



**XXVIII SNGB**  
Seminário Nacional de Grandes Barragens

25 a 28 de outubro de 2011  
Windsor Barra da Tijuca Hotel - Rio de Janeiro

**II SIBE**  
**Simpósio Internacional de**  
**Barragens de Enrocamento**

27 e 28 de outubro de 2011  
Windsor Barra da Tijuca Hotel - Rio de Janeiro



# ***“REFORÇO DA INSTRUMENTAÇÃO NA ABÓBODA DE UMA CAVERNA”***

CHIARELLO, M.W. e SILVEIRA, J.F.A.



Vista aérea da barragem de 14 de Julho e do canal de fuga (Seta).

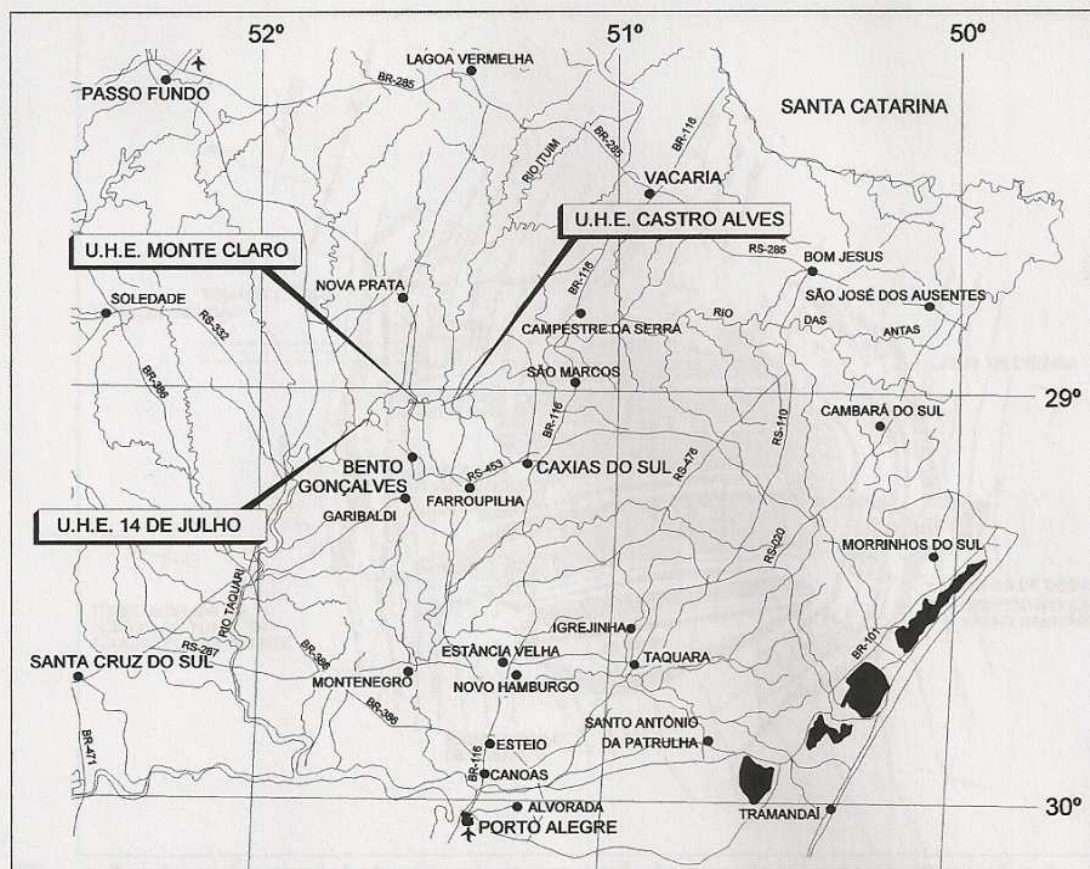
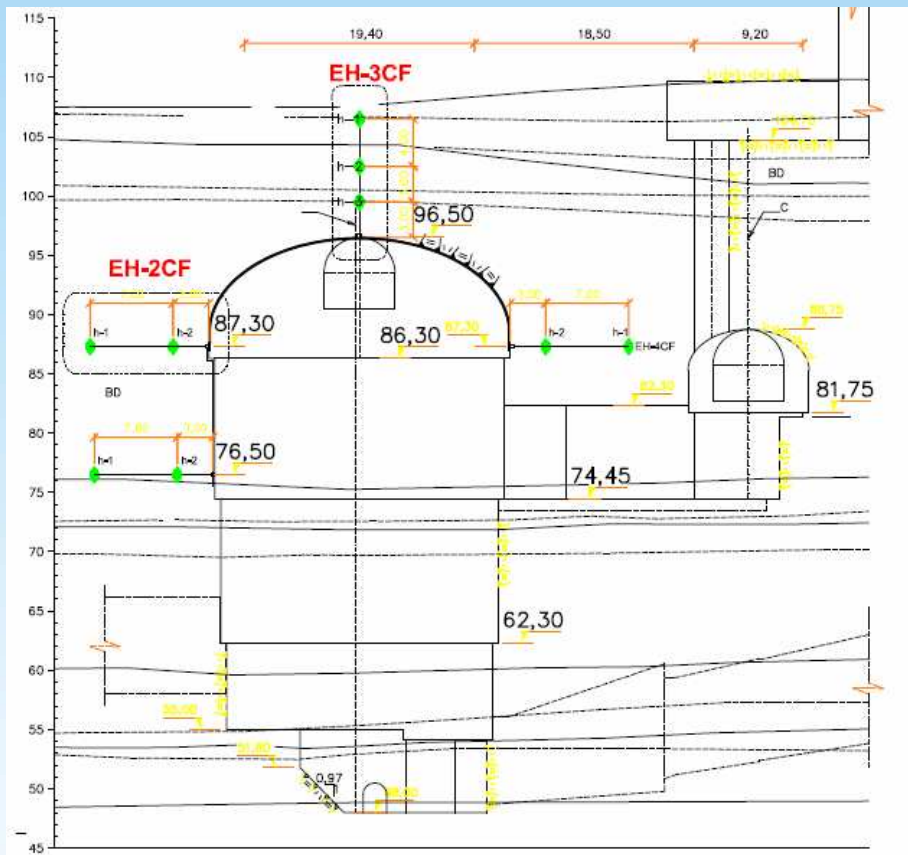


Figura 1. Localização dos Empreendimentos do CERAN

A Usina Hidrelétrica 14 de Julho (100 MW), juntamente com a UHE Monte Claro (130 MW) e UHE Castro Alves (130 MW), compõe o denominado Complexo Energético Rio das Antas, localizado no Rio Grande do Sul

# COMPORTAMENTO DA CAVERNA DURANTE AS ESCAVAÇÕES

A escavação da caverna da casa de força de 14 de Julho foi realizada entre meados de 2006 e meados de 2007, em maciço basáltico.



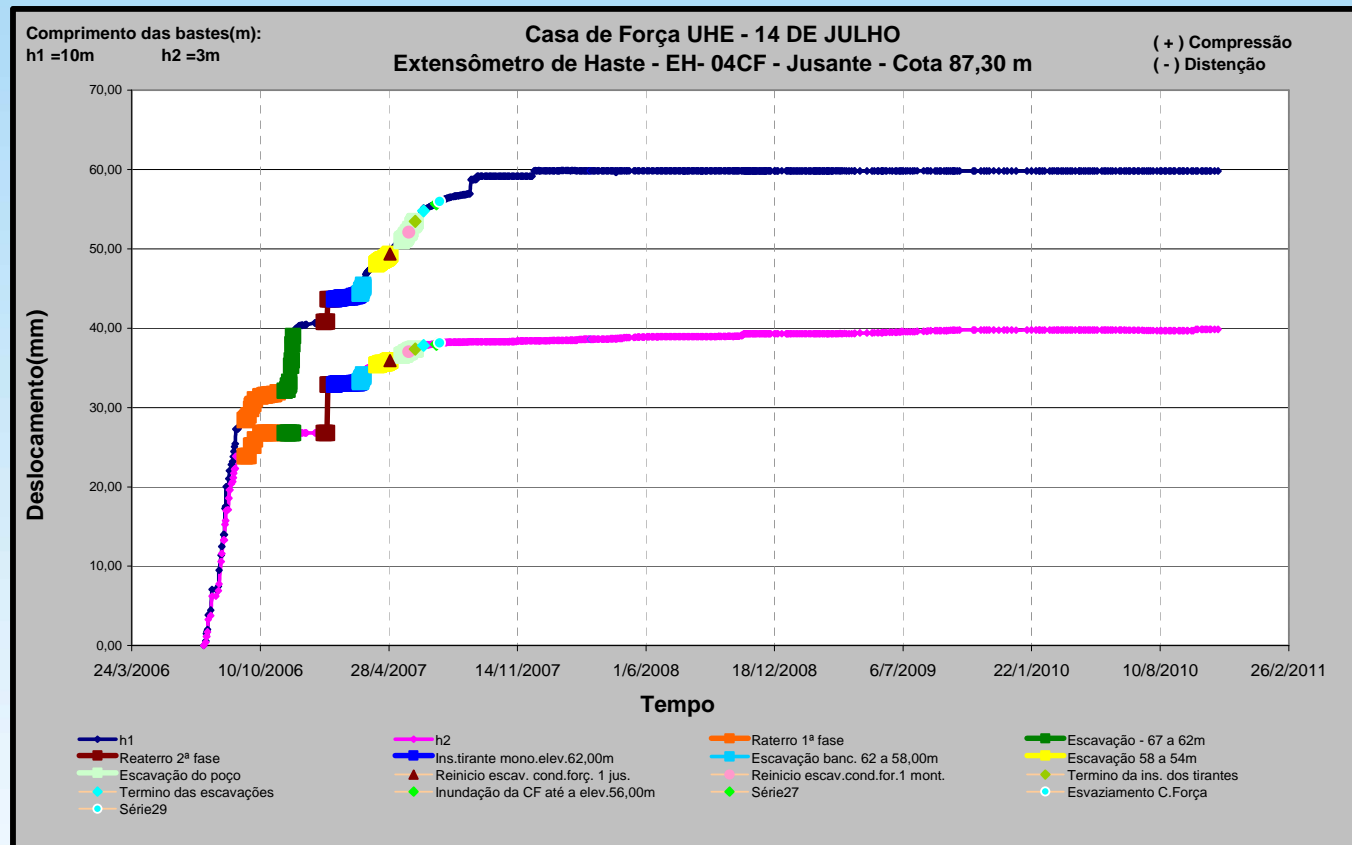
Os deslocamentos superficiais da rocha passaram a indicar valores relativamente elevados, devido às altas tensões horizontais na rocha:

Distensão centro da abóbada (EH-3): 10 mm

Desl. horizontal topo parede Mon.: 27 mm

Desl. horizontal topo parede Jus.: 60,0 mm

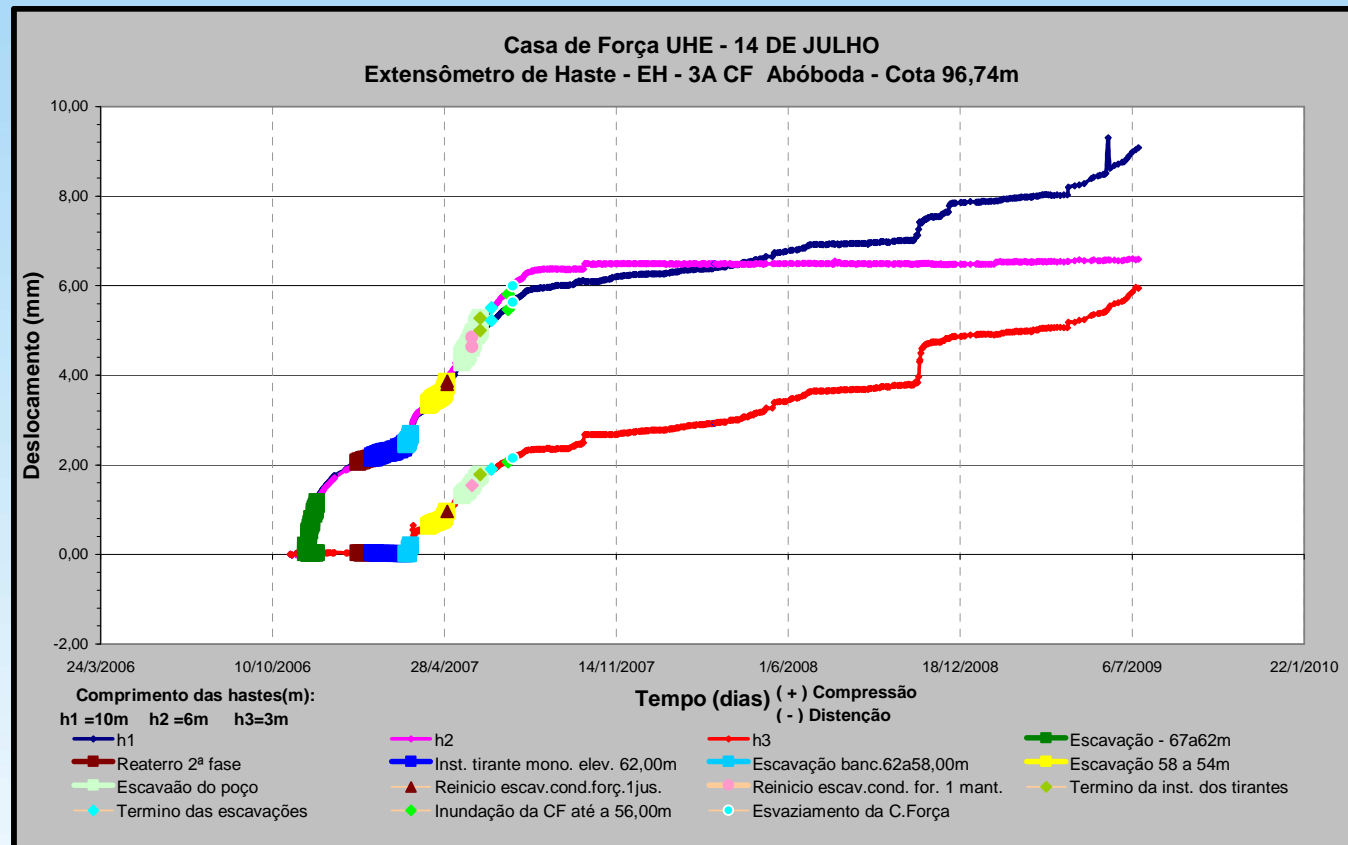
Os deslocamentos horizontais da rocha indicados pelos extensômetros instalados no topo das paredes, atingiram valores de 27,0 e 60,0 mm, e se estabilizaram a seguir, confirmando a eficiência do sistema de contenção da rocha.



Extensômetro EH-4.

# INDÍCIOS DE DISTENSÃO NA REGIÃO DA ABÓBODA

Dois extensômetros na região da abóbada passaram a indicar intensificação das distensões a partir de Abr/2009 (EH-3 e EH-9)



Extensômetro EH-3.

A realização de uma investigação cuidadosa na região da abóbada, com auxílio de ponte rolante e de andaimes, permitiu verificar que seus desempenhos estavam comprometidos pelo excesso de umidade.



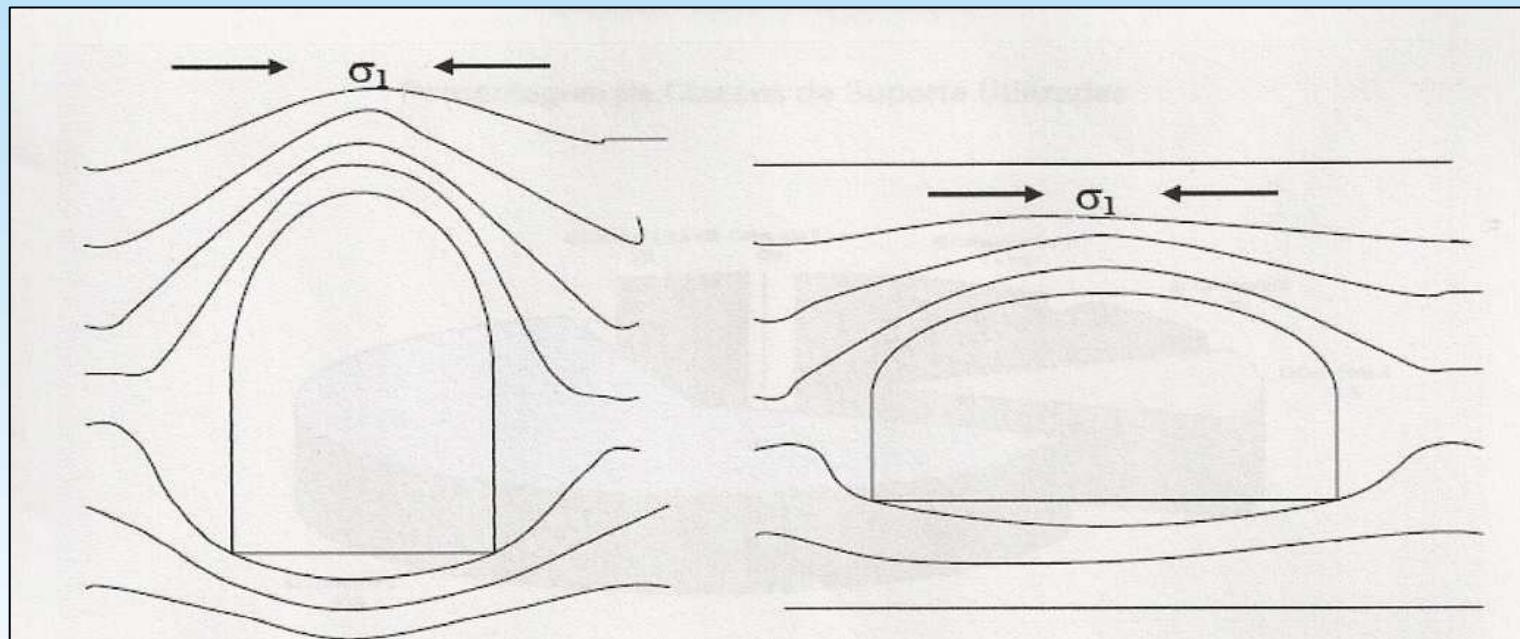
Cabeça do EH-3.



Cabeça do EH-9.

## NECESSIDADE MELHORIA PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO

O maciço basáltico na área está submetido a altas tensões horizontais. Em função dessa experiência prévia e da extensão do túnel adutor da UHE Castro Alves, com 7,1 km de extensão, decidiu-se modificar a geometria prevista para esse túnel, conforme ilustração a seguir. Essa modificação permitiu tb. a escavação da seção em bancada única.



## DESPLACAMENTOS NO TETO TÚNEL DE ACESSO



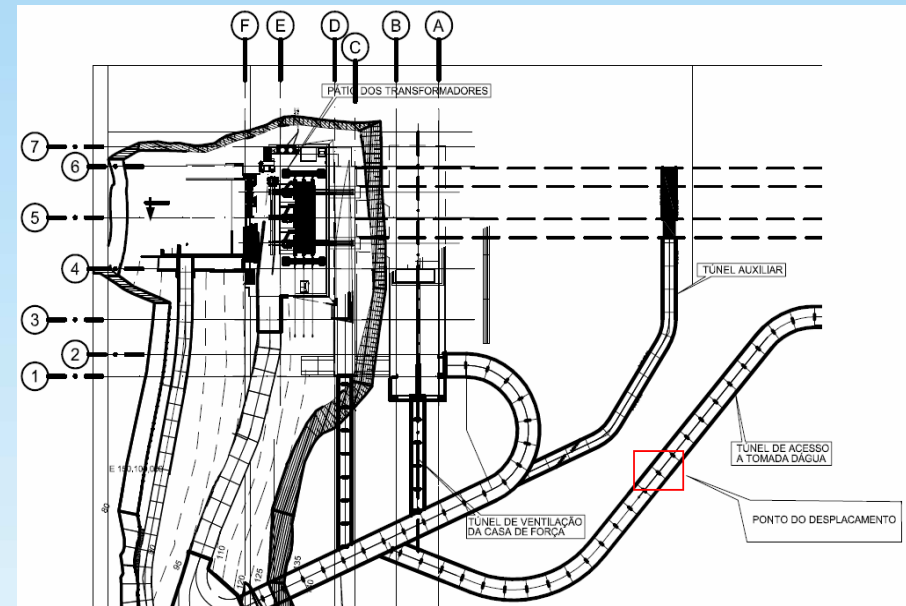
Trecho com tela e chumbadores instalados em Setembro de 2009.



Deslocamento da gunita do teto, antes da instalação da tela.

# DESPLACAMENTOS NO TETO TÚNEL DE ACESSO

A ocorrência de deslocamento da gunita no túnel de acesso registrado em Out/2010



Ocorrências desse tipo vêm mostrar que as acomodações do maciço rochoso continuam a ocorrer, refletindo o alto estado de tensões naturais.

## EXPERIÊNCIA COM A NOVA INSTRUMENTAÇÃO

Os novos extensômetros na região da abóbada passaram a indicar no período Ago a Out/2010, ou seja, nos primeiros meses uma aparente distensão do maciço rochoso, a qual estava associada a acomodações ocorridas no topo do maciço rochoso.



Cabines de leitura.



EH-19 no túnel de drenagem.

# EXPERIÊNCIA COM A NOVA INSTRUMENTAÇÃO



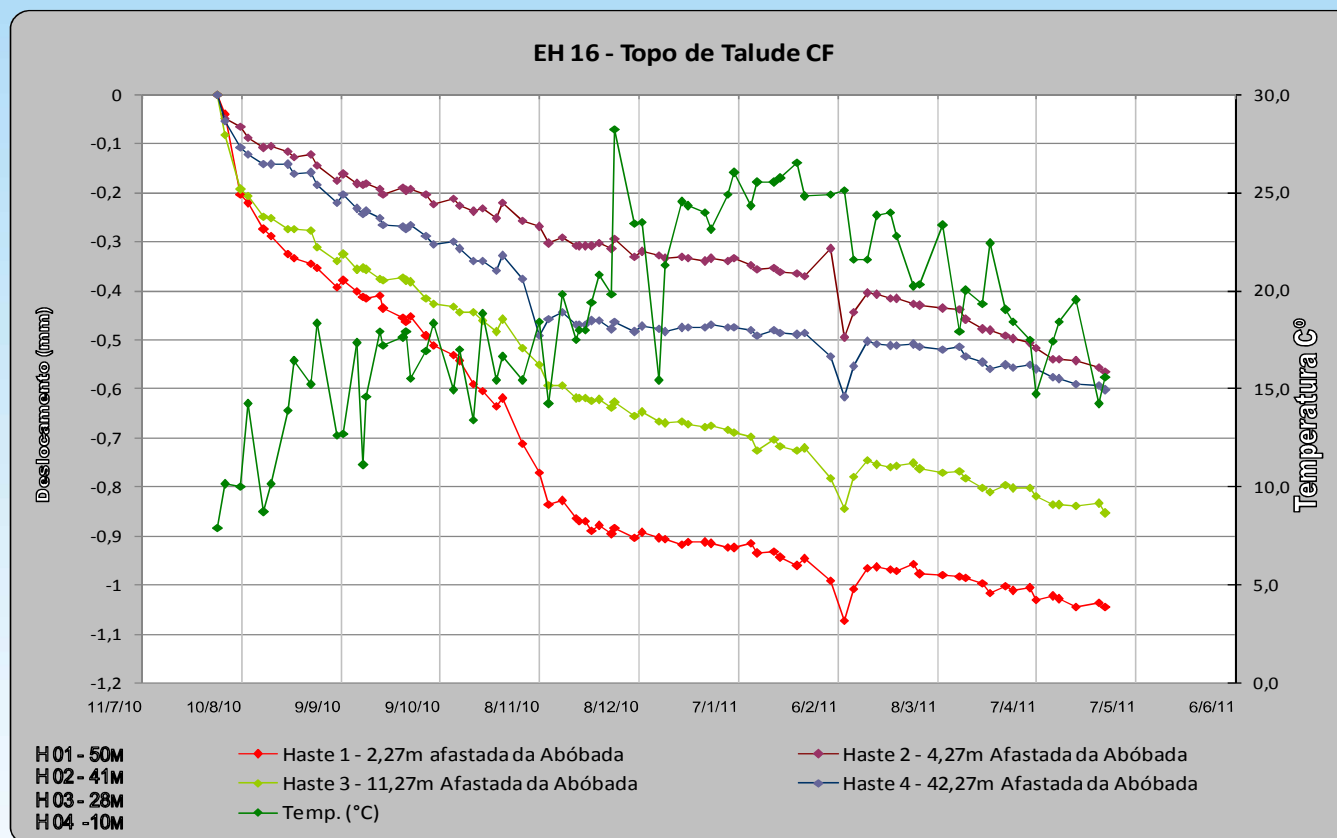
Micrômetro e acessórios utilizados na leitura dos novos extensômetros tipo Geokon.



Equipamento de leitura remota dos EH instalados no topo do talude.

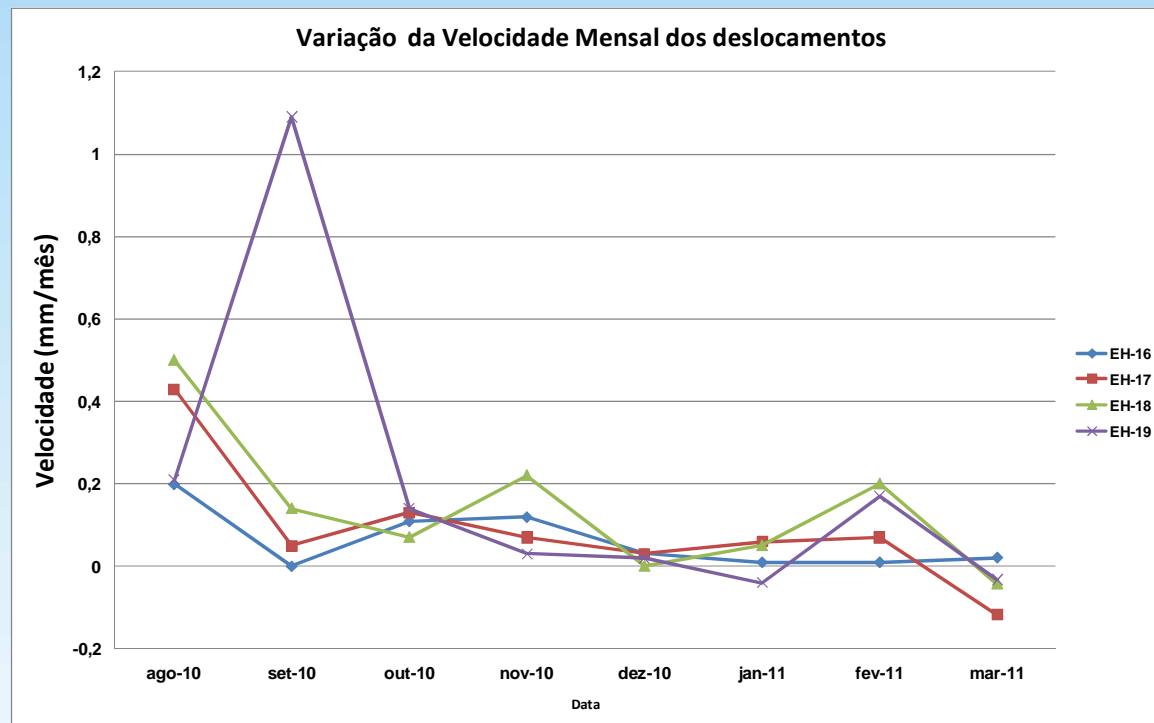
## COMPORTAMENTO NA REGIÃO DA ABÓBADA

Os novos extensômetros passaram a indicar no período Ago a Out/2010, uma aparente distensão do maciço rochoso, a qual estava associada a acomodações ocorridas na base de instalação.



## VELOCIDADE DOS DESLOCAMENTOS

A análise da velocidade dos deslocamentos medidos pelos extensômetros foi realizada baseando-se na diferença das leituras entre hastes mais profundas e a mais rasa (H1), para a correção das variações térmicas ambientais.



Evolução das velocidades de deslocamentos medidos pelos novos extensômetros.

## ***PRINCIPAIS CONCLUSÕES***

A experiência prévia da CERAN na instrumentação das obras civis das Usinas Hidrelétricas de Monte Claro e Castro Alves, entre 2004 e 2008, veio revelar a existência de altas tensões horizontais naturais no maciço basáltico local.

Durante o período das escavações os extensômetros instalados na região da abóbada e paredes da caverna foram de relevante importância para a indicação dos altos deslocamentos da rocha, o que veio exigir o reforço do sistema de contenção da rocha na UHE 14 de Julho

A instalação de extensômetros múltiplos dotados de sensores eletrônicos, sem os necessários dispositivos de proteção contra umidade, veio originar distensões “aparentes” na região da abóbada da caverna, vindo exigir a melhoria do plano de instrumentação com extensômetros importados.

## ***PRINCIPAIS CONCLUSÕES***

A instalação de dois extensômetros múltiplos com quatro hastes a partir do topo do talude, e dois outros com três hastes a partir do túnel de drenagem dos condutos forçados, foram de inestimável importância na comprovação da estabilização dos deslocamentos da rocha.

A instalação dos dois extensômetros sub-verticais com quatro hastes, sendo a mais curta com 10 m de profundidade, para a correção das influências térmicas ambientais, foi da maior importância para a constatação da estabilização das deformações da rocha.

Esta apresentação estará disponível para  
download, a partir do dia 03/11/2011,  
no site:

[www.cbdb.org.br](http://www.cbdb.org.br)