

Medição de caudal em ribeiras

O CASO DE RIBEIRAS DE ALDOAR ÁGUAS DO PORTO

SISTEMA HÍBRIDO
CORRELAÇÃO CRUZADA/RADAR

Álvaro Caldas
Cristina Caldas
Cláudia Costa
Elza Ferraz

Grupo

Contimetra/Sistimetra

LISBOA - 1964

PORTO - 1983

Departamentos

INDÚSTRIA E AMBIENTE

QUÍMICOS E FERRAMENTAS

CONTROLO, SISTEMAS E GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA

AR CONDICIONADO

Soluções para águas e águas residuais

Dep. Indústria e Ambiente

MONITORIZAÇÃO DE CAUDAIS E PRESSÕES EM ZMC

PORTAL DE DADOS

CONTIMETRA

Dep. Indústria e Ambiente

TELEGESTÃO PERSONALIZADA

CONTIMETRA

Dep. Indústria e Ambiente

ÁGUAS RESIDUAIS

OCM Pro

PCM4

NFP

CONTIMETRA

Dep. Indústria e Ambiente

CONTROLO DE CUSTOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES

CONTIMETRA

Dep. Indústria e Ambiente

Deteção de fugas de água

Lo cal Z30 PC

FAST_200W

AQUA W-300D

CONTIMETRA

Dep. Indústria e Ambiente

TELECONTROLO DE BOMBAS E SISTEMAS DE ABASTECIMENTO LOCAL

CONTIMETRA

Dep. Indústria e Ambiente

PORTAL DE DADOS

CONTIMETRA

Dep. Indústria e Ambiente

TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS E ÁGUA DE CONSUMO POR ULTRA VIOLETA

Biotec

Sistema para aplicação em canal

Sistema fechado

CONTIMETRA

A medição de caudal em ribeiras, neste caso construída pra drenar caudais pluviais de uma vasta área da cidade do Porto, reveste-se de grande dificuldade visto que, com eventos de chuva, têm um caudal muito elevado, enquanto em tempo seco, os caudais estivais com altura de escoamento e velocidade muito reduzidas.

Recorremos a um caudalímetro híbrido que utiliza a tecnologia da “Correlação Cruzada” em conjunto com a “Radar” para medir os caudais nessas condições extremas.

A ribeira de Aldoar é a maior linha de água da orla costeira do Porto e localiza-se na zona ocidental da cidade. Os seus afluentes nascem na freguesia de Aldoar e Ramalde, desaguando junto do Castelo do Queijo. Possui cerca de 8,7 km de extensão total, maioritariamente entubada, e uma bacia hidrográfica de 4,2 km².



Localização do Medidor de Caudal

A ribeira é caracterizada no local das medições como uma estrutura de betão com cerca de 5 metros de largura e um tecto abobadado com cerca de 2 metros de altura.



Vista interior da ribeira no ponto de medição

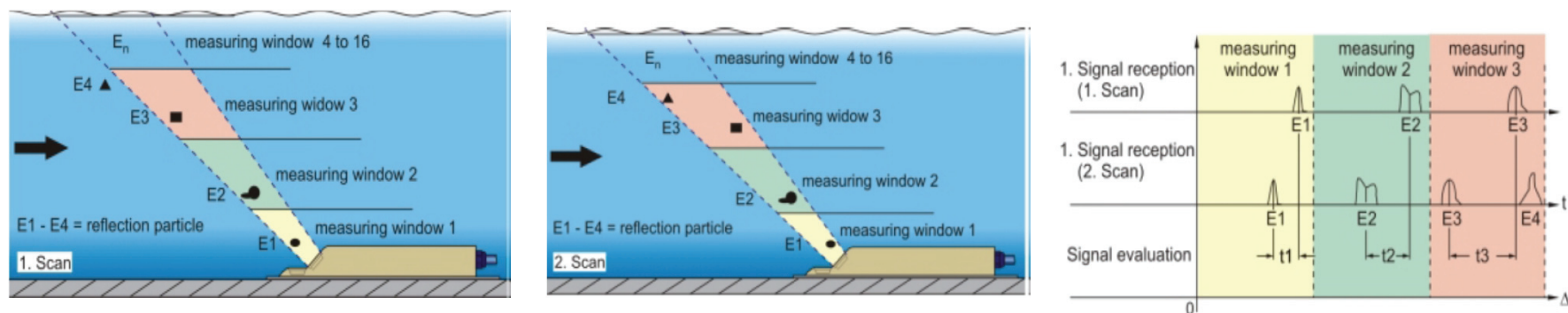
Sensor radar + nível ultrassónico montados no tecto

Sensor de correlação cruzada + nível hidrostático montados no leito

Correlação cruzada

O princípio da medição baseia-se na emissão de um ultrassom pulsado dentro da água. Esse ultrassom é refletido por partículas ou bolhas de ar contidas na água. Através do eco recebido, é processada e armazenada uma imagem dos ecos. Esse processo realiza-se várias centenas de vezes por segundo.

Por correlação entre duas imagens dos ecos, é possível reconhecer e identificar refletos a partir do movimento desses refletos no fluido. As suas diversas posições são visíveis em cada imagem. A velocidade do caudal desse fluido pode ser calculada a partir do movimento temporal dos refletos, tendo em conta o ângulo de transmissão e a pulsação do sinal ultrassónico.



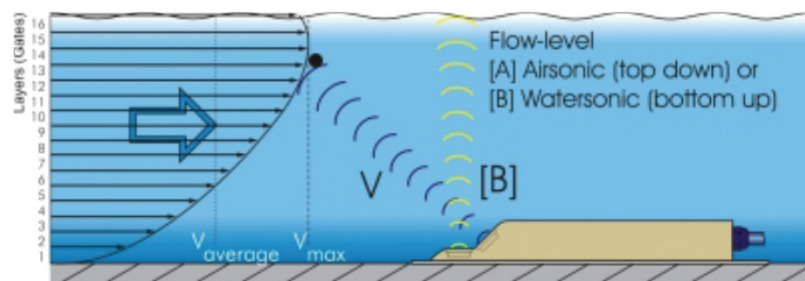
O sistema reconhece em dois varrimentos os refletos E1, E2 e E3. Comparando esses dois varrimentos entre eles, obtém-se o movimento temporal dos refletos.

E4 só entrou no segundo varrimento. Essa nova imagem será comparada com o próximo varrimento.

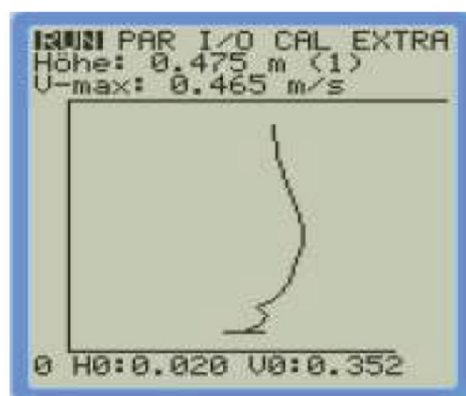
Um refletor não identificado, não é considerado para a avaliação.

A quantidade de segmentos varia em função da altura, podendo ir até os 16 segmentos.

Correlação cruzada



Determinação do perfil de velocidades e respetiva velocidade média do escoamento



RUN PAR I/O CAL EXTRA
Sensoren
V-Sensor

nächster Block
h[m] v[m/s]

1	0.060	0.210
2	0.120	0.221
3	0.200	0.227
4	0.280	0.228
5	0.360	0.228
6	0.440	0.228
7	0.520	0.229
8	0.600	0.231

RUN PAR I/O CAL EXTRA
Sensoren
V-Sensor

nächster Block
h[m] v[m/s]

9	0.680	0.234
10	0.759	0.236
11	0.845	0.227
12	0.922	0.228
13	1.019	0.228
14	1.158	0.228
15	1.269	0.229
16	1.380	0.219

Visualização do perfil de velocidades e níveis dos 16 segmentos de medição no display do equipamento

Radar

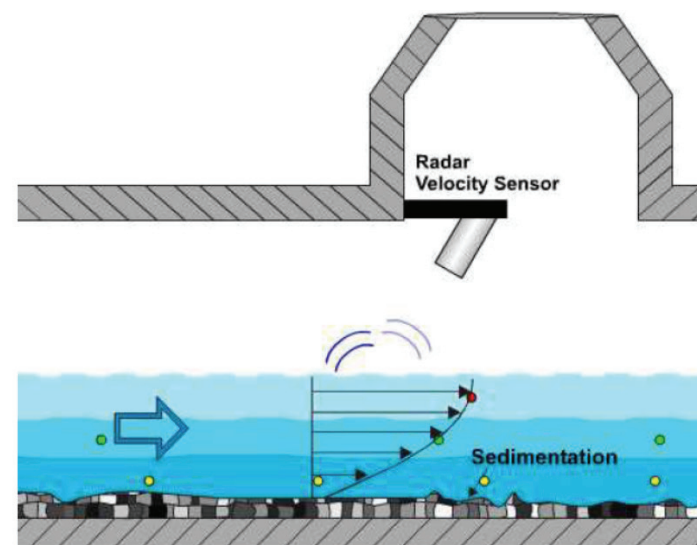
O radar utiliza o efeito Doppler para medir a velocidade superficial do caudal. O sensor é constituído por emissor contínuo de ondas e um recetor para recessão das ondas refletidas.

Para que haja reflexão é necessária uma ondulação superficial que só é possível com velocidades mínimas da ordem dos 20 cm/s.

O efeito Doppler é a diferença entre a frequência de emissão de uma onda por um observador movendo-se relativamente ao emissor das ondas.

O exemplo típico desse fenómeno é o de uma ambulância que passa por um observador: a sirene da ambulância tem um som mais agudo (frequência mais elevada) quando se aproxima, e um som mais grave (frequência mais baixa) quando se afasta.

A variação dessa frequência determina com precisão a velocidade do alvo para onde aponta o emissor/recetor de ondas.



Medição da velocidade superficial do escoamento com tecnologia de Radar

Caudalímetro híbrido

O caudalímetro de última geração híbrido, permite fazer medições em simultâneo e em redundância utilizando as duas tecnologias de medição de velocidade.

Os sensores devem estar montados um por cima do outro, a fim de possibilitar que o perfil do caudal medido pelo sensor de correlação cruzada esteja concordante com o ponto de medição do sensor radar.

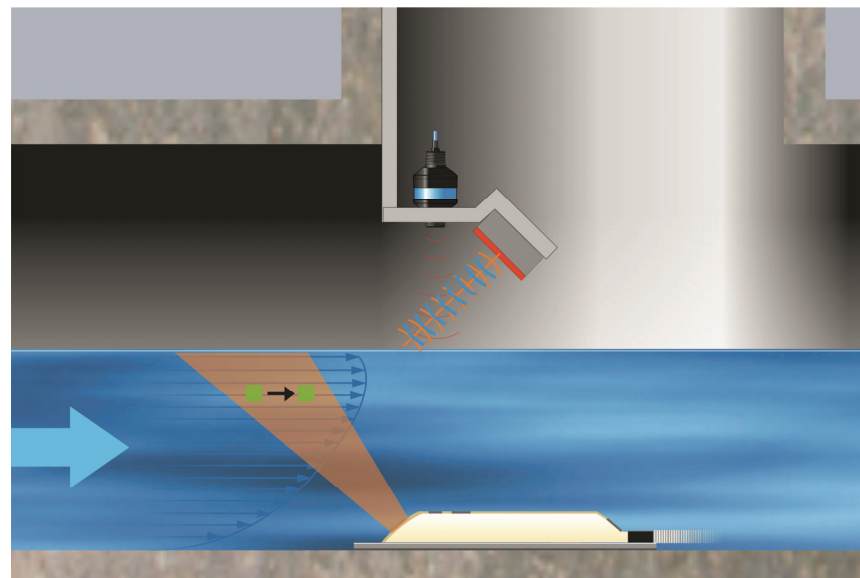
Dessa maneira é possível criar um modelo hidráulico de elevada precisão, permitindo assim o cálculo da velocidade média e do caudal com maior rigor.

Medições redundantes

Auto calibração

Este caudalímetro também usa dois sensores de nível. Um ultrassónico colocado por cima da superfície do caudal, e um hidrostático para medir a altura manométrica do caudal, tornando o sistema imune a possíveis problemas superficiais do caudal como por exemplo cargas poluentes criadoras de espumas.

CORRELAÇÃO + RADAR



Amplitude das medições

Caudais muito elevados com turbulência e velocidades até 20m/s

Caudais reduzidos com superfície do caudal sem ondulação e velocidades da ordem dos mm/s

Nível muito elevado, mesmos quando o sistema fica em carga

Nível mínimo a partir de "0"

TEMPO SECO:

Caudal 53 m³/h, Velocidade 50 mm/s, Nível 60 mm

EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO:

Caudal 64.000 m³/h, Velocidade 4,4m/s, Nível 800 mm

AMPLITUDE SUPERIOR A 1/1000



Medição de caudal em ribeiras

O CASO DE RIBEIRAS DE ALDOAR ÁGUAS DO PORTO

SISTEMA HÍBRIDO CORRELAÇÃO CRUZADA/RADAR

Álvaro Caldas
Cristina Caldas
Cláudia Costa
Elza Ferraz

**OBRIGADO
PELA
ATENÇÃO !**