

## XII-025 - DESMISTIFICANDO OS MEDIDORES DE VAZÃO TIPO ULTRASSÔNICOS CASE: MEDIÇÃO DE VAZÃO DE ENTRADA DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE GRANDE PORTE (9,5m<sup>3</sup>/s)

**Samuel Francisco de Souza<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo Eletricista pela Faculdade de Tecnologia da Universidade Mackenzie, trabalhando á 30 anos na área de instrumentação e controle de processos em sistemas de saneamento básico com cursos de especialização em medidores de vazão, medidores de nível, analisadores de processo e drives em instituições na Dinamarca, Alemanha e Hungria.

**Anderson Marciel Barreto**

Técnico em Eletrônica formado pela Fundação Bradesco, trabalhando á 30 anos na área da Eletricidade, Eletrônica, Instrumentação e Automação de Processos, sendo que cerca de cerca de 20 anos trabalha na área de saneamento; Instrutor do Senai na área da Eletroeletrônica há 12 anos.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Henriqueta Mendes Guerra, 1330 – V. São João - Barueri - SP - CEP: 06.401-160 - Brasil - Tel.: (11) 9 8225 5741- e-mail: [sfsouza@sabesp.com.br](mailto:sfsouza@sabesp.com.br).

### RESUMO

Uma das principais variáveis de controle em estações de tratamento de esgotos é a vazão, porém até certo tempo havia uma grande dificuldade para realizar as medições em virtude das características do fluido. Por se tratar de esgoto os elementos primários de medição apresentavam problemas devido à concentração de sólidos, a abrasão e aos contaminantes químicos.

Com o passar do tempo foram desenvolvidos vários tipos de medidores de vazão para esgotos, sendo que para medição de vazão em tubulações pressurizadas os medidores de vazão eletromagnéticos tem sido uma das melhores opções, porém, quando encontramos linhas com diâmetros superiores a cerca 800mm as dificuldades de instalação, retirada para manutenção e calibração, e os altos custos tanto do medidor como da instalação começam a ser preocupantes e objeto de análise.

Outro tipo de medidor que está sendo utilizado na medição de vazão de esgotos é o medidor de vazão ultrassônico por efeito Doppler com instalação tipo “clamp on”, ou seja, externa a tubulação sem necessidade de contato com o esgoto. Porém esse tipo de medidor requer uma série de informações para que seja instalado de forma correta e não gere erros grosseiros de medição.

O foco desse trabalho foi a avaliação de medidores de vazão ultrassônicos por efeito Doppler instalados em linhas verticais pressurizadas de recalque de esgoto com diâmetros de 1600mm e vazão aproximada de 6,0m<sup>3</sup>/s.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vazão, Ultrassônico, Esgoto, Medidor.

### INTRODUÇÃO

O trabalho foi realizado em uma estação de tratamento de esgotos da região metropolitana de São Paulo com capacidade de tratamento de 9,5m<sup>3</sup>/s. os medidores de vazão estavam instalados em tubulações de ferro fundido com 1.600mm de diâmetro no recalque das bombas principais de esgoto bruto com capacidade nominal de 6,0m<sup>3</sup>/s cada uma.

Embora, aparentemente a instalação dos medidores de vazão tivesse sido realizada levando em consideração todos os requisitos necessários para instalação de medidores de vazão ultrassônicos, após a instalação os medidores começaram a apresentar falhas constantes de medição com a perda de sinal.

A partir dessa dificuldade foram analisadas varias possibilidades chegando a conclusão que se deveria realizar testes mais minuciosos inclusive com a presença do fabricante do medidor.

Foi realizada então uma avaliação geral do sistema tanto de dados informados na parametrização como verificação de conexões elétricas e análise dos pré-requisitos para instalação de medidores de vazão ultrassônicos nos dois princípios de medição mais utilizados (Tempo de Transito e Doppler).

Para realização da avaliação além dos testes com os medidores por efeito Doppler já instalados, optou-se por também testar a medição de vazão utilizando-se medidores com princípio de medição por tempo de trânsito.

Os testes foram realizados com medidores de propriedade da empresa, não sendo necessário o empréstimo de fabricantes ou distribuidores.

## OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar se os medidores de vazão ultrassônicos por efeito Doppler instalados em linhas de recalque de esgoto bruto de grande diâmetro com presença de matérias de grandes dimensões e gases eram adequados ou não para a aplicação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### TIPOS DE MEDIDORES DE VAZÃO ULTRASSÔNICOS

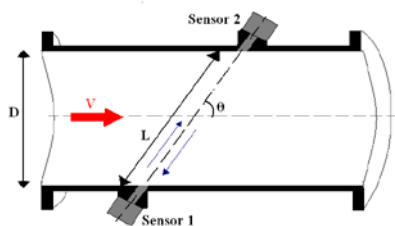
As características do som são aplicadas em vários tipos de medidores (de nível, de espessura, de velocidade, etc.). Especificamente para medição de vazão, o som é utilizado em uma gama enorme de medidores, classificados principalmente pela característica do som utilizada e pela forma de instalação dos transdutores (sensores).

- Características do som:

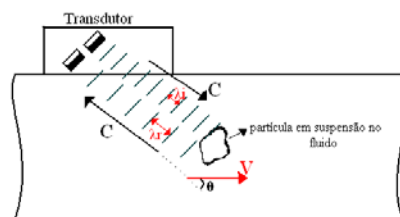
Na maioria dos casos o princípio de medição utilizado é por “Tempo de Trânsito” ou “Doppler”:

- Tempo de Trânsito (figura 1) – mede a velocidade do fluido calculando o tempo que o som leva para percorrer esse fluido entre dois pontos de distância conhecida.

- Doppler (figura 2) – mede a velocidade do fluido calculando a defasagem da frequência do som ao se refletir em partículas suspensas presentes no fluido medido.



**Figura 1: Tempo de Trânsito**



**Figura 2: Doppler**

- Formas de instalação:

- Tubulações pressurizadas

- Entre flanges (figura 3) e wafer: nesses casos existe a necessidade de abrir uma seção na tubulação para a instalação de flanges ou de conexões para fixação tipo wafer.
- Inserção (figura 4): Os transdutores de som são instalados em furos realizados nas tubulações.
- Clamp on (figura 5): Os transdutores de som são instalados do lado externo das tubulações sem a necessidade de perfuração ou de aberturas nas tubulações.

- Canais abertos e tubulações parcialmente cheias (figura 6)

- Na maioria das vezes os sensores são fixados na parte inferior dos canais ou das tubulações ou nas laterais em conjunto com medidores de nível para a medição da altura da lamina do fluido, também é necessária a informação do perfil do canal ou da tubulação para que o medidor calcule a vazão.



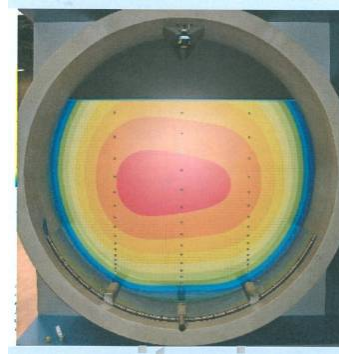
**Figura 3: Entre Flanges**



**Figura 4: Inserção**



**Figura 5: Clamp On**



**Figura 6: Tubulação Parcialmente Cheia**

### **QUAL TIPO DE MEDIDOR ULTRASSÔNICO UTILIZAR - TEMPO DE TRÂNSITO OU DOPPLER?**

Alguns fabricantes dizem de forma simplória que para se definir o princípio do medidor a ser utilizado basta saber se o fluido contém partículas sólidas ou não. De fato para uma boa parte das condições essa ideia procede, porém para alguns casos não é tão simples, são muitas variáveis a serem observadas:

- Um dos paradigmas é a questão da quantidade de sólidos suspensos nos fluidos medidos. Nas especificações técnicas dos medidores de vazão por Tempo de Trânsito encontram-se dados informando a aplicação em fluidos com até 10% de sólidos, em alguns casos mais conservadores 6%, já para os medidores tipo Doppler as especificações técnicas informam aplicação para medições a partir de 1% de sólidos. Assim podemos observar uma faixa grande onde os dois medidores poderiam ser aplicados.
- Um grande problema que não é levado em consideração é a formação de bolhas de ar ou de gases que podem atenuar o sinal de um medidor tipo Tempo de Trânsito e facilitar a medição de um medidor tipo Doppler. Se a formação das bolhas é contínua então a utilização de medidores tipo Doppler pode ser a solução, mas existem casos onde a formação de bolhas (tanto de ar como de gases) é eventual, dessa forma tanto o medidor de vazão ultrassônico por Tempo de Trânsito como Doppler podem não funcionar regularmente.
- A presença de sólidos de grandes dimensões dificulta até mesmo a medição de medidores tipo Doppler.

- A presença de incrustação na parte interna das tubulações pode não dificultar o funcionamento dos medidores por inserção ou entre flanges, mas quando se utiliza a instalação tipo “clamp on” pode gerar incertezas acima da tolerância exigida pelo processo.
- A falta de dados das tubulações, principalmente as mais antigas, é um problema no momento da parametrização dos medidores principalmente quando a instalação é a externa (“clamp on”), dados como material, diâmetro e espessura da tubulação, dados sobre se existe ou não revestimento interno, o material do revestimento e a espessura são fundamentais para que a incerteza da medição esteja dentro da tolerância do processo. Nas instalações de estações de tratamento de esgotos mais antigas nem sempre esses dados estão disponíveis e muitas vezes acabam sendo estimados.

## **METODOLOGIA**

### **HISTÓRICO**

A medição de vazão de entrada da estação de tratamento de esgotos em questão era realizada por um medidor de vazão tipo “Venturi” retangular em concreto com dimensões de 29,0” x 108,3” com faixa de vazão de 0 à 12,74m³/s. O acesso ao medidor é apenas para as tomadas de pressão alta e baixa, pois está enterrado junto com a tubulação, e fica em um local classificado como espaço confinado.

Existe uma grande dificuldade para a calibração do elemento primário e medição “Venturi” por estar enterrado, pela alta vazão e por suas dimensões.

A medição individualizada da vazão das bombas é outro problema. Como o processo necessita de duas bombas ligadas regularmente, a medição individual não era possível a não ser quando realizada uma programação adequada em conjunto com as áreas de operação/ processo/ manutenção.

Por se tratar de esgoto bruto e pelo fato da pressão na linha principal, onde está instalado o medidor de vazão tipo “Venturi”, ser muito baixa a utilização do instrumento secundário (medidor de pressão diferencial) também é problemática. Para resolver esse problema foi desenvolvida uma forma de selagem entre o esgoto e o instrumento secundário com a utilização de um sistema de borbulhamento que embora seja eficiente não é normatizado.

Para aperfeiçoar o sistema de medição de vazão de entrada da estação de tratamento discutiu-se duas opções: A instalação de medidores de vazão eletromagnéticos nas linhas de 1.600mm verticais ou a utilização de medidores de vazão ultrassônicos.

Devido ao alto custo e as dificuldades para instalação de medidores eletromagnéticos a opção de utilização de medidores de vazão ultrassônicos foi considerada a mais adequada.

O próximo passo foi a escolha do princípio do medidor ultrassônico. A concentração de sólidos suspensos no esgoto de entrada oscila em torno de 1%, nesse caso a escolha de um medidor tipo Tempo de Trânsito seria bem lógica, mas como existem muitos sólidos de grandes dimensões (garrafas pet, latinhas, preservativos, absorventes, panos e outros) não considerados na análise de sólidos suspensos e a presença de gases, desprendidos do próprio esgoto, optou-se por um medidor tipo Doppler.

Foi instalado um par de transdutores em cada linha de recalque e utilizada para cada duas tubulações uma unidade eletrônica com duas entradas.

O sistema foi colocado em operação, porém logo no início os medidores começaram a perder o sinal e dar erro de medição.

## **SERVIÇOS REALIZADOS**

Foram realizadas diversas parametrizações e modificações nos suportes dos transdutores e na forma de instalação, porém sem resultado satisfatório.

Como havia um jogo de sensores por Tempo de Trânsito com a equipe de automação, resolveu-se realizar um teste com esses sensores. Os sensores foram instalados com apoio do fabricante para que não houvesse dúvidas quanto a instalação e parametrização.

Após a instalação do medidor por Tempo de Trânsito verificou-se que as falhas periódicas na medição de vazão continuavam. Aparentemente os medidores de vazão ultrassônicos não eram adequados para a aplicação.

O representante dos medidores sugeriu uma última possibilidade de instalação com a utilização de ambos os transdutores (Tempo de Trânsito e Doppler – figura 7) na mesma unidade eletrônica, ou seja, os dois princípios de medição estariam trabalhando em paralelo realizando a mesma medição.

Foi realizada a instalação e habilitado um relê de alarme de falha para chavear o sistema de medição entre Doppler e Tempo de Trânsito nos momentos de falha. O sensor Doppler ficou como principal e o Tempo de Trânsito como secundário.



**Figura 7: Instalação dos transdutores Doppler e Tempo de Trânsito**

## RESULTADOS OBTIDOS

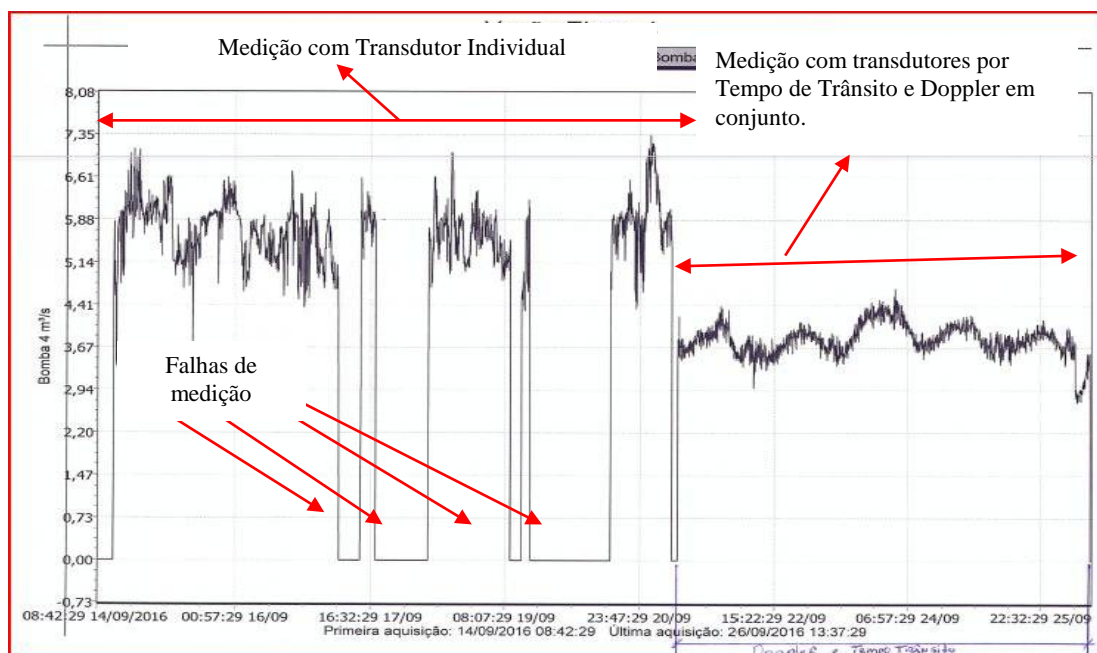
Foi utilizado um “data logger” (registrador de dados) por um período de 15 dias consecutivos que ficou registrando a medição de vazão na saída da unidade eletrônica que estava recebendo dados dos dois transdutores de medição (Doppler e Tempo de Trânsito) ao mesmo tempo.

Os dados registrados (figura - 08) no período foram baixados para um computador para serem analisados pela equipe técnica.

Durante a verificação das instalações foi encontrado um mal contato nos conectores dos cabos entre os sensores e a unidade eletrônica, para solucionar o problema os conectores tiveram que ser refeitos.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS:

De acordo com os resultados observados no gráfico da figura 08 quando se utilizou os dois tipos de sensores em conjunto (Tempo de Trânsito e Doppler) não houve perda de sinal, porém é bem provável que as perdas de ocorreram, mas foram transparentes para o sistema devido à utilização dos dois sensores em conjunto.



**Figura: 8 – Dados antes e depois da instalação dos sensores em conjunto**

## CONCLUSÃO

Para medição de vazão na entrada da estação de tratamento de esgotos, tanto o medidor de vazão ultrassônico tipo Doppler como o Tempo de Trânsito apresentaram falhas, muito provavelmente pela formação esporádica de bolhas de gases e pela presença de sólidos de grandes proporções, porém a operação conjunta dos dois princípios de medição é uma solução que se apresentou adequada.

A utilização de medidor de vazão ultrassônico como solução para essa aplicação, mesmo com a utilização de dois sensores diferentes que praticamente dobra o valor do medidor, é recomendada tendo em vista as dificuldades e os altos custos envolvidos para aquisição e instalação de um medidor de vazão tipo eletromagnético.

A título de curiosidade o valor estimado de um medidor de vazão eletromagnético para uma linha do diâmetro em questão custa cerca de R\$210.000,00, fora o custo e as dificuldades envolvidas para instalação, já um medidor de vazão ultrassônico com instalação “clamp on” custa cerca de R\$75.000,00 praticamente sem custos para instalação (levando-se em consideração uma unidade eletrônica de duplo canal).

## RECOMENDAÇÃO

Devido a complexidade e as inúmeras incertezas que cercam a medição de vazão de esgotos (incrustações, sólidos de variadas dimensões e materiais, formação de gases, materiais abrasivos, tubulações parcialmente cheias, baixas vazões, canais abertos e outros) não é possível determinar um tipo de medidor que atenda todas as condições, sendo que cada aplicação tem que ser estudada individualmente devendo ser levado em consideração suas características.

Sempre que possível a utilização de medidores eletromagnéticos é a mais adequada, pois são medidores que tem uma boa confiabilidade para medição de vazão de esgotos. Os ultrassônicos são uma boa opção, porém cada aplicação deve ser estudada antes de se definir o tipo de tecnologia a ser utilizada e o tipo de instalação, para que não ocorram erros e principalmente para que as incertezas de medição estejam dentro da tolerância do processo.

Nas instalações de transdutores ultrassônicos em tubulações de grandes diâmetros e/ou com vibrações e/ou onde se deseja a medição “on line” contínua é necessário um maior cuidado com a instalação dos sensores utilizando condutores de som adequados entre sensores e a tubulação e utilizando suportes mais resistentes.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. DELMÉE, GÉRARD JEAN. Manual de medição de vazão. 3ª edição. São Paulo: Blucher, 2003.
2. BAIRD, BRENT. Optimize your ultrasonic flow meter for water & wastewater applications, p. 01-21, ago. 2013.