



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA**  
**SECÇÃO DE HIDRÁULICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

## **SANEAMENTO AMBIENTAL I**

### **RESERVATÓRIOS**

**EDUARDO RIBEIRO DE SOUSA**

**LISBOA, SETEMBRO DE 2001**



## ÍNDICE DO TEXTO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. IMPORTÂNCIA E FINALIDADES DE RESERVATÓRIOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	1
3. CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A SUA FUNÇÃO NAS REDES .....	4
4. CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS .....	4
4.1 Disposições regulamentares .....	4
4.2 Volume de regularização .....	6
4.3 Volume de reserva para emergências .....	13
4.4 Volume total de reserva .....	13
5. ASPECTOS FUNCIONAIS E CONSTRUTIVOS .....	14
5.1 Disposições regulamentares .....	14
5.2 Número de células e configuração geométrica .....	14
5.3 Órgãos, acessórios e instrumentação .....	15
5.3.1 Dispositivos de entrada de água .....	16
5.3.2 Dispositivos de saída da água .....	16
5.3.3 Descarregadores de superfície e descargas de fundo .....	17
5.3.4 Outros órgãos .....	17
5.3.5 Câmara de manobra .....	19
5.3.6 Instrumentação .....	20
5.3.7 Protecção sanitária dos reservatórios .....	23



## **1. INTRODUÇÃO**

Abordam-se neste Documento aspectos hidráulicos e funcionais dos reservatórios integrados em sistemas de abastecimento de água, com exclusão dos reservatórios naturais ou artificiais, como sejam lagoas ou albufeiras, destinados a uma prolongada regularização de caudais e inseridos no sector de alimentação. Não se incluem neste Documento os aspectos relacionados com o cálculo de estabilidade e de betão armado destes órgãos.

## **2. IMPORTÂNCIA E FINALIDADES DE RESERVATÓRIOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Nos sistemas de abastecimento de água, podem-se constituir reservas água em qualquer das suas partes constituintes. Assim, se a origem da água for uma albufeira, ela é, para todos os efeitos, o principal reservatório de água do sistema. De igual modo, em certos casos especiais de redes de distribuição interiores dos edifícios, especialmente quando se trata de instalações isoladas, de prédios com falta de pressão na rede geral, ou de edifícios industriais ou comerciais ou de utilização colectiva que necessitam armazenar água para diversos fins, existem reservatórios privativos.

Na adução, é menos frequente a existência de reservas de água, mas há casos de armazenamento situados em pontos intermédios das condutas de adução, em especial se estas são excepcionalmente longas.

Este Documento trata, porém, do caso mais importante e frequente dos reservatórios integrados nas redes gerais de distribuição domiciliária de água, onde podem funcionar como volantes de regularização, como órgãos de equilíbrio de cargas piezométricas e como órgãos de reservas para emergências.

A função dos reservatórios referida em último lugar é muito importante, sendo as emergências mais frequentes os casos de incêndio e de interrupção voluntária ou acidental, do fornecimento normalmente garantido pela adução. Tal interrupção pode ser provocada por diversas causas, entre as quais:



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA**  
**SECÇÃO DE HIDRÁULICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

- a) acidentes na captação, por exemplo, um desmoronamento das paredes dum poço, ruptura nas bainhas dum furo, ou uma substituição dos grupos electrobomba;
- b) variações pontuais na qualidade da água captada, na origem, como por exemplo o aumento brusco de turvação;
- c) danificação da conduta adutora, o que conduz, muitas vezes, à substituição dum troço, sendo indispensável proceder à limpeza e desinfecção do troço substituído da conduta, antes da sua entrada ao serviço;
- d) cortes de energia eléctrica, em sistemas adutores por bombagem.

No que respeita à finalidade dos reservatórios, o Decreto Regulamentar nº 23/95 define, no seu artigo 67.º, o seguinte:

*“Os reservatórios têm principalmente as seguintes finalidades:*

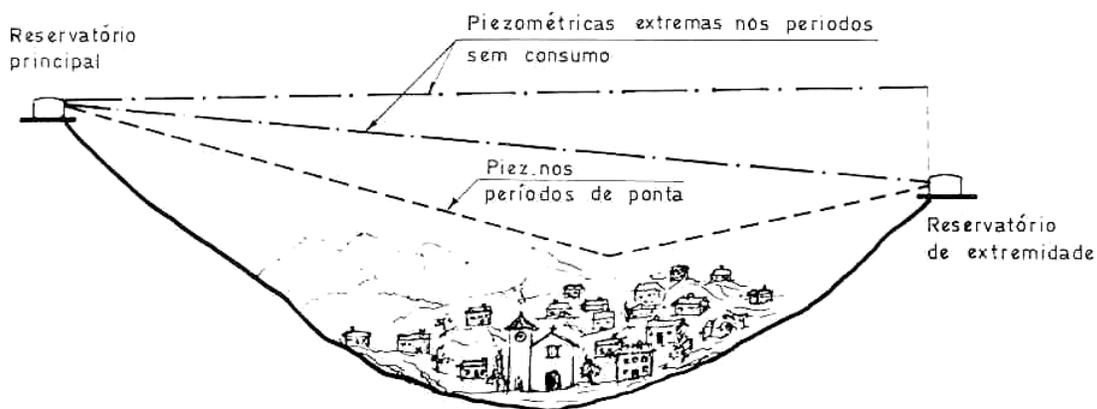
- a) Servir de volante de regularização, compensando as flutuações de consumo face à adução;*
- b) Constituir reservas de emergência para combate a incêndios ou para assegurar a distribuição em casos de interrupção voluntária ou accidental do sistema de montante;*
- c) Equilibrar as pressões na rede de distribuição;*
- d) Regularizar o funcionamento das bombagens.*

Na sua maioria, os reservatórios têm funções de volantes de regularização, alimentando directamente as redes de distribuição de água e permitindo compensar as flutuações do consumo face a um regime constante ou intermitente do sistema de adução.

Por vezes, a alimentação de uma rede é feita, nos períodos de ponta de consumo, a partir de dois reservatórios, o principal no final da adução, e o outro de extremidade, a cota inferior à do primeiro e alimentado através da rede nos períodos de fraco ou nulo consumo.

Tal disposição, representada na Figura 1, pode apresentar interesse no caso de um aglomerado se desenvolver predominantemente numa direcção ou nos baixos de um vale, quando o caudal de ponta solicitado a um único reservatório provocar perdas de carga tais que ocorram pressões insuficientes no final da distribuição.

Quando intercalados nos sistemas, os reservatórios regularizam o transporte da água e servem de volante aos diferentes patamares ou regimes em que se processa a adução, podendo regularizar as transições entre dois escalões elevatórios, entre um troço por bombagem e um troço de adução gravítica, entre uma estação de tratamento e o antecedente ou sequente troço adutor.



**Figura 1 - Sistema com reservatório de extremidade**

Alguns reservatórios intercalados em sistemas de adução têm, também, funções distribuidoras e de controle da linha de energia do sistema.

A terminar, cita-se o que o Decreto Regulamentar nº 23/95, no seu artigo 69.º, no que respeita à localização dos reservatórios, refere:

*“1 - Os reservatórios devem situar-se o mais próximo possível do centro de gravidade dos locais de consumo, a uma cota que garanta as pressões mínimas em toda a rede.*

*2 - Em áreas muito acidentadas podem criar-se andares de pressão, localizando-se os reservatórios de forma a que as pressões na rede se encontrem entre os limites mínimo e máximo admissíveis.*

*3 - Em áreas extensas pertencentes ao mesmo andar de pressão pode dividir-se a capacidade de reserva por vários reservatórios afastados, mas ligados entre si de forma a equilibrar toda a distribuição.*

*4 - Em aglomerados que se expandam numa direcção preferencial pode localizar-se um*



*segundo reservatório de extremidade, a um nível inferior ao principal, de modo a equilibrar as pressões nas zonas de expansão.”*

### **3. CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A SUA FUNÇÃO NAS REDES**

De acordo com o Decreto Regulamentar nº 23/95 (artigo 68.º), os reservatórios são classificados do seguinte modo:

*“Os reservatórios classificam-se:*

- a) Consoante a sua função, em: de distribuição ou equilíbrio, de regularização de bombagem e de reserva para combate a incêndio;*
- b) Consoante a sua implantação, em: enterrados, semienterrados e elevados;*
- c) Consoante a sua capacidade, em: pequenos, médios e grandes, respectivamente, para volumes inferiores a 500 m<sup>3</sup>, compreendidos entre 500 m<sup>3</sup> e 5000 m<sup>3</sup> e superiores a este último valor.”*

### **4. CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS**

#### **4.1 Disposições regulamentares**

No Decreto Regulamentar nº 23/95, o artigo 70.º - Dimensionamento hidráulico, inclui um conjunto de disposições regulamentares relativas à determinação da capacidade dos reservatórios, que a seguir se transcreve:

*“1 - O dimensionamento hidráulico dos reservatórios com funções de regularização consiste na determinação da sua capacidade de armazenamento, que deve ser o somatório das necessidades para regularização e reserva de emergência.*

*2 - A capacidade para regularização depende das flutuações de consumo que se devem regularizar por forma a minimizar os investimentos do sistema adutor e do reservatório.*

*3 - O sistema adutor é geralmente dimensionado para o caudal do dia de maior consumo, devendo a capacidade do reservatório ser calculada para cobrir as flutuações horárias, ao longo do dia.*

*4 - Pode ainda o sistema adutor ser dimensionado para o caudal diário médio do mês de maior consumo, devendo a capacidade do reservatório ser então calculada para cobrir*



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA**  
**SECÇÃO DE HIDRÁULICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

*também as flutuações diárias ao longo desse mês.*

*5 - Definidas as flutuações de consumo a regularizar, a capacidade do reservatório é determinada em função da variação, no tempo, dos caudais de entrada e de saída, através de métodos gráficos ou numéricos.*

*6 - A capacidade para reserva de emergência deve ser o maior dos valores necessários para incêndio ou avaria.*

*7 - A reserva de água para incêndio é função do grau de risco da zona e não deve ser inferior aos valores seguintes:*

*75 m<sup>3</sup> - grau 1;*

*125 m<sup>3</sup> - grau 2;*

*200 m<sup>3</sup> - grau 3;*

*300 m<sup>3</sup> - grau 4;*

*A definir caso a caso - grau 5.*

*8 - A reserva de água para avarias deve ser fixada admitindo que:*

*a) A avaria se dá no período mais desfavorável, mas não simultaneamente em mais de uma conduta alimentadora;*

*b) A sua localização demora entre uma e duas horas quando a conduta é acessível por estrada ou caminho transitável, ou ainda em pontos afastados de não mais de 1 km e demora mais meia hora para cada quilómetro de conduta não acessível por veículos motorizados;*

*c) A reparação demora entre quatro e seis horas, incluindo-se neste tempo o necessário para o esvaziamento da conduta, reparação propriamente dita, reenchimento e desinfecção.*

*9 - Em reservatórios apenas com a função de equilíbrio de pressões, a capacidade da torre de pressão deve corresponder no mínimo ao volume consumido durante quinze minutos em caudal de ponta.*

*10 - Independentemente das condições de alimentação do reservatório, a capacidade de armazenamento do sistema deve ser:*

$$V \geq K Q_{md}$$

*onde  $Q_{md}$  é o caudal médio diário anual (metros cúbicos) do aglomerado e  $K$  um coeficiente que toma os seguintes valores mínimos:*

*$K = 1,0$  para aglomerados populacionais superiores a 100000 habitantes;*

*$K = 1,25$  para aglomerados populacionais compreendidos entre 10000 e 100000*

*habitantes;*

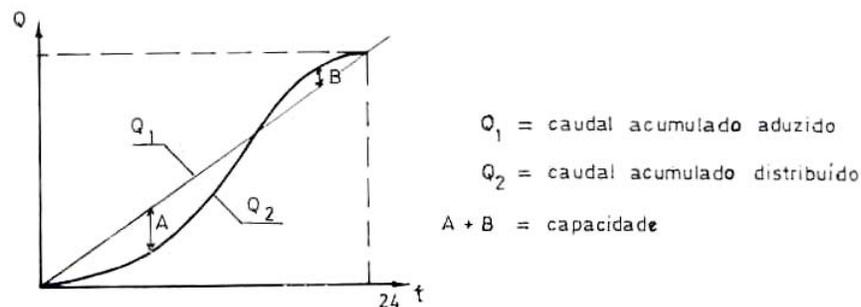
*K = 1,5 para aglomerados populacionais compreendidos entre 1000 e 10000 habitantes;*

*K = 2,0 para aglomerados populacionais inferiores a 1000 habitantes e para zonas de maior risco, nomeadamente aerogares, estabelecimentos hospitalares e quartéis.”*

Os graus de risco referidos (graus 1 a 5) estão definidos no mesmo diploma legal, no ponto 1 do artigo 18.º - Volumes de água para combate a incêndios.

#### 4.2 Volume de regularização

O volume de regularização destina-se a garantir o volume de água disponível tendo em conta os caudais aduzidos e as flutuações de consumo na rede de distribuição. De facto, quando o caudal aduzido (por gravidade ou por bombagem) é superior ao caudal solicitado pela rede de distribuição (normalmente nas horas mortas de consumo), a água em excesso acumula-se no reservatório; pelo contrário, quando o consumo na rede de distribuição é superior ao caudal aduzido (normalmente nas horas de consumo de ponta) o reservatório vai-se progressivamente esvaziando. Consequentemente, há que constituir uma reserva. A representação gráfica do que ficou referido é representada na Figura 2.



**Figura 2 - Volume de regularização de um reservatório em função dos volumes acumulados entrados e saídos**

Em geral, no cálculo dos volumes de regularização de reservatórios que alimentam directamente



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA**  
**SECÇÃO DE HIDRÁULICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

redes de distribuição de água, são consideradas duas parcelas:

- uma parcela de regularização diária, ou seja para um dia, em que o consumo médio da população é igual ao volume máximo de água que o sistema adutor transporta num dia (por exemplo, se a adutora for dimensionada para o caudal máximo diário, esta parcela do volume de regularização será igual ao volume transportado pela conduta num dia; se adutora for dimensionada para o caudal máximo mensal, esta parcela do volume de regularização será igual ao volume transportado pela conduta num dia);
- uma parcela de regularização adicional (correspondente a um volume adicional necessário) apenas e só quando a adutora é dimensionada para um caudal inferior ao caudal máximo diário.

A parcela de regularização diária pode ser também calculada a partir de uma curva de consumos tipo (saída de água do reservatório) e da lei de flutuações dos caudais aduzidos (entradas de água no reservatório), fazendo um balanço de volumes acumulados (saídos e entrados).

Nas Figuras 3, 4, 5 e 6, apresenta-se, para uma mesma lei de variação dos consumos na rede de distribuição, qual o volume de regularização necessário (expresso em percentagem do volume correspondente a um dia de consumo máximo) para quatro condições alternativas de adução.

A parcela de regularização adicional pode ser determinada com base no gráfico que se apresenta na Figura 7.

Da análise deste gráfico, verifica-se que, se o caudal diário afluente equivaler ao consumo diário médio anual (mínimo possível para que não haja interrupção do abastecimento), a capacidade de regularização requerida será da ordem de grandeza de 20 vezes aquele consumo, o que só será viável em abastecimentos de diminuta dimensão ou em casos muito especiais, embora possam surgir problemas de ordem sanitária devido a morosa renovação da água.

Por sua vez, se o caudal afluente equivaler ao consumo diário médio do mês de maior consumo, bastará uma capacidade da ordem do consumo diário médio anual, enquanto, se o dito caudal afluente igualar o consumo diário máximo, não haverá lugar para a parcela de regularização desse caudal.

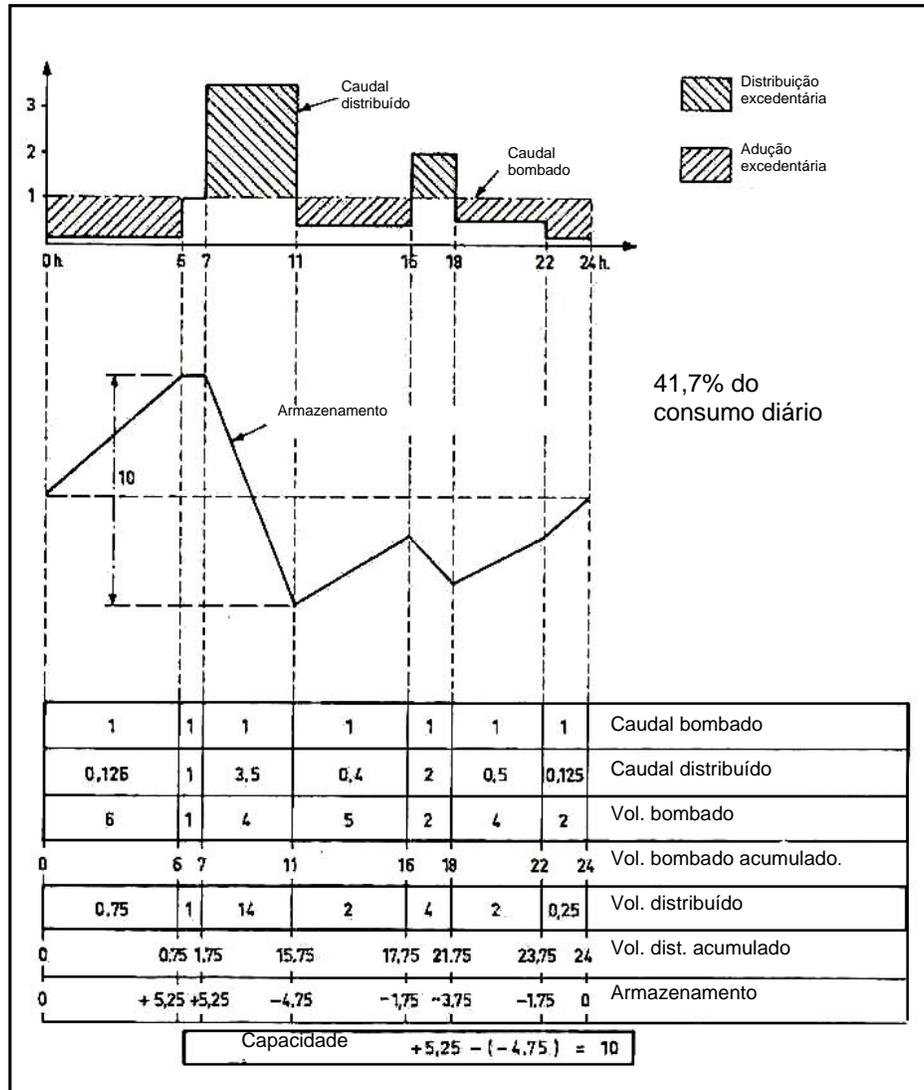


Figura 3 – Volume de regularização do reservatório – adução contínua

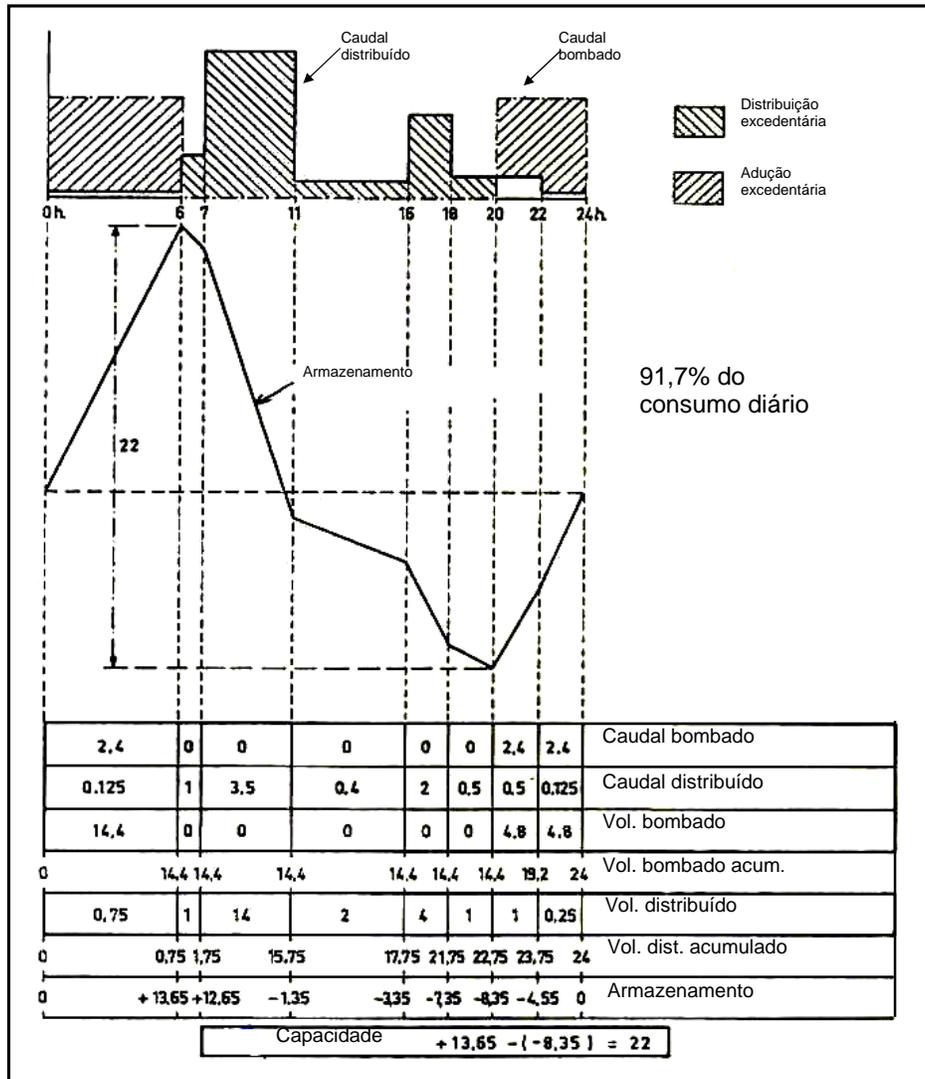


Figura 4 – Volume de regularização do reservatório – adução nocturna em 10 horas

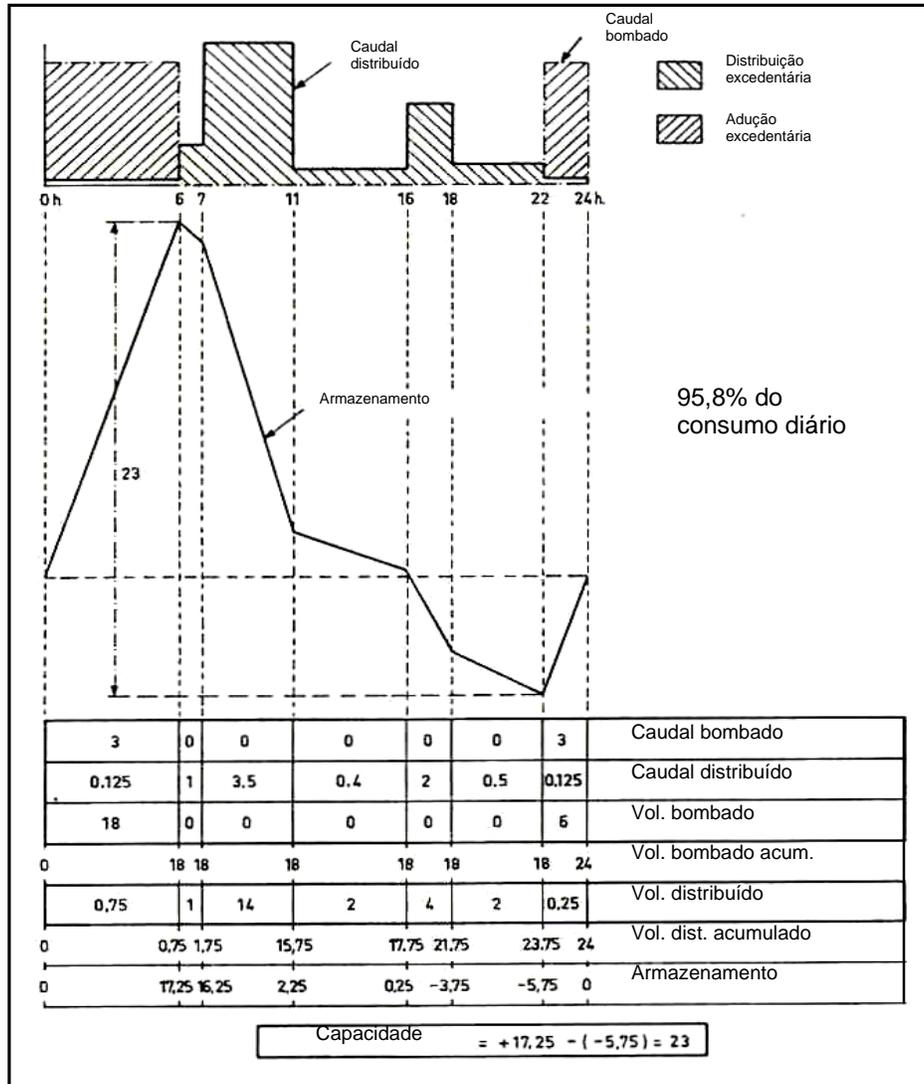


Figura 5 – Volume de regularização do reservatório – adução nocturna em 8 horas

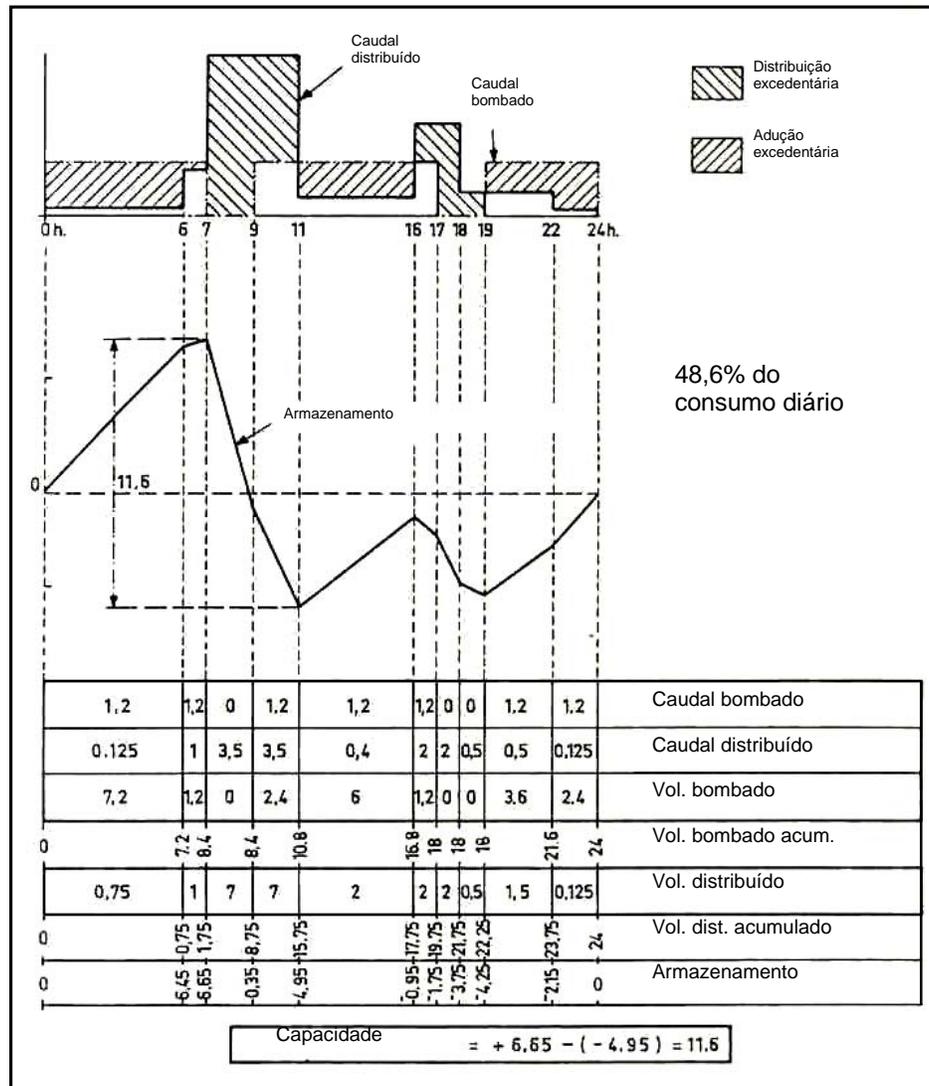


Figura 6 – Volume de regularização do reservatório – adução em horas de ponta

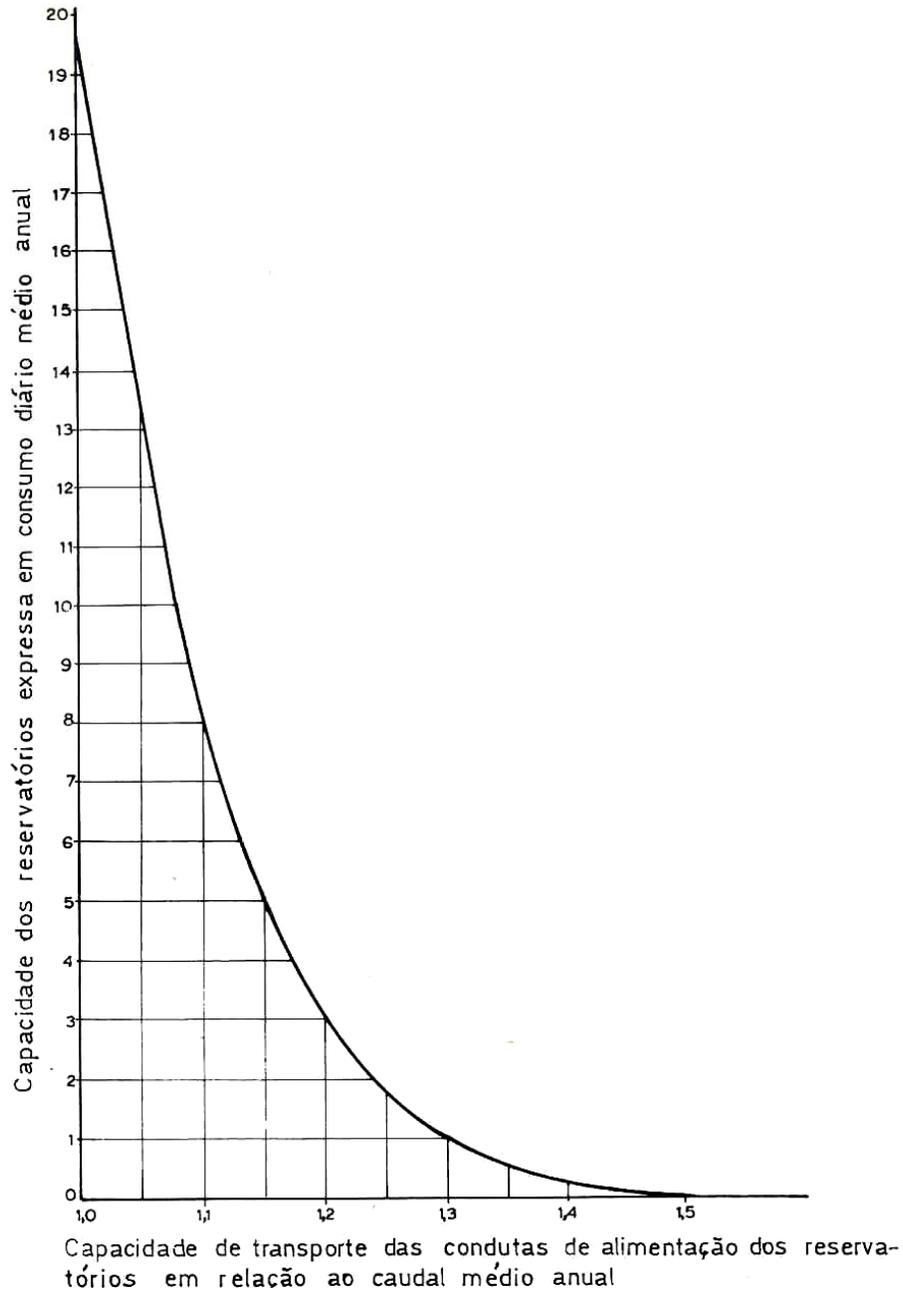


Figura 7 – Capacidade de regularização anual dos reservatórios em função do caudal de alimentação do reservatório (Manual de Saneamento Básico – Direcção Geral dos Recursos Naturais, 1991)



#### **4.3 Volume de reserva para emergências**

Conforme definido no Decreto Regulamentar nº 23/95, no seu artigo 67.º, as reservas de emergências incluem duas parcelas, a saber:

- para combate a incêndios;
- para assegurar a distribuição, em casos de interrupção voluntária ou acidental do sistema de montante (avarias).

##### ***Volume de reserva para combate a incêndios***

Este volume deve ser calculado com base nos critérios definidos no ponto 7 do artigo 70.º - Dimensionamento hidráulico, do Decreto Regulamentar nº 23/95, cuja transcrição se apresentou parágrafo 4.1.

##### ***Volume de reserva para avarias***

Este volume deve ser calculado com base nos critérios definidos no ponto 8 do artigo 70.º - Dimensionamento hidráulico, do Decreto Regulamentar nº 23/95, cuja transcrição se apresentou parágrafo 4.1.

#### **4.4 Volume total de reserva**

O volume total de reserva de um reservatório, conforme se estipula no ponto 1, do artigo 70.º - Dimensionamento hidráulico, do Decreto Regulamentar nº 23/95, deve ser o somatório dos volumes de regularização e de reserva para emergências.

No entanto, o mesmo diploma legal estabelece, neste artigo (ponto 6, anteriormente transcrito), que o volume de reserva para emergências deve ser o *maior* dos valores necessários para combate a incêndios ou avarias.

Finalmente e independentemente dos volumes calculados, de acordo com os critérios referidos, o Decreto Regulamentar nº 23/95 estabelece, no ponto 9, do artigo 70.º (transcrito no parágrafo 4.1), estipula um volume mínimo, em função da população abastecida.



## **5. ASPECTOS FUNCIONAIS E CONSTRUTIVOS**

### **5.1 Disposições regulamentares**

No Decreto Regulamentar nº 23/95, o artigo 71.º - Aspectos construtivos, inclui um conjunto de disposições regulamentares relativas aos aspectos discutidos neste Capítulo, que a seguir se transcrevem:

*“1 - Os reservatórios devem ser resistentes, estanques e ter o fundo inclinado a, pelo menos, 1% para as caleiras ou para a caixa de descarga.*

*2 - Para permitir a sua colocação fora de serviço para eventuais operações de limpeza, desinfecção e manutenção, os reservatórios devem estar dotados de by-pass, a menos que sejam constituídos por mais de uma célula.*

*3 - Os reservatórios enterrados e semienterrados devem ser formados, pelo menos, por duas células que, em funcionamento normal, se intercomunique, estando no entanto preparadas para funcionar isoladamente.*

*4 - Cada célula deve dispor, no mínimo, de:*

- a) Circuito de alimentação com entrada equipada com válvula de seccionamento;*
- b) Circuito de distribuição com entrada protegida por ralo e equipado com válvula de seccionamento;*
- c) Circuito de emergência através de descarregador de superfície;*
- d) Circuito de esvaziamento e limpeza através da descarga de fundo;*
- e) Ventilação adequada;*
- f) Fácil acesso ao seu interior.*

### **5.2 Número de células e configuração geométrica**

De acordo com as disposições regulamentares transcritas no parágrafo anterior, os reservatórios enterrados e semi-enterrados devem ser constituídos, pelo menos, por duas células.

Consideram-se situações de excepção, as seguintes:

- os reservatórios elevados, pelos elevados custos que lhes estão associados;
- os reservatórios de pequena capacidade (até 200 a 300 m<sup>3</sup>).



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA**  
**SECÇÃO DE HIDRÁULICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

Para constituir uma determinada capacidade de armazenamento partindo de uma base plana e com uma dada altura de água, a forma que conduz ao menor comprimento de parede é a circular, o que, em princípio, a torna a mais económica, sendo aliás a mais correntemente utilizada.

Vêm a seguir, por ordem de preferência, as configurações geométricas quadradas e rectangulares. Para um reservatório com a geometria rectangular dividido em duas células, obtém-se a maior economia de material se a parede divisória corresponder à largura e esta for igual a dois terços do comprimento.

A altura de água que conduz a proporções económicas aumenta com a capacidade e normalmente estará compreendida entre os 2,5 e os 5 m.

Para além da altura da água, ou seja a altura útil, as paredes terão que dispor de uma altura suplementar para criar um espaço entre o nível máximo da água e a cobertura. Nesse espaço fica frequentemente instalada uma válvula de flutuador, cuja localização, dimensões e movimento do braço há que tomar em atenção, de acordo com o catálogo do fabricante.

Nas coberturas já foi corrente o uso de lajes curvas, nomeadamente em forma de calote esférica, mas tal formato revela-se hoje pouco económico (a não ser em casos de processos especiais de construção, com utilização de moldes pneumáticos) em confronto com as lajes planas, em particular as de elementos pré-fabricados, que exigem um mínimo de cofragens, apoiadas, quando necessário, numa estrutura de vigas e pilares.

### **5.3 Órgãos, acessórios e instrumentação**

Consideram-se, como principais órgãos, acessórios e instrumentação dos reservatórios, os que seguintes:

- dispositivos de entrada da água;
- dispositivos de saída da água;
- descarregadores de superfície e descargas de fundo;
- câmara de manobra;
- instrumentos de medida.



Como órgãos menos importantes, podem citar-se os dispositivos de ventilação, os *by-passes*, a saída de água para combate a incêndios e as ligações entre células.

### **5.3.1 Dispositivos de entrada de água**

A condutas adutoras, que terminam em reservatórios, devem ser equipadas com uma válvula que permita proceder à obturação quando se atinge o nível máximo no reservatório.

No caso de condutas adutoras por gravidade, a obturação realiza-se ou por uma válvula de flutuador (situação ainda muito corrente no nosso País) ou por uma válvula motorizada equipada por servo-mecanismo. No caso de condutas adutoras por bombagem, em que não existe um automatismo local, há que instalar um dispositivo automático ou manual que permita a interrupção da bombagem. No caso de existir um automatismo local, a medição ou a indicação de nível (obtida através de medidores ou indicadores de nível) transmitida ao autómato programável permite desencadear o comando de paragem dos grupos electrobomba.

Na Figura 8, apresentam-se diversas formas de entrada de água em reservatórios. O dispositivo em sifão permite manter um nível constante para a chegada da água (N), o que permite, no caso de uma conduta adutora por bombagem, que os grupos electrobomba funcionem com uma altura de elevação e um caudal praticamente constantes.

No primeiro dispositivo da Figura 8, por causa do arejamento que se verifica, e para certas características químicas da água tratada, pode ser alterado o equilíbrio calco-carbónico, o que pode conduzir à precipitação de hidróxido de cálcio.

Neste caso, é aconselhável utilizar o terceiro esquema, mas que, no entanto, apresenta um inconveniente: no caso de avaria da conduta adutora, o reservatório pode esvaziar-se por sifonagem. O inconveniente referido pode ser ultrapassado pela instalação de uma válvula de retenção.

### **5.3.2 Dispositivos de saída da água**

A saída da água armazenada num reservatório para a conduta de distribuição (Figura 9) deve ter o seu início 0,15 a 0,20 m acima da soleira do reservatório, para evitar que partículas

sedimentadas entrem na rede de distribuição, e situar-se do lado oposto ao da entrada da água.

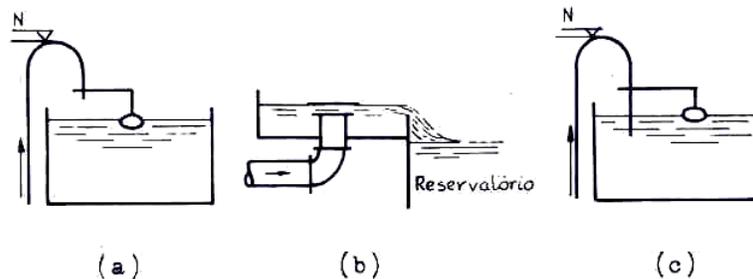


Figura 8 – Tipos de chegada de uma conduta adutora a uma célula de um reservatório

### 5.3.3 Descarregadores de superfície e descargas de fundo

Outros dois dispositivos que devem sempre existir nas células dos reservatórios são o descarregador de superfície (ou *trop-plein*) e a descarga de fundo (ver Figura 9). Em geral, para salvaguardar qualquer possibilidade de contaminação da água do reservatório, é vulgar instalar um sifão no circuito de descarga, de forma a que o troço AB se encontre sempre cheio de água.

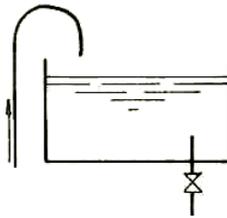


Figura 9 – Saída de uma conduta de distribuição de uma célula dum reservatório

### 5.3.4 Outros órgãos

Os dispositivos de ventilação são órgãos indispensáveis nas células dos reservatórios, devendo ser previstos orifícios que assegurem uma permanente renovação do ar, dentro da célula.

Quando existem duas ou mais células, devem ser previstas tubagens de comunicação entre elas,

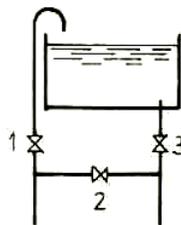
de forma a garantir uma mesma cota do nível de água em todas elas (princípio dos vasos comunicantes).



**Figura 9 – Descarga de superfície e descarga de fundo de uma célula de um reservatório**

No entanto, em cada uma das tubagens de comunicação deve existir sempre uma válvula de seccionamento, que permita isolar uma dada célula em caso de necessidade de operações de reparação e limpeza, sem que as restantes fiquem fora de serviço. Estas válvulas de seccionamento são, normalmente, de operação manual.

Um outro dispositivo que deve ser previsto, principalmente quando existe uma única célula no reservatório, é um circuito de *by-pass* entre a conduta adutora e a conduta de distribuição (Figura 10), de forma a que a rede de distribuição de água não seja posta fora de serviço, quando se torna necessário proceder a operações de reparação ou limpeza da célula.



**Figura 10 – Circuito de *by-pass* entre a adução e a distribuição num reservatório**

Como se discutiu anteriormente, uma das parcelas a considerar na determinação da capacidade dum reservatório de distribuição diz respeito à capacidade de reserva para combate a incêndios. Como é que num reservatório se pode garantir que essa capacidade se encontra permanen-

temente disponível? Existem três formas, cujos esquemas de funcionamento se apresentam na Figura 11, sendo os dois primeiros aplicáveis a reservatórios localizados na origem das redes de distribuição de água e o terceiro a reservatórios de extremidade. No segundo e terceiro casos, está instalado um sifão, no qual, em serviço normal, a válvula 2 está obturada e a válvula 1 aberta.

Se o nível do reservatório desce abaixo da cota N, o sifão deixa de ficar escorvado em virtude da tubagem A ter saída livre para a atmosfera. No caso de ocorrência de um incêndio, só se torna necessário operar a válvula 2, podendo ser então utilizada a capacidade assinalada a tracejado.

### 5.3.5 Câmara de manobra

Nesta câmara ficam alojadas tubagens do circuito hidráulico, válvulas e outros acessórios, devendo garantir-se, em termos de *lay-out*, que a respectiva montagem, desmontagem e operação não ofereça dificuldades por exiguidade de espaço.

Deve assegurar-se a ventilação natural da edificação e o esgoto das águas que drenam para as caleiras provenientes de lavagens, fugas ou descargas.

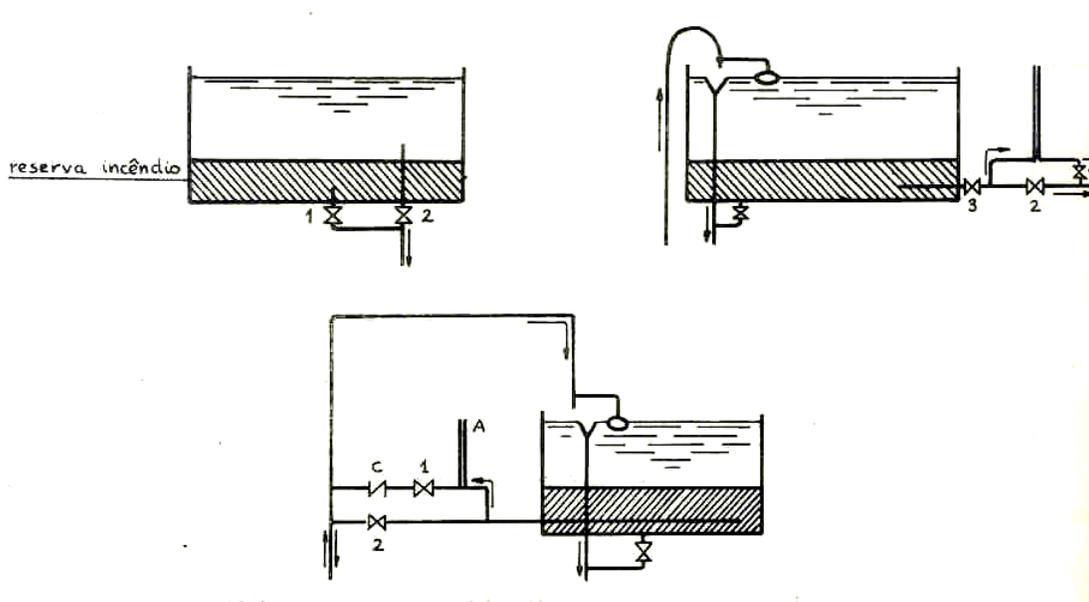


Figura 11 – Esquemas de funcionamento da reserva de incêndio num reservatório



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA**  
**SECÇÃO DE HIDRÁULICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

Na cobertura das caleiras, as grades metálicas são preferíveis às chapas de xadrez, pois são menos sensíveis à corrosão, permitindo o arejamento e a fácil observação do equipamento instalado.

O acesso ao interior do reservatório poderá fazer-se através da câmara ou não, sendo de preferir a primeira hipótese, por oferecer maior comodidade, desde que daí não resulte significativo aumento do custo da construção.

Em casos de pouca complicação, por questão de economia, poderão substituir-se as câmaras de manobra por simples caixas onde são instalados os acessórios que interessa proteger.

Com frequência, a câmara de manobra é associada a uma estação elevatória, constituindo um todo, sendo desejável que as tubagens de aspiração dos grupos electrobomba fiquem sempre em carga, sobretudo quando o funcionamento dos grupos é automatizado. Isso implica rebaixar o pavimento da estação elevatória ou, pelo menos, da zona de implantação dos grupos electrobomba, em relação à soleira do reservatório, o que pode eventualmente conduzir a uma construção mais enterrada. Em alternativa, se a topografia e as disponibilidades de terreno o propiciarem, poderá afastar-se a estação elevatória do reservatório, implantando-se aquela a cola mais baixa.

Nas Figuras 12 e 13, apresentam-se exemplos-tipo de reservatórios com as respectivas câmaras de manobra.

Uma possível variante nestas câmaras será a supressão das caleiras (com excepção das de esgoto das descargas), com rebaixamento geral do piso, o que oferece vantagens de carácter económico e operacional mas torna mais incómoda a circulação de rotina do pessoal responsável pela operação e manutenção das instalações.

### **5.3.6 Instrumentação**

Em reservatórios, a instrumentação mais comum corresponde aos seguintes instrumentos:

- medidores e indicadores de nível (ou de altura) de água nas células dos reservatórios;
- medidores de caudal nas tubagens de entrada ou saída dos reservatórios.

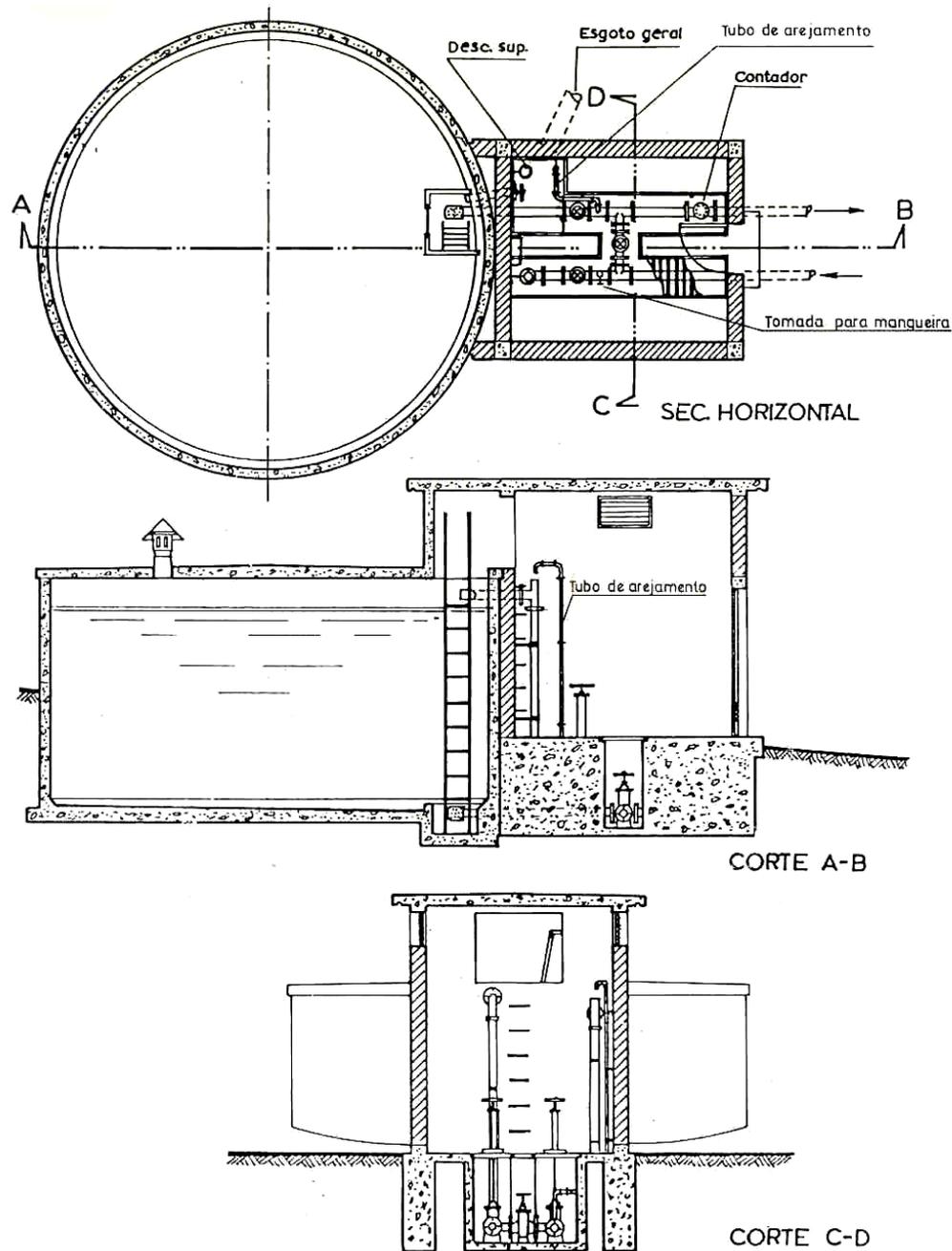


Figura 12 – Exemplo ilustrativo de uma câmara de manobras de um reservatório unicelular  
(Manual de Saneamento Básico – Direcção Geral dos Recursos Naturais, 1991)

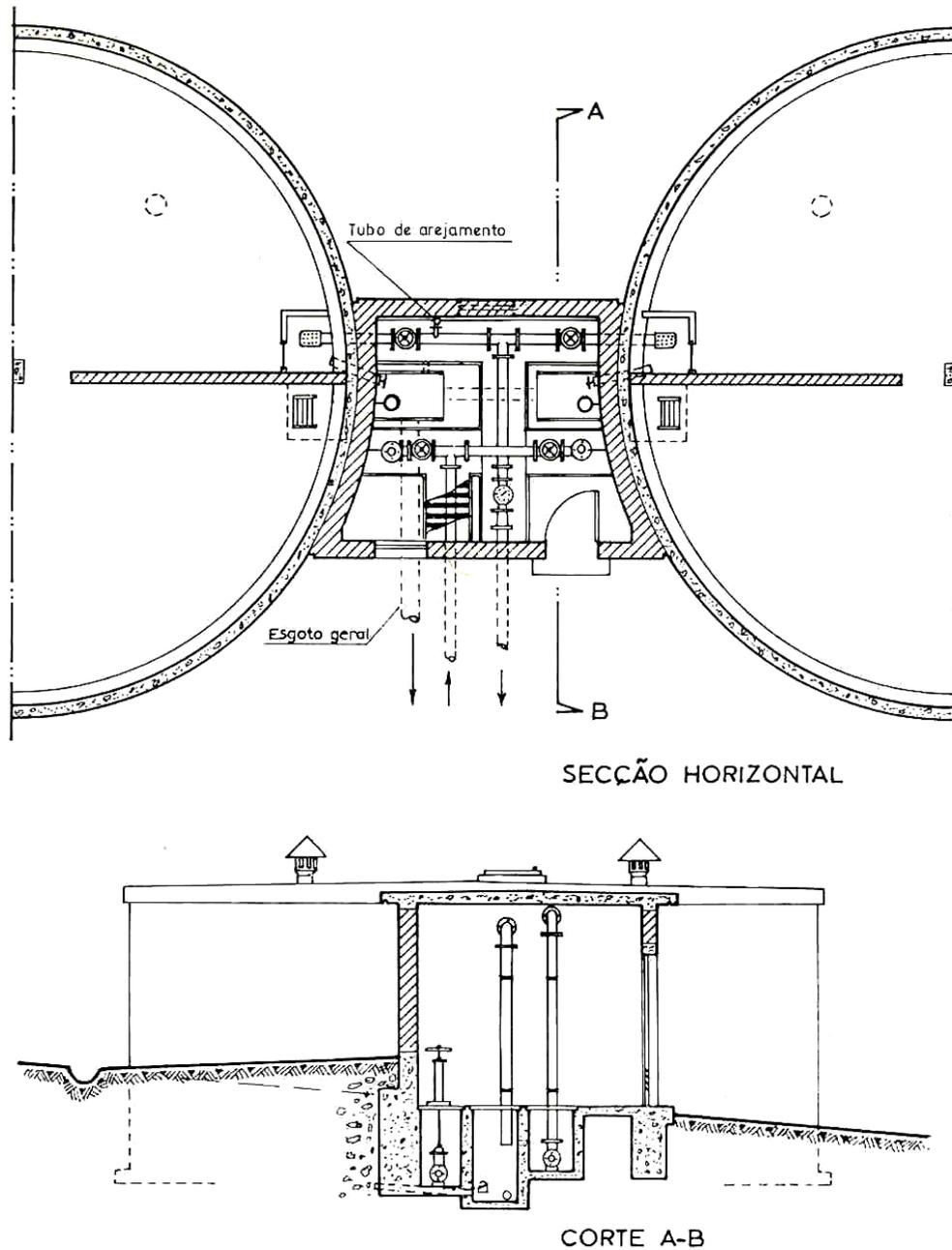


Figura 13 – Exemplo ilustrativo de uma câmara de manobras de um reservatório bicelular  
(Manual de Saneamento Básico – Direcção Geral dos Recursos Naturais, 1991)



Os medidores de nível (ou de altura) permitem conhecer os valores do nível de água em qualquer instante (a medição é contínua), enquanto que os indicadores apenas permitem saber se o nível (ou a altura) de água na célula está acima ou abaixo de um determinado valor.

### **5.3.7 Protecção sanitária dos reservatórios**

No Decreto Regulamentar nº 23/95, o artigo 72.º - Protecção sanitária, inclui um conjunto de disposições regulamentares relativas aos aspectos que serão discutidos neste Capítulo, que a seguir se transcrevem:

*“Para garantia de protecção sanitária da água armazenada, os reservatórios devem:*

- a) Ser perfeitamente estanques às águas subterrâneas e superficiais;*
- b) Possuir um recinto envolvente vedado, de acesso condicionado;*
- c) Possuir as aberturas protegidas contra a entrada de insectos, pequenos animais e luz;*
- d) Utilizar materiais não poluentes ou tóxicos em contacto permanente ou eventual com a água;*
- e) Ter a entrada e a saída da água em pontos suficientemente afastados para evitar a formação de zonas de estagnação;*
- f) Ser bem ventilados de modo a permitir a frequente renovação do ar em contacto com a água;*
- g) Ter, quando necessário, adequada protecção térmica para impedir variações de temperatura da água.”*

Para além das disposições regulamentares, neste Capítulo indicam-se, complementarmente, recomendações respeitantes à garantia da manutenção da qualidade da água armazenada nas células dos reservatórios. Estas disposições são simples, mas o seu cumprimento é indispensável, dadas as implicações para a saúde pública que a sua violação pode acarretar.

Em primeiro lugar, há que salientar que os reservatórios objecto deste Capítulo armazenam água potável (já tratada), pronta a ser distribuída aos consumidores, acarretando, portanto, as maiores responsabilidades o facto de ser geralmente no seu interior que a água passa pelo seu último estágio em contacto com a atmosfera, antes de entrar nas redes de distribuição de água sob pressão.



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA**  
**SECÇÃO DE HIDRÁULICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

Assim, as células dos reservatórios devem ser projectadas de forma a:

- assegurar uma circulação regular da água no seu interior, de modo a evitar a estagnação;
- nenhum dos materiais usados na sua construção, e que possam estar em contacto com a água armazenada, ser susceptível de alterar a sua composição;
- serem estanques e estarem perfeitamente protegidas contra qualquer foco de poluição e contaminação exteriores;
- evitar variações bruscas da temperatura da água;
- evitar a entrada de luz, mediante adequada protecção dos orifícios de exploração e de ventilação;
- assegurar uma renovação frequente do ar em contacto com a água, mediante ventilação natural apropriada.

A mais importante das condições expostas é a segurança contra a poluição e contaminação exteriores. Esta segurança é realizada mediante a existência de uma zona de resguardo, envolvente da área do reservatório, e pela previsão de dispositivos de protecção contra animais vectores de doenças (mosquitos, ratos, moscas) ou portadores de microrganismos patogénicos (aves, mamíferos).

Em reservatórios enterrados e semi-enterrados a protecção das células contra a poluição devida a águas subterrâneas ou superficiais é essencial.

As células dos reservatórios devem ser periodicamente lavadas e desinfectadas com auxílio de soluções de hipoclorito de sódio (vulgar lixívia). A periodicidade destas operações, que são sanitariamente importantes, depende do facto de as células dos reservatórios serem ou não compartimentadas. Estas operações de limpeza e desinfeção podem ter lugar duas ou mais vezes por ano.