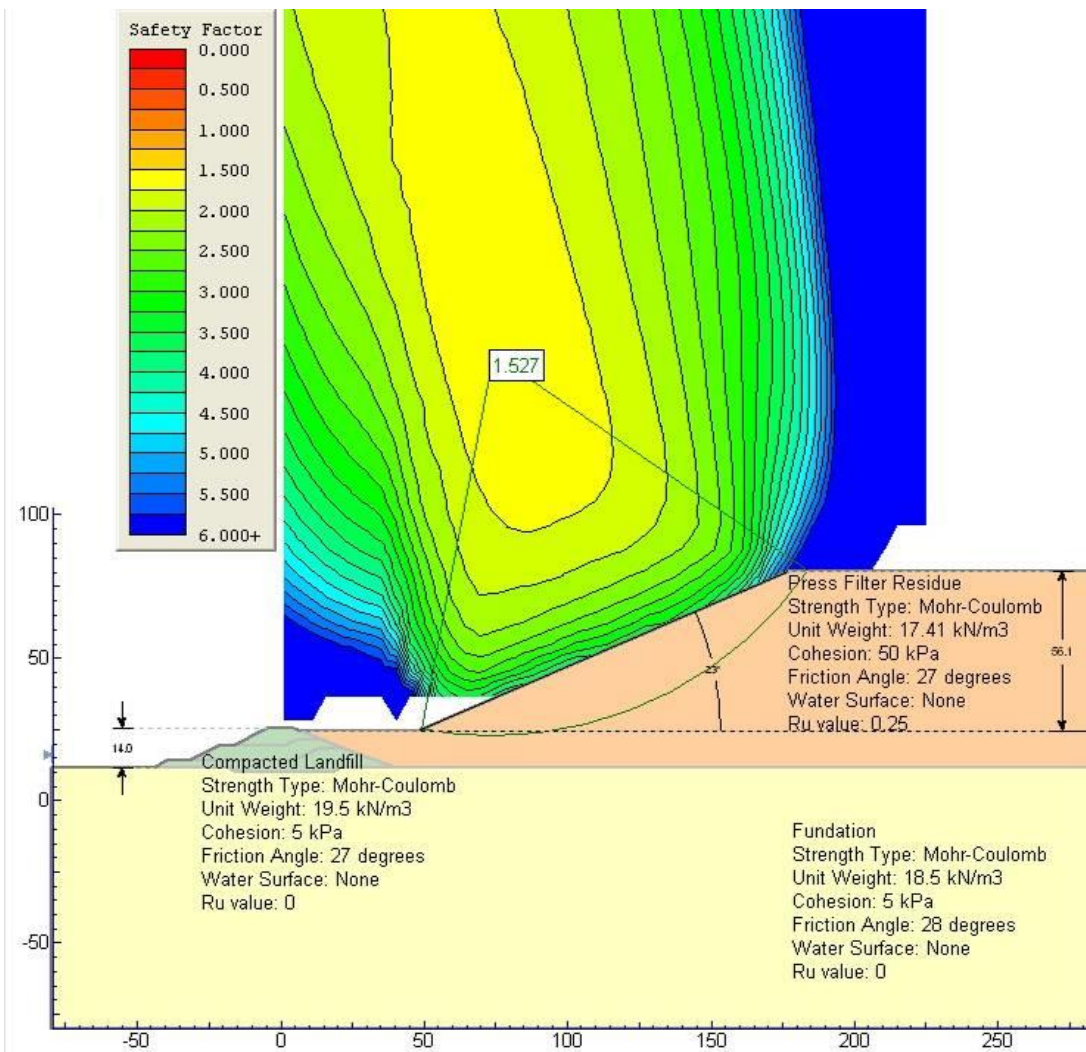
ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: FILTRAÇÃO DE RESÍDUOS DE FABRICAÇÃO DE ALUMINA



ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS: FILTRAÇÃO DE RESÍDUOS DE FABRICAÇÃO DE ALUMINA



SEÇÃO TIPO - DIQUES LATERAIS
CONFIGURAÇÃO FINAL



Estabilidade da pilha de resíduo compactado

SOLUÇÕES PARA REJEITOS GRANULARES:

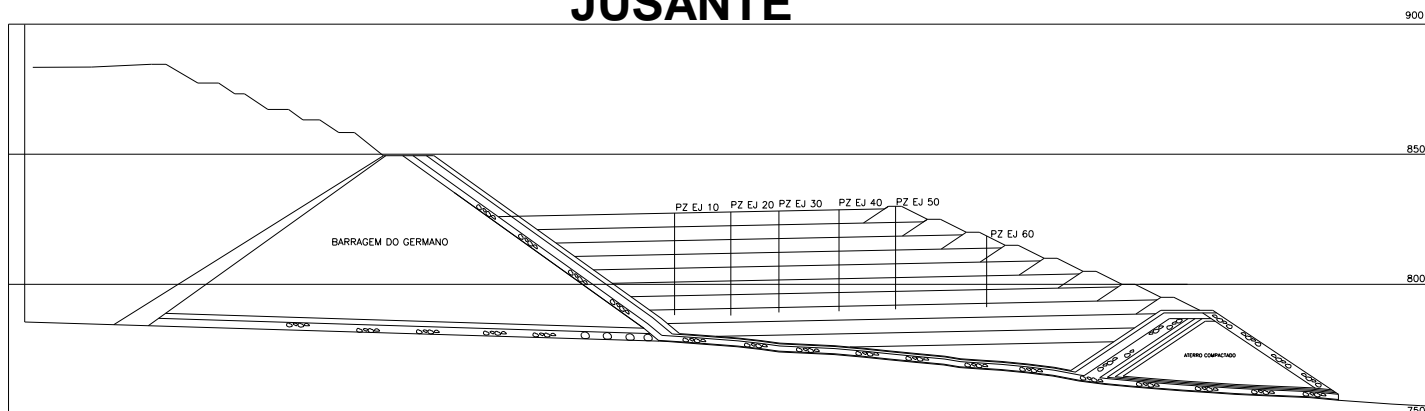
1 – BARRAGENS PERMEÁVEIS (EMPILHAMENTO DRENADO)

2 – BARRAGENS COM GRANDE ÁREA PERMEÁVEL (BARRAGENS DE REJEITOS CICLONADOS)

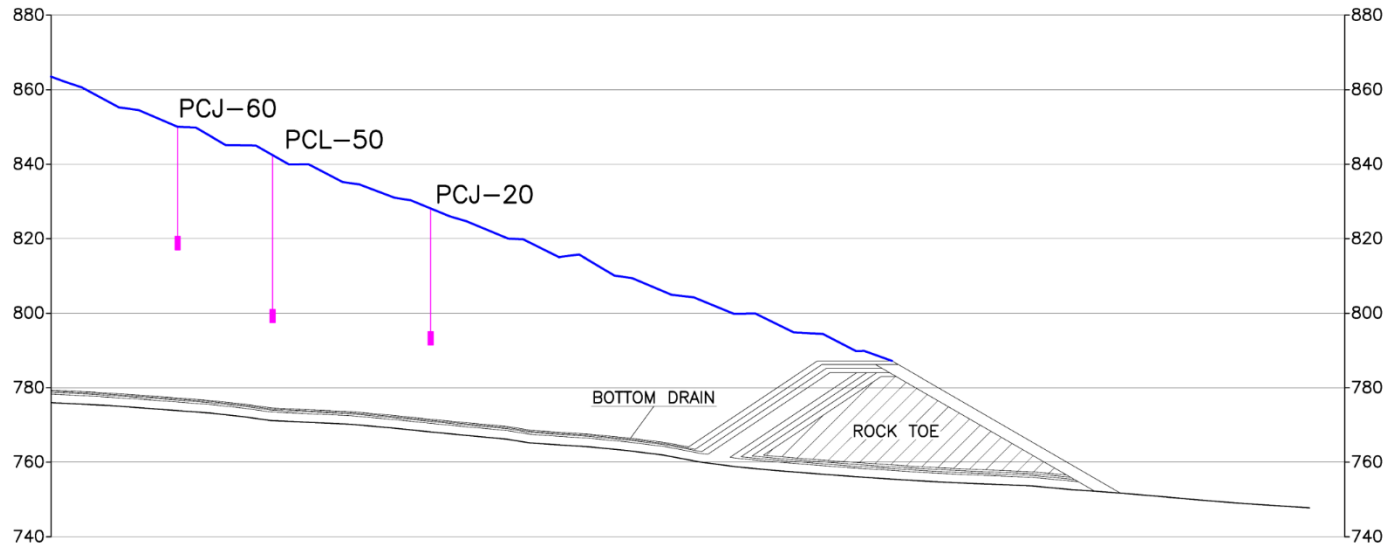


Vista Aérea da Pilha a Jusante da Barragem do Germano para estabilidade no fechamento em estágio inicial de Construção

BARRAGEM DO GERMANO: EMPILHAMENTO A JUSANTE



GERMANO JUSANTE: SITUAÇÃO INTERMEDIÁRIA . COTA FINAL 920-940



**Pilha de Germano Jusante: Seção Típica e
Posição de Piezômetros**



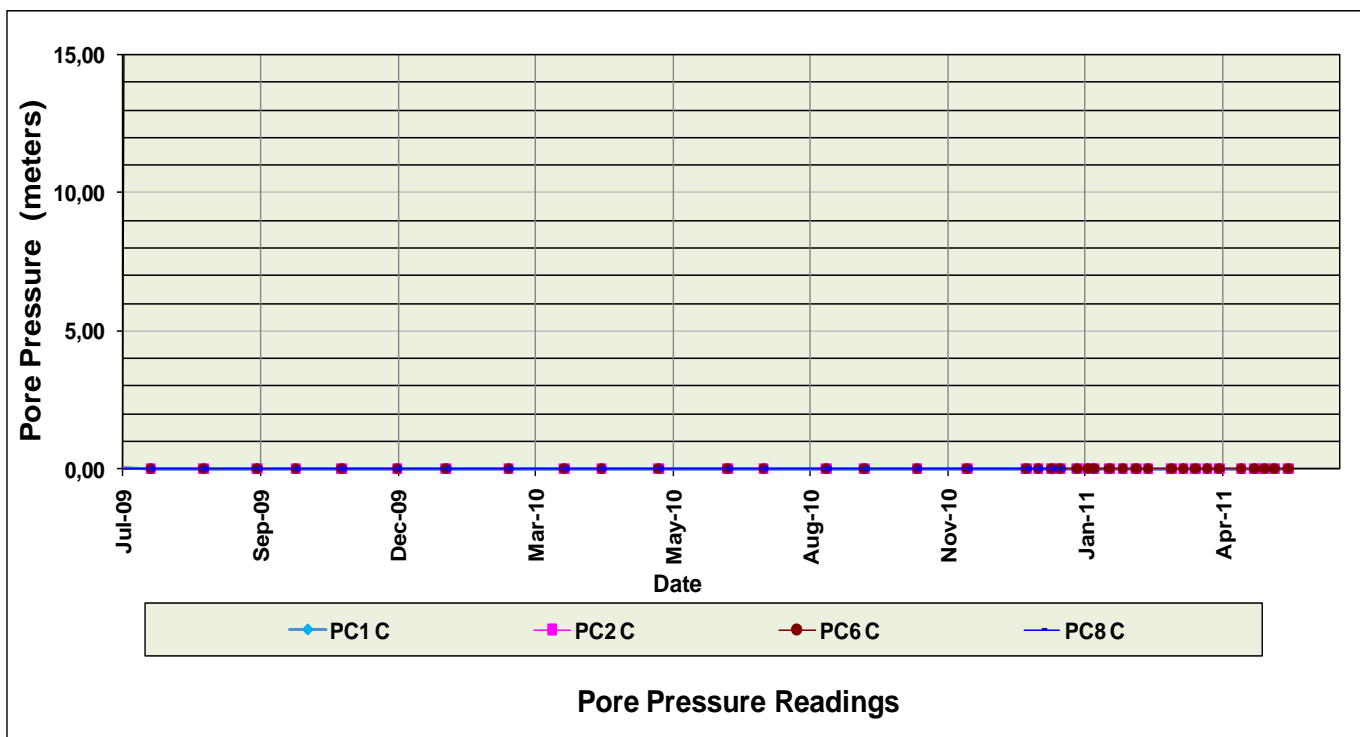
Vista da Superfície dos Rejeitos Lançados alguns dias após a paralização do lançamento



**Vista da Superfície dos Rejeitos Sendo Escavados Para
Obtenção de Material Para Construção do Dique de Alçamento**



Vista do Talude Final com o Fechamento Progressivo sendo



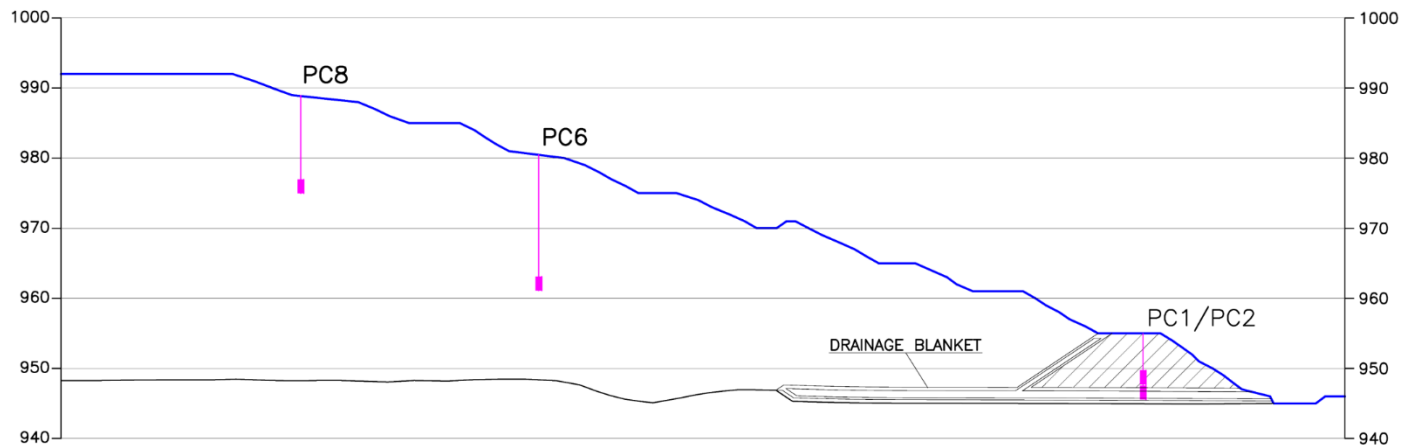
Pilha de Germano Jusante : Leituras dos Piezômetros



Vista da Cava do Germano, após a lavra exaurida



Vista da Cava do Germano, Com o Tapete Drenante Sendo Construído



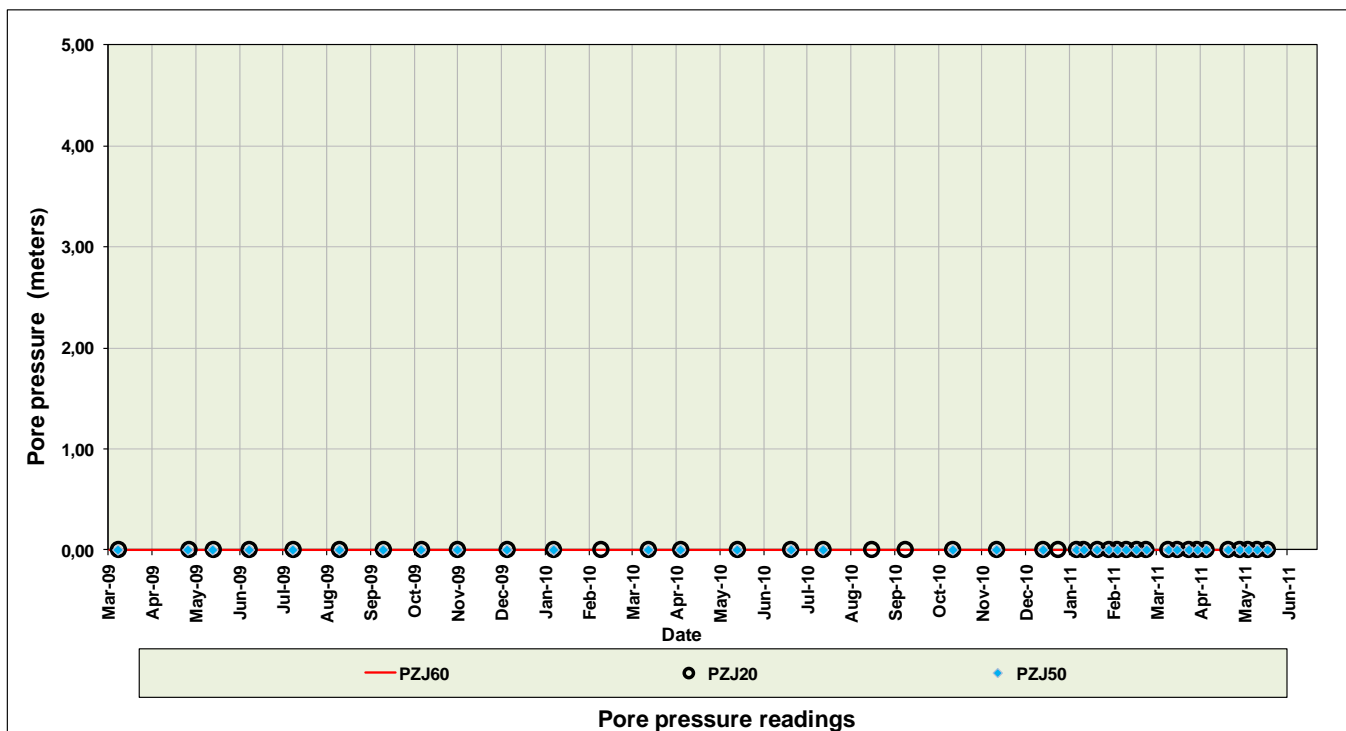
**Cava do Germado Seção Típica e Localização de
Piezômetros**



Vista de Montante da Pilha da Cava do Germano



Vista de Jusante da Pilha da Cava do Germano



Cava do Germano – Leituras dos Piezômetros



Fechamento da cava do germano com empilhamento

SUSTENTABILIDADE PARA FECHAMENTO DE MINA ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS

Inovações Tecnológicas E Sustentabilidade

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES :

1- ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS DEVEM PRIORIZAR AS TECNOLOGIAS QUE REDUZEM O TEOR DE ÁGUA NESTAS ESTRUTURAS.

2-COM NOVAS TECNOLOGIAS, QUE REDUZEM O CONTEUDO DE ÁGUA, É POSSÍVEL IMPLANTAR ESTRUTURAS PARA :

- REDUZIR O POTENCIAL DE DANO**
- REDUZIR RISCOS**
- FACILITAR E AGILIZAR AS OPERAÇÕES DE FECHAMENTO**
- FACILITAR O FECHAMENTO PROGRESSIVO;**
- MINIMIZAR TRABALHOS DE MANUTENÇÃO APÓS FECHAMENTO**
- DAR SUSTENTABILIDADE PARA AS SOLUÇÕES DE FECHAMENTO**