

# **Seminário “ASPECTOS EM PORTUGAL E NA UNIÃO EUROPEIA DAS DIRECTIVAS INCIDENTES NO CICLO URBANO DA ÁGUA”**

---

## **Modelação Integrada de Sistemas de Águas Residuais**

**COVILHÃ, APRH, SETEMBRO DE 2005**

**José de Saldanha Matos  
(Prof. IST)**

---

# ÍNDICE DA COMUNICAÇÃO ESCRITA

J.S. Matos (IST) e F. Ferreira (IST)

- 1- INTRODUÇÃO.
- 2- LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO EM SANEAMENTO E AMBIENTE.
- 3- MODELAÇÃO DE SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS.
- 4- CASO DE ESTUDO NA CIDADE DE LISBOA.
- 5- SÍNTESE E CONCLUSÕES.

---

# ÍNDICE DA COMUNICAÇÃO ORAL

- 1- ASPECTOS INTRODUTÓRIOS.
- 2- PROBLEMAS E DESAFIOS EM SISTEMAS DE SANEAMENTO.
- 3- DIRECTIVAS E LEGISLAÇÃO DIVERSA.
- 4- MODELAÇÃO DE SISTEMAS COM VISTA À “QUALIDADE DA ÁGUA”.
- 5- CASOS REAIS E CASOS DE ESTUDO.
- 6- SISTEMAS NO SÉC. XXI: PERSPECTIVAS PARA O AMANHÃ.
- 7- SÍNTESE. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

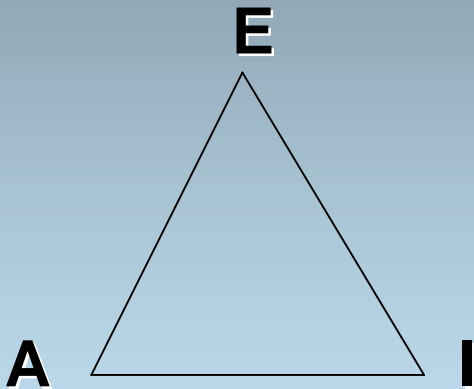
# 1- ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

## 2- PROBLEMAS E DESAFIOS

- a) **CONTROLO DE INUNDAÇÕES** (zonas baixas; zonas sob a acção da maré; “sítios” a jusante de grandes bacias hidrográficas; ....)
- b) **CONTROLO DA POLUIÇÃO E CUMPRIMENTO DA LEI** (Qualidade da água, do ar e do solo) (controlo da poluição contínua e intermitente – grande escala) (Harremöes, 2001).
- c) **EXIGÊNCIA DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL** (Cumprimento de legislação no domínio da água e menores consumos de recursos naturais, menores gastos de energia, menor dispêndio de recursos humanos, aceitação social ...)
- d) **EXIGÊNCIA DE ECONOMIA E DIMENSÃO ÉTICA DE PROCEDIMENTOS** (Transparência e participação pública)

---

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL** (E<sup>3</sup> – Ecologia (Ambiente), Economia e Ética (Social)).



**(AMBIENTE, ÉTICA E E(I)CONOMIA)**

**Sustentabilidade Ambiental Integrada (SAI)**

---

### 3- DIRECTIVAS E LEGISLAÇÃO DIVERSA

- Directiva das Águas Balneares (76/160/CE).
- Proposta de Directiva das Águas Balneares (2003/C 45 E/15) (Conciliação).
- Directiva-Quadro da Água (2000/60/CE).
- Decreto Regulamentar nº 23/95 (de 23 Agosto).  
(Artº13- Períodos de retorno; Artº133- Dimensionamento hidráulico-sanitário, Artº168- Descarregadores e graus de diluição e ANEXO XII- critérios de descarga em estuários: valores mínimos de diluição em função do tipo de tratamento, usos do meio ...).
- Decreto lei nº 152/97 (de 19 Junho) (Directiva do Tratamento de Águas Residuais - 91/271/CEE), Decretos-leis nº 243/2001 e nº 149/2004.
- Decreto lei nº 236/98 (de 1 Agosto)

---

## NORMAS EUROPEIAS RELEVANTES

- **EN 752-2-** Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais – Requisitos de desempenho
- **EN 752-4-** Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais – Dimensionamento hidráulico e considerações ambientais
- **EN 752-5-** Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais – Reabilitação
- **EN 752-7-** Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais – Exploração e manutenção

### MODELAÇÃO DE COLECTORES – EQUAÇÕES DE SAINT-VENANT

$$\begin{cases} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} = g(i - j) \end{cases}$$

## Quadro 1- Aplicabilidade de métodos de cálculo e simulação de caudais (adaptado de EN 752-4, 2001)

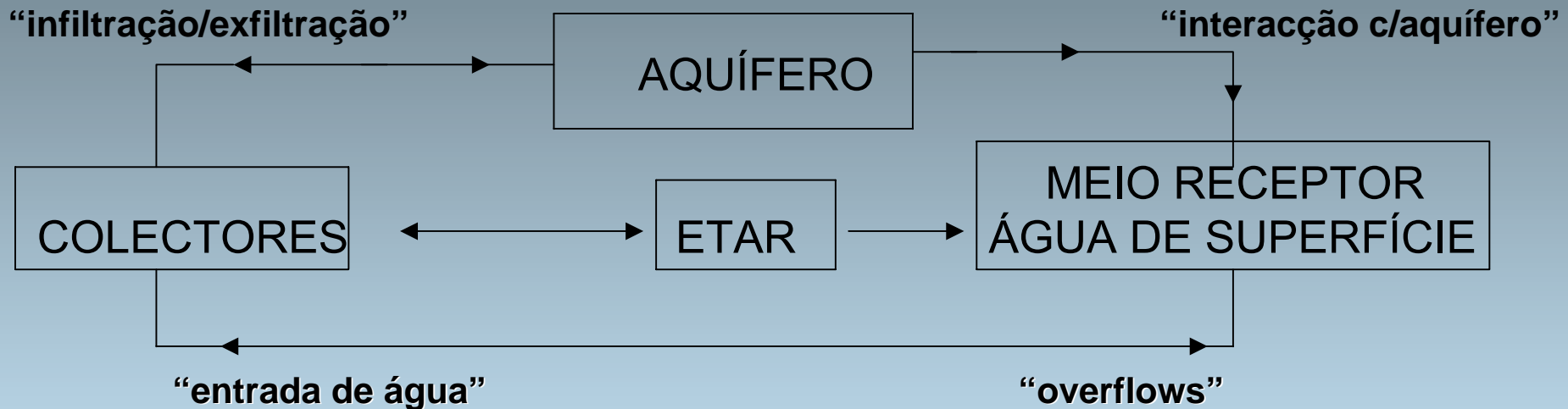
Domínio Aplicação	Métodos		
	Métodos simples/empíricos	Modelo de onda cinemática	Modelos dinâmicos
Dimensionamento de pequenos sistemas	S	S	NR
Dimensionamento de grandes sistemas	—	S	NR
Verificação do desempenho em termos de inundações	—	—	S*
Verificação do comportamento hidráulico e ambiental de sistemas existentes	—	S*	S*
Concepção e dimensionamento de emissários e descarregadores de tempestade	—	S*	S*
Impactes sobre o meio receptor (qualidade)	—	S	S*
Impactes sobre o meio receptor (quantidade)	—	S	NR
Controlo em tempo real	—	S	NR

S- Aspectos hidrológicos tratam-se de forma simplificada; S\* - Aspectos hidrológicos tratam-se de forma simplificada ou detalhada; NR- Em regra, não recomendável.



# 3- MODELAÇÃO DE SISTEMAS COM VISTA À “QUALIDADE DA ÁGUA”

## MODELAÇÃO INTEGRADA – INTERACÇÃO – EXEMPLOS



transporte e reserva

transporte e reserva

transporte e reserva

tratamento

tratamento

tratamento

(alteração da qualidade)

(alteração da qualidade)

(alteração da qualidade)

## ALGUNS MODELOS COMPLEXOS

COLECTORES/BACIAS DE DRENAGEM	ETAR	MEIO RECEPTOR
FLUPOL (Agence de l'eau Seine-Normandie, ...) SWMM (EPA) (versão 5.0.004) MOUSE/SAMBA (DHI) MOSQUITO (Wallingford) HYDROWORKS (Wallingford) INFOWORKS (Wallingford) Sewer CAD WATS ("Escola de Aalborg")	EFOR (DHI) STOAT (WRc) WEST (Univ. Ghent, Belgica) ASIM (EAWAG, Suíça) SIMBA (IFAK, Alemanha) BioWin (Envirosim, Canada) GPS-X (Hydromantis, Canada)	AQUASIM (ETAR, Meio Receptor) SIMPOL (rios, UPM) MIKE 11 (DHI) AVG (Alemanha) ISIS (Wallingford) QUAL2E (EPA) RWQMI (IWA) MOHID (IST-MARATEC)

---

# MODELOS INTEGRADOS

(1992 → ...)

**SYNOPSIS** (SCHÜTZE, 1996) – recorre a pacotes comerciais. Não inclui Meio Receptor.

**WEST** (Origem Bélgica) – ETAR e meios receptores

**AQUASIM** (REICHERT, 1994) – ETAR e rios (não inclui colectores)

**SIMBA** – Colectores, ETAR e rios

**ICS** (Integrated Catchment Planning) – Corrida de modelos (MOUSE, STOAT e MIKE 11) de forma integrada (Programa “LIFE”) (DHI e WRc)

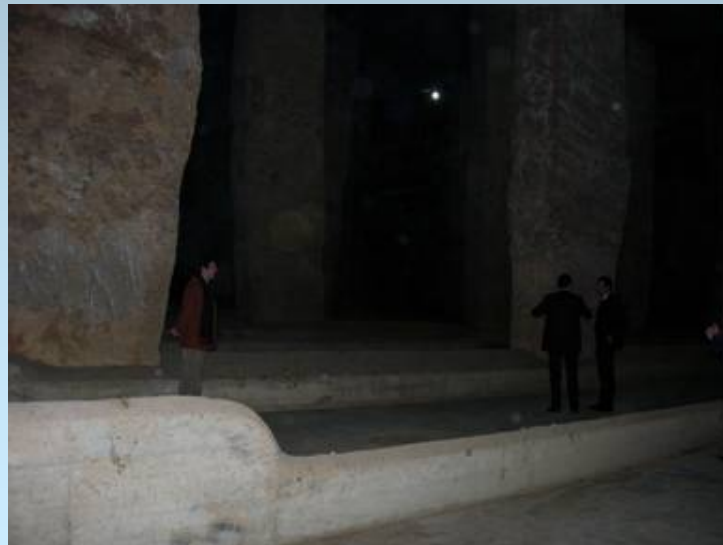
- Disponibilidade de dados?
- Calibração? Validação?

## 4- CASOS REAIS E CASOS DE ESTUDO

1º



2º













1°



2°



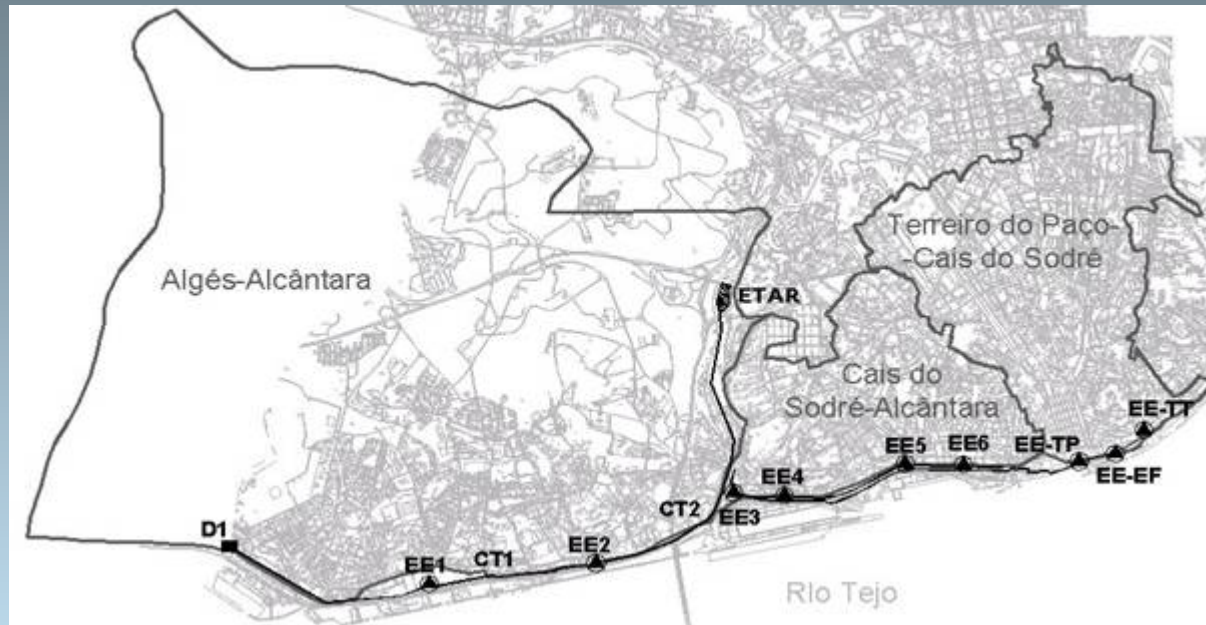




# CASO DE ESTUDO NA CIDADE DE LISBOA

PROJECTO REHALIS (2003/2004 – IST, com apoio LNEC)

MODELOS MOUSE + MOHID



Delimitação das bacias do sistema afluente à ETAR de Alcântara (“zona baixa”).

- ANO SECO (1982/83)
- ANO HÚMIDO (1978/79)
- ANO MÉDIO (1981/82)

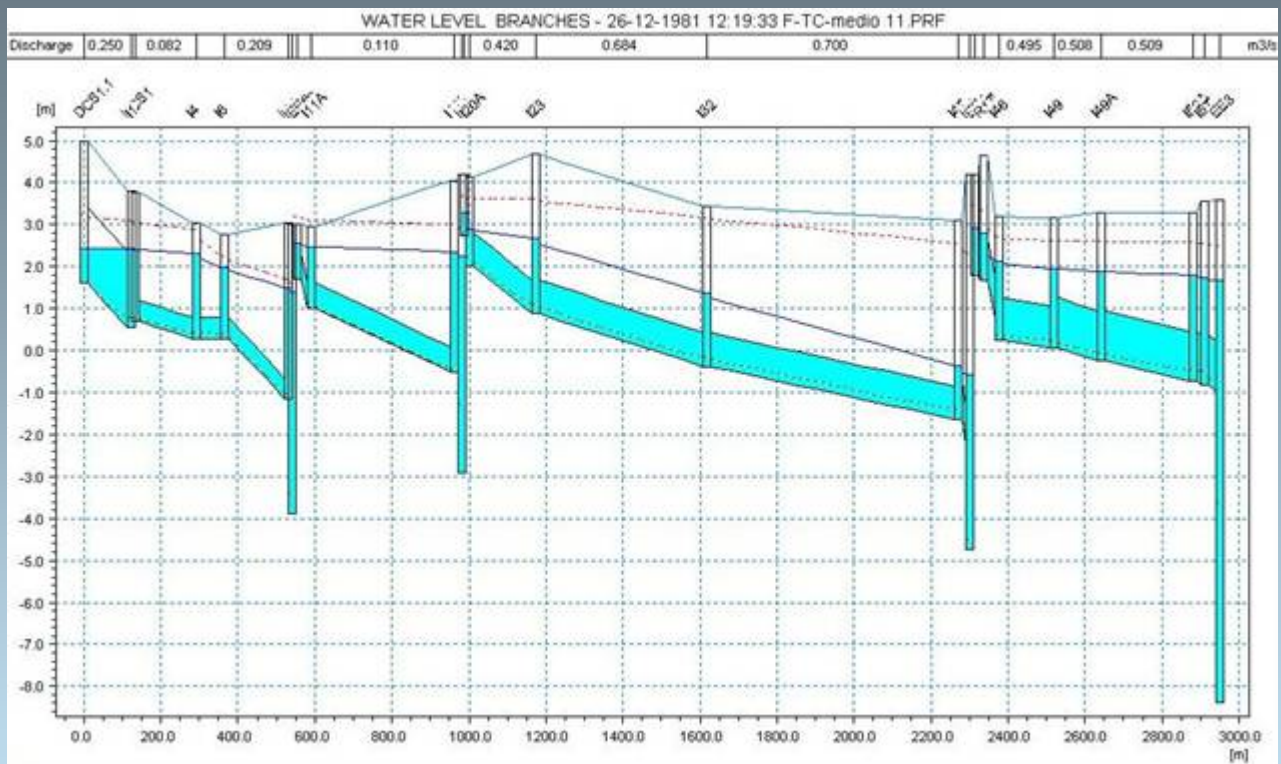


Figura 3 – Perfil longitudinal e alturas de  gua: Frente Cais do Sodré-Alcântara, precipita o máxima do ano médio (1981/1982).

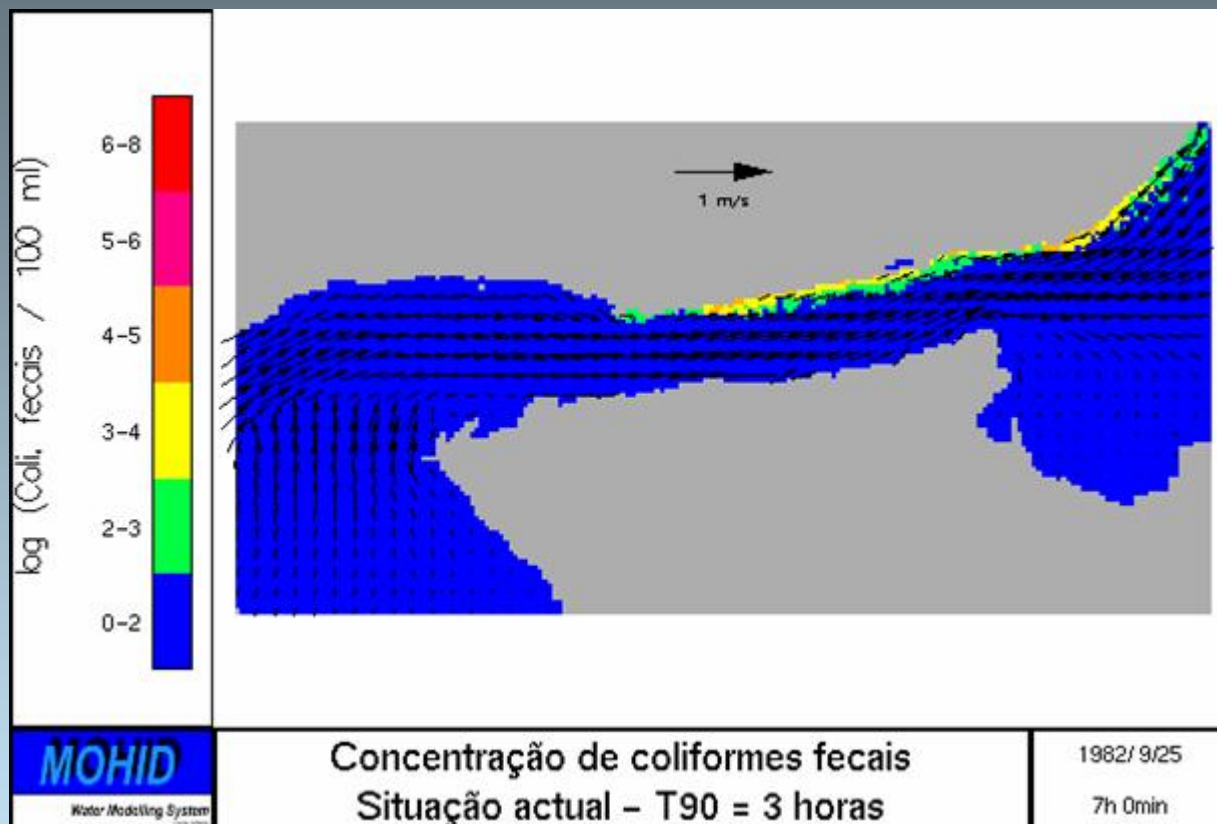


Figura 4 – Concentração de coliformes fecais no estuário do Tejo: 25-9-1982 / 7h (situação actual).

---

## 5- SISTEMAS DO SÉCULO XXI: PERSPECTIVAS PARA O AMANHÃ

(VECTORES: SATISFAÇÃO DA LEI E QUALIDADE DO AMBIENTE)

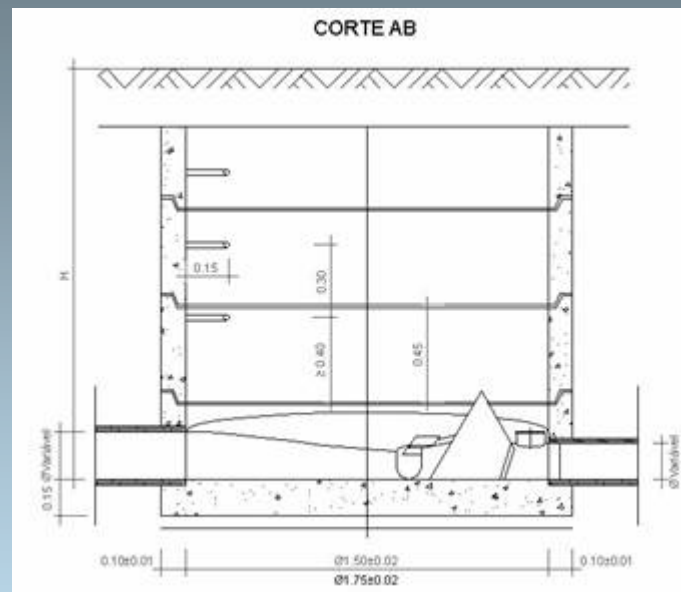
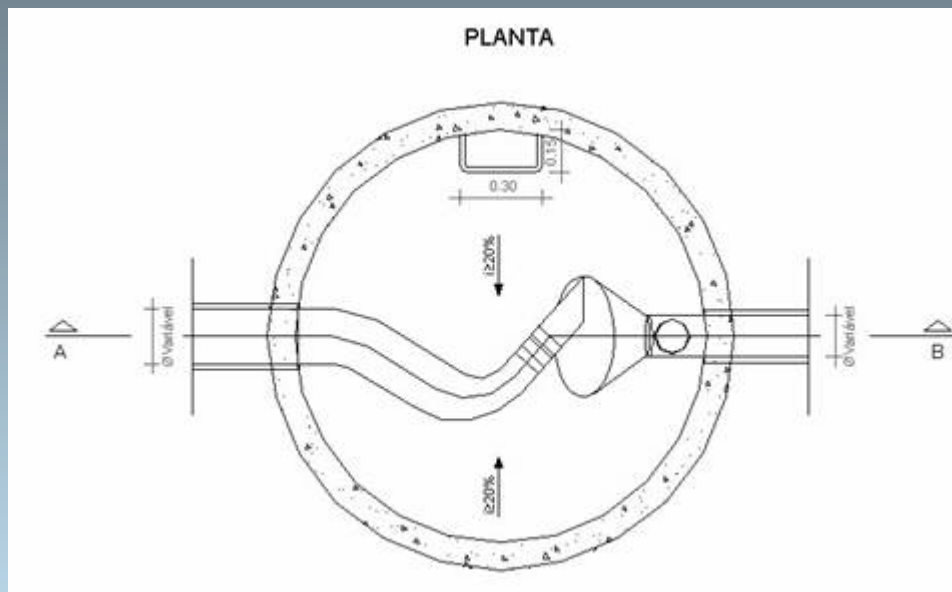
- EXIGÊNCIAS DE QUALIDADE DOS MEIOS RECEPTORES.
- EXIGÊNCIAS NA UTILIZAÇÃO E GESTÃO DE RECURSOS.

### ALGUMAS TENDÊNCIAS

1- Separação tendencial de águas residuais (pluviais e domésticas)

- a) Soluções de controlo na origem
- b) Soluções de ligação directa: rede separativa → interceptores

## 2- Erradicação e correcção de descargas/controlo de caudais (Ex: “válvula vortex”)



**VÁLVULA DE VORTEX ( $Q_{\min} = 11$  l/s)**

**E**

**TUBOS CURTOS COM VÁLVULA ( $Q < 11$  l/s)**



### 3- Reservatórios anti-inundação (T = 10 anos)



Figura 9 – Vista de reservatório, Barcelona, 35 000 m<sup>3</sup>.

---

4- Reservatórios ou bacias anti-poluição ( $T = 1/5$  a  $1/10$ )

5- Sistemas de controlo em tempo real

Radar + Monitorização + Teletransmissão + Modelos + Actuadores (válvulas, comportas, bombagens, ...)

(Ex: Barcelona, Paris, Praga, Viena, Bordéus, Marselha, Copenhagem, Aalborg,...)

---

## 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS. SÍNTESE

- PARA O CUMPRIMENTO DE DIRECTIVAS, JUSTIFICA-SE O ESTUDO COM O RECURSO A MODELOS COMPLEXOS (ONDA CINEMÁTICA OU ONDA DINÂMICA) (EN 752-4):

1. Para a análise do desempenho de sistemas existentes
2. Para a avaliação de impactos no meio receptor
3. Para fundamentar estratégias de beneficiação e reabilitação

(MOUSE, SWMIM, INFOWORKS, EFOR, GPS-X, ...)

- RECURSO A MODELAÇÃO INTEGRADA

Justifica-se se,

- a poluição do meio receptor tem diversas origens.
- as componentes do sistema interagem entre si

- PROJECTO ICREW (Improving Coastal and REcreational Waters for All): Parceiros (Portugal, Reino Unido, Irlanda, Espanha e França)  
PA6 – Sustainable Seweage Solutions.



ETAR Malavado, Odemira (Leito de macrófitas)