

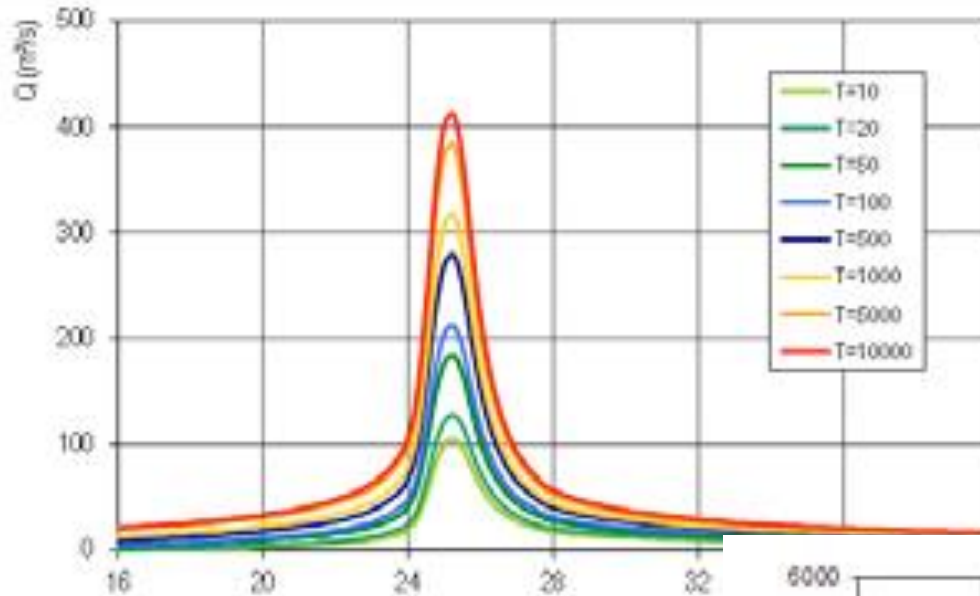
HIDROLOGIA, ESTRUTURAS EXTRAVASORAS E EQUIPAMENTOS

ESTUDOS HIDROLÓGICOS

CONSIDERAÇÕES REVISÃO PERIÓDICA

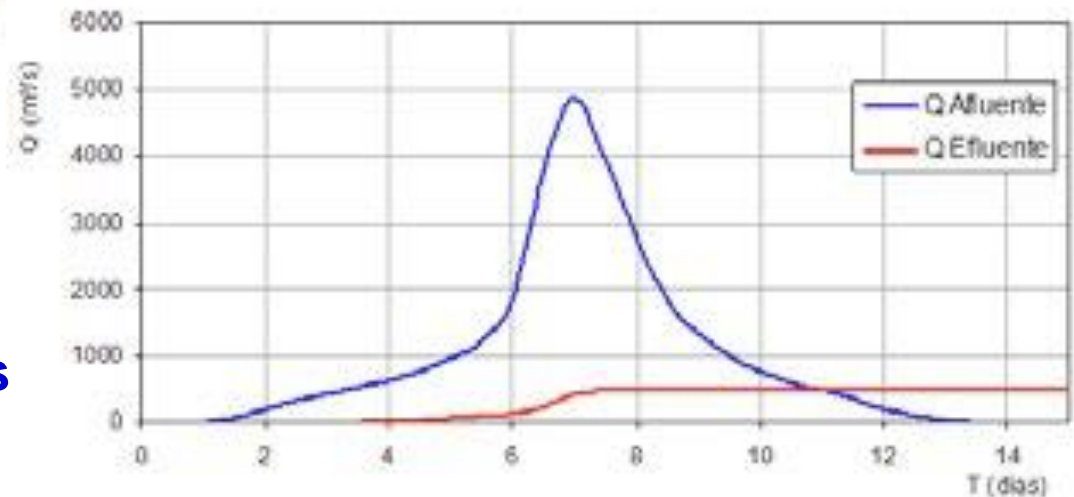
- Atualização do hidrograma de cheias;
- Análise do Histórico de Vazões;
- Mudanças nas condições hidrológicas ao longo do tempo;
- Revisão da vazão de projeto a cada 40 ou 50 anos;
- Vazão de pico histórico e projeção;
- Avaliação das precipitações na bacia hidrográfica;
- Alterações no relevo e de cobertura vegetal;
- Atualização das regras de operação do reservatório e vertedouro.

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS



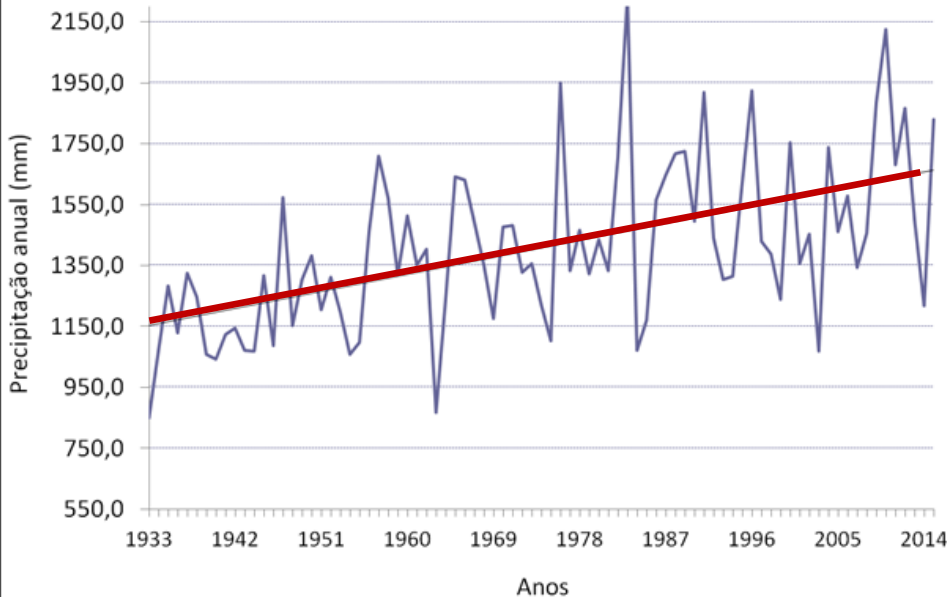
**Hidrogramas de cheias
para diferentes tempos de
recorrência**

**Hidrograma de vazões
afluente e efluente**

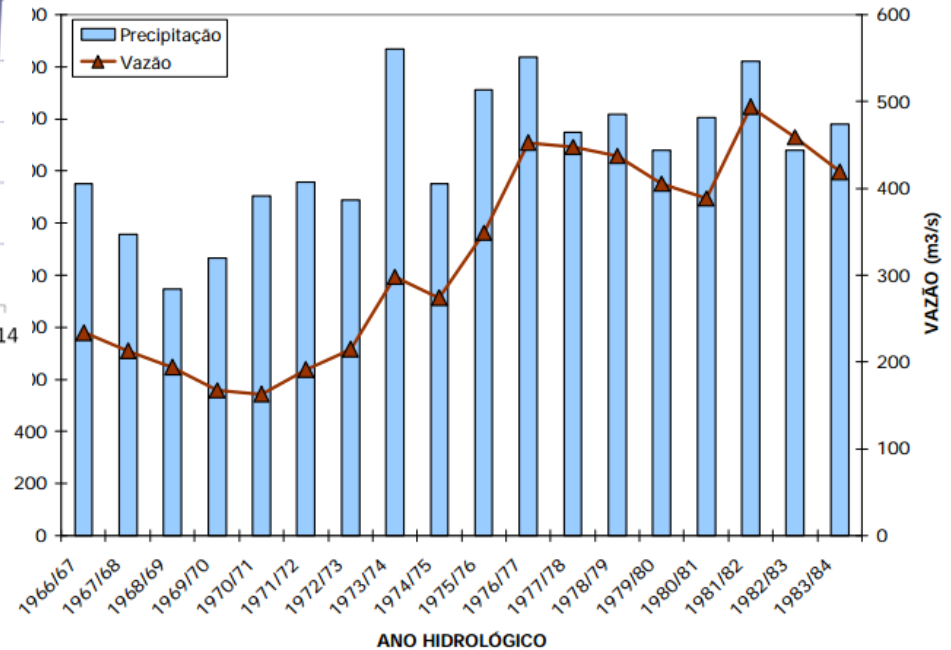


CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Precipitação anual (mm) em toda a série (1933-2015)
EM - IAG - USP



Precipitação anual
cidade de São Paulo



**Talvez a remoção da
vegetação natural da bacia
levou ao aumento da vazão.**

**Precipitação na Bacia do Alto Taquari
e a vazão média no rio Taquari - MS,**

CAPACIDADE VERTENTE PCH



Histórico dos galgamentos: Jan/2013 e Jan/2016

Precipitação Jan/2016: 150 mm em 3 horas

Comparação das vazões: Vazão vertida total (Capacidade) = $248,11\text{m}^3/\text{s}$

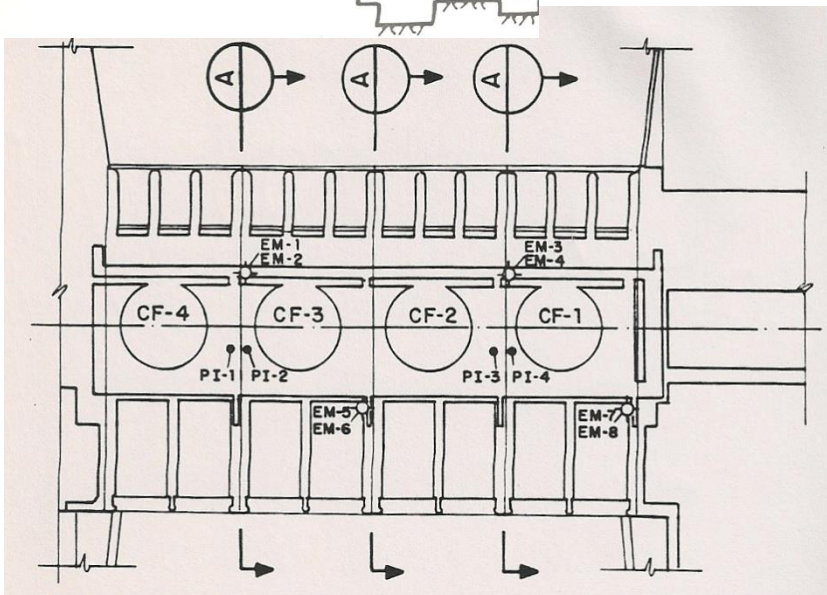
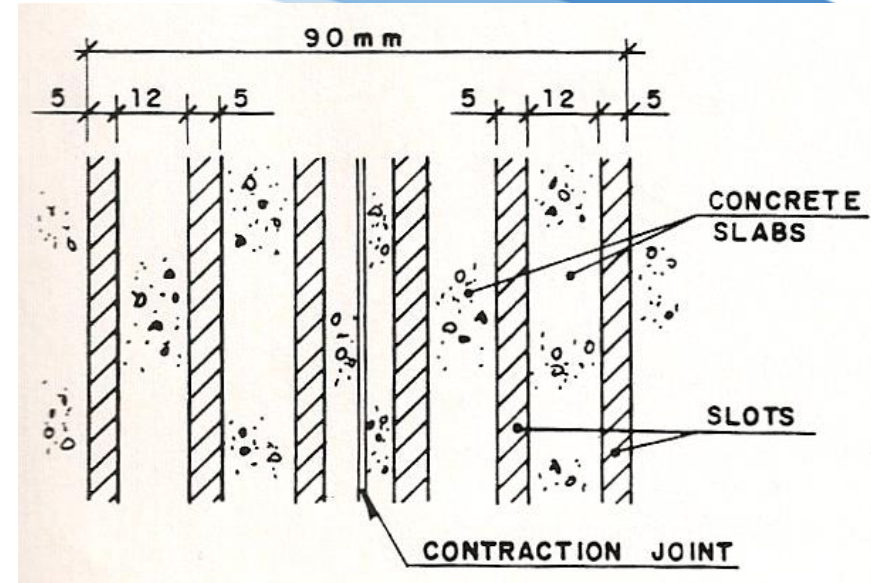
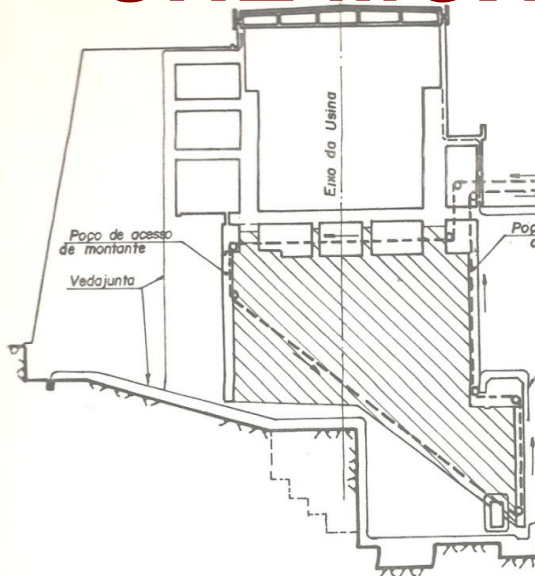
Vazão registrada (Estimada) = $900\text{m}^3/\text{s}$

Diferença = **$651,89\text{m}^3/\text{s}$**

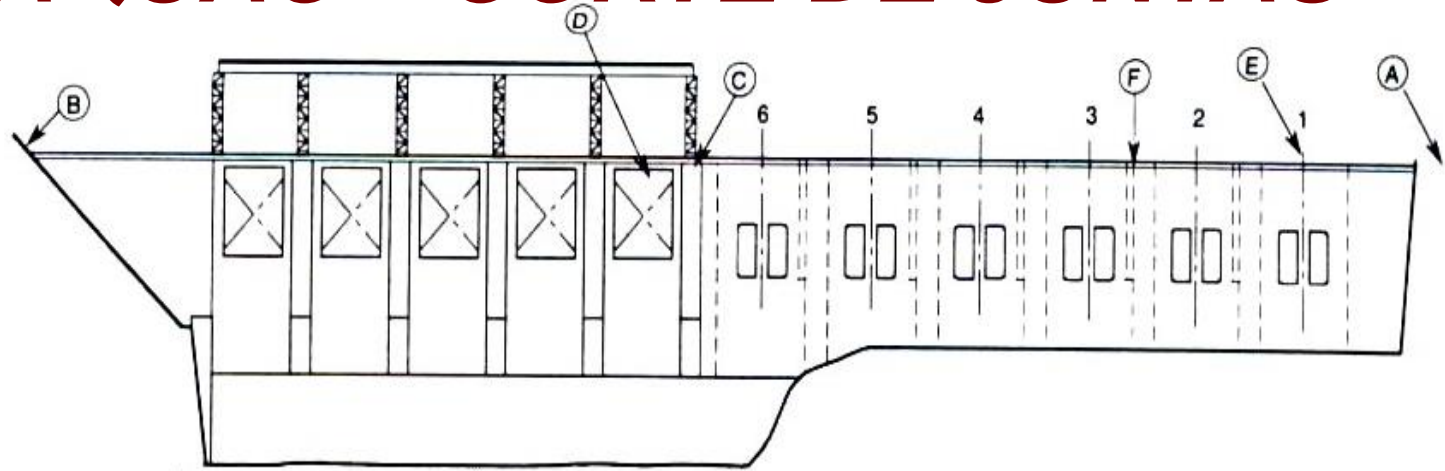
CONCLUSÃO: Necessidade de contratação de empresa para reavaliação hidrológica de cheias e tempo de recorrência.

UHE MOXOTÓ – CORTE DE JUNTAS

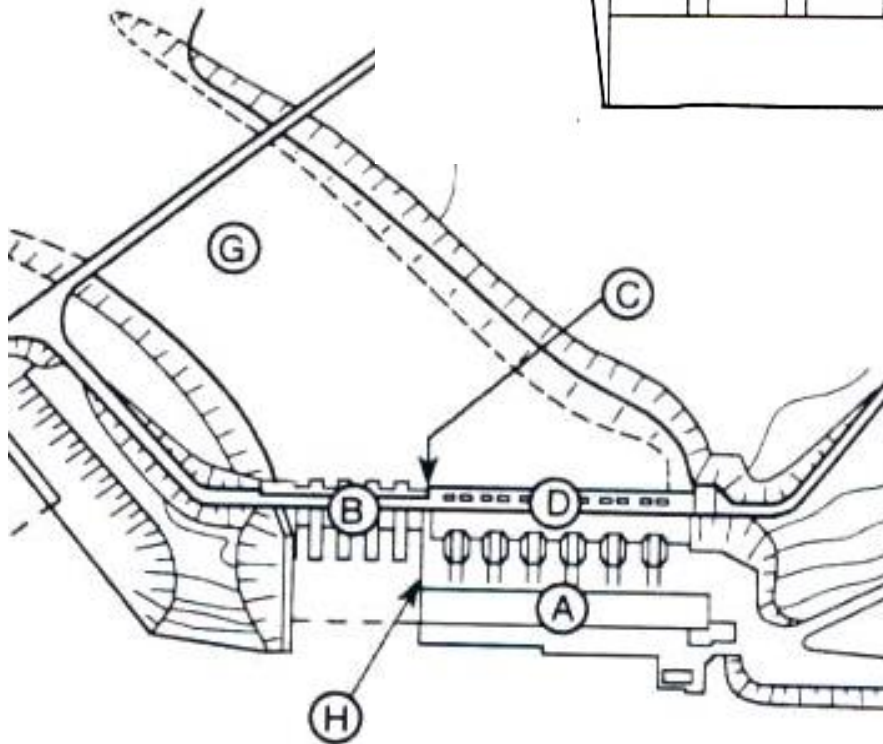
Corte das juntas com 6 cabos helicoidais com carborundum



MACTAQUAC – CORTE DE JUNTAS



**Vertedouro e Tomada d'Água
na barragem de Mactaquac.**



**Planta geral da barragem de
Mactaquac, no Canadá.**

MACTAQUAC – CORTE DE JUNTAS



**Vista de jusante da barragem de
Mactaquac, Canada**



**Corte de junta na T.A.
com sistema de cabos
diamantados.**

BARRAGEM DE PEDRA – CORTE J.C.



**Vista de jusante da barragem em contrafortes de Pedra,
com vertedouro central.**

BARRAGEM DE PEDRA – CORTE J.C.

Equipamento de corte



Operação a montante durante o corte das juntas.



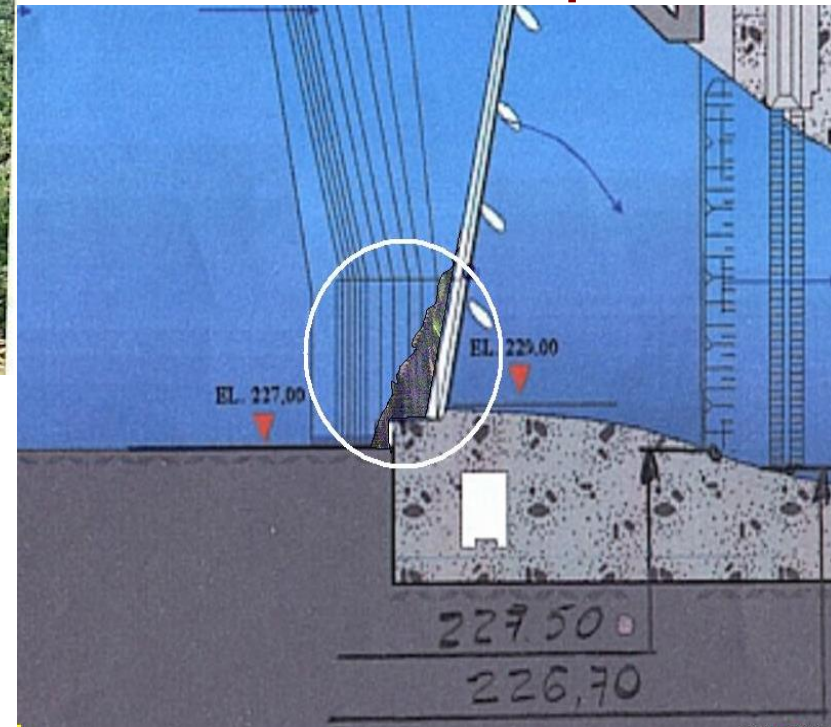
Detalhe do cabo diamantado

VEGETAÇÃO FLUTUANTE



Grande quantidade de material flutuante a montante de uma barragem.

Deposição de madeiras no fundo e de vegetação flutuante acima das grades da T.A. de Jupuíá.



MEXILHÃO DOURADO

Trocador de calor do mancal
guia da turbina (Itaipu)



Retirada de um dos painéis de
grade na TA de Porto
Primavera

MEXILHÃO DOURADO

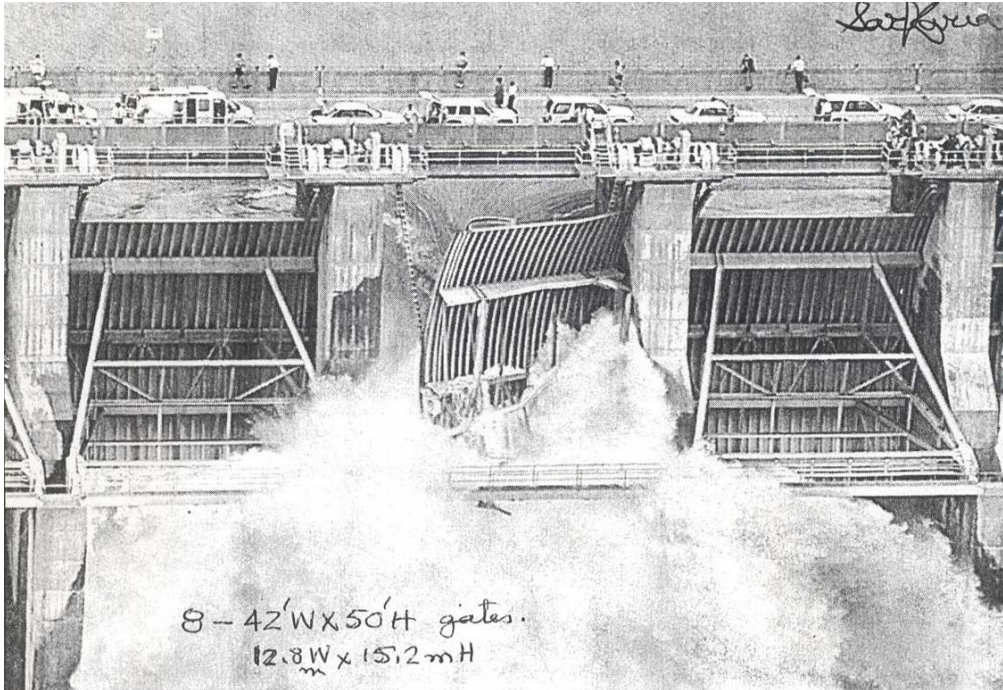


Painel de grade totalmente tomado pelos mexilhões dourado – Porto Primavera

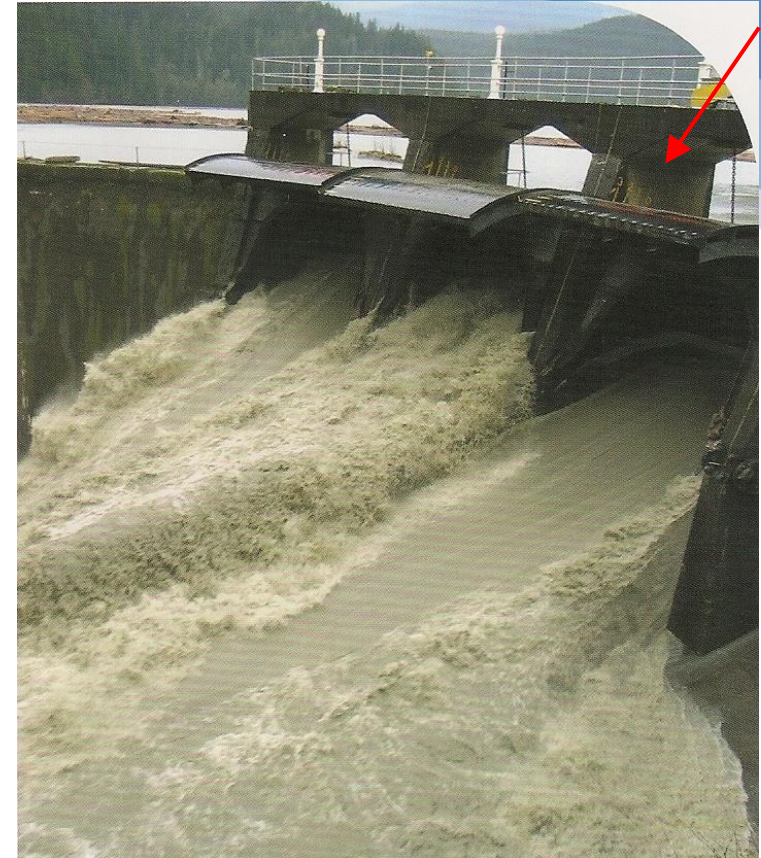
Detalhe da proliferação dos mexilhões nas grades da TA de Porto Primavera



FALHAS EM COMPORTAS



Ruptura de comporta na Barragem de Folson, EUA (Jun/95)

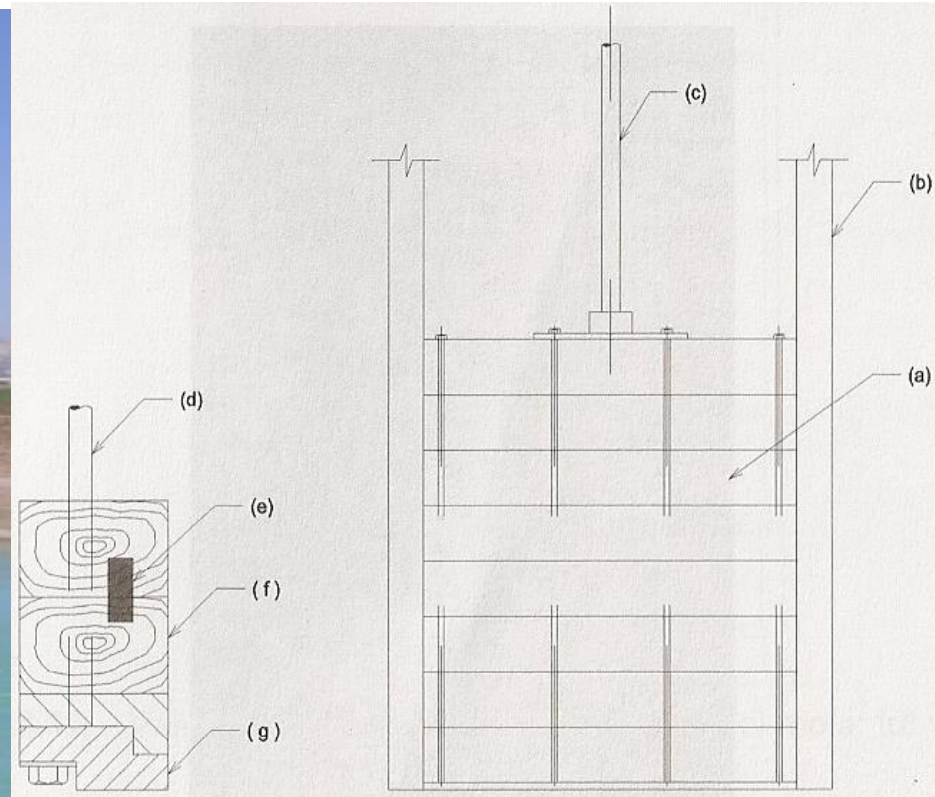


Barragem de Glines Canyon durante a cheia de 2008 – Comporta não pôde ser aberta totalmente (seta).

TIPOS DE COMPORTAS

COMPORTA DO TIPO GAVETA

De construção simples, com tabuleiro que desliza dentro de guias laterais embutidas ou aparafusadas no concreto, sendo utilizada em pequenos vãos.



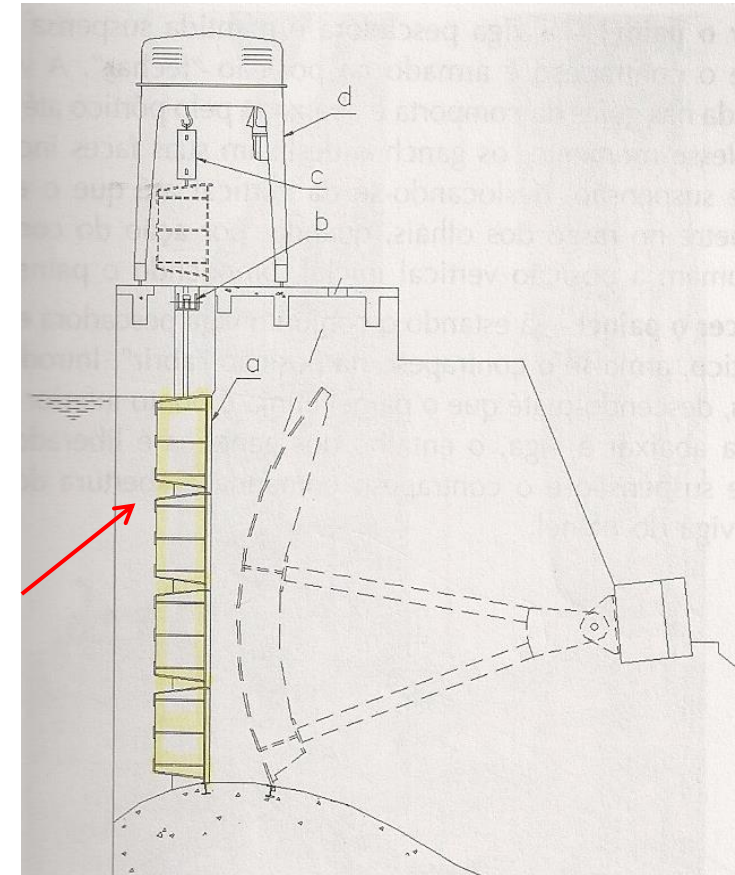
TIPOS DE COMPORTAS

COMPORTA ENSECADEIRA (STOPLOGS)

Utilizada para a manutenção e/ou reparo a seco dos equipamentos ou das comportas principais em uma barragem. Similar à da comporta gaveta. Pode ser composta por vários segmentos, os quais são designados de painéis.



Stoplog sendo içado pela viga pescadora.



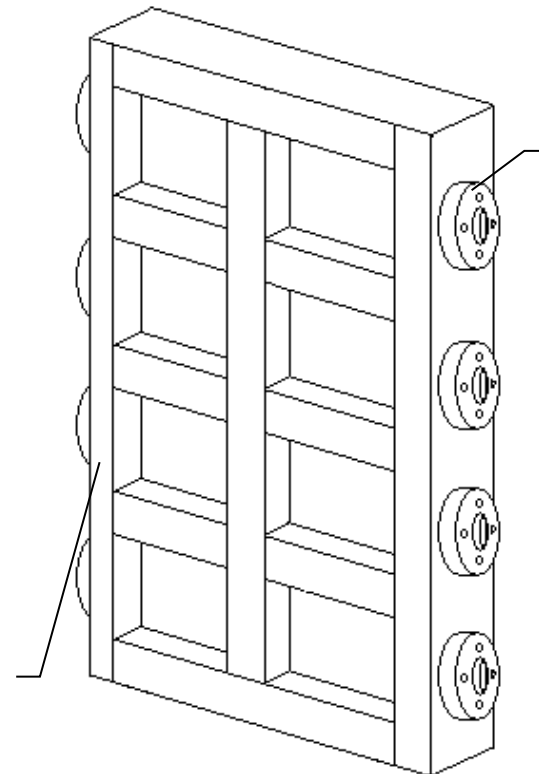
TIPOS DE COMPORTAS

COMPORTA VAGÃO

Constitui-se basicamente de tabuleiro, eixos, rodas e vedações. O tabuleiro é formado por uma chapa de paramento, reforçada por meio de vigas horizontais e nervuras.



Viga
cabeceira

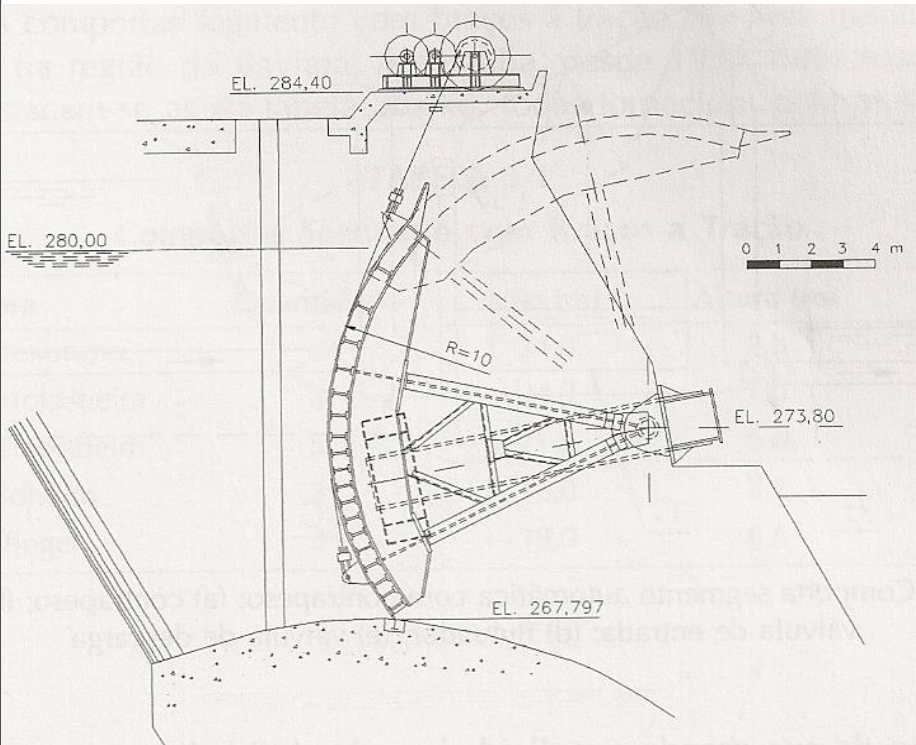


Rodas
guia

TIPOS DE COMPORTAS

COMPORTA SEGMENTO

Dotada de uma chapa de paramento curva correspondente a um segmento de cilindro. Apresenta braços radiais, que transmitem a pressão hidráulica aos mancais fixos.



**Comporta Segmento da UHE
Barra Grande**

TIPOS DE COMPORTAS

COMPORTA SEGMENTO

Grandes
dimensões



Braço da comporta e
viga de munhão (seta)



UHE Corumbá III



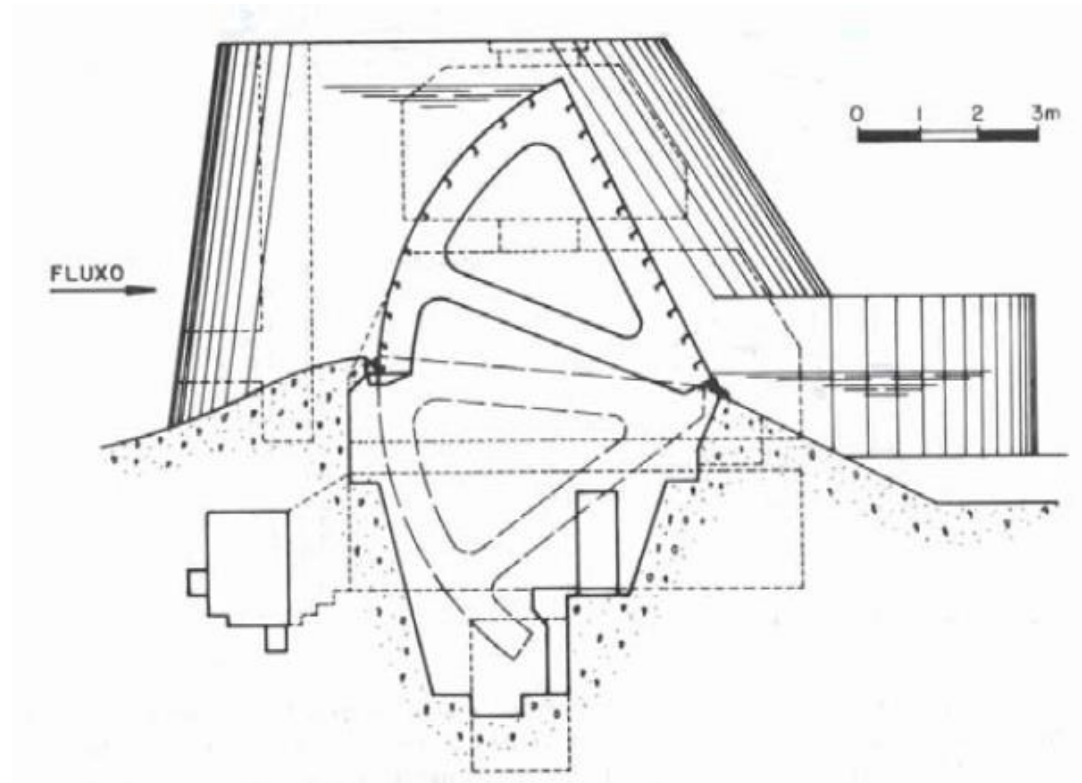
UHE Itapebi

TIPOS DE COMPORTAS

COMPORTA SETOR

A comporta setor possui um paramento curvo como a comporta segmento, porém este é continuado na sua parte superior por uma superfície cheia, na direção radial até os mancais, conferindo ao tabuleiro um aspecto de setor circular.

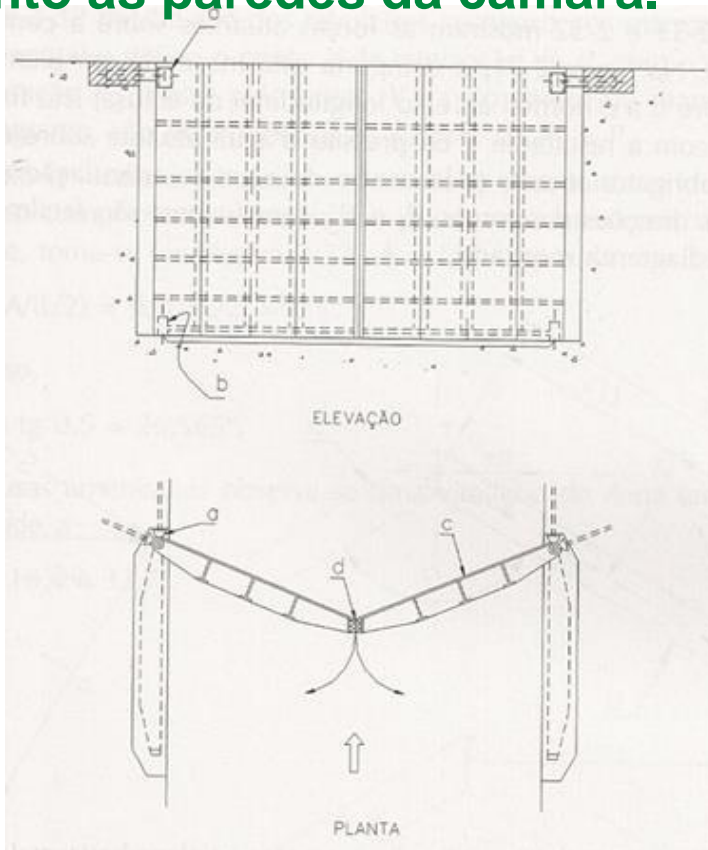
Esquema de Comporta Setor



TIPOS DE COMPORTAS

COMPORTA MITRA

É usada como porta de eclusas de navegação e compõe-se de dois elementos basculantes com eixos de articulação verticais localizados junto às paredes da câmara.



**Comporta Mitra em eclusa no
rio Volga (Rússia)**

ACIDENTES / INCIDENTES



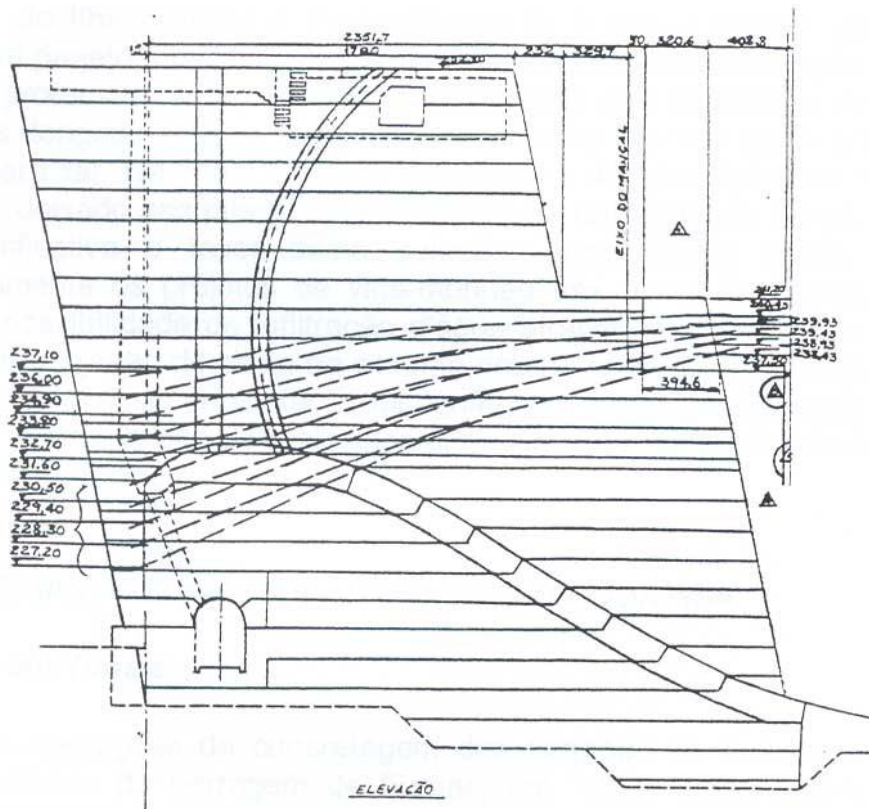
Ruptura de haste do Servo Motor devido à concentração de tensões, causada pela redução brusca de diâmetro e corrosão inter-granular no local.



Fotos:

http://jie.itaipu.gov.br/print_node.php?secao=turbinadas1&nid=13572

INFILTRAÇÕES E RUPTURA DE CABOS DE PROTENSÃO

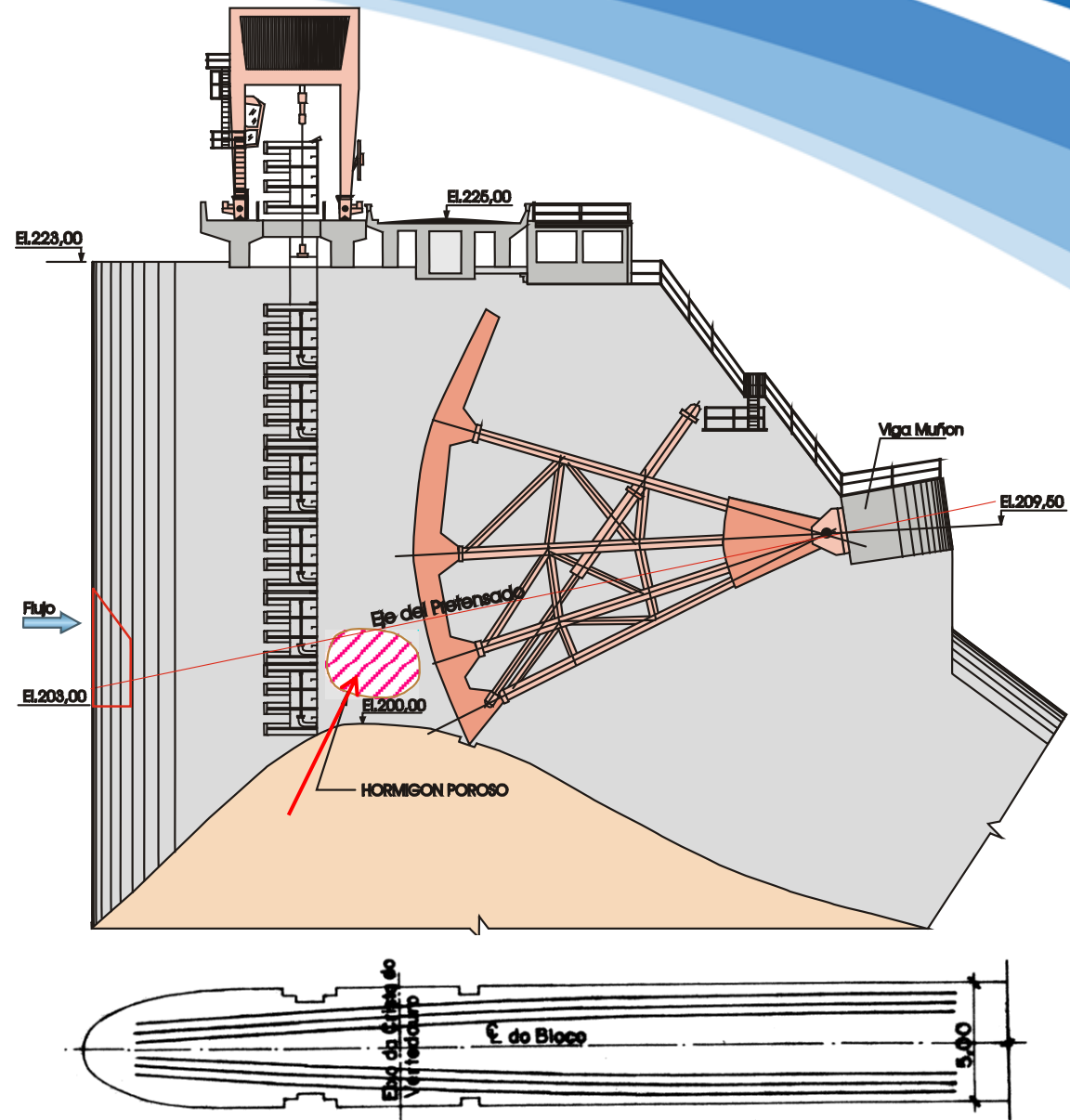


**Infiltrações nos cabos de protensão
do VS de PA - IV**

**Infiltração por cabos de
protensão no vertedouro de Itaipu**

ACIDENTES / INCIDENTES

Infiltração de água pela lateral do pilar, em uma região (seta) com concreto poroso, ocasionando a saída de água na cabeça de um cabo de protensão a jusante.



ACIDENTES / INCIDENTES

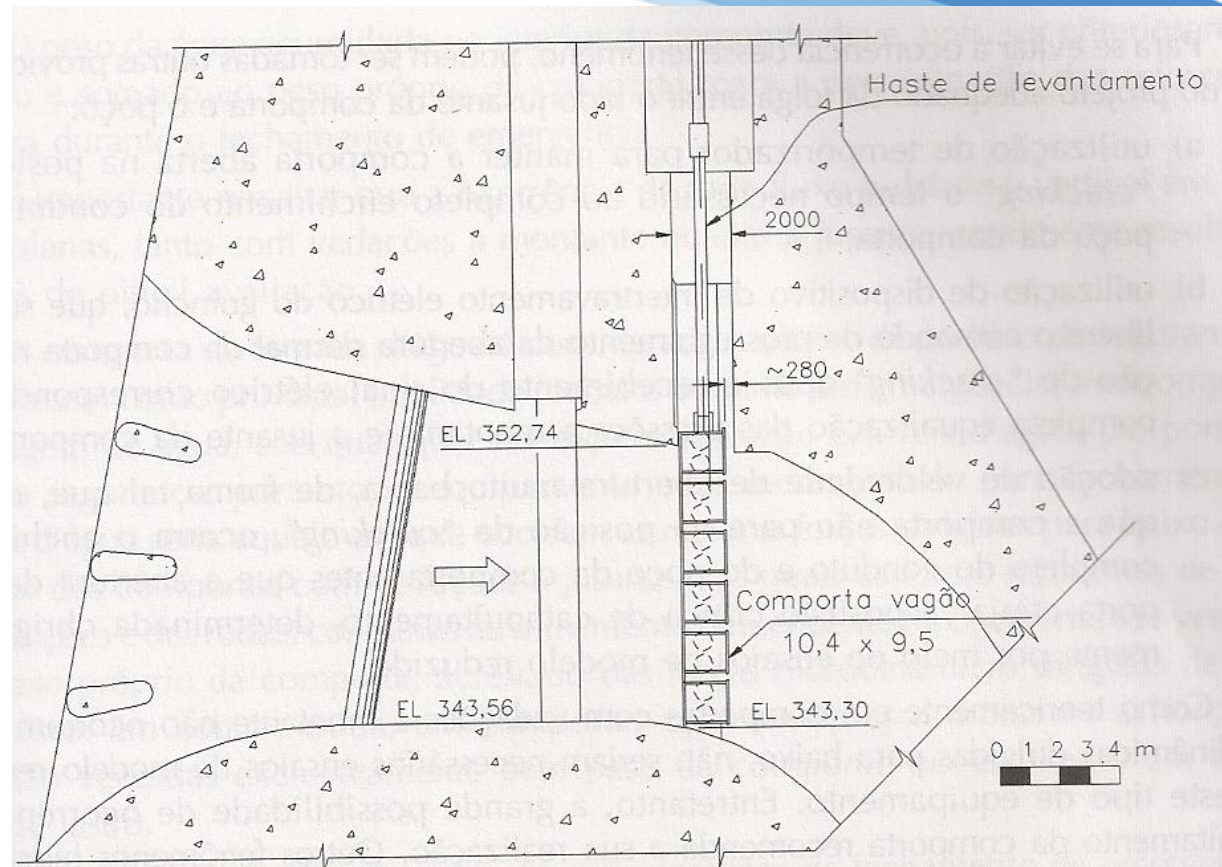


**Acidente com
Comporta na
UHE Salto
Osório**

Em 2011 uma das nove comportas da UHE Salto Osório, foi arrancada e lançada para jusante, devido a uma falha no sistema automatizado, durante o fechamento da comporta.

ACIDENTES / INCIDENTES

Deslocamento brusco da comporta da T.A. na UHE Água Vermelha



A comporta vagão da tomada d'água foi bruscamente lançada para cima durante o enchimento do conduto forçado, quando foi comandada sua abertura sem esperar o equilíbrio de pressões.

ACIDENTES / INCIDENTES



Corrosão de cabos de suspensão das comportas.

Atenção especial as condições dos mecanismos de acionamento.



ACIDENTES / INCIDENTES

Emperramento comporta devido à RAA



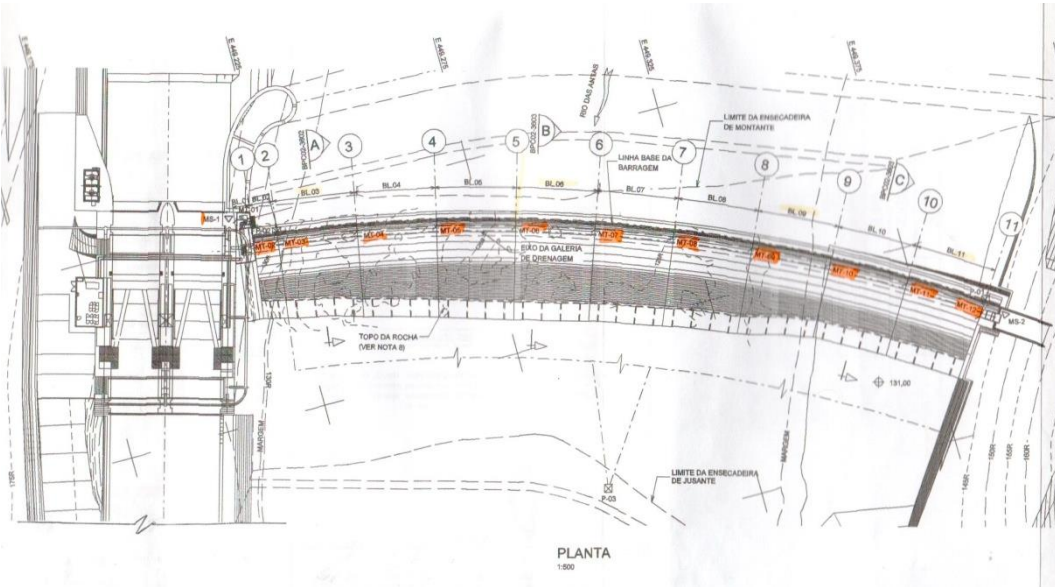
Acima, comporta fechada da UHE Pedra, com folga do lado esquerdo.



Interferência entre a comporta e a guia lateral, resultando em emperramento.

REGRAS OPERACIONAIS

UHE MONTE CLARO



Vertedouro com comportas



Vertedouro de soleira livre

El. da crista = 148,00 m
Comprimento da soleira = 180,00 m
Carga de Projeto: Hd = 6,00 m
NA máx maximorum = 156,50 m.

Nº de comportas = 2
Largura da comporta = 12 m
Altura da comporta = 19,68 m
Carga de Projeto = Hd = 17 m

REGRAS OPERACIONAIS

OPERAÇÃO DE ABERTURA DAS COMPORTAS

- **Condição Normal:** 80% do tempo, as comportas ficam fechadas e com NA do Res. na El. 148,00 m (NA Normal), ou abaixo. Não há vertimento, sendo a vazão afluyente utilizada para geração. É mantida apenas a vazão sanitária.
- **Condição de Cheias:** operação das comportas propriamente dita. As vazões afluyentes são superiores à vazão máxima turbinada.

REGRAS OPERACIONAIS

OPERAÇÃO DE ABERTURA DAS COMPORTAS

A descarga pelo vertedouro com aberturas parciais das comportas sempre deve ser operada livre a jusante.

A operação dos vertedouros será iniciada pela soleira livre, até que o NA do Res. chegue à El. 150,00 m.

O NA será mantido na El. 150,00 m e as comportas serão abertas parcialmente até abertura 6,00 m.

As comportas serão mantidas em 6,00 m até atingir a cota 152,00 m.

O reservatório será mantido na 152,00 e retorna-se a abertura parcial das comportas até 13,00 m.

Após 13,00 m faz-se a abertura total de uma das comportas, ocorrendo uma rápida queda do NA para a El. 151,63 m.

Quando atingir a El. 152,00m, faz-se a abertura total da 2ª comporta.

REGRAS OPERACIONAIS

OPERAÇÃO DE FECHAMENTO DAS COMPORTAS

Com o decréscimo das vazões afluentes o NA do Res. também vai abaixando. Após abertura parcial ou total, o fechamento das comportas será realizado quando o reservatório atingir A El. 148,00 m (NA Normal). O fechamento faz-se de forma contínua e deverá seguir as diretrizes do Manual de Operação.



Barragem de Oberrar, Suíça