

# MEDIÇÃO DE CAUDAL PRECIPITAÇÃO E NÍVEL FREATICO

FATORES ESSENCIAIS NO ESTUDO E CONTROLO DE  
AFLUÊNCIAS INDEVIDAS EM REDES DE DRENAGEM

Cristina Caldas  
Pedro Fernandes

# Grupo

## Contimetra/Sistimetra

LISBOA - 1964

PORTO - 1983

### Departamentos

INDÚSTRIA E AMBIENTE

QUÍMICOS E FERRAMENTAS

CONTROLO, SISTEMAS E GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA

AR CONDICIONADO

ÍNDICE

## ESTUDO E CONTROLO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS EM REDES DE DRENAGEM:

- 1 • TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DE CAUDAL
- 2 • SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DE NÍVEL
- 3 • SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DE PRECIPITAÇÃO
- 4 • SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DA QUALIDADE
- 5 • INSTALAÇÃO E MONITORIZAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS
- 6 • TRATAMENTO, EDIÇÃO DOS DADOS E QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS

ÍNDICE

## ESTUDO E CONTROLO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS EM REDES DE DRENAGEM:

- 1 • TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DE CAUDAL
- 2 • SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DE NÍVEL
- 3 • SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DE PRECIPITAÇÃO
- 4 • SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DA QUALIDADE
- 5 • INSTALAÇÃO E MONITORIZAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS
- 6 • TRATAMENTO, EDIÇÃO DOS DADOS E QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS



# 1

## SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DE CAUDAL ESCOAMENTOS EM SUPERFÍCIE LIVRE

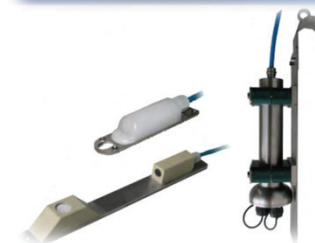
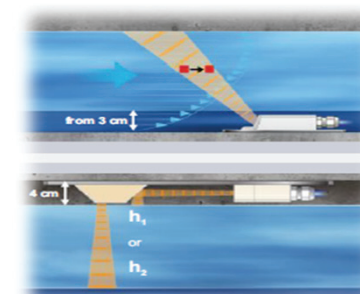
Os **caudalímetros com multissensorização** são os que melhor se aplicam em redes de drenagem urbana sendo de fácil instalação e sem necessidade de obras de construção civil .

O cálculo do caudal é realizado utilizando a **equação da continuidade**, através da medição da altura de escoamento e velocidade média do escoamento.

O método de medição da velocidade difere da tecnologia adoptada. As tecnologias de medição da velocidade mais utilizadas, são as seguintes:

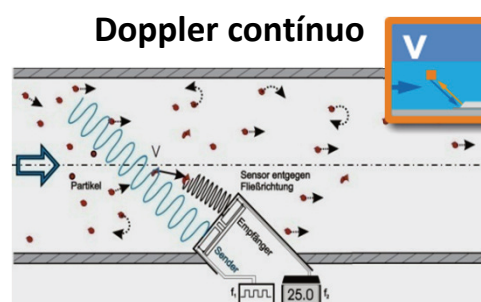
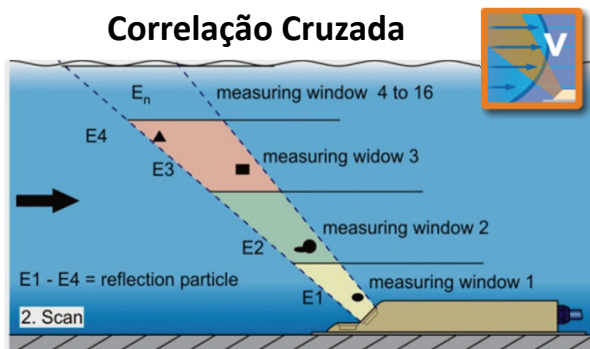
- **Correlação Cruzada** – Reconhecimento digital de partículas e cálculo por correlação cruzada. Permite medir até 16 velocidades singulares e traçar o perfil de velocidade do escoamento.
- **Doppler contínuo** – Princípio básico do efeito de doppler de onda contínua.
- **Radar** – Princípio de radar

A tecnologia de medição seleccionada deverá assegurar a medição do caudal para pequenas alturas de escoamento e acima de meia secção e/ou entrada em carga do colector.

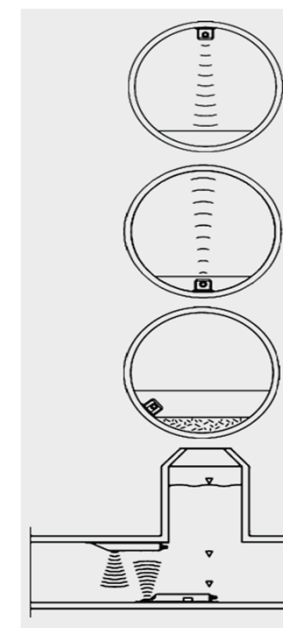
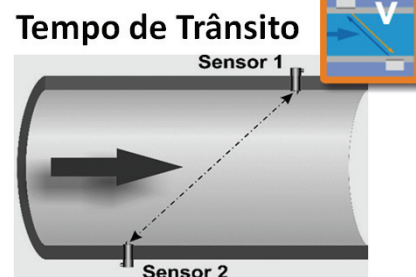
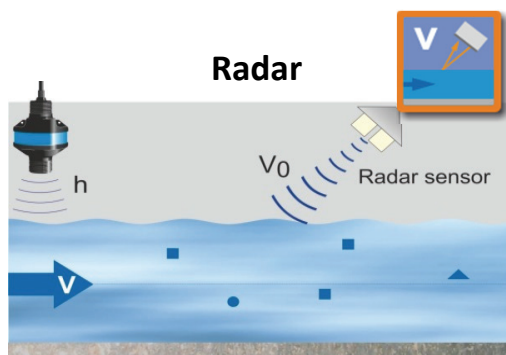


1

TECNOLOGIAS DE MEDIÇÃO DA VELOCIDADE  
 – ESCOAMENTO EM SUPERFÍCIE LIVRE

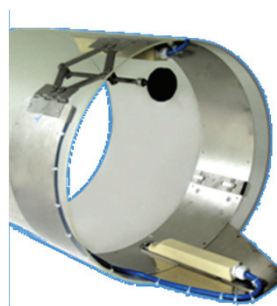
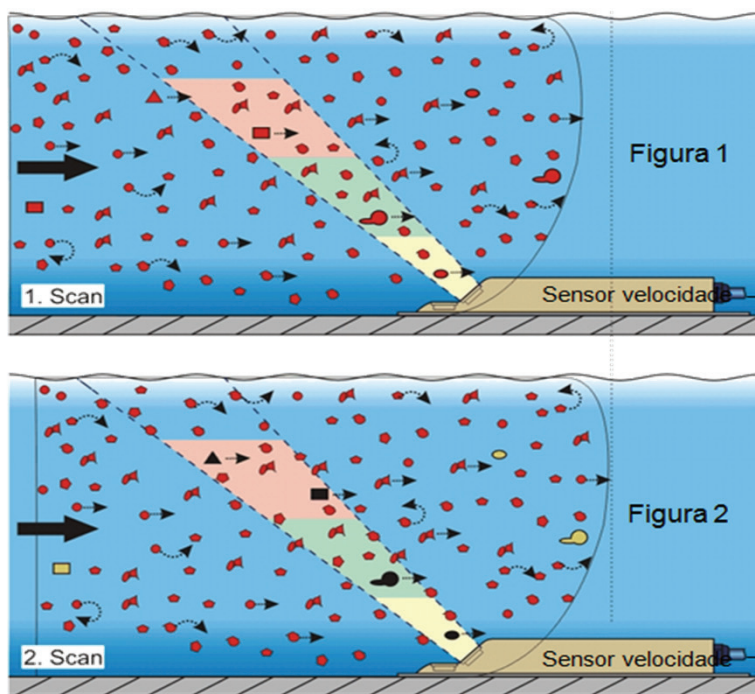


NÍVEL



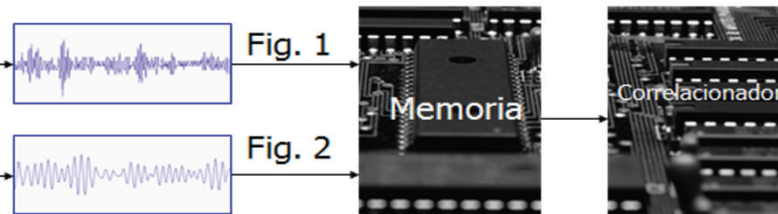
1

## MEDIÇÃO DA VELOCIDADE – TECNOLOGIA DE CORRELAÇÃO CRUZADA



*Correlação Cruzada*

Comparação entre duas amostras



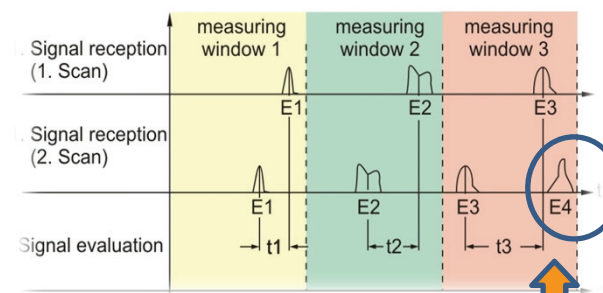
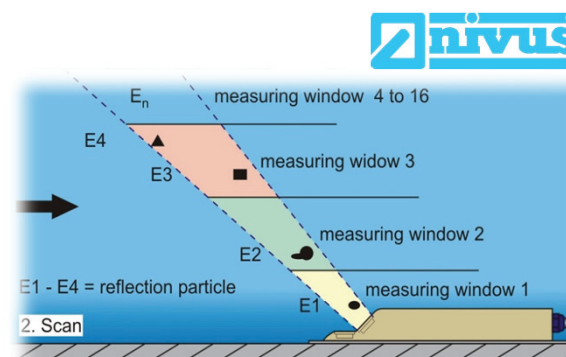
A velocidade do escoamento pode ser calculada a partir do movimento das partículas reflectoras.

# 1

## MEDIÇÃO DA VELOCIDADE – TECNOLOGIA DE CORRELAÇÃO CRUZADA

- 1º Scan das partículas;
- 2º Scan das partículas;
- A sobreposição das duas “*imagens*” permite saber o intervalo de tempo que cada partícula leva da posição inicial à posição final.

Uma reflexão não identificada não é considerada.

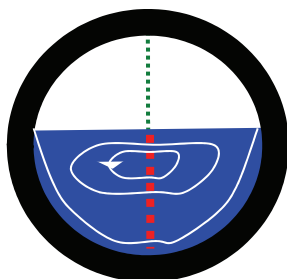
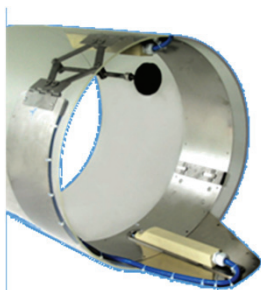




1

## EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

### Correlação Cruzada



### Radar



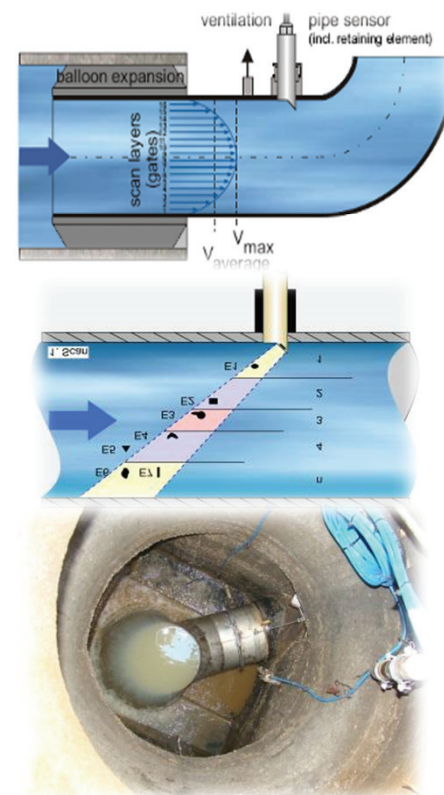
# 1

## SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO – CAUDAIS REDUZIDOS

- Secção transversal bem definida.
- Escoamento é feito em secção cheia.
- Esta solução tem menos incertezas na medição e, em regra, apresenta muito bons resultados.
- Necessário assegurar a boa operacionalidade do colector, uma vez que este ficará em secção cheia a montante.
- Deverá ser tido em consideração o caudal máximo e o mínimo, pois o sensor pode não ter uma resolução que permita uma correcta medição de velocidades baixas ou de velocidades muito elevadas.
- Os medidores “tipo cachimbo” também podem ser concebidos com medidores electromagnéticos:

**Vantagem:** Preço mais reduzido

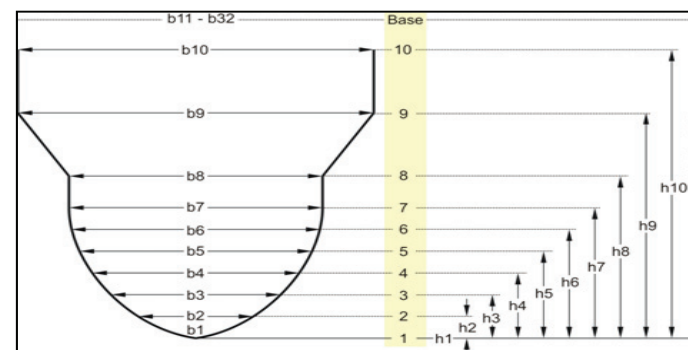
**Desvantagem:** Não mede baixos caudais com boa precisão



# 1

## GEOMETRIA E DIMENSÕES

- Parametrização da secção transversal
- Dimensões
- Sedimentação



```
RUN IPAR I/O CAL EXTRA
measurement place
name
subdivide geometry
channel shape(s)
channel geometry

Qmin 0.000 l/s
h= 0.500 m
hb= 0.300 m
b
sludge level
0.000 m
```

```
RUN IPAR I/O CAL EXTRA
measurement place
channel shape(s)
round pipe
3r egg
rectangular
U-profile
trapezoid
custom shape
2r egg
```

## 2

### SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DO NÍVEL

#### TRANSDUÇÃO ULTRASSÓNICA DE NÍVEL POR TEMPO DE TRÂNSITO

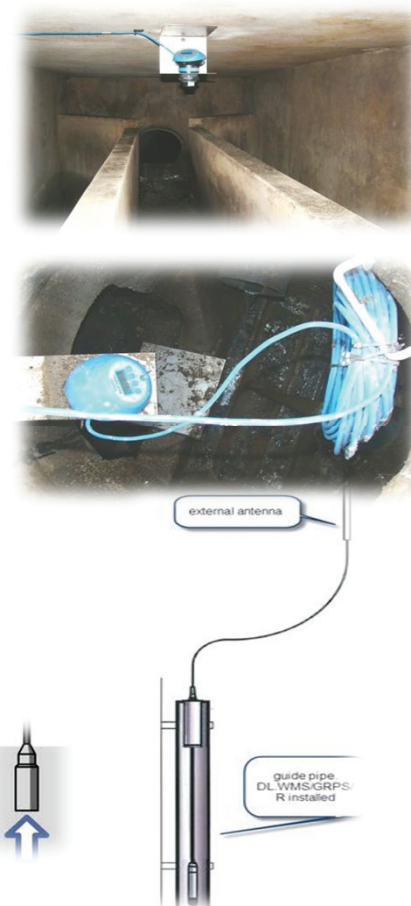
As funções de emissor e recetor são geralmente realizadas por um mesmo dispositivo.

A condição ideal para aplicação do método corresponde a uma superfície de líquido lisa. A irregularidade da superfície do líquido (p.ex. devida a agitação, a espuma, etc.) prejudica a exatidão das medições, podendo mesmo impedir a aplicação do método..

A colocação no ponto mais elevado da secção da conduta ou da câmara de visita não obriga a imersão permanente, mas esta ainda poderá ocorrer durante períodos mais ou menos longos em que a conduta encha ou a câmara entra em carga, fazendo com que o sensor deixe de medir corretamente.

Uma forma clássica de medir nível consiste na utilização de **sensores de pressão** colocados no fundo de um canal ou de uma conduta parcialmente cheia.

- Medição referida à pressão atmosférica no local.
- Dimensões reduzidas
- A sua colocação deve resguardá-los, da acumulação de sedimentos e/ou da interposição de bolhas entre o líquido e a membrana.





## 2

### MEDIÇÃO DO NÍVEL FREÁTICO

Ex: Costa da Caparica – Perfuração e execução do piezómetro

Perfuração:

O nível freático na altura de tempo seco variou cerca de 9 cm e no inverno variou cerca de 18 cm atingindo o seu máximo em alturas de chuva.

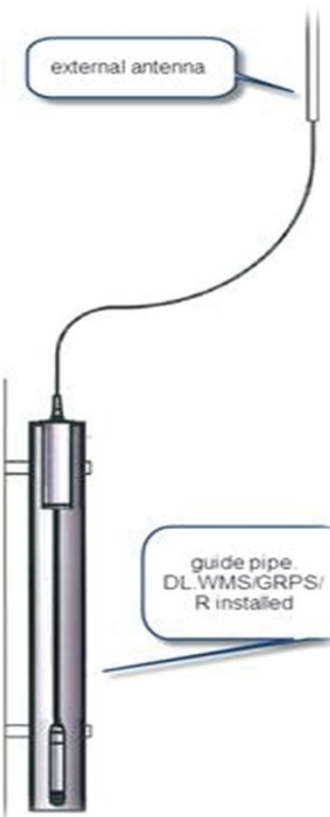
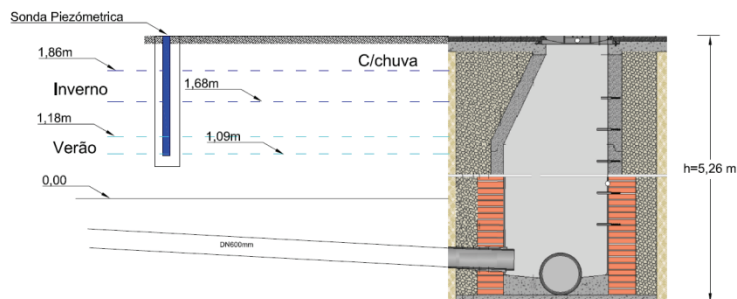
Cota de Referência: 2 metros de profundidade

Tubo ralo Ø140 mm

Filtro em seixo calibrado

Sonda de nível hidrostática

Datalogger com modem de comunicação GSM



# 3

## SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

A precipitação é uma medida pontual, em pontos isolados com equipamentos do tipo totalizador (**udómetros**).

- Deverá incluir diversos pontos da bacia de drenagem.

### Critérios de seleção dos locais:

- Devem ser colocados a uma distância dos obstáculos mais próximos superior a quatro vezes a altura destes.
- Minimizar os efeitos da turbulência mecânica, a qual influi profundamente na quantidade de precipitação recolhida.

**A precipitação medida pode diferir da precipitação que atinge o solo na vizinhança do aparelho devido a diversos fatores:**

- *defeitos do aparelho*, incluindo má instalação;
- *evaporação*;
- *efeito do vento* sobre as trajetórias da precipitação.



# 4

## SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DA QUALIDADE

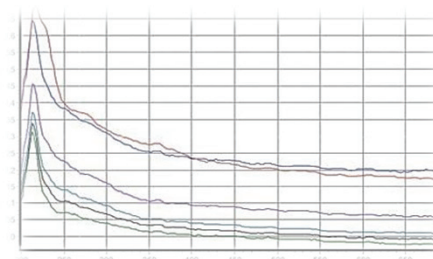
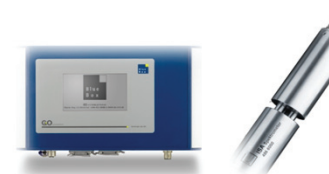
### ALGUMAS CARACTERÍSTICAS E DESEMPENHO DESTES EQUIPAMENTOS:

Recentemente, surgiram no mercado soluções portáteis com recurso a técnicas de espectrofotometria na gama Ultravioleta Visível (UV-Vis).

A aquisição *on-line* do espectro permite a avaliação da qualidade do efluente em contínuo, nomeadamente dos parâmetros Sólidos Suspensos Totais (SST) e Carência Química de Oxigénio (CQO), no entanto podem ser parametrizados muitos outros parâmetros.

A calibração do equipamento é realizada especificamente para cada parâmetro, através da introdução de calibrações locais, específicas do efluente monitorizado.

- A sonda não tem electrónica incorporada – isento de falhas.
- Distância do emissor e receptor ajustável – aplicação para água limpa e para água residual



# 4

## SOLUÇÕES DE MEDIÇÃO DA QUALIDADE

### MEDIÇÃO DE CONDUTIVIDADE, PH E TEMPERATURA

Medição da **Condutividade**:

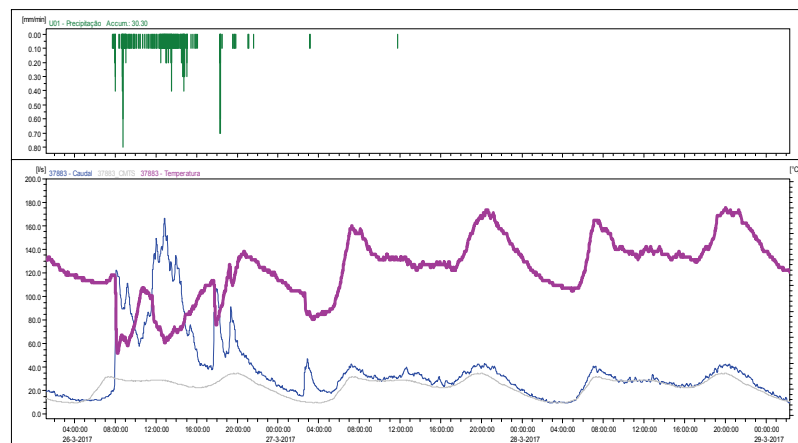
- Detecção de eventuais descargas comerciais e industriais não tratadas
- Detecção de água salina  
*+ salinidade resulta em + condutividade*

Medição do **PH**:

- Detecção de sólidos dissolvidos no efluente que permite detectar eventuais descargas industriais não tratadas.

Medição da **Temperatura**:

- Detecção de águas pluviais com a redução da temperatura do efluente





# 5

## INSTALAÇÃO E PARAMETRIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO

- Pré-montagem
- Sincronizar equipamentos
- Avaliação inicial do comportamento da solução de medição



# 5

## MONITORIZAÇÕES

- Manutenção periódica do equipamento
- Calibrações e eventual medição do nível de sedimentação



Segurança nas intervenções



Registo das alterações de parâmetros



Manutenção do equipamento



Calibração dos sensores



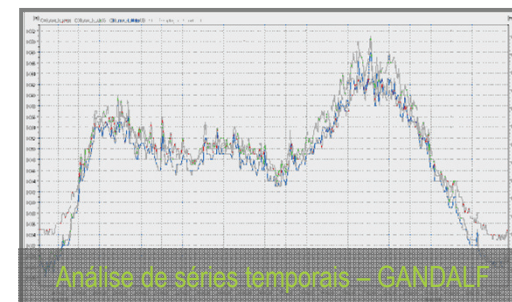
Troca das baterias

# 6

## ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

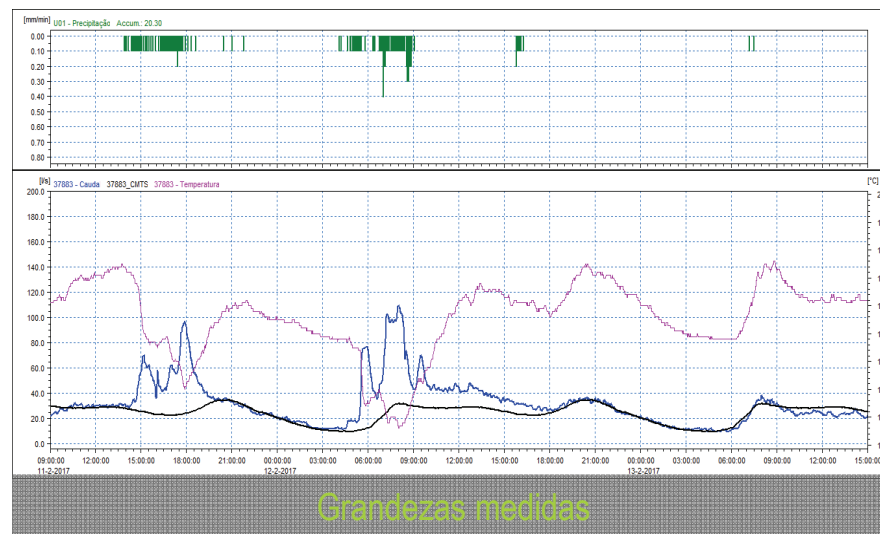
### DADOS

- Altura de escoamento – Pressão ; Ultra-sónico Ar ; Ultra-sónico Submerso
- Sedimentação
- Velocidade – Velocidades singulares ; Velocidade média
- Temperatura do Efluente
- Precipitação
- Parâmetros de qualidade



### FERRAMENTAS INFORMÁTICAS

- Análise de parâmetros
- Fórmulas Hidráulicas
- Gráfico do caudal médio de tempo seco
- Gráficos Scatter

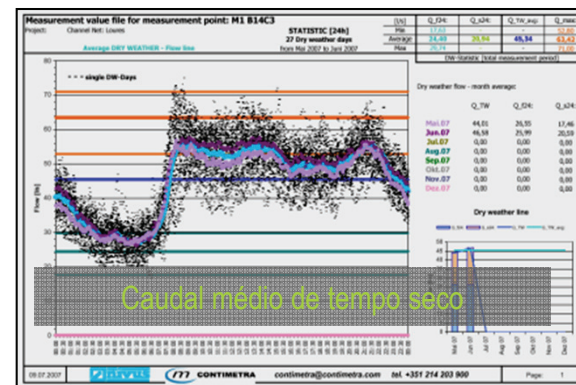




6

EDIÇÃO DOS DADOS

- Gráficos diários, semanais e por eventos de precipitação.
- Gráficos do caudal médio de tempo seco.
- Gráficos de caudal mínimo, médio e máximo diário.
- Gráficos scatter.
- Dados estatísticos das séries temporais.



Caudal médio de tempo seco

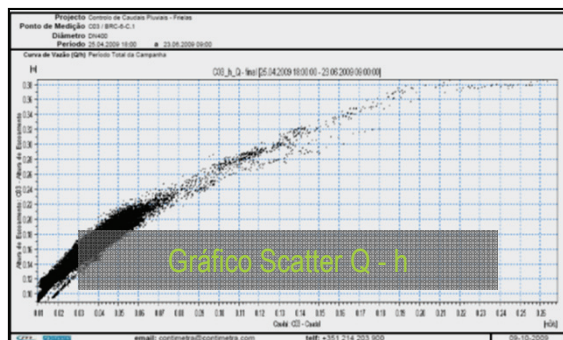
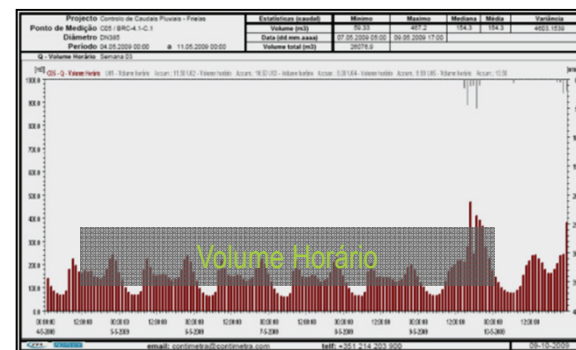


Gráfico Scatter Q - h



Volume Horário



## 6

## EXEMPLO DE METODOLOGIAS PARA QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS

## 1. Determinação da infiltração em redes de drenagem de águas residuais

Para uma estimativa da infiltração, de entre vários métodos possíveis, pode-se assumir o seguinte:

$$Q_{inf} = \frac{Q_{mínimo}}{Q_{médio medido}} \times 100$$

em que:

$Q_{inf} (\%)$  – Caudal de infiltração

$Q_{mínimo} \left(\frac{l}{s}\right)$  – Caudal mínimo registado

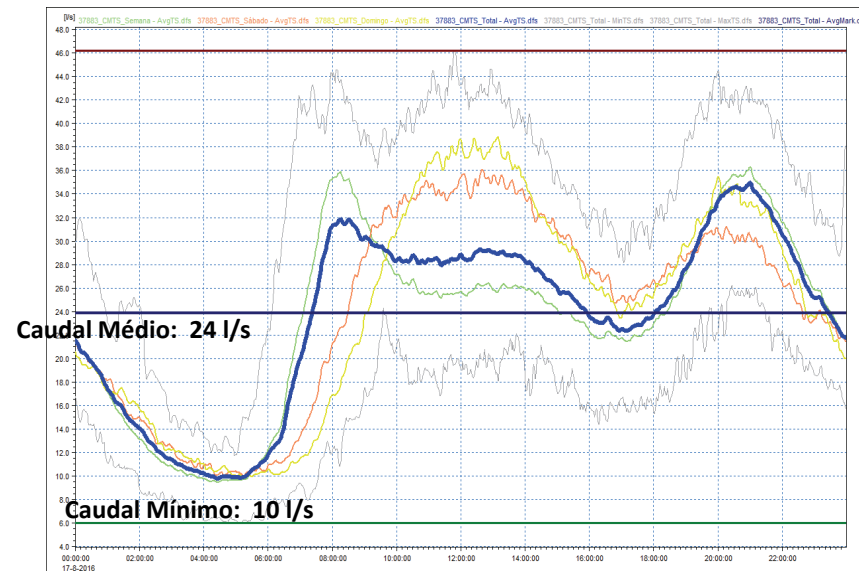
$Q_{médio medido} \left(\frac{l}{s}\right)$  – Caudal médio medido

Tendo em consideração os dados da curva média de tempo seco, o caudal mínimo de tempo seco foi de 10 l/s e o caudal médio medido foi de 24 l/s. Deste modo é possível estimar o caudal de infiltração:

$$Q_{inf} = \frac{10}{24} \times 100 = 41,6\%$$

Para uma estimativa do caudal de infiltração de apenas 50% do caudal mínimo nocturno temos a seguinte percentagem:

$$Q_{inf} = \frac{5}{24} \times 100 = 21,6\%$$

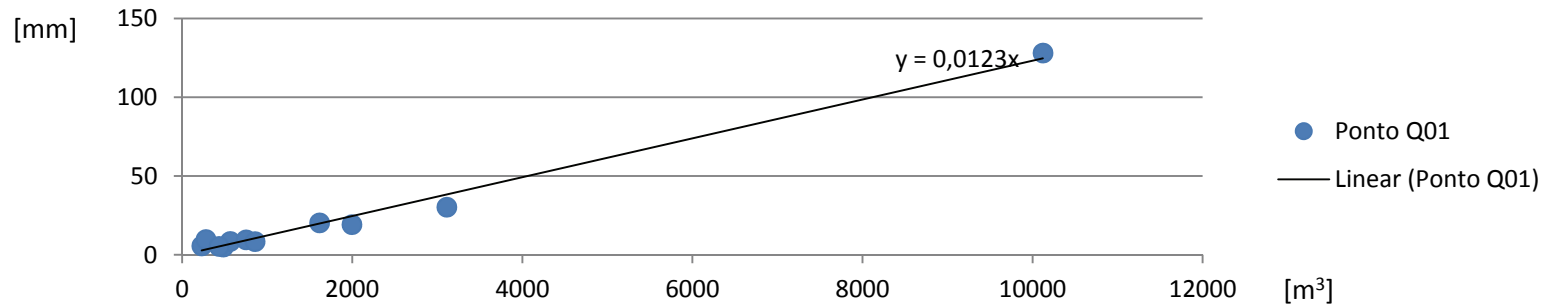


6

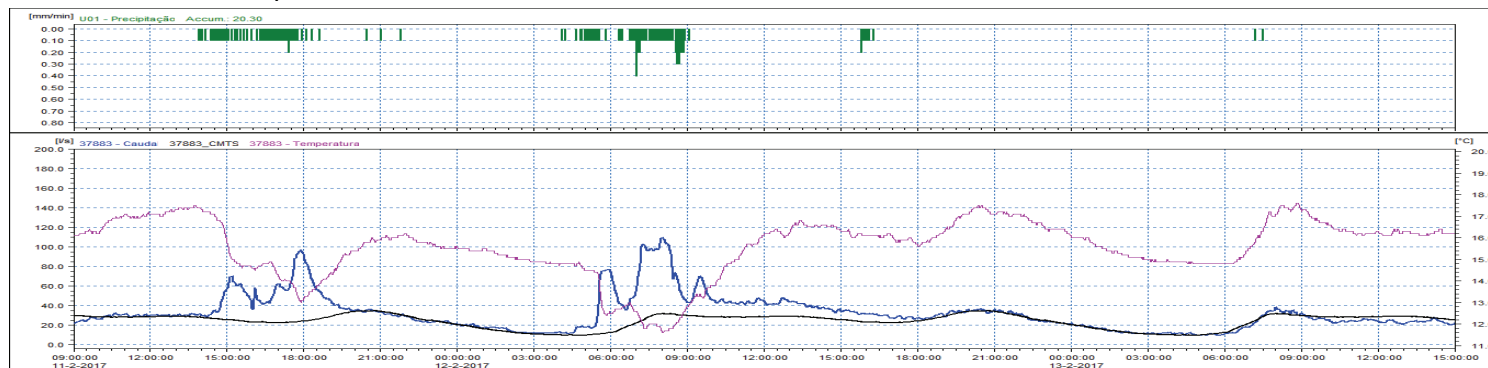
EXEMPLO DE METODOLOGIAS PARA QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS

2. Cálculo dos caudais pluviais directos

Para estimar o volume de água infiltrado no sistema devido à ocorrência de precipitação pode ser feita uma recta que relaciona os vários eventos ocorridos com o acréscimo de caudal em relação à curva média de tempo seco.



Pode-se observar a afluência de águas pluviais directas no colector. A verde está a precipitação medida pelo udómetro, a Azul é o caudal medido pelo caudalímetro, a preto é a curva calculada do caudal médio de tempo seco e a roxo a temperatura do efluente.



**MEDIÇÃO DE CAUDAL  
PRECIPITAÇÃO E NÍVEL  
FREATICO**

FATORES ESSENCIAIS NO ESTUDO E  
CONTROLO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS EM  
REDES DE DRENAGEM

Cristina Caldas  
Pedro Fernandes

**OBRIGADO  
PELA  
ATENÇÃO !**