

A CESP contratou a Morrison Internacional que destacou Gerd Leyen e Mario Sergio para inspeção e reunião com os consultores internacionais Monsieur Blanchet (Grenoble); Fernando Lemos (LNEC); James Libby (U.S. Corps of Eng./Bureau of Reclamation).

A CHESP logo na primeira reunião apresentou e entregou os dados fluviométricos e pluviométricos que precederam ao rompimento e reconheceram falha operacional de demora na abertura da comporta do vertedor.

Como resultado a barragem foi reconstruída como antes e se projetou um vertedor complementar para 1100 m<sup>3</sup>/s na forma de uma Tulipa de 27,00 m de diâmetro e aproveitando o túnel de desvio. Ou seja, a vazão de projeto de 2100 m<sup>3</sup>/s e vazão de verificação 3200 m<sup>3</sup>/s . Sendo essa grande obra para tornar a segurança independente de uma operação precisa da comporta.

var  
é  
ção

lados da polí-  
r, no segundo  
nionamento dos  
não passo para  
s derivados de  
lancamento de po-  
a adminda en-  
fentes gover-  
informantes, o  
capone já sta-  
sua compra a  
sido assim e  
este caso, os  
eletrivos, carta  
cidade pública

ou-se também  
situações para o  
rá entrar em  
são 25, quando  
passarão a re-  
vir torçada de  
PAGA, 11 a 23

### Rio Pardo rompe 4 barragens e Janeiro de 1977



Das 400 metros de comprimento (30 de altura) da barragem do União de Escolas de Cunha, restaram apenas os escombros da parte central. (Foto: F. P. M.)

das  
rio

Pardo, parando as usinas hidro-  
elétricas Armando de Sales Oliveira e  
Eduardo da Cunha — da Cop — e Rio  
do Peixe e Santa Alice — da Companhia  
Paulista de Energia Elétrica — estas  
completamente destruídas.

Novas cidades da região estão parcial-  
ou totalmente inundadas. Há milhares  
de desabrigados (cerca de 1.000 em São  
José do Rio Pardo), dezenas de  
milhares de animais mortos e a lavoura  
da região foi praticamente eliminada,  
bem como ruíram muitas pontes e pos-  
sibilidades ferroviárias.

Tudo foi consequência de uma ver-  
dadeira torrada d'água (100 milímetros  
de precipitação em cerca de 10 horas)  
que atingiu a região durante a noite de  
terça para quarta-feira.

Técnicos do governo estadual estão  
reconstruindo o sistema de água do-  
méstica de São José do Rio Pardo, com-  
pletamente destruído, e o previsto, que  
deveria calamidade pública, está  
pedindo à população que abandone a  
cidade durante alguns dias, até que tudo  
volte ao normal.

PAG. 14

## Uma Pergunta Que Não Cala!

O rompimento da barragem de rejeito da Samarco resultou numa onda de translação devastadora causada pela mistura de Grande Volume de água com rejeito do minério de ferro.

Não se apresenta o Fluviograma das cheias que precederam ao rompimento, porque?

Foi ele inferior ou superior ao considerado no projeto?

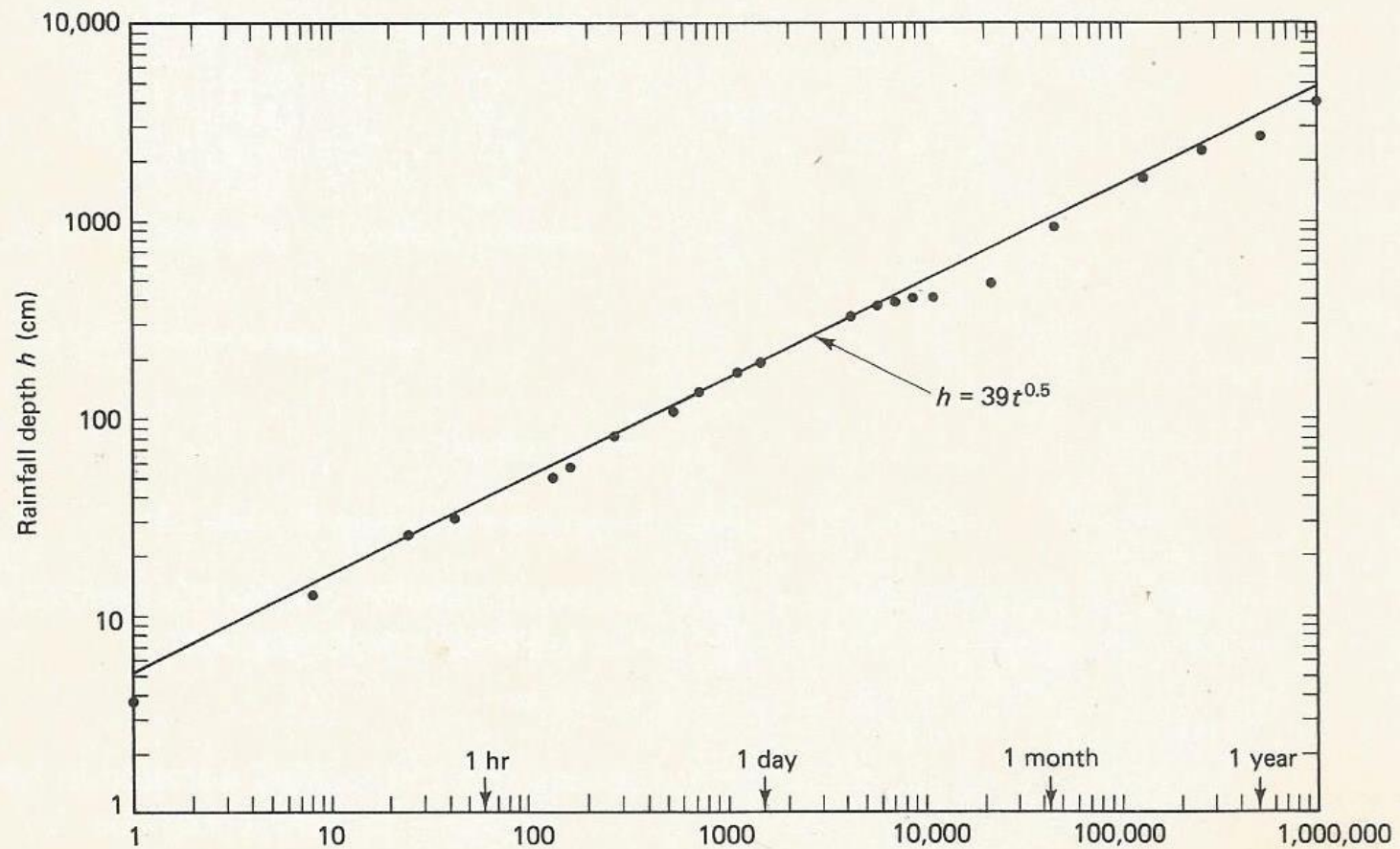
Se foi ele superior terá havido falha no Critério Adotado de Segurança da Barragem?

Se foi ele inferior terá havido falha no Projeto ou na Operação e/ou Manutenção da Barragem?

**O PROJETO DA SEGURANÇA DAS BARRAGENS SE BASEIA PREDOMINANTEMENTE NO RESULTADO DO ESTUDO PROBABILÍSTICO DAS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS EXTREMOS ANUAIS.**

**UMA VEZ DETERMINADA A CURVA DO AJUSTE PROBABILÍSTICO POR TEMPO DE RECORRÊNCIA A INTERNATIONAL COMMISSION OF LARGE DAMS ADOTA A CLASSIFICAÇÃO DA AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS DE ONDE SE INFERE O RISCO A QUE ESTARÁ SUBMETIDA E PARA QUAL DEVE SER A SEGURANÇA DA BARRAGEM.**

**NÃO HÁ RAZÃO PARA DISTINÇÃO SEJA A BARRAGEM PARA GERAÇÃO DE ENERGIA HIDROELÉTRICA, SEJA PARA CONTROLE DE CHEIAS, ACUMULAÇÃO DE REJEITOS OU QUALQUER OUTRA FUNÇÃO.**



**Exemplo de Ajuste Gumbel para uma série de eventos extremos**

## Critérios para Adoção da Vazão de Projeto parte 1

### Classificação de Barragens e Critérios de Segurança do Committee on Surface - Water Hydrology da American Society of Civil Engineers

Categoria	Dimensões da Represa		Potencial de (a) Danos por Rompimento		Chela de projeto de vertedores
	Armazenamento, acre-pé (2)	Altura, pés (3)	Perdas de Vida (4)	Perdas (5)	
(1)					(6)
Superior rompimento não pode ser tolerado	> 50.000	> 60	Considerável	Excessiva	Máxima provável; chela mais severa considerada razoavelmente possível na bacia
Intermediária	1.000 até 50.000	40 até 100	Possível porém pequena	Dentro da capacidade financeira do proprietário	Projeto padrão baseado na pior tempestade ou condições meteorológicas consideradas razoavelmente características da região específica
Inferior	< 1.000	< 50	Nenhuma	Da mesma magnitude de custo da barragem	Intervalo de recorrência de 50 a 100 anos

(a) Baseada em considerações de altura de barragem acima do nível d'água de jusante, volume do reservatório, comprimento do trecho sujeito a danos, populações e desenvolvimento econômico da planície de inundação atual e futura.

## Critérios para Adoção da Vazão de Projeto parte 2

Categoria	Condições Iniciais do Reservatório	Cheia de Projeto			Velocidade do Vento de Projeto e Sobre Elevação Mínima Devido à Ondas
		Padrão Geral	Padrão Mínimo se raros Transbordamentos são	Padrão Alternativo se Estudo Econômico é Recomendável	
Reservatórios onde a ruptura põe em perigo vidas em uma comunidade	Vertendo a vazão média diária de longo termo	Cheia Máxima Provável (CMP)	0,5 CMP ou Tr=10000 anos (use a maior)	Não aplicável	Inverno: Vento máximo horário com Tr=10 anos  Verão: Média do vento
Reservatórios onde a ruptura põe em perigo vidas que não em uma comunidade resultará em danos extensivos	Cheio, sem vertimentos	0,5 CMP ou Tr= 10000 anos (use a maior)	0,3 CMP ou Tr=1000 anos (use a maior)	Cheia cuja probabilidade minimiza os custos do vertedor mais os dos danos; a cheia não deve ser menor que a do padrão mínimo mas pode exceder a do padrão geral	Sobre-elevação devido à ondas não inferior a
Reservatórios onde a ruptura riscos insignificantes à vida e resultará em danos limitados	Cheio, sem vertimentos	0,3 CMP ou Tr= 150 anos (use a maior)	0,2 CMP ou Tr=150 anos (use a maior)		Média do vento máximo horário anual sobre elevação devido à ondas não inferior a 0,4m
Reservatórios especiais onde não se prevê perdas de vida e danos materiais devido à enchimento muito limitados	Vertendo a vazão média diária de longo termo	0,2 CMP ou Tr= 150 anos (use a maior)	Não aplicável	Não aplicável	Média do vento máximo horário anual sobre elevação devido à ondas não inferior a 0,3m

Notas: Quando o procedimento de controle do reservatório requer, e a capacidade de descarga permite, operação abaixo de níveis especificados durante o ano, estes podem ser adotados, desde que estejam especificados nos certificados ou relatórios sobre a barragem. Onde percentuais da CMP são especificados entende-se que a hidrógrafa da CMP deve ser calculada e todas as ordenadas multiplicada por 0,5, 0,3 ou 0,2 conforme indicado.

**TABLE 1. U.S. Army Corps of Engineers Spillway Design Floods (1979)**

Hazard classification (1)	Dam Size		
	Large (2)	Intermediate (3)	Small (4)
High Significant	PMF PMF	PMF 0.5 to full PMF	0.5 to full PMF 100-year flood to 0.5 PMF
Low	0.5 to full PMF	100-year flood to 0.5 PMF	50 to 100-year flood

**TABLE 2. U.S. Army Corps of Engineers Dam Sizes (1979)**

Dam size (1)	Impoundment, $m^3 \times 10^3$ (acre-ft) (2)	Dam height, m (ft) (3)
Small	$62 \leq I < 1,233$ ( $50 \leq I < 1,000$ )	$7.6 \leq H < 12.2$ ( $25 \leq H < 40$ )
Intermediate	$1,233 \leq I < 61,674$ ( $1,000 \leq I < 50,000$ )	$12.2 \leq H < 30.5$ ( $40 \leq H < 100$ )
Large	$\geq 61,674$ ( $\geq 50,000$ )	$\geq 30.5$ ( $\geq 100$ )

Note: Criterion placing dam in largest category governs.

**TABLE 3. U.S. Army Corps of Engineers Hazard Classifications (1979)**

Hazard classification (1)	Loss of life (2)	Economic loss (3)
Low (or III) Significant (or II) High (or I)	None Few >Few	Minimal Appreciable Excessive

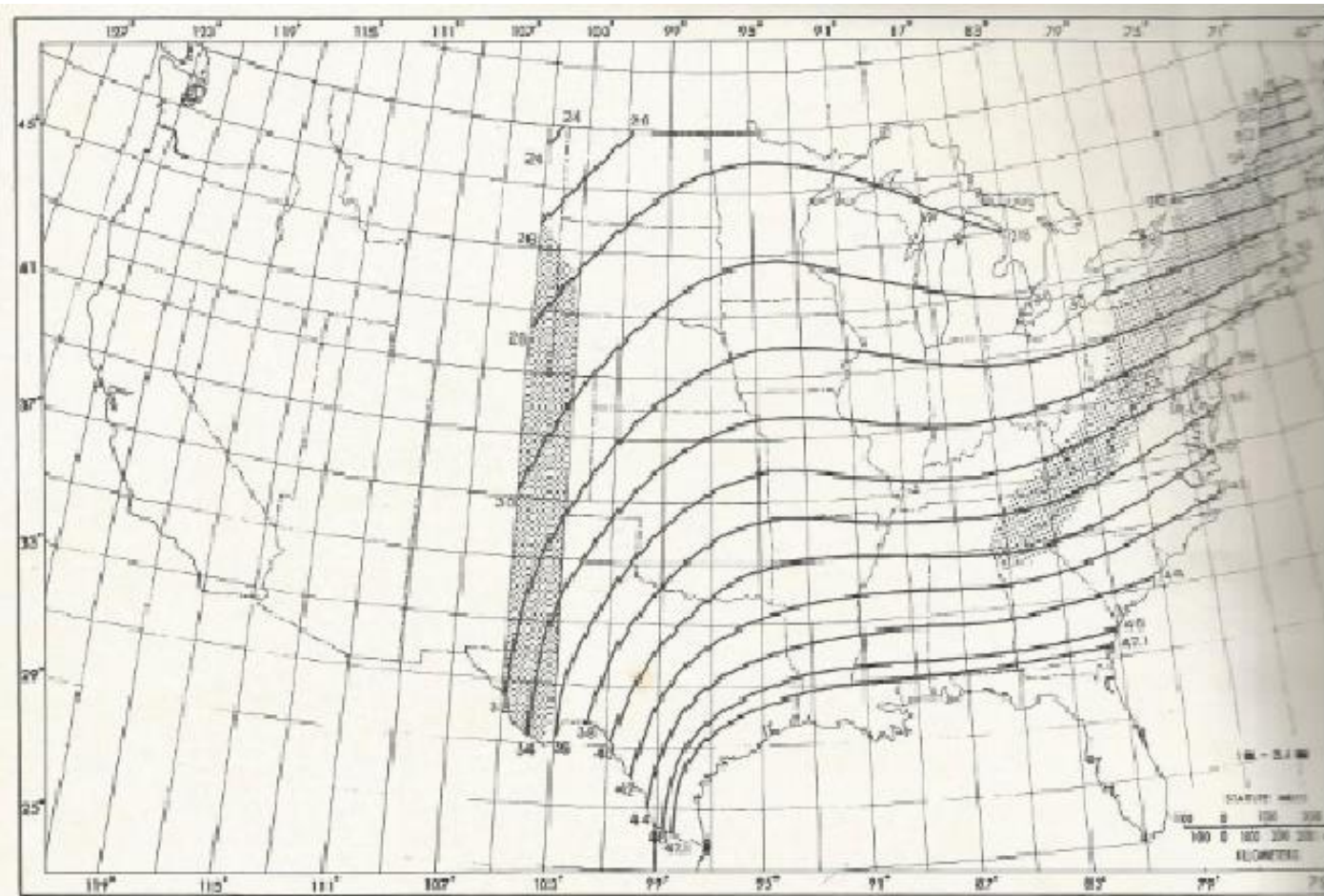


Figure 14-2(a): All-season PMF (in.) for 24-h 10-mi<sup>2</sup> rainfall [25].

**PMP para todas estações duração 24 horas 10 milhas quadradas . Nos Estados Unidos é sistematicamente atualizado o calculo da PMF (Probable Maximum Flood)**

**AS BARRAGENS DE REJEITOS MUITO RARAMENTE SÃO EXECUTADAS PARA COMPORTAR TODO VOLUME A SER ACUMULADO NA VIDA ÚTIL PREVISTA PARA A MINERAÇÃO .**

**É QUASE REGRA GERAL QUE SE ADOTE UM ESTAGIAMENTO NA IMPLANTAÇÃO PARA MINIMIZAR OS CUSTOS DE CAPITAL INICIAL. ENTRETANTO A QUESTÃO DA SEGURANÇA NÃO PODE SER AFETADA PELA IMPLANTAÇÃO EM ESTÁGIOS.**

**SIGNIFICA QUE TODA ÁREA A SER OCUPADA PELAS BARRAGENS TEM QUE ESTAR PROTEGIDA**

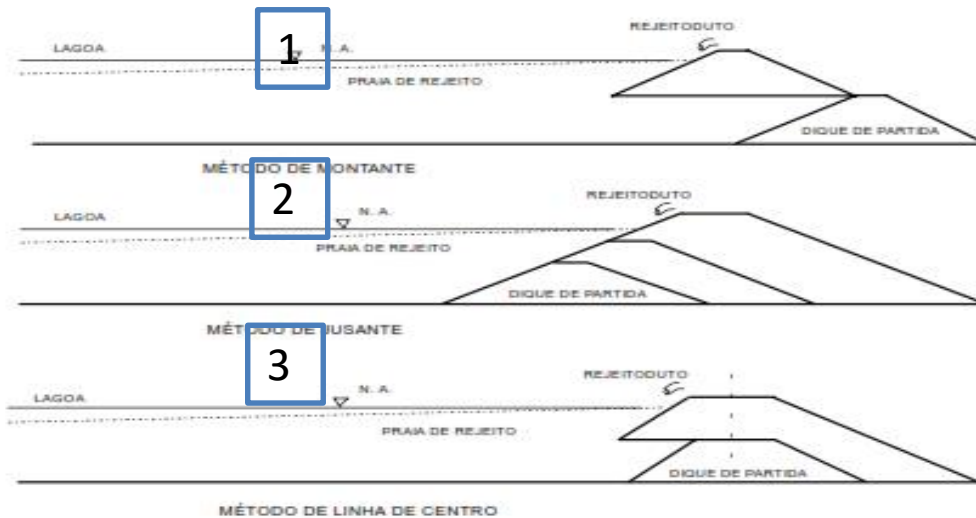
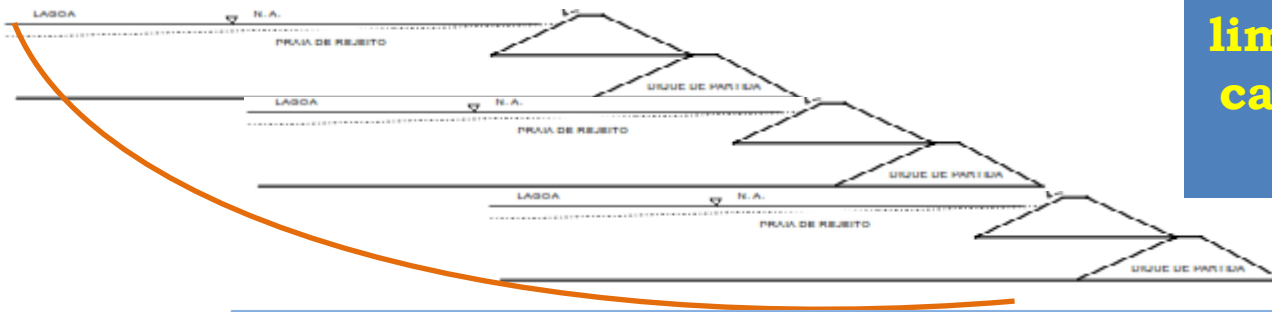


Figura 2.18 - Métodos construtivos de barragens de rejeitos.

Vazão →

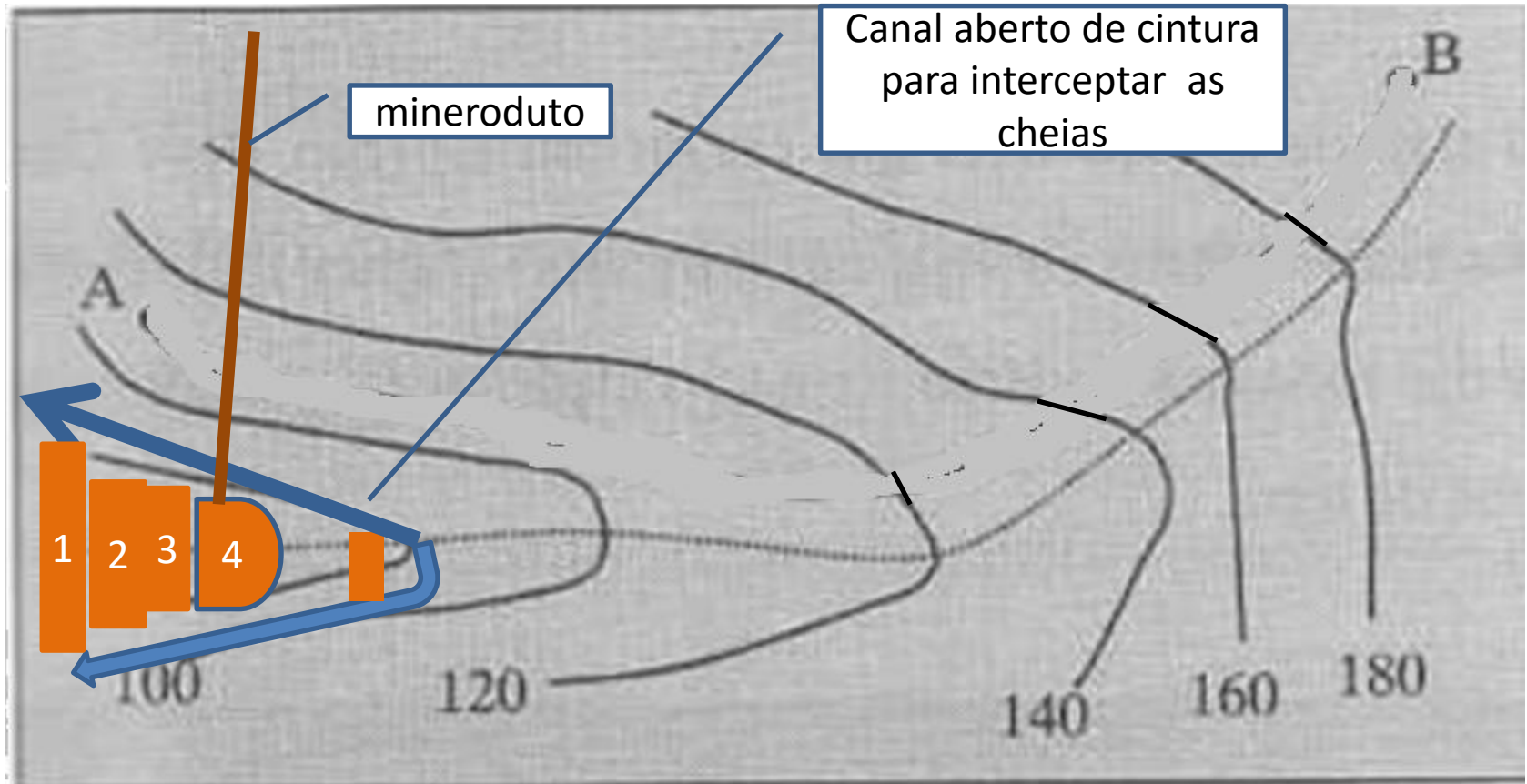


**Barragem de rejeitos com seis estágios de implantação na configuração mais usual n° 1.**

**A maioria dos rejeitos para adensar e poder apresentar capacidade de suporte ao estágio seguinte da barragem nos casos 1 e 3, precisa ser drenado e leva algum tempo até consolidar para apresentar suporte adequado.**

**Não se admite a hipótese da equipe de operação da mina e a do Laboratório de Solos transgredirem os limites estabelecidos de capacidade de carga do rejeito adensado.**

Um “lay out” de Barragem de Rejeitos típica na qual o deflúvio superficial é interceptado por canais o que usualmente se denominam “side channel spillway”



Os deflúvios superficiais e do leito são desviados contornando a barragem nos seus estágios . Side channel

**São graves as evidências que o projeto da barragem da Samarco não foi corretamente concebida para estar protegida da cheia que ocorreu podendo ter sido de magnitude muito inferior a que deveria ter sido adotada. Não há citação do tempo de recorrência da tempestade que ocasionou o rompimento, muito menos o confronto com o hidrograma de projeto.**

**Nem mesmo se sabe qual foi a concepção adotada para o sangradouro das cheias? Importante também como é usual saber como se iniciou e progrediu a brecha evoluindo para o rompimento e formação da grande e devastadora onda de translação**

**No caso do rompimento da barragem ocorrer tempos depois da ocorrência de cheia indica que foi devido a uma falha em sua estrutura permitindo à formação de tubagem ou “piping”. Para isso ocorrer é preciso haver uma falha no seu maciço por onde se processa um escoamento com carreamento de material e que não sendo bloqueado em tempo, atinge proporções incontrolláveis e formação da brecha seguida geralmente de catastrófica onda de translação**