

# ***ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS***

# ***REVISÃO PERIÓDICA***

**Deve ser realizada uma avaliação geral sobre uma eventual evolução das condições geológicas/geotécnicas que possa afetar, em especial, o maciço de fundação da barragem ou alguma estrutura civil relevante.**

**Um plano de instrumentação de auscultação bem elaborado e instalado trará bons subsídios para avaliar se o comportamento geológico/geotécnico da barragem encontra-se dentro da normalidade e do esperado em projeto.**

# RUPTURA DE TRECHO DO CANAL



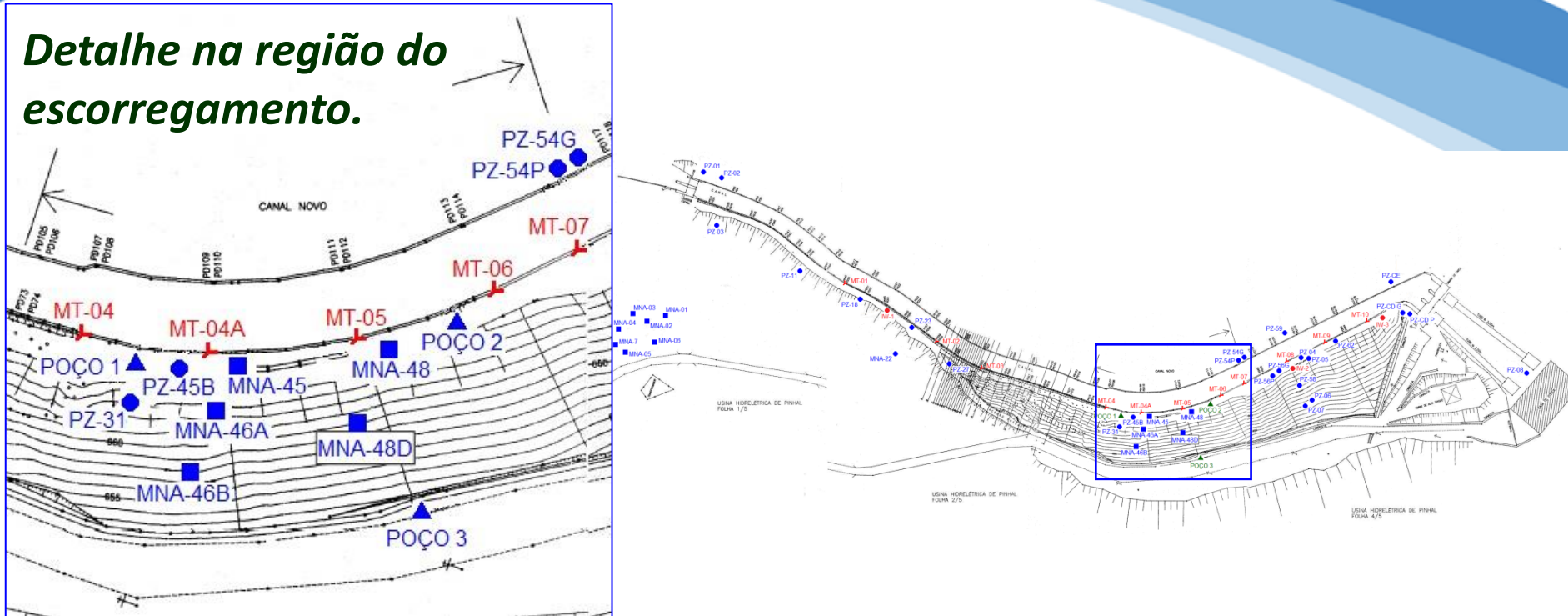
**Ruptura ocorrida em 1994  
no Canal Adutor de uma  
PCH.**





# INSTRUMENTAÇÃO DO CANAL

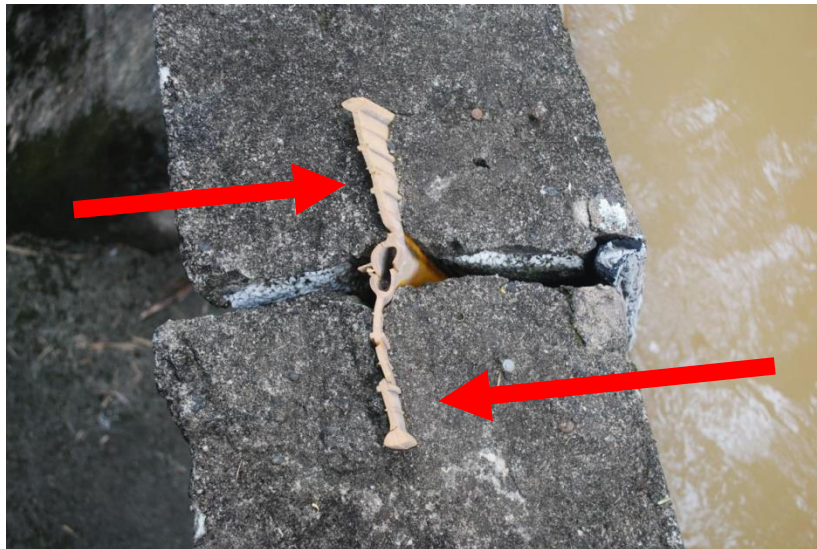
*Detalhe na região do  
escorregamento.*



Item	Instrumento	Quantidade
1	Piezômetros Standpipe	25
2	Medidores de NA	13
3	Medidores Triortogonais	12
4	Inclinômetros	3
5	Drenos no Talude	12
	<b>TOTAL</b>	<b>65</b>

# DIAGNÓSTICO MOVIMENTAÇÃO 2014-2015

Inspeções das juntas do Canal Adutor na região da ruptura (entre MT-4 e MT-6), vieram revelar deslocamentos cisalhantes da ordem de 20 mm, no topo das juntas de contração onde foram instalados esses medidores.



**Deslocamento cisalhante entre concretos velho e novo, na junta onde está instalado o MT-4.**

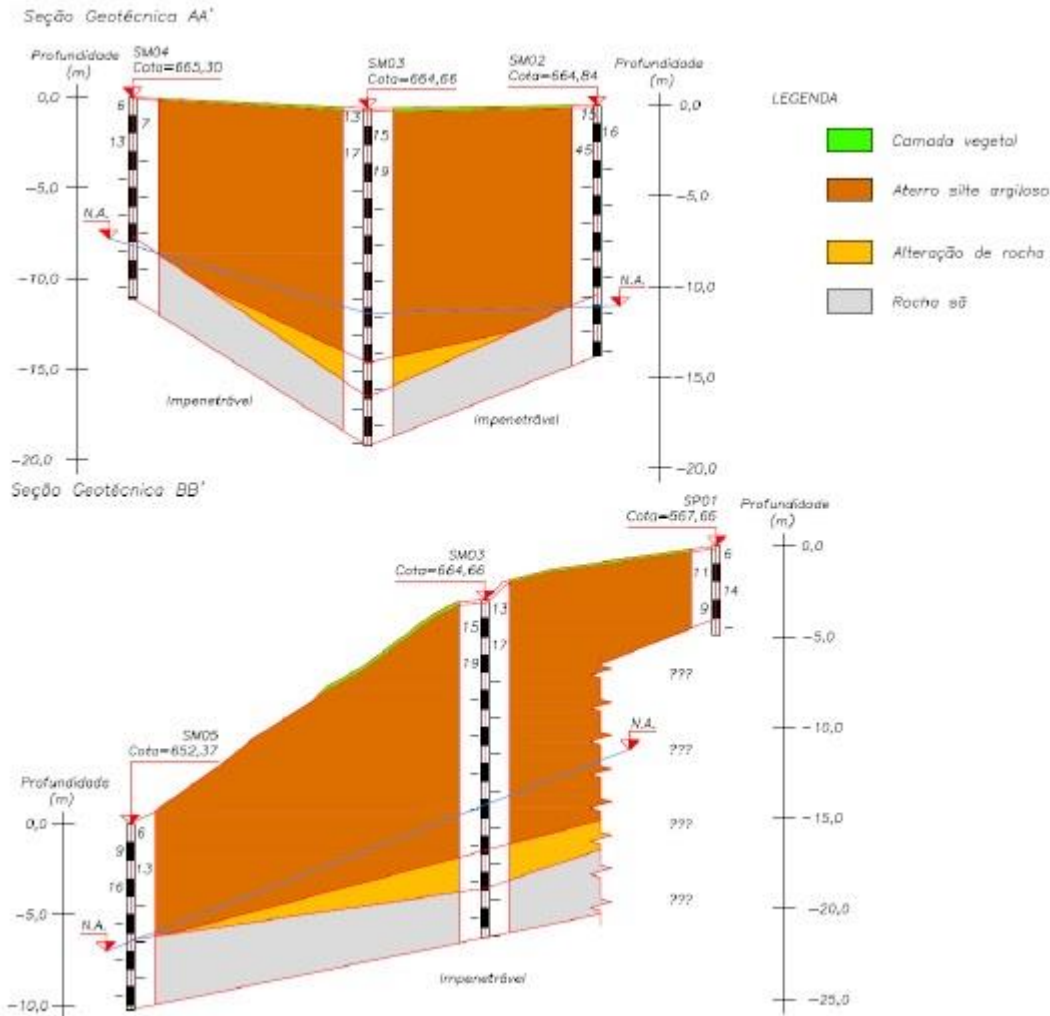
**PZ-56B, instalado na encosta com tubulação de proteção inclinada.**





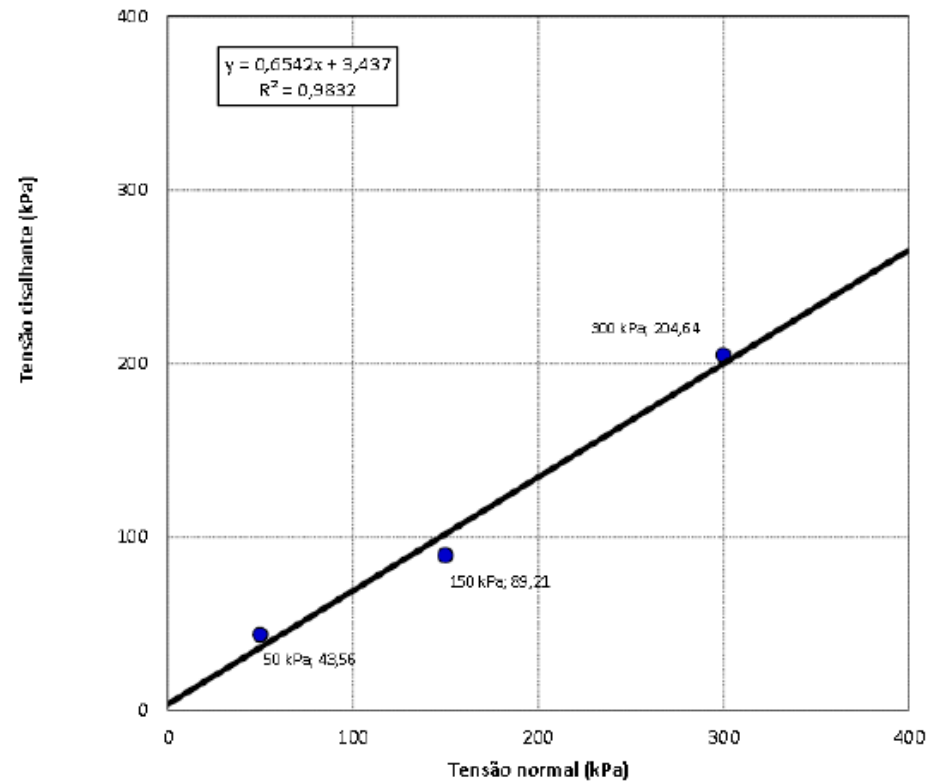
# SONDAGENS E TESTEMUNHOS

Perfil de sondagem das seções geotécnicas e testemunhos do furo SM-3.



# AMOSTRAS E ENSAIOS

Retirada da amostra indeformada para realização de ensaios de cisalhamento direto.



**Envoltória de ruptura para o ensaio de cisalhamento direto**

# ENSAIOS DE LABORATÓRIO

## Parâmetros

$\Phi'$	$c'$	$\gamma_s$	w	LL	LP	IP	Pedregulho	Areia	Silte	Argila
(°)	(kPa)	(kN/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
33,2	3,4	26,3	15,8	35,0	22,0	13,0	4,6	35,5	30,5	29,4

Onde:

$\phi'$   $\Rightarrow$  ângulo de atrito efetivo;

$c'$   $\Rightarrow$  intercepto coesivo efetivo;

$\gamma_s$   $\Rightarrow$  peso específico real dos grãos;

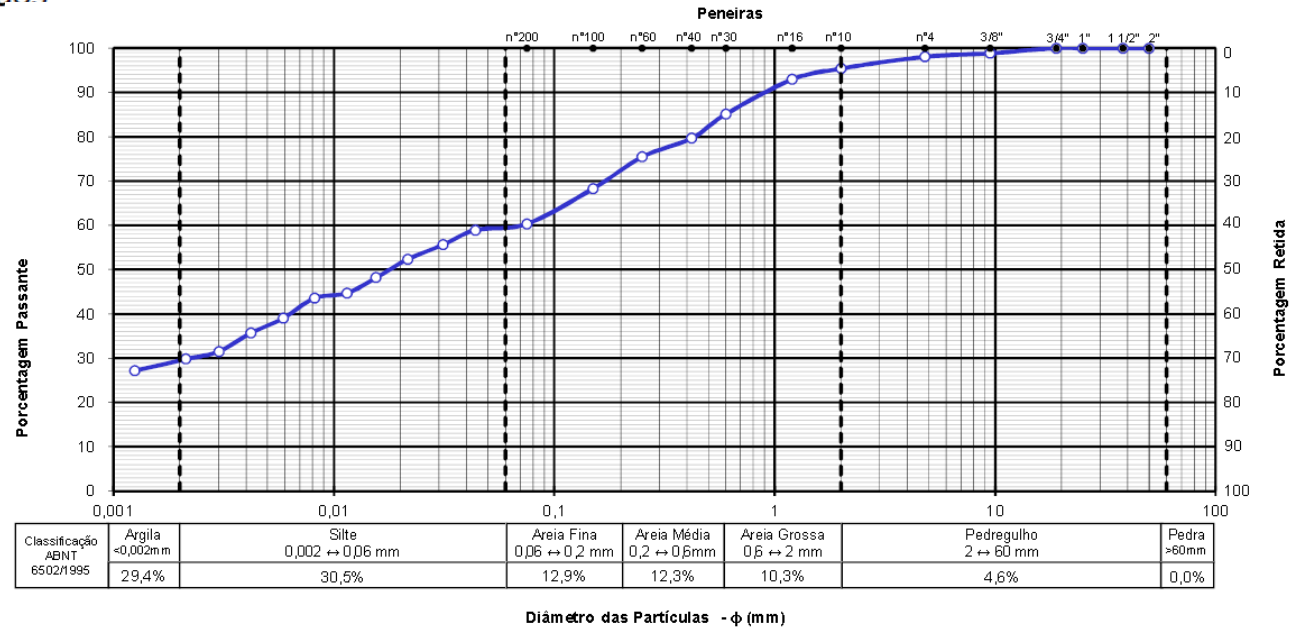
w  $\Rightarrow$  teor de umidade natural;

LL  $\Rightarrow$  limite de liquidez;

LP  $\Rightarrow$  limite de plasticidade;

IP  $\Rightarrow$  índice de plasticidade;

## Curva Granulométrica





# ESTABILIDADE DO TALUDE

Fatores de Segurança da encosta antes da intervenção.

## RETROANÁLISE PARA A SEÇÃO CRÍTICA

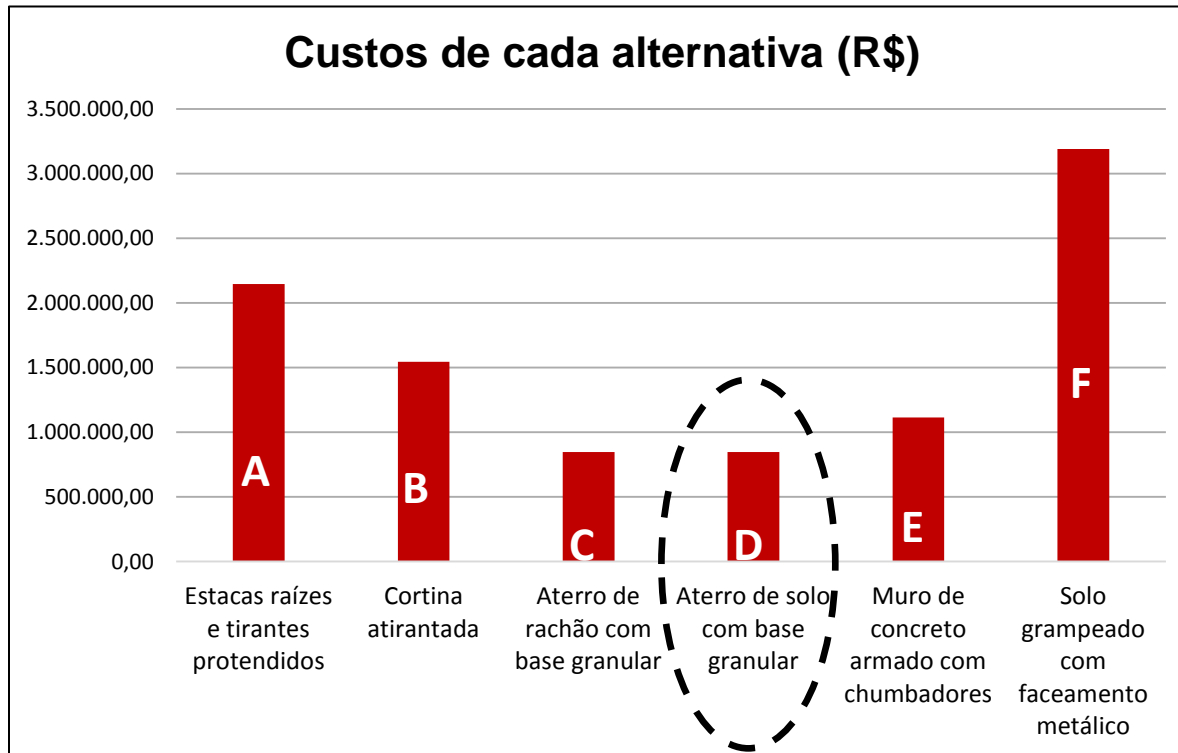
NA	FS
Reservatório cheio	1,008
Canal com água na metade	1,008
Canal vazio	1,028

Fatores de Segurança recomendados pela NBR 11682/2009.

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais \ Nível de segurança contra danos a vidas humanas	Nível de segurança contra danos a vidas humanas		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

# SOLUÇÕES

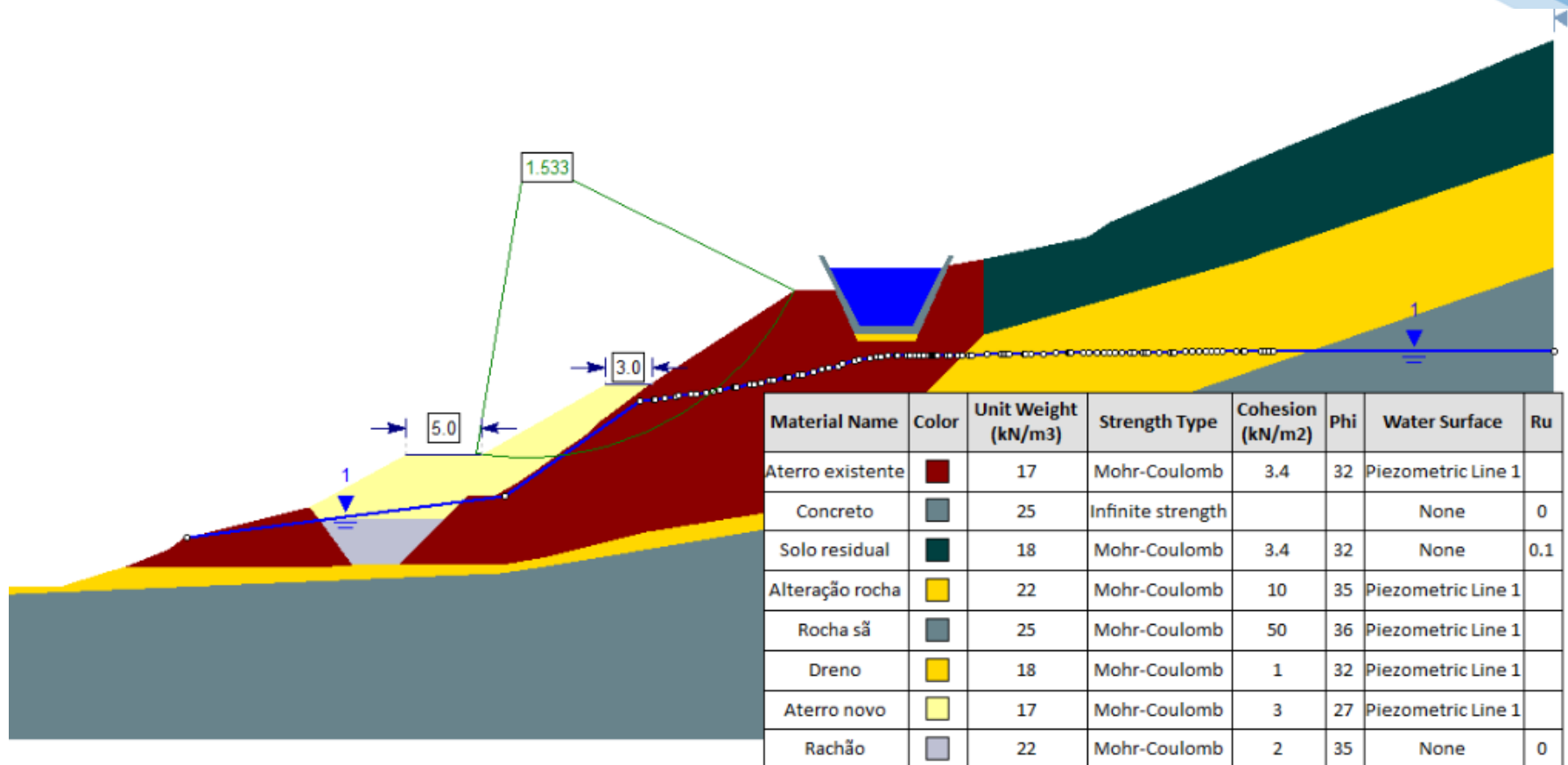
ALTERNATIVA DE INTERVENÇÃO	CUSTO (R\$)
A - Estacas raízes e tirantes protendidos	2.145.251,58
B - Cortina atirantada	1.546.127,64
C - Aterro de rachão com base granular	846.934,02
D - Aterro de solo com base granular	848.042,98
E - Muro de concreto armado com chumbadores	1.114.576,46
F - Solo grampeado com tela metálica	3.191.726,96



**Aterro de solo com base granular → Baixo custo, não necessidade de mão de obra especializada e facilidade de execução.**

# ESTABILIZAÇÃO DO TALUDE

Aterro de solo com base granular → FS = 1,533 > 1,4 (Requerido)





## ***RESUMO DAS INVESTIGAÇÕES***

**As análises de estabilidade indicaram que a região em estudo apresentava baixo fator de segurança, inferior aos valores preconizados em norma.**

**Observou-se uma espessura de material de aterro de grande magnitude com relação ao que se esperava para o local, e ainda, foi verificada uma grande influência do fluxo de água na estabilidade da massa de solo.**



**Barragem de Oberrar, Suíça**