



EQUIPAMENTOS HIDROMECAÂNICOS

Prof^{ra} Dr^a Yvone de Faria Lemos De Lucca

São Paulo, 06 de dezembro de 2016.

Parte 2- SELEÇÃO DO TIPO DE COMPORTAS HIDRÁULICAS

- ✓ 1-INTRODUÇÃO
- ✓ 2- TIPOS APLICÁVEIS
- ✓ 3- REQUISITOS OPERACIONAIS
 - ✓ 3.1- CAPACIDADE DE DESCARGA
 - ✓ 3.2-DESCARGA DE DETRITOS FLUTUANTES E OU GELO
 - ✓ 3.3- MOVIMENTAÇÃO PELA PRESSÃO HIDRÁULICA
 - ✓ 3.4- TRANSMISSÃO DE ESFORÇOS AO CONCRETO
 - ✓ 3.5- AUSENCIA DE VIBRAÇÕES
- ✓ 4- LIMITES DE UTILIZAÇÃO

1- INTRODUÇÃO

- ✓ TAREFA MUITO IMPORTANTE AO ENGENHEIRO É A SELEÇÃO DE COMPORTAS PARA UMA DETERMINADA INSTALAÇÃO HIDRÁULICA.

- ✓ NÃO EXISTE ROTINA PREESTABELECIDADA QUE SIRVA A TODOS OS CASOS!!!

- ✓ ANÁLISE DETALHADA DOS SEGUINTE FATORES QUE POSSAM INFLUIR NO: DESEMPENHO, CUSTO, QUALIDADE E CONFIABILIDADE DO EQUIPAMENTO A SER FORNECIDO, TAIS COMO:
 - ✓ SEGURANÇA OPERACIONAL;
 - ✓ MENOR PESO DE FORNECIMENTO
 - ✓ SIMPLICIDADE DE OPERAÇÃO.

- 
- ✓ FACILIDADE DE MANUTENÇÃO;
 - ✓ REQUISITOS ESTRUTURAIS: RANHURAS, CÂMARAS, GUIAS, ETC
 - ✓ MAGNITUDE E DIREÇÃO DOS ESFORÇOS TRANSMITIDOS AO CONCRETO.
 - ✓ CAPACIDADE DO MECANISMO DE MANOBRA.
 - ✓ FACILIDADE DE TRANSPORTE E MONTAGEM.

Na seleção da comporta são sempre levadas em consideração as influências de bons resultados de um tipo de construção escolhido anteriormente, bem como a experiência de fabricação local.

- 
- ✓ Em alguns casos observa-se uma multiplicidade de tipos de construção num mesmo rio ou região para atender a mesma finalidade.



2- TIPOS APLICÁVEIS

- ✓ Tomadas d'água: vagão, gaveta, lagarta, segmento e cilíndrica.
- ✓ Em vertedores: segmento a compressão ou tração, basculante, vagão, setor, tambor, segmento com basculante, vagão com basculante e vagão dupla tipo gancho.
- ✓ Descargas de fundo: gaveta, vagão, lagarta e segmento.



2- Tipos aplicáveis (continuação)

- ✓ Eclusa: mitra, vagão e segmento com eixo de articulação horizontal ou vertical;
- ✓ Aquedutos de eclusas: gaveta, vagão e segmento a tração.



3- REQUISITOS OPERACIONAIS

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMENTO

↔REQUISITOS OPERACIONAIS DA INSTALAÇÃO!!!!!!!

3.1- Capacidade de descarga

- ✓ Requisito mais importante das instalações de vertedouros:
 - ✓ Grandes vazões deve-se optar por comportas em que a descarga é feita em profundidade, isto é, por baixo do tabuleiro, tais como segmento e vagão.

- 
- ✓ É influenciada pela geometria dos pilares e soleiras, que devem apresentar :
 - ✓ Perfis hidrodinâmicos;
 - ✓ Livres de obstáculos (ranhuras laterais e ressaltos);
 - ✓ Maior eficiência hidráulica se dá com os tipos que dispensam as ranhuras laterais, tais como:
 - ✓ segmento,
 - ✓ basculante,
 - ✓ Setor
 - ✓ tambor.



3.2-Descarga de detritos flutuantes e ou gelo

- ✓ Comportas com a descarga por cima do tabuleiro, com o abaixamento deste: basculante, tambor ou setor.
- ✓ Modernamente tem sido utilizadas: vagão duplas, comportas mistas segmento com basculante ou vagão com basculante. Elemento superior é abaixado para descarga em superfície e o inferior é levantado quando se deseja grandes vazões. Também as comportas duplas e mistas podem ser completamente levantadas para escoar a vazão máxima.



3.3- Movimentação pela pressão hidráulica

- ✓ São particularmente adequadas para funcionamento sem guinchos próprios: **setor, tambor e telhado.**
- ✓ A pressão hidráulica atua sobre o paramento resultando numa força capaz de vencer o momento resistente causado pelo peso do tabuleiro e pelas forças de atrito das vedações e dos mancais de articulação.
- ✓ Admissão e a descarga da água das câmaras situadas sob o tabuleiro são feitas através do acionamento das válvulas de controle automático ou manual.



3.4-TRANSMISSÃO DE ESFORÇOS AO CONCRETO

- ✓ Esforços são transmitidos por meio dos mancais de articulação ou dos caminhos de rolamento ou de deslizamento. Exemplo: U.H.Itaipu, as comportas segmento transmitem a cada um dos dois mancais de articulação uma carga de 21,6MN!!!!!!
- ✓ Influi diretamente no projeto das peças fixas e pode ser decisivo!!!!!! Ex: na escolha de uma comporta lagarta (melhor distribuição de carga) ao invés de uma vagão!!!!!!



Forma de transmissão de esforços ao concreto

- ✓ Transmissão **contínua** ao longo do caminho de deslizamento: comportas gaveta.
- ✓ Transmissão por meio de **cargas pontuais** ao longo do caminho de rolamento: comportas vagão e lagarta.
- ✓ Transmissão por **cargas concentradas** em vários mancais instalados na soleira: comportas basculante, setor, tambor e telhado.
- ✓ Transmissão por cargas concentradas em dois mancais instalados nos pilares: comporta segmento.



DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

- ✓ Magnitude
- ✓ direção
- ✓ Sentido de atuação dos esforços transmitidos pela comporta!!!!!!



3.5- AUSÊNCIA DE VIBRAÇÕES

- ✓ Requisito indispensável para as comportas de descargas de fundo!!!!
- ✓ Maior atrito entre a comporta e as peças fixas, menor a tendência de vibrar!!!!!!!!!!
- ✓ Devido ao grande atrito entre os cutelos laterais e o caminho de deslizamento, as comportas gaveta são as mais utilizadas em descargas de fundo!!!!



3.6- FUNCIONAMENTO AUTOMÁTICO

- ✓ Comportas segmento, setor, tambor, telhado e basculante podem operar automaticamente em função dos níveis d'água, com auxílio de flutuadores e contra pesos, sem a necessidade de guinchos!!!!!!
- ✓ Regulação de níveis de reservatórios localizados a áreas não inundáveis
- ✓ Proteção contra enchentes!!!



3.6- FUNCIONAMENTO AUTOMÁTICO (continuação)

- ✓ Locais de difícil acesso ou com condições climáticas adversas!!!! ((impedem ou dificultam a presença de operadores)).
- ✓ Sistemas automáticos : complexos e não funcionam com impurezas e detritos!!!!



3.7- FECHAMENTO AUTOMÁTICO EM CASO DE EMERGÊNCIA

- ✓ Comportas de tomada d'água- fecham pelo peso próprio, com água em movimento, nos casos de falta de energia ou de disparo da turbina, ou rompimento do conduto.
- ✓ Indicadas as comportas vagão ou lagarta.
- ✓ Tipo de guincho deve ser hidráulico ou mecânico com cabos de aço ou correntes.



4- LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- ✓ Projetistas são conservadores;
- ✓ Maior economia e ou grande segurança operacional;
- ✓ Contínuo desenvolvimento de projetos hidroelétrico exige equipamentos cada vez maiores
- ✓ Questionamento sobre os limites máximos de aplicação (vão, altura e carga hidrostática) de cada tipo de comporta.

- 
- ✓ Com o tempo, os limites foram se ultrapassando;
 - ✓ 1946- descarregar uma lamina d'água superior a 7,62 m;
 - ✓ 1962- limites da comporta segmento de vertedouros de superficie 16X16 m;
 - ✓ Itaipu , 14 comportas com 20 X 21,34m carga de 20,84 m em relação a soleira; na posição fechada cada comporta suporta uma carga hidrostática de 43,4 MN!!!
 - ✓ Uma comporta 16x16 m ficaria submetida a 20,5MN!!!!

- 
- ✓ Usina Hidrelétrica de Tucuruí, foram instaladas 23 comportas similares as de Itaipu, com 20m de vão x 21m de altura !!!!



Fatores que colaboraram para a ampliação dos limites físicos das comportas segmento em vertedores:

- ✓ desenvolvimento de novas técnicas de soldagem;
- ✓ uso de aço mais resistentes;
- ✓ ancoragens protendidas desde 1956;
- ✓ buchas auto lubrificantes;
- ✓ acionamento óleo hidráulicos.



Tabelas 3.1 a 3.3, estado da arte

Comportas carga hidráulica atuante sobre o paramento em ordem decrescente

Altura d'água refere-se a soleira;

- ✓ Não são mais utilizadas: comportas Stoney, rolante, telhado \Rightarrow alto custo de fabricação e manutenção ;.
- ✓ Comportas de superfície observa-se uma simplificação do equipamento dando-se preferência às comportas segmento, basculante , de translação vertical e tambor.



A seleção é ditada por fatores:

- ✓ custo do equipamento instalado;
- ✓ tipo, quantidade e dimensões dos detritos;
- ✓ energia disponível;
- ✓ confiabilidade de operação (simplicidade do mecanismo, as condições metereológicas locais e a facilidade de acesso em casos de emergência).

- 
- ✓ Limites atuais das dimensões e da altura d'água de projeto estão a seguir nas figuras 3.2 a 3.4;
 - ✓ Deve-se considerar que os dados foram traçados com base na pesquisa dos fabricantes de comportas;
 - ✓ Não devem ser considerados definitivos, e sim representativos do estágio atual da engenharia hidráulica!!!!
 - ✓ Valores devem ser permanentemente reavaliados!!!!

Figura 3.1- Comportas de fundo

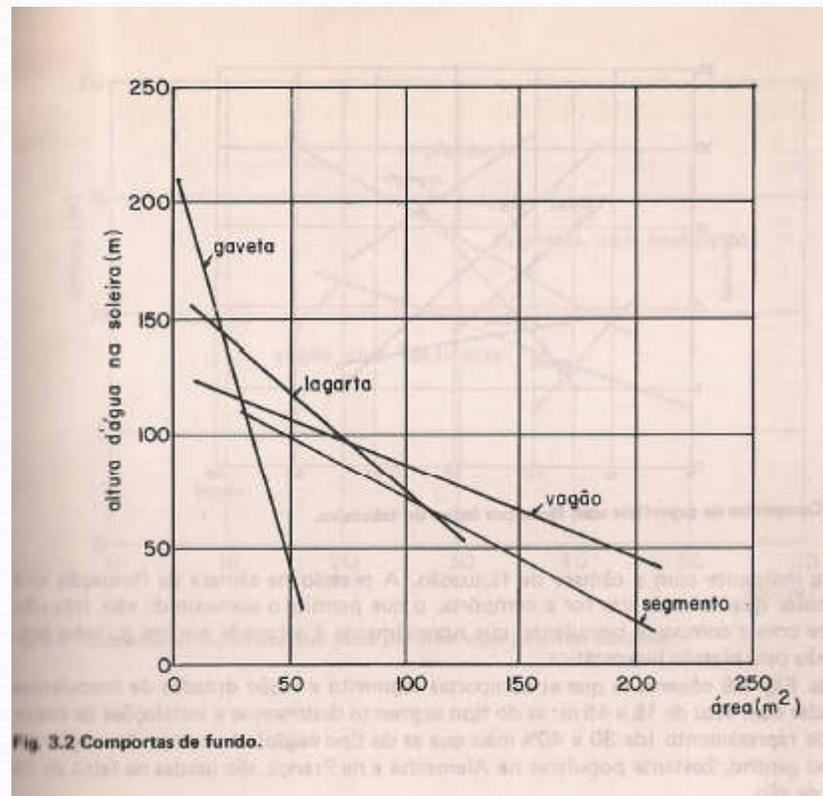


Figura 3.2- Comportas de superfície com fluxo por baixo do tabuleiro

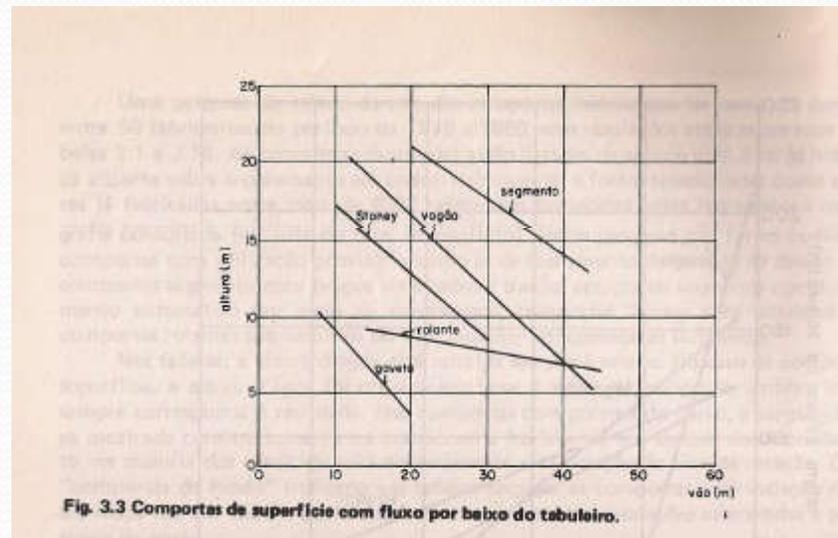


Figura 3.3- Comportas de superfície com fluxo por cima do tabuleiro

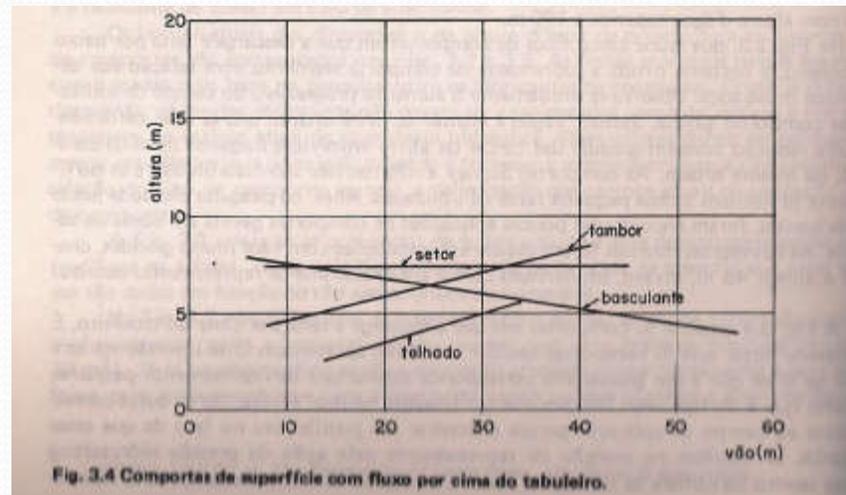


Figura 3.4- Comportas de superfície com fluxo por cima e por baixo do tabuleiro

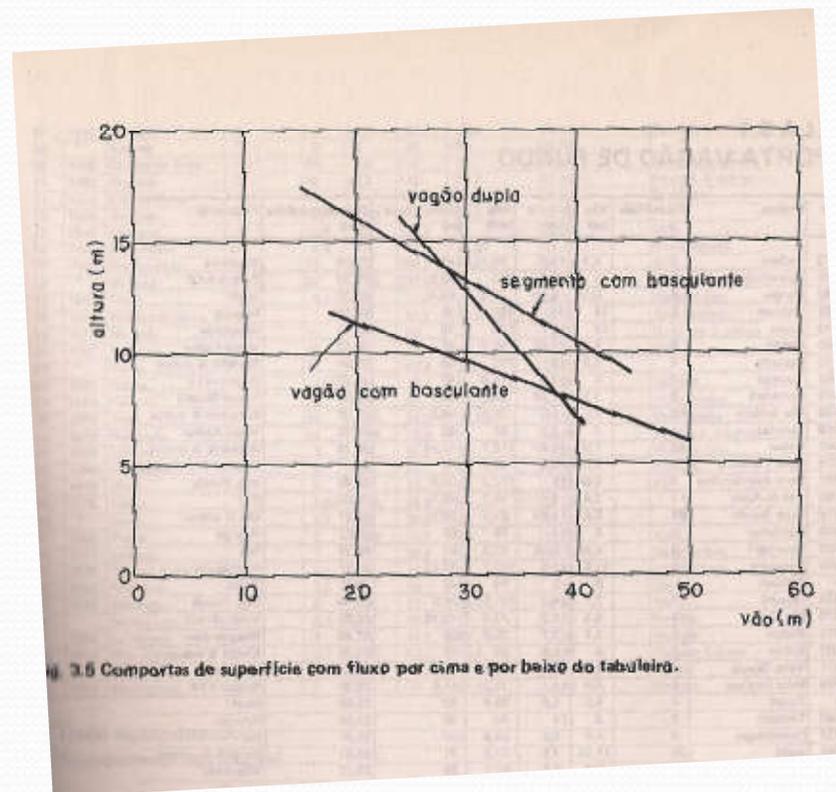


Tabela da maiores comportas do mundo

Item em destaque	Tipo de comporta	Projeto	Vão (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Altura d'água (m)	Carga (MN)
Vão (*)	Segmento	New Waterway	360	22	7920	N/D	740
Vão	Vagão	Delta do Volga	110	12,93	1422	N/D	N/D
Altura	Segmento	Wuqiunangxi	19	23	437	23	49,3
Área	Tambor	Hamilton	91	8,5	773,5	8,5	32,2
Altura d'água	Gaveta	Beaver	2	3,18	6,3	285,9	17,7
Carga	Vagão	Tarbeta	4,1	13,7	56,1	141	73,9

(*) Duas comportas são usadas para fechamento do vão de 360 m.
(N/D) Dado não disponível