

I-012 – MELHORIA DA MEDIÇÃO DE ÁGUA NOS GRANDES HIDRÔMETROS**Luiz Ernesto Suman⁽¹⁾**

Engenheiro Metalúrgico pela EE Mauá - SP. Pós-graduado em Hidráulica Conceitual pela FATEC-SP e com especialização em Adm. de Empresas pela FGV- SP. Com mais de 35 anos de experiência, atuou nas áreas de operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água e de esgotos. Exerceu funções de direção executiva e responsabilidade técnica na SABESP. É responsável pela direção dos contratos de operação da BBL Engenharia, Construção e Comércio Ltda.

Hugo Chisca Junior⁽²⁾

Engenheiro Civil pela FESP, Mestre em Saneamento, com especialização em Saúde Pública pela USP e especialização em Adm. de Empresas pela FGV-SP. Com mais de 30 anos de experiência, atuou nas áreas de planejamento, projetos e gerenciamento de obras de sistemas de abastecimento de água e de esgotos. Exerceu funções de direção e responsabilidade técnica em empresas de consultoria e gerenciamento. É responsável pela direção dos contratos de engenharia da área de saneamento da BBL Engenharia, Construção e Comércio Ltda.

Luiz Shintate⁽³⁾

Engenheiro Eletricista/Eletrônico pela FESP, Bacharel em Física pela USP, 23 anos de experiência na área de hidrômetros, dos quais 15 anos como Gerente do Departamento de Medidores da SABESP e 05 anos na BBL Engenharia, Construção e Comércio Ltda.

Endereço^(1, 2 e 3): Rua Mergenthaler, 81 – Vila Leopoldina – São Paulo - SP - CEP: 05311-030 - Brasil - Tel: (11) 3642-1333 - e-mail: comercial@bbl.eng.br

RESUMO

É fato conhecido que, numa Empresa de Saneamento, o segmento dos grandes hidrômetros é quantitativamente minoritário, representando aproximadamente 1% dos medidores instalados em seu parque de medidores, ou seja, apenas 1.000 em cada 100.000 ligações apresentam hidrômetros de grandes capacidades (Hd-GC).

Na maioria das Empresas de Saneamento, fazem parte desse segmento de Hd-GC todos os hidrômetros com vazão nominal superior a 1,5m³/h, sendo muito mencionado o seu impacto na medição, na faixa de 25% a 30% do total de volume micro-medido.

Como se pode perceber, trata-se de uma quantidade relativamente pequena de hidrômetros, porém apresentando características técnicas e metrológicas bastante diversificadas, um faturamento global bastante significativo e um grande faturamento unitário médio, merecendo um tratamento diferenciado, que considere o tamanho do hidrômetro aplicado em cada ligação de água. Dentro desse contexto, neste trabalho foram incluídos os seguintes tópicos:

- Glossário dos principais termos técnicos utilizados.
- Elementos de manutenção para hidrômetros grande capacidade .
- Adequabilidade dos grandes hidrômetros em uso na rede.
- Dimensionamento de grandes hidrômetros.
- Fila de priorização para manutenção.
- Operacionalização do plano de manutenção.

Em síntese, este trabalho busca enfatizar a melhor maneira de se obter uma significativa melhoria da medição de água no segmento de Hidrômetros de Grandes Capacidades (Hd-GC), fornecendo diretrizes para possibilitar a implementação de um Plano de Manutenção de Hidrômetros bastante criterioso, que considere a relação custo-benefício e o respectivo tamanho do medidor aplicado em cada ligação de água.

PALAVRAS-CHAVE: Melhoria da Medição de Água, Grandes Hidrômetros, Hidrômetros de Grandes Capacidades, Critérios de Manutenção, Manutenção Preventiva, Plano de Manutenção, Dimensionamento de Hidrômetros, Priorização de Manutenção em Hidrômetros, Engenharia de Hidrometria.

INTRODUÇÃO

É fato conhecido que, numa Empresa de Saneamento, o segmento dos **grandes hidrômetros** é quantitativamente minoritário, representando aproximadamente **1%** dos medidores instalados em seu parque de medidores, ou seja, apenas **1.000** em cada 100.000 ligações apresentam hidrômetros de grandes capacidades (Hd-GC).

Na maioria das Empresas de Saneamento, fazem parte desse segmento de grandes hidrômetros todos os hidrômetros com vazão nominal superior a 1,5m³/h, sendo muito mencionada sua **importância**, uma vez que, mesmo representado por apenas 1% dos medidores, costuma responder pela medição de um volume **significativo** de água, na faixa de **25% a 30%** do total de volume micro-medido, com uma fatia de faturamento em geral ainda **maior**, por conta da maior incidência das categorias de uso não-residenciais e respectivos escalonamentos tarifários em função do consumo.

Como se pode perceber, trata-se de uma quantidade relativamente pequena de hidrômetros, porém apresentando características técnicas e metrológicas bastante diversificadas, um faturamento global bastante significativo e um grande faturamento unitário médio, o que torna altamente recomendável que a manutenção dos hidrômetros desse segmento seja tratada de forma “individualizada”, com maior ênfase para os medidores maiores, onde a introdução da tecnologia de monitoramento via tele-medição é uma providência das mais importantes.

Na verdade, essa segmentação adotada - segmento de Hidrômetros de Grandes Capacidades - “Hd-GC” (em contrapartida ao segmento de Hidrômetros de Pequenas Capacidades - “Hd-PC”) - representa uma simples **racionalização** do método de trabalho.

Mesmo assim, tal segmentação vem a facilitar uma focalização mais adequada do ponto de vista custo-benefício, levando em conta os tamanhos dos hidrômetros aplicados. Nesse contexto, fica mais fácil descrever os objetivos desse trabalho, quais sejam:

- Apresentar um Glossário dos principais termos técnicos utilizados;
- Focalizar os elementos de manutenção para grandes hidrômetros;
- Apresentar os critérios para verificar a adequabilidade dos hidrômetros em uso na rede;
- Apresentar os critérios para dimensionar os hidrômetros a serem substituídos na ligação;
- Apresentar os critérios para criar uma “fila” de priorização para manutenção;
- Propor diretrizes para operacionalização do Plano de Manutenção.

Assim sendo, em síntese, este trabalho buscará delinear as bases para a elaboração de um **Plano de Manutenção para Grandes Hidrômetros**, que acreditamos seja a peça fundamental para a melhoria de medição de água desse segmento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologia Utilizada: Para elaborar esse trabalho, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Consulta à bibliografia existente;
- Avaliação de mais de 5.000 perfis de consumo de Hidrômetros de Grande Capacidade realizados pelos autores em diversas empresas;
- Discussão com técnicos de diversas Empresas de Saneamento, notadamente aqueles com vivência e experiência na área de Engenharia de Hidrometria;
- Observação das principais lacunas ou “problemas” relacionados com esse tema;
- Preparação de “Plano de Manutenção”;
- Acompanhamento pós-implantação de “Plano de Manutenção”;
- Análise e revisão dos pontos inconsistentes ou ineficientes.

GLOSSÁRIO

1. **Empresa de Saneamento** – Nome genérico adotado neste trabalho para: Companhia de Saneamento Básico e Ambiental Estadual, Serviço Autônomo de Água e Esgoto Municipal e Concessionária de Saneamento Básico e Ambiental.
2. **Manutenção Corretiva** – trata-se da manutenção motivada por ocorrência de falha funcional crítica em hidrômetros.
3. **Manutenção Preventiva** – trata-se da manutenção motivada por situação temporal ou operacional, onde se configura uma elevada taxa de risco potencial de mau funcionamento ou até de falha funcional grave no hidrômetro.

4. **Inadequação do medidor** – situação de funcionamento do hidrômetro, que estaria operando numa faixa de característica técnica ou metrológica inadequada.
5. **Volume Registrado** – trata-se do volume total acumulado, que se encontra indicado no mostrador do hidrômetro.
6. **Tempo ou Idade na Rede** – trata-se do tempo total de permanência do hidrômetro na rede de abastecimento público de água, desde a sua instalação.
7. **Hidrômetro** – medidor de vazão de água destinado a indicar o volume total acumulado da água consumida pelo cliente da Empresa de Saneamento.
8. **Hidrômetro de Grande Capacidade** – às vezes denominado de “macro-hidrômetro”, trata-se de medidor para ligação de maior calibre (tubulações de diâmetros maiores ou iguais a DN 20mm), com medidor variando geralmente desde o tamanho “B” ($Q_n=2,5\text{m}^3/\text{h}$ e DN 20mm) ao tamanho “M” ($Q_n=250\text{m}^3/\text{h}$ e DN 200mm).
9. **Pontuação do hidrômetro (Ph)** – Valor numérico inteiro associado ao tamanho do hidrômetro, apresentando uma proporcionalidade com o consumo médio mensal típico da ligação, a fim de estabelecer uma base numérica para facilitar a priorização de manutenção.
10. **Peso da modalidade (Pm)** – Valor numérico inteiro associado ao tipo de manutenção em que se enquadraria o medidor, apresentando uma certa proporcionalidade com a respectiva gravidade da ocorrência.
11. **Fator de incremento temporal (Fi)** - Trata-se de um fator definido para representar a tendência de agravamento do problema com o passar do tempo, ou seja - com um eventual período de tempo de atraso (T) na realização de uma intervenção que deveria ter sido realizada em decorrência dos parâmetros de manutenção anteriores, mas que, por alguma contingência, deixou de ser realizada.
12. **Nível de Prioridade (NPt)** – Valor numérico inteiro definido em função da Pontuação do hidrômetro (Ph), do Peso da modalidade de manutenção (Pm) e do Fator de incremento temporal (Fi) para facilitar a priorização da intervenção de manutenção, apresentando uma certa proporcionalidade com seu potencial de impacto financeiro, ou seja, os maiores números estarão relacionados com os maiores impactos financeiros, devendo apresentar maior prioridade, sendo os primeiros na fila das intervenções de manutenção a serem programadas.
13. **Ordem de Serviço em Hidrometria (OSH)** – documento emitido para definir, formalizar e estabelecer um meio de controle da(s) intervenção(ões) de manutenção no(s) medidor(es) e correlatos.
14. **Perfil de Consumidor** – conjunto de características técnico-sócio-econômicas apresentadas pelo imóvel, edificação, ou atividade que caracterizariam um Consumidor ou um Grupo de Consumidores.
15. **Perfil de Consumo Individual (de um Cliente)** – gráfico ou histograma de consumo relacionando a vazão média (ou o volume) de água consumida por este Cliente em cada intervalo de tempo (geralmente pré-fixado na faixa de 5 a 15 minutos). O período total de levantamento de perfil pode ser desde 3 dias - para estimativas mais simples, até 7 dias – período que representaria um dos ciclos normalmente repetitivos ao longo do processo.
16. **Erro do Hidrômetro** – erro percentual (%) apresentado em cada vazão de calibração do medidor – definindo-se desde 03 pontos para uma verificação sumária (vazão mínima $Q_{mín}$, vazão de transição Q_t , e vazão nominal Q_n) – que representam os pontos de calibração em Fábrica - até 11 pontos para efeito de levantamento de uma curva característica de erros mais detalhada do medidor.
17. **Telemedição** – processo de leitura remota e automática do volume total acumulado no mostrador de um hidrômetro, através de um sistema de telemetria.
18. **Média Móvel dos Consumos Expurgada** – média dos “n” últimos consumos, expurgando-se aqueles considerados **atípicos** ou **espúrios** dentro de um nível de confiança de adequado em relação à média.
19. **Nível de confiança** – número relacionado com a probabilidade de se encontrar um valor dentro de uma faixa no entorno de uma média, faixa esta geralmente definida em termos de números de “desvios padrão à ‘esquerda’ e à ‘direita’ da média”. Em medição de água, é muito comum a utilização de um nível de confiança igual a 95%.
20. **Fraude na Medição** – ação de terceiros no sistema, no equipamento, ou no medidor, geralmente visando a provocar uma medição a menor. Neste caso, é sempre necessário levantar o máximo de evidências físicas de manipulação intencional.

ELEMENTOS DE MANUTENÇÃO PARA GRANDES HIDRÔMETROS

Para simplificar a descrição, este assunto foi subdividido em módulos, focalizando as principais características e respectivos parâmetros operacionais, visando viabilizar um adequado enquadramento e possibilitar sua sistematização no contexto de um Plano de Manutenção.

Como é usual na área de Manutenção, parte dos parâmetros para cada uma dessas características foi definida inicialmente com base na experiência, e parte em conceitos de Engenharia de Hidrometria. Entretanto, para cada Empresa de Saneamento, é recomendável realizar uma customização desses parâmetros, adequando-os à sua realidade específica, com base em um estudo estatístico do histórico de consumo registrado de seus usuários (por exemplo dos últimos 5 anos), envolvendo uma detalhada análise de laudos técnicos, de relatórios de inspeção, de perfis de consumo e de ensaios de aferição dos hidrômetros trocados – preferencialmente destacados por região, por capacidade, por idade, por tipo de irregularidade confirmada, ou por quaisquer outros motivos considerados qualitativa ou quantitativamente relevantes.

MÓDULO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA GERAL

Trata as ocorrências com caráter de corretiva geral indicadas pelo sistema comercial, seja por problemas do tipo **funcional** (normalmente relacionadas com medidores sem condições de leitura), ou eventualmente, por problemas do tipo **situacional** (existência de fato impeditivo ou dificultador das leituras, ou ocorrências específica de consumo) nas quais o consumo mensal desse Cliente talvez até possa ser definido pela “média de consumo” (no primeiro mês de ocorrência), mas com tendência a ser definido pelo “consumo mínimo” (do segundo mês em diante), em função das exigências do Código de Defesa do Consumidor. Essas ocorrências podem se visualizadas nas seguintes tabelas:

Tabela 1: Exemplos de Códigos de Ocorrência Corretiva Funcional.

Código	Descritivo Simplificado
01	Hidrômetro quebrado
02	Hidrômetro embaçado
03	Hidrômetro invertido
04	Vazamento no hidrômetro

Tabela 2: Exemplos de Códigos de Ocorrência Corretiva Situacional.

Código	Descritivo Simplificado
05	Imóvel Fechado
06	Imóvel de Dificil Acesso
07	Hidrômetro não Localizado
08	Leitura Fornecida pelo Usuário
09	Animal de Guarda
10	Leitura não Permitida
11	Leitura Atual Igual à Anterior
12	Leitura Atual Menor que a Anterior

Vale ressaltar que uma ação corretiva – para um eventual caso de fraude confirmada - também deverá ser enquadrada neste tópico de ocorrência situacional.

Seja como for, tratam-se de situações de altíssimo risco de prejuízo na medição – tanto de perda de faturamento como de imagem - recomendando-se, portanto, a maior urgência em sua correção. Assim sendo, considera-se adequado – numa escala de 1 a 10 - atribuir o peso máximo “10” para as ocorrências enquadradas nesse módulo.

MÓDULO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR EXCESSO DE TEMPO NA REDE

Neste módulo, as atenções se concentram nas ligações com ocorrência de caráter de prevenção de “instabilidade funcional ou baixo rendimento metrológico” - correlacionada através do excesso de tempo em operação na rede apresentado pelo medidor – que por sua vez é apontado pela “Data de Instalação” do medidor; enfim, hidrômetros com provável problema funcional ou metrológico na medição.

B

Seja como for, trata-se de uma situação de alto risco de prejuízo na medição, recomendando-se, portanto, bastante urgência em sua correção. Assim sendo, considera-se adequado – numa escala de 1 a 10 - atribuir o peso “5” para ocorrências enquadradas nesse módulo.

A questão do efetivo impacto do tempo de instalação na exatidão metrológica de um hidrômetro passa por uma análise de sua adequação tecnológica, onde itens tais como qualidade da água, qualidade dos materiais, tecnologia de fabricação, vida útil, perfil do consumidor, perfil de consumo e regime operacional devem ser considerados. Mesmo na ausência desses citados itens de análise, é muito conveniente utilizar os parâmetros da tabela apresentada a seguir, oriunda da experiência dos autores:

Tabela 3: Tempo Máximo na Rede.

Tamanho do Medidor	Diâmetro Nominal (DN)	Vazão Nominal (m³/h)	Limite Superior para Enquadramento da Idade de Instalação do Medidor (meses)
B	3/4”	2,5	60
D	1”	5	48
	1 1/4”	6	48
E	1 1/2”	10	48
F	2”	15	36
G	2”	15	36
J	3”	40	36
K	4”	60	36
L	6”	150	36
M	8”	250	36

MÓDULO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR EXCESSO DE VOLUME REGISTRADO

Neste módulo, as atenções se concentram nas ligações com ocorrência de caráter de prevenção de “desgaste excessivo” - correlacionado através do excesso de volume registrado pelo medidor – que por sua vez é apontado pela “Leitura Mensal” do medidor; enfim, hidrômetros com provável problema funcional ou metrológico na medição.

Seja como for, trata-se de uma situação de médio risco de prejuízo na medição, recomendando-se, portanto, uma urgência mediana em sua correção. Assim sendo, considera-se adequado – numa escala de 1 a 10 - atribuir o peso “4” para ocorrências enquadradas nesse módulo.

A questão do efetivo impacto do **volume registrado** na exatidão metrológica de um medidor passa por uma análise de sua adequação tecnológica, onde itens tais como qualidade da água, qualidade dos materiais, tecnologia de fabricação, vida útil, perfil do consumidor, perfil de consumo e regime operacional devem ser considerados. Mesmo na ausência desses citados itens de análise, é muito conveniente utilizar os parâmetros da tabela apresentada a seguir, oriunda da experiência dos autores.

Tabela 4: Tempo Máximo na Rede.

Tamanho do Medidor	Diâmetro Nominal (DN)	Vazão Nominal (m³/h)	Limite Superior para Enquadramento da Idade de Instalação do Medidor (meses)
B	3/4”	2,5	20.000
D	1”	5	35.000
	1 1/4”	6	35.000
E	1 1/2”	10	70.000
F	2”	15	110.000
G	2”	15	200.000
J	3”	40	400.000
K	4”	60	600.000
L	6”	150	1.500.000
M	8”	250	4.000.000

MÓDULO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR INADEQUAÇÃO OPERACIONAL

Neste módulo, as atenções se concentram nas ligações com ocorrências de caráter de prevenção de “medição a menor” seja por conta de “**baixa sensibilidade**” (em caso de hidrômetro super-dimensionado) ou de “**desgaste prematuro**” (em caso de hidrômetro sub-dimensionado), ou seja, hidrômetros com grande probabilidade de apresentar problema funcional ou metroológico na medição. Portanto, tratam-se de problemas gerados pela inadequação operacional do medidor, que estaria operando “**fora**” de sua **faixa operacional recomendada** – faixa esta definida em função da **tecnologia** e da **capacidade** de cada hidrômetro. Vale observar que a gravidade desse tipo de problema está diretamente associada ao “grau” de afastamento da vazão operacional do hidrômetro em relação aos seus limites extremos, fato que poderá ser utilizado com balizamento em caso de necessidade de um maior refinamento na priorização.

Seja como for, trata-se de uma situação de médio risco de prejuízo na medição, recomendando-se, portanto, uma urgência mediana em sua correção. Assim sendo, considera-se adequado – numa escala de 1 a 10 - atribuir o **peso “3”** para ocorrências enquadradas nesse módulo.

A questão da inadequação operacional de um medidor passa por uma análise de sua adequação tecnológica, dimensional e metroológica, onde itens tais como qualidade da água, qualidade do medidor, tecnologia de fabricação, vida útil, perfil do consumidor, perfil de consumo e regime operacional devem ser considerados. Mesmo na ausência desses citados itens de análise, é muito conveniente utilizar uma metodologia de análise através de tabelas técnicas auxiliares. Para tanto, considerou-se mais objetiva a caracterização de duas situações bem distintas, descritas a seguir:

- I. **Situação A – Verificação da Adequação Operacional de Hidrômetro em Uso:** Neste caso, a média móvel trimestral dos consumos mensais (com expurgo dos atípicos) da ligação em análise deverá ser comparada com os limites extremos definidos, sendo o medidor considerado metrologicamente adequado se a referida média móvel trimestral se encontrar acima do **limite inferior** e abaixo do **limite superior**, conforme a seguinte tabela:

Tabela 5: Faixa Operacional Tolerável.

Tamanho do Medidor	Diâmetro Nominal (DN)	Vazão Nominal (m³/h)	Faixa para Enquadramento da <i>Média Móvel Trimestral</i> dos Consumos <i>Expurgada</i> (m³/mês)	
			Limite Inferior	Limite Superior
B	3/4"	2,5	120	550
D	1"	5	250	1.100
	1 1/4"	6	250	1.100
E	1 1/2"	10	500	2.800
F	2"	15	750	5.000
G	2"	20	1.400	7.000
J	3"	40	3.000	14.000
K	4"	60	7.000	28.000
L	6"	150	15.000	56.000
M	8"	250	30.000	126.000

Vale ressaltar que esta verificação serve apenas como um balizador para a decisão de trocar ou não o hidrômetro. Tal decisão deverá passar inclusive no crivo da disponibilidade orçamentária estabelecida, onde a aplicação de algum critério adicional de priorização talvez seja bastante útil.

Uma vez confirmada a efetiva necessidade de troca, o novo hidrômetro deverá tratado conforme a Situação B, descrita a seguir.

- II. **Situação B – Dimensionamento para Troca ou Nova Ligação:** Neste caso, o parâmetro utilizado – **para o caso de troca** - é a média móvel anual dos consumos mensais (com expurgo dos atípicos) ou – **para o caso de nova ligação** - o consumo médio mensal estimado, os quais deverão ser comparados com os limites extremos da Tabela abaixo. Deverá ser selecionado o medidor cuja média se enquadre acima do **limite inferior** e abaixo do **limite superior**. Vale ressaltar que, se houver um “**Perfil de Consumo Individual**” levantado para a inscrição em análise, seus parâmetros de vazão máxima irão estabelecer o menor tamanho recomendado para o hidrômetro e seus parâmetros de vazão mínima irão estabelecer a **melhor classe metroológica** recomendada para o hidrômetro, prevalecendo, porém sempre em consonância com os valores da seguinte tabela:

Tabela 6: Faixa de Dimensionamento Recomendável.

Tamanho do Medidor	Diâmetro Nominal (DN)	Vazão Nominal (m³/h)	Faixa para Enquadramento da Média Móvel Anual dos Consumos <i>Expurgada</i> (m³/mês)	
			Limite Inferior	Limite Superior
B	3/4"	2,5	201	400
D	1"	5	401	800
	1 1/4"	6	401	800
E	1 1/2"	10	801	1.500
F	2"	15	1.501	2.500
G	2"	20	2.501	5.000
J	3"	40	5.001	10.000
K	4"	60	10.001	20.000
L	6"	150	20.001	40.000
M	8"	250	40.001	90.000

DIRETRIZES PARA OPERACIONALIZAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

- I. **Sistema de Suporte para Ocorrências Informativas:** O bom funcionamento de um Plano de Manutenção depende de uma adequada implementação de seus sistemas de apoio, que venham a facilitar a coleta, a seleção, o armazenamento e o fluxo das informações relevantes. Nesse contexto, torna-se importante que os sistemas adiante descritos levem em conta os itens da seguinte tabela:

Tabela 6: Exemplos de Ocorrências Informativas.

Código	Descrição
14	Hidrômetro sem Lacre
15	Imóvel Demolido
05	Imóvel Fechado
16	Hidrômetro de Difícil Acesso
17	Imóvel não Localizado
07	Hidrômetro não Localizado
18	Tampa Pesada
19	Vazamento Anterior ao Hidrômetro
20	Vazamento Posterior ao Hidrômetro
21	BY PASS
22	Bomba Ligada à Rede
23	Fornecimento Indevido
24	Virada da Leitura
25	Hidrômetro Substituído
26	Imóvel Abandonado
09	Leitura Fornecida pelo Usuário
10	Animal de Guarda
11	Leitura não Permitida
27	Alto Consumo
28	Baixo Consumo
29	Estouro de Consumo
30	Estouro de Teto
31	Hidrômetro Novo
11	Leitura Atual igual a Leitura Anterior
12	Leitura Atual Menor que a Anterior
32	Virada do Hidrômetro

- II. **Sistemas de Telemedição:** Neste sistema, as atenções se concentram nas matrículas de Clientes Especiais, em que se deseja uma melhor qualidade da informação sobre a medição, enfim, inscrições onde a velocidade de resposta e a exatidão da medição constituem fatores importantes.

Em termos de velocidade da informação, o ganho será tanto maior quanto mais freqüente forem as consultas: por exemplo, considerando que no sistema comercial existem leituras de consumo mensais, o ganho de velocidade será de **04 vezes** para uma rotina de consulta semanal ao sistema de telemedição, de **30 vezes** para uma rotina de consulta diária e cerca de **700 vezes** para uma rotina de consulta horária!

Em termos de qualidade da informação, a telemedição possibilitará, por exemplo, levantar um “perfil de consumo médio” da instalação – eventualmente possibilitando até a implantação de uma tarifa especial tipo horo-sazonal, assim como detectar indícios de eventuais vazamentos internos, indícios de falhas no processo interno de consumo – os quais poderão ser disponibilizados ao Cliente via Internet. Além disso, através de alarmes pré-configurados, poderão ser detectadas falhas precoces do medidor, ou até manipulações na medição – tais como “manobras de by-pass”, “inversões do sentido de fluxo” e/ou “remoções”, e/ou “bloqueios temporários de funcionamento” do hidrômetro, possibilitando a adoção de medidas corretivas em tempo hábil, prevenindo a ocorrência de prejuízos vultosos.

III. Banco de Perfis de Consumo: O levantamento do *perfil de vazões de consumo*, complementado com a análise do perfil do consumidor, permitirá não somente realizar um dimensionamento apropriado do medidor, mas também avaliar a qualidade da medição e estabelecer uma caracterização parametrizada para agrupamentos típicos, constituindo-se numa poderosa ferramenta de apoio em análises sobre indícios de falha ou de desgaste ou até de fraude no medidor, considerações sobre a exatidão da medição, e considerações sobre o desempenho da medição.

Assim sendo, mesmo que uma ligação específica ainda não disponha de um perfil de consumo levantado, uma consulta ao banco de dados de “perfis de consumo” disponíveis, focalizando em especial as ligações semelhantes ou congêneres, permitirá uma análise preliminar de diversos aspectos com base na semelhança tipológica, possibilitando a emissão de um parecer ou a definição de um planejamento de ações com mais agilidade e confiabilidade.

IV. Banco de Curvas Características de Hidrômetro: O levantamento da *curva característica de calibração de hidrômetro*, complementado com o perfil de consumo, permitirá não somente realizar uma estimativa do erro de medição, mas também subsidiar o parecer sobre a adequação do dimensionamento, constituindo-se numa poderosa ferramenta de apoio em análises sobre o desempenho da medição, assim como sobre a evolução do erro de medição em função do tempo de instalação.

Assim sendo, mesmo que uma ligação específica ainda não disponha de uma curva característica de calibração levantada, uma consulta ao banco de dados de “calibração” disponíveis, focalizando em especial as ligações de idade e tipologia semelhantes, permitirá uma análise preliminar de diversos aspectos com base em semelhança, possibilitando a emissão de um parecer ou a definição de um planejamento de ações com mais agilidade e confiabilidade.

Embora a curva característica de calibração levantada em laboratório seja mais confiável, também poderão ser cadastrados os levantamentos “in loco”, desde que a unidade móvel de calibração apresente um controle para ajuste às vazões características do hidrômetro instalado e um procedimento de calibração homologado junto ao INMETRO.

Outra importante fonte são os dados de calibração de fábrica, que – apesar de indicarem apenas três pontos de Vazão ($Q_n/Q_t/Q_{mín}$) – apresentam os dados de todos os medidores mais recentemente adquiridos. Observe-se que tais dados, em conjunto com o Certificado INMETRO ou equivalente, também representa uma poderosa ferramenta de apoio para esclarecimento de eventual reclamação de Clientes.

V. Sistema de Prevenção de Fraudes: Neste sistema, as atenções se concentram nas ligações com ocorrências de caráter de prevenção de fraudes, tais como: indício de irregularidade apontada por sistema de diagnóstico de irregularidade e/ou por leiturista, denúncia de irregularidade por terceiros, inspeções de fraude positivadas, enfim, ligações com possível irregularidade na medição.

Vale considerar que a questão de identificação de fraudes é extremamente complexa, sendo as formas de “manipulação” muito variadas, e com elevado nível de mutação, principalmente em resposta às “contramedidas” tomadas pelas Companhias de água.

No entanto, tendo em vista que a “meta” da prática da irregularidade seria – em síntese – “reduzir” o consumo registrado pelo hidrômetro, o acompanhamento de algumas características “típicas” do perfil do consumidor ou do perfil de consumo (que se assemelharia a uma “assinatura”) poderia eliminar a necessidade de uma ampla gama de linhas de investigação, tornando possível eleger um grupo de ligações com “indícios de fraude” – de tamanho factível para se inspecionar em campo. É importante ressaltar que – nesse tipo de metodologia indutiva – são apontados apenas “indícios”, não se tratando ainda de “manipulações confirmadas”, de forma que muitas dessas inspeções em campo certamente irão apresentar resultado negativo. O ganho dessa metodologia será tanto maior quanto maior for a “eficiência” do processo de diagnóstico dos “indícios de irregularidades”, ou seja, quanto maior for a quantidade de resultados “confirmados” na prática.

Com base nas tabelas EXEMPLO de ocorrências de leitura e de consumo apresentadas anteriormente, podem ser apontados os seguintes **códigos** de “ocorrências com possibilidade de manipulação indevida”: **01; 03; 04; 07; 11; 12; 14; 16; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 27; 28; 29; 30; 31; e 32.**

Em termos de variabilidade apresentada pelos consumos, na implementação de um módulo de diagnóstico de indícios de fraudes potenciais, costuma-se focar basicamente as seguintes características fundamentais:

- **“Degrau para baixo”**: uma queda de consumo mensal - por exemplo, com valor absoluto superior a 30% da média - pode advir da prática de alguma irregularidade. Por outro lado, também pode ser decorrente de falha no medidor, redução de demanda por férias (curto período) ou por mudança de perfil (permanente), ou implantação de um sistema de medição individualizada no condomínio entre outras causas.
- **“Degrau para cima”**: um salto de consumo mensal - por exemplo, superior a 30% da média - pode advir de um erro de manobra na prática de alguma irregularidade. Por outro lado, também pode ser decorrente de vazamento interno à rede do usuário, aumento de demanda por falha no sistema alternativo de abastecimento do condomínio ou por férias dos usuários (curto período) ou por mudança de perfil (permanente), entre outras causas.
- **“Tendência de Queda”**: uma queda continuada do consumo mensal – por exemplo, apresentando um **coeficiente angular** com valor absoluto superior a 7%.- pode advir de uma manobra intencional de “redução gradual do consumo indicado” foco da prática de alguma irregularidade. Por outro lado, também pode ser decorrente de um desgaste crescente no medidor, redução gradativa de demanda por mudança de perfil, ou implantação gradativa de um sistema de medição individualizada no condomínio, entre outras causas.
- **“Grandes Oscilações”**: um perfil de saltos e quedas frequentes do consumo mensal - por exemplo, com valor absoluto superior a 25% em relação à média - pode advir de erros de manobra na prática de alguma irregularidade. Por outro lado, também pode ser decorrente variações normais de demanda por perfil do processo, ou por utilização de fonte alternativa de abastecimento, ou por ocorrência de falhas intermitentes no medidor, entre outras causas.

Vale ressaltar que a **validação** desses indícios potenciais de irregularidade passa necessariamente por uma **inspeção estruturada** em campo, focalizando o perfil do consumidor/do consumo, assim como outras evidências técnico-sócio-econômicas a serem observadas no local. Além disso, a consolidação e/ou revisão dos **parâmetros** acima definidos, também passa pelo crivo de sua efetiva contribuição para o **acerto do diagnóstico** das irregularidades, assim como na relação do “custo das inspeções” contra os “benefícios dos acertos”.

- VI. **Sistema de Acompanhamento das Grandes Variações**: Trata-se de implementar uma forma de acompanhamento do consumo de todas as ligações do segmento, efetuando uma avaliação mensal de desempenho em cada uma delas, por exemplo através da comparação do resultado do mês – por ligação ou por grupo de ligações - em relação às respectivas referências cadastradas, com atenção especial nas grandes variações positivas ou negativas.
- **Maiores Variações Positivas**: O estudo das ligações que apresentarem maior variação positiva permitirá focalizar ligações ou com erro de leitura, ou com possibilidade de vazamento interno, ou com indício de fraude. A realização de uma inspeção em campo – com o uso de formulário adequado para essa situação – permitirá enquadrar devidamente cada uma dessas questões, evitando cobranças indevidas e conflitos desnecessários com os Clientes, praticando maior justiça na medição e possibilitando a realização de ações corretivas com maior agilidade.

- **Maiores Variações Negativas:** O estudo das ligações com maior variação negativa permitirá focalizar ligações ou com erro de leitura, ou com possibilidade de rotação no totalizador do hidrômetro por conta de vazamento interno, ou descoberta de troca não cadastrada no sistema comercial, ou com indício de fraude. A realização de uma inspeção em campo – com o uso de formulário adequado para essa situação – permitirá enquadrar devidamente cada uma dessas questões, minimizando as perdas, evitando conflitos desnecessários com os Clientes.

VII. Sistema de Priorização: O ideal é que as intervenções pudessem ser realizadas na medida exata das necessidades. No entanto, na prática, sabe-se que poderão surgir restrições ou limitação dos recursos disponíveis para as intervenções, seja em prazo, seja em montante de orçamento liberado, de forma que uma metodologia de priorização se faz necessária. Além disso, é sempre importante poder realizar “primeiro” as intervenções de maior rentabilidade. Neste sistema, as atenções se concentram no estabelecimento de uma forma objetiva e racional de priorizar as intervenções, levando em conta seu potencial impacto financeiro. Assim sendo, define-se a variável – *Nível de Prioridade* (NPt) – em função da *Pontuação do hidrômetro*, do *Peso da modalidade* e do *Fator de incremento* temporal através da seguinte fórmula:

Tabela 7: Fórmula 1.

$$NP_t = F_i \times P_m \times P_h \quad \text{onde} \quad F_i = (1 + t \times J_i)^2$$

Vale ressaltar que o período de tempo de atraso (T) é medido em meses e que a taxa de incremento temporal (J_i) foi definida a priori com um valor de 10%.

Os demais parâmetros da fórmula podem ser extraídos das seguintes tabelas:

Tabela 8: Peso por Modalidade de Manutenção

Código	Descrição
Corretiva Geral	10
Prev. Tempo Excessivo	5
Prev. Volume Excessivo	4
Prev. Inadequação	3

Tabela 9: Pontuação por Tamanho de Hidrômetro.

Tamanho do Hidrômetro	Q_n (m³/h)	DN	Pontuação P_h
B	2,5	3/4"	20
D	5	1"	50
	6	1 1/4"	
E	10	1 1/2"	80
F	0,75	2"	150
G	1,50	2"	250
J	0,75	3"	500
K	0,75	4"	1.000
L	0,75	6"	2.000
M	1,50	8"	4.000

Tabela 10: Fator de Incremento da Prioridade por Atraso na Intervenção.

$F_i = (1 + t \times J_i)^2$ para $J_i = 10\%$	
Atraso na Intervenção "t" (meses)	Fator de Incremento de Prioridade "F _i "
Sem nenhum atraso na intervenção	1,00
1	1,21
2	1,44
3	1,69
4	1,96
5	2,25
6	2,56
7	2,89
8	3,24
9	3,61
10	4,00
11	4,41
12	4,84

Vale observar que esse nível de prioridade NPt – sendo um produto das variáveis apresentadas nas três tabelas anteriores – traduz-se numa proporcionalidade com a gravidade, urgência e tendência apresentada pela ocorrência, ou seja, quanto maior o NPt, maior será o hipotético prejuízo potencial, e portanto maior deverá ser a prioridade para a realização da respectiva manutenção, servindo como parâmetro para priorizar e programar a emissão da respectiva OSH.

VIII. **Sistema de Controle de Ordem de Serviço em Hidrometria (OSH):** Para efeito de controle de OSH, cabe à tecnologia um papel de extrema importância, como ferramenta facilitadora da gestão, permitindo:

- Controle de recursos materiais disponíveis: nível de estoque existente, prazo médio para reposição/ponto de ressuprimento, atualizações “on line” de entradas e saídas, etc.;
- Controle de recursos humanos disponíveis: nível de carga alocada, produtividade média/contratos de serviço abertos, atualizações “on line” de alocações e baixas etc.;
- Cálculo do NPt e sua vinculação com a OSH e a efetiva disponibilidade de recursos materiais e humanos disponíveis;
- Controle de numeração, emissão e baixa das OSH.

Nunca é demais reiterar a importância da vinculação da OSH com a **efetiva disponibilidade** dos recursos necessários para a realização da manutenção (medidores, materiais, ferramentas e mão-de-obra), sendo sobejamente conhecido o fato de que um excessivo acúmulo de OSH pendentes - de **per si** - acaba com a eficácia de qualquer sistema de priorização.

IX. **Sistema de Planejamento Orçamentário:** A quantificação orçamentária em geral pode ser realizada com base no histórico das intervenções anteriores. Para o planejamento das manutenções corretivas, talvez seja esta a melhor forma de quantificação, que irá funcionar bem na medida em que existir um banco de dados consolidados. Entretanto, para o planejamento das manutenções preventivas, torna-se importante implementar um sistema que possibilite estimar – com pelo menos seis meses de antecedência – os quantitativos de preventiva vincendos, seja por cálculo dos hidrômetros que irão atingir o limite de “tempo máximo na rede” nesse período, ou por projeção dos hidrômetros que irão atingir o limite de “volume máximo registrado” nesse período.

CONCLUSÃO

De uma forma geral, neste trabalho foram apresentadas as bases para montagem de um **Plano de Manutenção para Grandes Hidrômetros**.

Como se trata de um segmento com relativamente poucos hidrômetros, porém com características muito diversificadas e um faturamento unitário médio bastante significativo, foi implementado um tratamento de forma “**individualizada**”.

Nos trabalhos implementados pelos autores em Empresas de Saneamento, foi observado um certo quantitativo de migrações do segmento de Hidrômetros Pequenos (Hd-PC) para o segmento de Hidrômetros de Grandes Capacidades (Hd-GC), e vice-versa. Este fato demonstra a necessidade de se montar um sistema de controle de “classificação” de ligação suficientemente flexível para acomodar as migrações naturais que venham a ocorrer, seja por crescimento vegetativo, ou por variação na demanda, ou ainda por alterações de uso dos Clientes ao longo do tempo.

Isso posto, acreditamos que os conceitos apresentados neste trabalho contribuam para que as Empresas de Saneamento possam implementar uma gestão mais eficaz de seu parque de hidrômetros, em especial o segmento de Hd-GC, alocando os medidores certos nos locais certos, dentro de um plano de manutenção adequado, com resultados certamente interessantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NTS 181 – Norma Técnica SABESP – PROCEDIMENTO - Dimensionamento do ramal predial e do hidrômetro.
2. ABNT NBR 15538 – IDM – Hidrômetros para água fria até 2,5 m³/h de vazão nominal – Ensaio para avaliação de desempenho de hidrômetros em alta e baixa vazões em hidrômetros.
3. ABNT NM 212 – ESPECIFICAÇÃO – Medidores velocimétricos de água potável fria até 15 m³/h.
4. ABNT NBR 8194 – PADRONIZAÇÃO – Hidrômetro para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal.
5. PORTARIA INMETRO nº 246 - de 17/10/2000 – REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO para Hidrômetros de Vazão Nominal até 15,0 m³/h
6. Documentos Técnicos de Plano de Manutenção de diversos Clientes da BBL Engenharia.