

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ADRIELLI AMANDA HEYDT

**DIAGNÓSTICO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS DE UM SISTEMA  
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2015

ADRIELLI AMANDA HEYDT

**DIAGNÓSTICO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS DE UM SISTEMA  
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. MSc. Silvana da Silva Ramme

TOLEDO

2015



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Toledo  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de N° 009

### **Diagnóstico do Parque de Hidrômetros de um Sistema de Abastecimento de Água**

por

**Adrielli Amanda Heydt**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 14:40 h do dia **26 de Novembro de 2015** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Profª MSc. Lucia Bressiani  
(UTFPR – TD)

---

Prof MSc. Marcelo Guimarães Ribeiro  
(UTFPR – TD)

---

Profª MSc. Silvana da Silva Ramme  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Prof. Dr Lucas Boabaid Ibrahim  
Coordenador da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## RESUMO

HEYDT, Adrielli A. **Diagnóstico do Parque de Hidrômetros para Aplicação do Controle de Perdas de um Sistema de Abastecimento de Água**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2015.

Este trabalho teve como objetivo principal investigar as condições atuais do sistema de micromedição, especificamente o parque de hidrômetros da sede do município de Mercedes/PR, confrontando esses dados com as normativas vigentes. Para tanto realizou-se a análise de documentos e cadastros do Serviço Municipal de Água e Esgoto (Semaee) e a vistoria em todas as 1.129 ligações de água potável presentes na sede urbana do município. Os resultados evidenciaram que as condições atuais dos medidores que compõem o parque diferem-se consideravelmente das ideais. Como exemplo, destaca-se um dos itens analisados na pesquisa, a inclinação dos aparelhos medidores em relação ao eixo longitudinal da tubulação, o qual verificou-se que no sistema de abastecimento, naquele momento, haviam 46% de hidrômetros inclinados. As práticas relacionadas à gestão do parque, como controle de trocas de equipamentos, dimensionamento de hidrômetros antes da instalação ou programas de manutenção, apresentaram-se deficientes e com ausência de controle. Buscando contribuir com o gerenciamento do parque de hidrômetros do município, elaborou-se ao fim deste trabalho um manual de boas práticas. O manual visa, de forma sucinta, explicar métodos e recomendações que buscam melhorar a condição atual do sistema de micromedição.

**Palavras – Chave:** Hidrômetros. Micromedição. Perdas. Abastecimento de água.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Custo Total Decorrente das Perdas de Água.....	22
Figura 2 - Taxas de desperdício de água tratada por estado brasileiro (%).....	24
Figura 3 - Curva de erro de medição do hidrômetro.....	30
Figura 4 – Movimento da água no interior do hidrômetro velocimétrico unijato .....	32
Figura 5 – Hidrômetro do tipo unijato. ....	33
Figura 6 – Movimento da água no interior do hidrômetro velocimétrico multijato.....	34
Figura 7 - Hidrômetro do tipo multijato. ....	35
Figura 8 - (a) Medidor Woltmann vertical; (b) Medidor Woltmann horizontal. ....	36
Figura 9 - Medidores compostos.....	38
Figura 10 - Aspecto de um medidor volumétrico.....	39
Figura 11 - Medidor de Pistão oscilante .....	40
Figura 12 - Medidor de disco nutativo, corte transvesal.....	40
Figura 13 - Síntese das ações para o controle e a redução de perdas aparentes ....	42
Figura 14 - Representação de perdas por submedição em hidrômetros com 1, 4, 5 e mais de 10 anos de serviço.....	46
Figura 15 - Hidrômetro com lacres anti-fraude instalados nas conexões.....	51
Figura 16 - Medidor acima do piso e em abrigo.....	52
Figura 17 - Medidor acima do piso ao tempo .....	52
Figura 18 - Medidor abaixo do nível piso em abrigo.....	52
Figura 19 - Medidor embutido na parede .....	53
Figura 20 - Incrições no mostrador do hidrômetro.....	54
Figura 21 - Incrições carcaça do hidrômetro .....	55
Figura 22 - Numeração sequencial dos hidrômetros.....	55

Figura 23 - Aferição da horizontalidade do medidor com nível de bolha. ....	58
Figura 24 - Nível disposto perpendicularmente ao eixo do cavalete. ....	59
Figura 25 - Aferição do diâmetro externo da tubulação. ....	60
Figura 26 - Aferição do comprimento da tubulação reta a montante e jusante do hidrômetro. ....	60
Figura 27 - Hidrômetro parcialmente enterrado. ....	64
Figura 28 - Ligação embutida em parede com hidrômetros inclinados. ....	64
Figura 29 - Ligação vistoriada com presença do lacre anti-fraude. ....	67
Figura 30 - Ligação sem a presença de lacre anti-fraude. ....	68
Figura 31 - Ligação com lacre anti-fraude danificado. ....	68
Figura 32 - Cavalete abaixo do nível do piso e sem abrigo. ....	69
Figura 33 - Cavalete acima do nível do piso e exposto ao tempo. ....	70
Figura 34 - Cavalete acima do nível do piso em abrigo. ....	70
Figura 35 - Cavalete abaixo do nível do piso em abrigo. ....	71
Figura 36 – Hidrômetro do Paço Municipal com vazão nominal de 3,5 m <sup>3</sup> /h. ....	73
Figura 37 - Hidrômetro Escola Municipal Tiradentes com vazão nominal de 0,75 m <sup>3</sup> /h. ....	74
Figura 38 - Hidrômetro com classe metrológica “A”. ....	76
Figura 39 - Hidrômetro com visor embaçado. ....	76
Figura 40 – Hidrômetro Praça Municipal sem tampa de proteção com visor embaçado e danificado. ....	80

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Trajetória das perdas de água na distribuição .....	25
Gráfico 2– Problemas encontrados para ausência das vistorias no parque de hidrômetros. ....	62
Gráfico 3 - Configuração e posição dos cavaletes averiguados.....	69
Gráfico 4 - Verificação da Classe Metrológica dos medidores. ....	75
Gráfico 5 - Idade dos hidrômetros instalados no parque.....	78
Gráfico 6 - Situação da tampa de proteção do hidrômetro.....	79
Gráfico 7 - Situação encontrada nos hidrômetros embaçados.....	81

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Componentes do Padrão Internacional de Balanço Hídrico para Sistema de Distribuição de Água. ....	18
Tabela 1 - Classificação do sistema distribuidor em relação ao índice de perdas ....	21
Quadro 2 – Benefícios da redução de perdas .....	27
Tabela 2 - Metas para redução das perdas de água na distribuição.....	26
Tabela 3 - Classes de hidrômetros e correspondentes valores de $Q_{min}$ e $Q_{máx}$ .....	30
Tabela 4 - Vida Útil de diferentes tipos de hidrômetros em função de seu uso e volume acumulado. ....	45
Tabela 5 - Dimensões tubo de PVC rígido .....	59
Tabela 6 - Ano de fabricação dos hidrômetros instalados.....	77
Tabela 7 - Resumo das verificações de horizontalidade, seta de sentido de fluxo e trecho reto de tubulação.....	82

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	12
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.2.1 Objetivo Geral .....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO.....	15
2.1.1 Perdas de Água .....	16
2.1.2 Indicadores de Perdas .....	19
2.1.3 Perdas no Cenário Nacional .....	23
2.1.4 Potencial de ganhos com medidas de redução de perdas.....	26
2.2 MICROMEDIÇÃO.....	27
2.2.1 Tipos de Hidrômetros e Princípio de Funcionamento .....	31
2.2.1.1 Hidrômetros Velocimétricos .....	31
2.2.1.2 Hidrômetros Volumétricos .....	38
2.2.1.3 Hidrômetros e Registradores Eletrônicos .....	41
2.3 FATORES INTERVENIENTES NAS PERDAS APARENTES DE ÁGUA RELACIONADOS À MICROMEDIÇÃO.....	42
2.3.1 Classe Metrológica .....	43
2.3.2 Tempo de Uso dos Hidrômetros .....	44
2.3.2 Uso de Caixa d'água com Boia Acoplada .....	47
<b>3. MATERIAS E MÉTODOS.....</b>	<b>48</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.....	48
3.2 COLETA DE DADOS .....	49
3.2.1 Elaboração de <i>Check-list</i> .....	49
3.2.1.1 Padronização das Instalações.....	50
3.2.1.2 Características dos Micromedidor .....	53
3.2.1.3 Situação do Micromedidor.....	56
3.2.1.4 Situação de acesso ao imóvel.....	57
3.2.2 Coleta de dados em campo.....	57
3.2.1.1 Procedimentos de conferência .....	58

3.3	ANÁLISE DOS DADOS .....	61
3.4	ELABORAÇÃO DE MANUAL DE BOAS PRÁTICAS .....	61
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>62</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS .....	62
4.1.1	Horizontalidade do micromedidor .....	63
4.1.2	Seta de sentido de fluxo.....	65
4.1.3	Trecho reto de tubulação .....	65
4.1.4	Lacre anti-fraude.....	66
4.1.5	Posição e Configuração do Cavalete .....	68
4.1.6	Condição de Acesso .....	72
4.1.7	Vazão Nominal.....	72
4.1.8	Classe Metrológica .....	75
4.1.8	Ano de Fabricação .....	77
4.1.9	Situação do Hidrômetro .....	79
4.1.10	Discussões dos Principais Fatores que Influenciam na Confiabilidade Metrológica do Parque.....	82
4.2	MANUAL DE BOAS PRÁTICAS.....	83
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>84</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>86</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE A – CHECK-LIST PARQUE DE HIDRÔMETROS.....</b>	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE B – MANUAL DE BOAS PRÁTICAS .....</b>	<b>91</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Diante da crescente crise hídrica mundial, o acesso à água potável tem se tornado um dos importantes temas das discussões políticas internacionais. Inerente a isto, tem-se que os recursos hídricos não podem ser tratados simplesmente como recursos renováveis, mas sim como recursos limitados. Sendo assim a sua racionalização e sua conservação tornam-se fundamentais.

A disponibilidade hídrica irregular em algumas regiões, a necessidade de preservação das águas e a sustentabilidade das empresas de saneamento responsáveis pelo abastecimento público de água, são fatores que não podem estar dissociados.

No Brasil, na década de 80, iniciaram-se os estudos hidrossanitários sobre economia de água de abastecimento público e incentivou-se o desenvolvimento de componentes de baixo consumo de água, mediante parcerias entre instituições de pesquisa e fabricantes de aparelhos e equipamentos sanitários. Em 1995 foi criado o PURA, Programa de Uso Racional da Água e, logo após, em 1997 foi criado o PNCDA, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água.

O PNCDA teve por objetivo geral promover o uso racional da água no abastecimento público no Brasil, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas.

Entretanto, o grande marco para o saneamento básico no Brasil, após um longo período de carências de políticas públicas que incentivassem o desenvolvimento do setor, foi criação da Lei nº 11.445 em 2007 que trata da Política Nacional do Saneamento Básico. Essa Lei trouxe consigo nova perspectiva para o desenvolvimento do setor, pois estabeleceu prerrogativas de planejamento a fim de que em 20 anos seja atendida integralmente toda a população no que concerne aos quatro eixos do saneamento básico: abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo das águas pluviais e coleta e disposição final de resíduos sólidos.

Fazendo parte das ações que a Lei nº 11.445/2007 trouxe, em 2013 foi aprovado o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) que entre outras,

estabeleceu metas, programas e ações de curto, médio e longo prazo para a diminuição dos índices de perdas de distribuição de água. Nesse documento foi assumido como meta para a gestão de perdas gerais o índice médio 32% nos sistemas de abastecimento de água até 2030. Em suma, está se buscando há algum tempo determinar maneiras, objetivos concretos e delineamentos para sanar o desperdício de água, entretanto as perdas nas companhias de saneamento que atendem as cidades brasileiras, em geral, ainda apresentam níveis elevados.

Para obter uma visão mais abrangente do contexto nacional, o relatório do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) de 2014, informou que o valor médio do índice de perdas de faturamento para todo o conjunto de prestadores de serviços foi de 37,0% em 2013.

Historicamente, a priorização nas entidades gestoras no setor de saneamento básico foi à expansão das redes, principalmente no serviço de abastecimento de água, enquanto a manutenção e modernização da gestão do sistema não deteve a atenção necessária. O resultado desta inadequada gestão de recursos hoje é visto claramente através das séries de ineficiências dos sistemas públicos de abastecimento.

Neste contexto, a medição e cobrança de água pelas companhias de saneamento têm importância econômica e ambiental por ser uma ferramenta essencial de controle do processo produtivo e um mecanismo eficaz contra o desperdício. Silva (2014) alega que a medição e conseqüentemente a cobrança pelo uso da água estimula o consumidor ao uso racional, uma vez que permite a ele perceber claramente a quantidade de água que utiliza e o quanto paga por ela.

A redução das perdas, por sua vez, permite às companhias retirar menos água de seus mananciais, utilizar menos energia elétrica, consumir uma quantidade menor de produtos químicos para o tratamento reduzindo o custo na produção de água e causando menor impacto ao meio ambiente.

Entretanto, para que se alcance os resultados pretendidos com a medição e cobrança é necessário medir de forma confiável a água fornecida, para isto, é imprescindível a adequada gestão do sistema de medição, tanto da macromedição quanto da micromedição.

A análise dos dados do sistema, como perfis de consumo e características de medição possibilitam várias ações visando à otimização dos sistemas, tais como

adequação de tarifas, detecção de fraudes, adequação de equipamentos e suas respectivas classes de medição. A análise dos dados contribui ainda para a correta percepção das perdas de água no sistema.

Desenvolver estratégias de combate às perdas requer ações integradas, que segundo Coelho (2009), devem passar por uma avaliação de suas causas, partindo de questionamentos sobre quanto e onde se perde, qual a causa, quais as estratégias são adequadas e, finalmente, como se manter a estratégia e sustentar os ganhos obtidos. Para se obter sucesso, é necessário que todos os tipos de perdas recebam a devida atenção. O conhecimento do comportamento do sistema por meio de medição, especialmente da micromedição, requer estudos sobre metodologias e procedimentos para avaliação e confiabilidade dos micromedidores.

Fatores como a seleção de hidrômetros quanto à classe metrológica, sua correta instalação, a capacidade de medição e a influência do uso de reservatórios domiciliares impactam diretamente a qualidade da medição, notadamente no que diz respeito à submedição.

Assim sendo, a imprecisão na medição feita pelos hidrômetros representa uma parcela significativa das perdas aparentes e será o aspecto mais relevante nesse trabalho, que visa contribuir para o direcionamento dos esforços no combate à submedição, cujos valores, segundo Sanchez *et al* (2000) variam entre 8,0 a 23,4% dos volumes micromedidos.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O elevado índice de perdas de água nos sistemas de saneamento reduz o faturamento das empresas e, conseqüentemente, sua capacidade de investir e obter financiamentos. Além disso, gera danos ao meio ambiente na medida em que obriga as empresas a buscarem novos mananciais (ABES, 2013).

Grande parte das prestadoras de serviço não apresentam condições técnicas e de gestão que possibilitam manter os sistemas com os índices de perdas sob controle, condição esta que favorece o agravamento da situação do País em relação à perda de água tratada.

Com valores nacionais médios de perdas gerais que beiram os 40% (SNIS, 2014), o combate às perdas, tanto reais como aparentes, transformaram-se em um

grande desafio das companhias de saneamento brasileiras públicas e privadas. Assim sendo, a situação atual do saneamento impulsiona à pesquisa e sistematização de ações que levem à redução e ao controle destas perdas de água.

A caracterização e avaliação do comportamento do parque de hidrômetros e das atividades que circundam a sua gestão é uma ferramenta que tem grande importância nas ações de minimizações das perdas dentro de um sistema.

Assim sendo, esta pesquisa se justifica na medida em que busca contribuir para o desenvolvimento do setor de saneamento básico, buscando identificar ações de combate as perdas em sistemas de abastecimento de água, através do diagnóstico e avaliação do desempenho do parque de hidrômetros.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar o comportamento de um parque de hidrômetros em um sistema de abastecimento de água.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar as características dos medidores de vazão do parque;
- Identificar a idade de funcionamento dos equipamentos micromedidores instalados no parque;
- Identificar a situação atual das instalações dos micromedidores;
- Elaborar um Manual de Boas Práticas voltado ao sistema de micromedição.

## 1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

As perdas em sistemas de abastecimento de água são compreendidas pela parcela de perdas reais ou físicas, onde a água se perde ao longo do sistema, e pela parcela das perdas aparentes onde a água é distribuída aos usuários, mas não é contabilizada, devido principalmente à submedição e fraudes.

Neste trabalho, apesar da abrangência do tema, buscou-se dar enfoque as perdas aparentes, mais notadamente aos aspectos relacionados com a utilização dos micromedidores.

O estudo que este trabalho apresentara, envolve o sistema de abastecimento de água da sede urbana do município de Mercedes-PR. Em estimativa realizada pelo IBGE (2010) a população do município em 2014 seria de aproximadamente 5.357 habitantes, constituindo aproximadamente 1200 ligações de água potável dotadas de hidrômetros.

Considerando o número reduzido de ligações, o universo de trabalho desta pesquisa foi a totalidade das ligações providas com micromedidores dentro do sistema de abastecimento da sede urbana do município de Mercedes-PR.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO

Os sistemas de abastecimento de água, por sua complexidade e características próprias, embutem certo grau de perdas inevitáveis, por exemplo, na lavagem de estações de tratamento de água e no envelhecimento das tubulações, entretanto, o problema comumente enfrentado pelas companhias são os índices elevados de perdas e conseqüentemente de receita, advindos muitas vezes da ineficiência dos sistemas e de falhas ou mesmo na falta de um gerenciamento adequado.

Segundo Venturini *et al.* (2001), a ausência de planejamento e manutenção adequada, associadas à escassez de recursos financeiros têm causado problemas de sustentabilidade econômico-financeira às empresas de saneamento.

Com o passar do tempo os sistemas sofrem deterioração de maneira natural ou acelerada, dando origem a problemas operacionais que provocam a diminuição da qualidade dos serviços prestados e aumento dos custos operacionais, os quais recairão sobre seus consumidores na forma de tarifas.

Diante das exigências impostas pela sociedade atual, especialmente induzidas pelos processos de democratização e conscientização ecológica, aliada ainda ao problema mundial de disponibilidade hídrica irregular, torna-se evidente a necessidade de melhorias no setor de abastecimento de água visando o combate às perdas.

Por outro lado, o vínculo entre a eficiência das companhias e seu índice de perdas fica evidente, ou seja, sistemas de água bem operados e mantidos, geralmente, acarretarão baixos índices de perdas. Neste sentido, Tardelli (2006) enaltece que desde a captação até a entrega do produto final ao consumidor existem várias perdas que, em grande parte, são causadas por operação e manutenções deficientes das tubulações e inadequada gestão comercial das companhias.

### 2.1.1 Perdas de Água

Em uma visão simplificada, perda de água corresponde aos volumes disponibilizados ao sistema e não contabilizados ou faturados (Miranda, 2002), ou seja, houve a produção, mas não a entrega final do produto ao consumidor.

De forma mais completa e conceitual, a *International Water Association* (IWA) define que perda de água “é o volume referente à diferença entre a água entregue ao sistema de abastecimento e os consumos autorizados, medidos e não medidos, faturados ou não faturados, fornecidos aos consumidores cadastrados, a própria prestadora de serviços e a outros que estejam implícitas ou explicitamente autorizados a fazê-lo”.

Gonçalves (1998) ressalta que as perdas em um sistema de distribuição podem ocorrer em diferentes âmbitos. As perdas limitadas entre a captação de água bruta e a estação de tratamento são denominadas perdas de produção, e as perdas da estação de tratamento até a chegada ao consumidor final nomeadas de perdas de distribuição.

Complementando, Tardelli (2006) relata que em cada fase do sistema de abastecimento de água há condições específicas que fazem preponderar um ou outro tipo de perda, que por sua vez, ditará as ações mais adequadas referentes à prevenção e correção dos fatores que propiciam seu surgimento.

Da mesma forma que ocorre a divisão das perdas de água pela localização no sistema, os volumes perdidos também podem ser divididos em dois grandes grupos. Um corresponde às perdas reais, também nomeado de perdas físicas, e o outro as perdas aparentes, também conhecido como perdas não-físicas.

A “perda de água física” ou “real” é quando o volume de água disponibilizado no sistema de distribuição pelas operadoras de água não é utilizado pelos clientes, sendo desperdiçado antes de chegar às unidades de consumo (NBR NM 212:1999).

A perda aparente ou não-física, corresponde ao volume de água que chega ao consumidor final, porém, não é contabilizado pelos aparelhos medidores, ou ainda, não tenha seu uso definido. Associa-se a este tipo de perda, fraudes em hidrômetros, ligações clandestinas e/ou irregulares, erros de macromedição e micromedição, erros de leitura e dimensionamento inadequado do medidor. Neste caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada.

Um programa criado pelo governo federal em 1997, denominado Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDa caracterizou perdas reais como toda água que é subtraída do sistema, não sendo disponibilizada para o consumo final. Estas perdas são decorrentes, por exemplo, do rompimento de adutoras, subadutoras, procedimentos operacionais para a manutenção do sistema, trincas e fissuras em redes, ramais, conexões e reservatórios.

Evidenciando as consequências que as perdas reais carregam consigo, Tardelli (2006) destaca que quanto menor é o volume que se perde no sistema, menor é a necessidade de ampliar as captações de água, o que minimiza os impactos ambientais causados por obras de adequação e ampliação dos sistemas de abastecimento.

Outro ponto relacionado às perdas reais atinge a saúde pública, a existência de vazamentos na rede de distribuição e a consequente despressurização do sistema propicia a contaminação da água pela entrada de agentes nocivos na tubulação.

Silva (2008) estabelece que para cada parcela das perdas exista várias causas com magnitudes diferentes, porém pode-se apontar os vazamentos nas redes e ramais como principal responsável pelas perdas reais e a micromedição como agente preponderante nas perdas aparentes.

A fim de se identificar e uniformizar os conceitos dos diversos tipos de perdas em sistemas de distribuição de água, o PNCDa, em revisão realizada em 2004, recomendou a utilização do padrão de balanço hídrico estabelecido pelo IWA.

Neste balanço é possível visualizar toda a movimentação hídrica de um sistema, desde os volumes produzidos até os micromedidos entregues ao consumidor. No Quadro 1 verificam-se os componentes desse padrão internacional de balanço hídrico.

Água que entra no sistema  (inclui água importada)	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo faturado medido (inclui água importada)	Água Faturada
			Consumo faturado não medido (estimados)	
		Consumo Autorizado Não Faturado	Cosumo não faturado medido (usos próprios)	Água Não Faturada
			Consumo não faturado não medido (combate a incêndios, favelas, etc.)	
	Perdas De Água	Perdas Aparentes	Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)	
			Erro de medição	
		Perdas Reais	Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento	
			Vazamento nas adutoras e/ou redes de distribuição	
Vazamentos e Extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição				
Vazamentos nos ramais (a montante do ponto de medição)				

**Quadro 1 – Componentes do Padrão Internacional de Balanço Hídrico para Sistema de Distribuição de Água.**

Fonte: Adaptado de ABES, (2007).

Frangipani (2007) alega que as perdas no abastecimento público ocorrem em diversos componentes do sistema e que estimar o impacto de cada perda em um contexto geral é essencial, possibilitando assim um bom gerenciamento deste sistema.

As perdas de água, tanto real como aparente, são um dos maiores problemas enfrentados pelos serviços de abastecimento de água de todo o mundo. Neste sentido, Gonçalves (1998) enfatiza que as perdas são motivos de

preocupação até de países com água em abundância e situação econômica tranquila, pois antes de chegar ao consumidor existe uma estrutura de apoio para realização do processo, representando custos tanto diretos quanto indiretos, assim como os de operação do sistema.

Bovo *et al.* (2008) corrobora ressaltando que as perdas de água causam danos tanto ao meio ambiente, devido à necessidade de captação de um maior volume de água, quanto ao consumidor adimplente que pode ter incorporado à sua tarifa o custo mais elevado da produção da água tratada e ainda o custo da água não faturada dos demais clientes pela prestadora de serviço.

Desta forma, é razoável que as prestadoras de serviços trabalhem a fim de melhorar sua eficiência e assim diminuir as perdas de água (SILVA, 2014).

Contudo, conforme Melato (2010), não existe um sistema com perda nula. As perdas ocorrem em todos os sistemas, somente a quantidade de água perdida que se altera, dependendo das características físicas do sistema, de fatores e costumes locais, das práticas operacionais e do nível da tecnologia aplicada em seu controle.

Os sistemas de abastecimento de água possuem tubulações enterradas pressurizadas e medidores de vazão ou volumes com certo grau de imprecisão inerente e inevitável. Define-se assim a perda inevitável, que corresponde ao mínimo de perda aceitável para um sistema ideal.

### 2.1.2 Indicadores de Perdas

Segundo Magalhães Júnior (2000 *apud* Miranda,2002), os indicadores são elementos que sinalizam, comunicam, demonstram, indicam e informam sobre uma questão qualquer. Possuem várias características definidoras as quais quantificam a informação, tornando seu significado mais aparente; simplificam a informação para facilitar a comunicação; são descritivos, não explicativos; representam um modelo empírico da realidade, não a realidade em si. Um indicador deve, ainda, facilitar a comparação.

Alegre *et al.* (2006), aponta que na avaliação de desempenho de um sistema, um indicador representa uma medida quantitativa de algum aspecto particular do desempenho da entidade gestora ou do seu nível de serviço.

Complementa ainda evidenciando que os indicadores são instrumentos de apoio ao monitoramento da eficiência e da eficácia, simplificando assim uma avaliação que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Buscando aprimorar os estudos mundiais sobre perdas de água, a IWA padronizou em 2000, através de um Manual de Boas Práticas, a terminologia e definição de uma série de indicadores para sistemas de abastecimento de água, onde também foram definidos os indicadores de perdas, cuja segunda edição foi revisada em 2006.

Através desta definição a comparação de índices de desempenho entre diversos países passou a ser possível. Visto isso, os principais indicadores propostos pela IWA são os seguintes:

- Indicador Percentual, também definido como indicador de perdas na distribuição pelo PNCD. Segundo Melato (2010) é o mais utilizado por ser o mais fácil de ser compreendido, porém não é o mais indicado para avaliações e comparações técnico-operacionais.
- Índice de Perdas por Ramal e por Extensão de Rede, este indicador visa permitir a comparação entre os sistemas de tamanhos diferentes com a introdução de um “fator escala” em seu cálculo. Este fator é equivalente à quantidade de ramais e o comprimento da rede de distribuição de água.
- Índice Infraestrutural de Perdas é a relação entre o nível atual de perdas do sistema e o nível mínimo aceitável, definido a partir de estudos das condições de sistemas bem operados na Europa. O índice indica quantas vezes o sistema está pior do que o nível tecnicamente aceitável.

Melato (2010) enfatiza que é imprescindível à confiabilidade dos dados utilizados para os cálculos e a padronização dos mesmos, para que a comparação com outros sistemas seja possível, pois, caso contrário, as medidas preventivas ou corretivas tomadas tendo como base o indicador serão ineficientes.

Em âmbito nacional o índice de perdas percentual ainda é um dos principais indicadores de desempenho das empresas de saneamento, cujo controle constitui uma importante ferramenta de gestão para garantir a eficiência do sistema de abastecimento (SILVA, 2008).

Inicialmente, para se ter conhecimento sobre o nível de perdas em um determinado sistema de abastecimento são necessário os dados de volume disponibilizado e volume utilizado. A relação entre o volume disponibilizado e o utilizado resulta no Índice de Perdas na Distribuição (IPD).

Usos autoritários de água que não são faturados, como por exemplo, águas de descarga de rede e combate a incêndios, devem ser estimados ou medidos e somados ao volume utilizado (FRANGIPANI, 2007).

Para o cálculo deste índice faz-se uso da Equação 1:

$$IPD = \frac{\text{Volume disponibilizado} - \text{Volume utilizado}}{\text{Volume disponibilizado}} \quad (1)$$

Com o índice calculado, o sistema de gestão do serviço de abastecimento pode ser classificado por níveis que vão de mal a bem gerenciados (Tabela 1) oferecendo uma aproximação preliminar de como está a eficiência e eficácia dos serviços da companhia de saneamento.

<b>Índice de Perdas de Água</b>	<b>Classificação</b>
<b>Acima de 40 %</b>	Sistema com Mau Gerenciamento
<b>Entre 25 e 40%</b>	Sistema com gerenciamento de nível intermediário
<b>Menor que 25%</b>	Sistema com bom gerenciamento

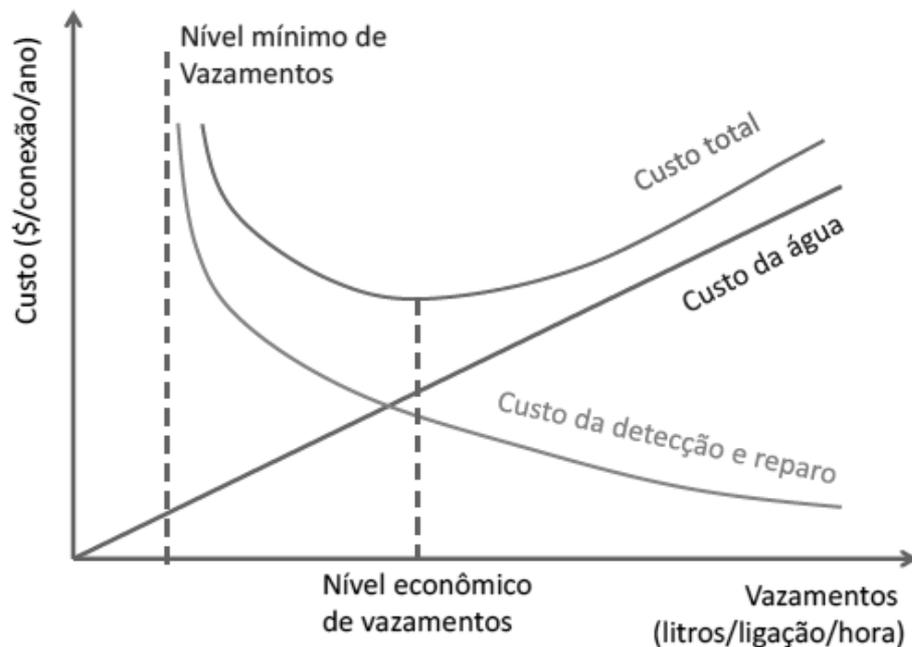
**Fonte: Adaptado de FRANGIPINI (2007).**

De forma a dar ênfase na gestão dos serviços, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013) chama atenção para a importância da definição de dois limites para os volumes das perdas em um sistema.

Um é o limite econômico, a partir do qual se gasta mais para reduzir as perdas do que o valor intrínseco dos volumes recuperados. Ressalta-se que este limite não é rígido, ele varia de cidade para cidade, em função das disponibilidades hídricas, custos de produção, etc.

O outro limite abordado é o limite técnico, este limite abrange as perdas mínimas inevitáveis do sistema, ele é definido pelo alcance das tecnologias atuais, materiais, ferramentas e equipamentos utilizados pela prestadora de serviços. Silva (2014) evidencia que é tecnicamente impossível atingir um patamar nulo de perdas, ou seja, por mais bem implantado e operado que seja um sistema de abastecimento, sempre haverá algum volume perdido.

A Figura 1 demonstra o conceito apresentado pela ABES, onde se percebe que a partir de um determinado ponto, o do “nível econômico de vazamentos” o custo para realização de melhorias no sistema buscando a minimização das perdas se torna inviável em comparação com os valores de redução das perdas.



**Figura 1 - Custo Total Decorrente das Perdas de Água.**  
 Fonte: Adaptado de ABES, (2013).

Assim sendo, torna-se importante as companhias conhecerem o nível de vazamentos adequado a cada sistema de abastecimento a fim de equacionarem os

limites técnicos e econômicos do seu sistema e então definir as ações de minimização do nível de perdas.

### 2.1.3 Perdas no Cenário Nacional

Historicamente, foram priorizados no setor de saneamento básico, investimento em expansão das redes, principalmente no serviço de abastecimento de água. Em contrapartida investimento na manutenção e modernização da gestão das entidades gestoras não receberam a atenção necessária.

A má distribuição de recursos resultou em uma série de ineficiências nos sistemas dentre as quais podem ser destacadas elevadas perdas de água tanto físicas quanto não físicas (TONETO *et al.*, 2013).

Frangipani (2007) ressalta que muitas prestadoras de serviço não têm a disposição tecnologias suficientes para garantir um bom monitoramento da rede, assim como muitas não possuem qualquer equipamento que permita a mensuração da água produzida, distribuída e consumida. Em função de fatores como estes, há a dificuldade de avaliação da eficiência dos sistemas uma vez que não há mensuração dos dados e assim, avaliações precisas dos índices de perdas a nível macro ficam prejudicadas.

Contudo, para obter uma visão mais abrangente do contexto nacional, pode-se recorrer ao relatório do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento - SNIS, serviço ligado ao Ministério das Cidades.

Os números do ano de 2013 são os mais recentes divulgados. O relatório contemplou a apuração de informações sobre o serviço de abastecimento de água em 4.952 municípios, correspondendo a 97,7% da população urbana do país (SNIS, 2014).

Neste diagnóstico, há informação de que o valor médio do índice de perdas de faturamento para todo o conjunto de prestadores de serviços foi de 37,0% em 2013, sendo esta média se mantido estável com relação ao verificado em 2012.

As regiões Norte e Nordeste apresentaram taxas de desperdício maiores que a média nacional, sendo, 50,8% e 45,0% respectivamente. A região Sul apresentou um índice de perdas de 35,1%, a região Centro-Oeste 33,4 % e a região Sudeste a menor taxa nacional, de 33,4 %. Entre os estados, o Distrito Federal

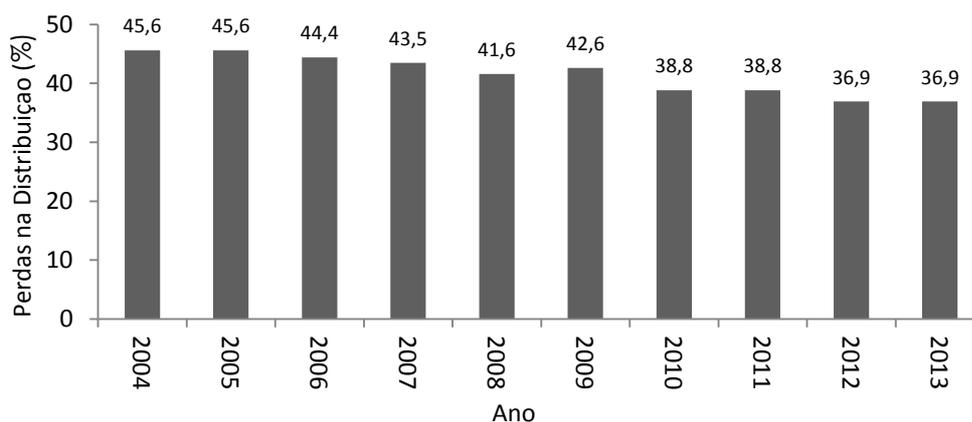
apresentou o menor desperdício (27,3 %) e o estado do Amapá o maior índice de perdas (76,5 %). As taxas destes e dos demais estados brasileiros apresentados a seguir na Figura 2.



**Figura 2 - Taxas de desperdício de água tratada por estado brasileiro (%)**  
 Fonte: Adaptado SNIS, (2014).

Na verificação dos indicadores de perda de água apresentados na Figura 2, fica visível que as operadoras de saneamento no Brasil ainda não conseguiram a eficiência desejada na produção de água.

Em âmbito nacional as perdas de água são elevadas e têm se mantido em níveis próximos a 40%, ainda que seja possível notar uma leve tendência de queda nos últimos anos. O Gráfico 1 mostra a trajetória das perdas na distribuição nos anos recentes.



**Gráfico 1 Trajetória das perdas de água na distribuição**  
**Fonte: SNIS, vários anos.**

Através do Gráfico 1, verifica-se que o nível de perdas no Brasil em dez anos, passou de 45,6% em 2004 para 36,9% em 2013, uma queda de 8,7 pontos percentuais no período.

Quando se compara o Brasil com países desenvolvidos, é notável o grande espaço para mudanças. De acordo com o IBNET (*International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*), com dados referentes ao ano de 2011, nos mais eficientes sistemas de abastecimento do mundo, como Austrália e Estados Unidos, as perdas gerais dos sistemas estão em torno de 7% e 13%, respectivamente. Na China são de 22% e no México são 24%, no mesmo período o Brasil contabilizava perdas gerais de 38,8%.

Na busca por melhor desempenho do setor de saneamento, dada sua importância econômica e social, em 2007 foi criada a Lei Federal nº 11.445, conhecida como Lei do Saneamento, a qual estabeleceu a Política Nacional do Saneamento Básico que trouxe como instrumento de gestão o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab).

Após período de consulta pública nacional, o Plansab foi aprovado em dezembro de 2013 e estabelece, dentre outros itens, diretrizes, metas e ações de curto, médio e longo prazo para a diminuição dos índices de perdas de distribuição de água, nomeada no documento de indicador A6.

As metas progressivas de expansão e qualidade dos serviços, para as cinco macrorregiões e para o País nos próximos 20 anos estão dispostas da Tabela 2.

**Tabela 2 - Metas para redução das perdas de água na distribuição.**

	ANO	Brasil	Regiões				
			Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
% do índice de perdas de Distribuição de Água	2018	36	45	44	33	33	32
	2023	34	41	41	32	32	31
	2033	31	33	33	29	29	29

Fonte: Plano Nacional de Saneamento Básico, 2013.

#### 2.1.4 Potencial de ganhos com medidas de redução de perdas

Um projeto de redução de perdas em um sistema de abastecimento de água pode apresentar diversos benefícios. A ABES (2013) indica que com a redução das perdas físicas, a empresa conseqüentemente produzirá uma menor quantidade de água para atender a mesma demanda, gerando assim uma redução de custos em diversos itens, como por exemplo, energia elétrica, mão de obra e produtos químicos.

Dando enfoque na minimização das perdas aparentes decorrentes principalmente das submedições em hidrômetros, um maior valor de água, que já vinha sendo consumido, será faturado, aumentando assim o valor da receita da empresa.

Analisando o aumento de demanda por água tratada, Silva (2008) enfatiza que “entre aumentar a capacidade de produção de água e diminuir as perdas de água, a segunda alternativa será, em muitos casos, a mais adequada do ponto de vista econômico-financeiro e também ambiental”.

O aumento da eficiência na produção e distribuição de água acarretará o atendimento de um maior número de usuários com a mesma quantidade de água tratada produzida.

Desta forma os ganhos com redução de perdas podem ter impactos em termos de receita, custos e investimentos. Tais ganhos estão expostos no Quadro 2.

Extrapolando a visão de ganho econômico que a empresa terá adotando as práticas mitigatórias citadas, Miranda (2002) evidencia que existe um benefício

intangível associado ao ganho de imagem de uma operadora focada em eficiência e preservação de recursos naturais.

Perdas	Perdas Aparentes	Perdas Reais	
Ganhos	Aumento da receita	Redução de custos	Postergação de investimentos
Tipos de benefícios	Aumento do consumo medido e faturado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menores custos com produtos químicos, energia e outros insumos.</li> <li>- Diminuição da produção de água com o atendimento do mesmo número de pessoas.</li> <li>- Atendimento de maior número de pessoas com a mesma quantidade produzida.</li> </ul>	
Ações envolvidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Troca de hidrômetros e medidores;</li> <li>- Corte nas ligações fraudulentas;</li> <li>- Medição efetiva de todas as economias (domiciliares, comercial e públicas);</li> <li>- Melhora no cadastro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhora do controle da pressão na rede;</li> <li>- Melhora no controle e detecção de vazamentos;</li> <li>- Melhoria e troca de tubulações, ligações, válvulas;</li> <li>- Qualificação da mão de obra e melhoria dos materiais.</li> </ul>	

**Quadro 2 – Benefícios da redução de perdas**

Fonte: ABES, (2013)

## 2.2 MICROMEDIÇÃO

A micromedição é o conjunto de ações que permitem o conhecimento sistemático do volume de água consumido em um sistema de abastecimento de água.

Segundo Viégas (2009), a micromedicação é um ponto chave no controle de perdas, enfatiza ainda sua importância evidenciando que uma micromedicação eficiente pode trazer não apenas benefícios técnicos, mas também econômico-financeiros e sociais.

A micromedicação faz uso de equipamentos para quantificar um volume de água, são os medidores de vazão conhecidos como hidrômetros. Segundo a Norma NBR NM 212 (ABNT, 1999), o hidrômetro é um aparelho destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa.

Gularte (2007) define hidrômetro como um instrumento de contabilização dos volumes consumidos em uma economia. O hidrômetro faz uso de princípios de medição de vazão, contudo não se trata de um medidor de vazão instantânea, já que dispõem de dispositivos totalizadores do volume que o atravessa, as chamadas “relojoarias” dos hidrômetros.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), em 2008 o Brasil possuía mais de 40 milhões de ligações de água, das quais 84,2% dispunham de medidores de consumo. Houve no país um crescimento de 35% de ligações com o uso de hidrômetros entre os anos de 2000 e 2008.

Pressupõe-se, através destes dados, que houve uma melhoria na prestação do serviço de abastecimento, assumindo-se que os volumes consumidos que antes eram apenas estimados passaram a ser medidos, ou ainda, estar retratando o aumento do cadastro de consumidores, com a inclusão e hidrometração de ligações que outrora não eram contabilizadas.

Em um sistema de abastecimento de água a adoção de hidrômetros para conhecimento dos volumes consumidos com fins de controle e faturamento é essencial de acordo com Bovo *et al.* (2006). O mesmo afirma que a implantação de hidrômetros é a melhor forma de racionalizar o consumo, propiciando uma administração, planejamento e operação otimizados.

A micromedicação garante que o consumo ocorra dentro dos padrões estabelecidos e ainda, com um sistema tarifário adequado, que a cobrança seja justa e equitativa pelos serviços prestados (LINUS, 2002 *apud* GULARTE, 2005).

Rippel *et al.* (2010) ressalta que o dimensionamento dos hidrômetros se dá através da escolha de sua vazão. A escolha de um hidrômetro de vazão adequada ao tipo de consumo garante a confiabilidade da medição do volume consumido.

Neste contexto, as vazões admissíveis em um hidrômetro podem ser definidas como:

- Vazão Máxima ( $Q_{\text{máx}}$ ): maior vazão na qual o hidrômetro é exigido a funcionar num curto período de tempo, dentro dos seus erros máximos admissíveis, e devendo manter seu desempenho metrológico, quando, posteriormente, voltar a ser empregado dentro de suas condições normais de trabalho. É expressa em  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- Vazão Nominal ( $Q_n$ ): maior vazão nas condições normais de utilização, nas quais o hidrômetro é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis. É considerada como a vazão normal de trabalho de um hidrômetro, correspondendo a 50% da vazão máxima. É expressa em  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- Vazão de Transição ( $Q_t$ ): é a vazão que define a separação dos campos de medição inferior e superior; é também chamada de vazão separadora. Corresponde a 5% da vazão máxima. É expressa em  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- Vazão Mínima ( $Q_{\text{min}}$ ): menor vazão de trabalho do hidrômetro, com indicações que não possuam erros superiores aos erros máximos admissíveis. Por serem de pequena magnitude são usualmente expressas em  $\text{l/h}$ .

Os hidrômetros são classificados, segundo a portaria do Inmetro n° 246, em três classes: “A”, “B” e “C”.

Os hidrômetros de categoria “A” apresentam menor precisão do que os de categoria “B” e assim por diante. Existem também hidrômetros considerados de categoria “D” que apresentam grande sensibilidade e baixíssimas vazões de operação, mas estes não são abordados na referida portaria do Inmetro.

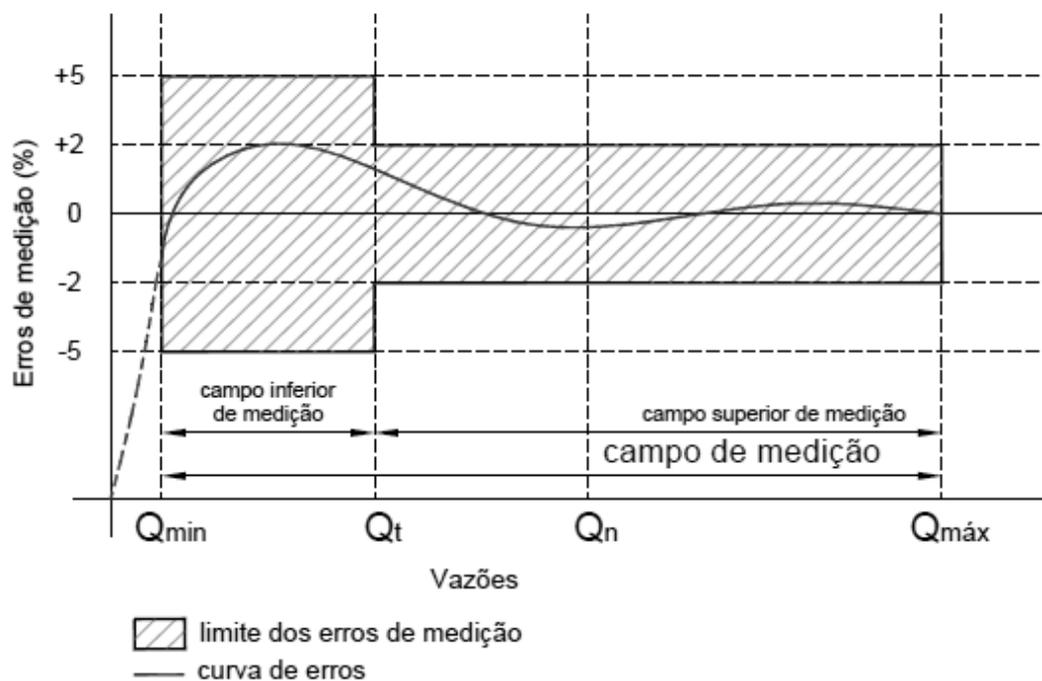
A Tabela 3 apresenta os valores de vazão mínima ( $Q_{\text{min}}$ ) e máxima ( $Q_{\text{máx}}$ ) para cada classe metrológica em função de sua vazão nominal.

**Tabela 3 - Classes de hidrômetros e correspondentes valores de  $Q_{min}$  e  $Q_{máx}$ .**

Classe Metrológica	Vazão Nominal ( $Q_n$ ) em $m^3/h$			
	$Q_n < 15 m^3/h$		$Q_n > 15 m^3/h$	
	$Q_{min}$	$Q_{máx}$	$Q_{min}$	$Q_{máx}$
Classe A	$0,04 Q_n$	$0,10 Q_n$	$0,08 Q_n$	$0,30 Q_n$
Classe B	$0,02 Q_n$	$0,08 Q_n$	$0,03 Q_n$	$0,20 Q_n$
Classe C	$0,01 Q_n$	$0,015 Q_n$	$0,06 Q_n$	$0,015 Q_n$

Fonte: Adaptado de INMETRO, 2000.

No funcionamento de um hidrômetro, existem dois tipos distintos de campos de medição, conforme demonstrado na Figura 3.



**Figura 3 - Curva de erro de medição do hidrômetro.**

Fonte: PEREIRA; ILHA, 2008.

O campo inferior de medição é o intervalo que compreende a vazão mínima e a vazão de transição, neste campo, onde as vazões são baixas, o erro permitido é

de 5% para mais ou para menos. O campo superior de medição abrange o intervalo entre a vazão de transição e a vazão máxima, neste campo o erro máximo permitido é de 2% para mais ou para menos. (PEREIRA; ILHA, 2006)

Bovo *et al.* (2008) ressalta que a instalação correta dos hidrômetros é imprescindível para garantir uma operação conveniente e prolongada. A instalação incorreta do aparelho pode acarretar a inexatidão das medições e motivar danos altamente prejudiciais aos aparelhos.

O hidrômetro deve ser instalado na posição horizontal, sem inclinação para os lados, a seta indicadora do fluxo deve ser observada também, evitando assim a instalação do hidrômetro na posição invertida.

Deve-se ainda garantir um trecho reto de tubulação a montante e a jusante do medidor, a fim de que não haja distorção do perfil de velocidade do escoamento ou turbilhonamento, é recomendado um comprimento de trecho reto na ordem de dez vezes o diâmetro nominal da tubulação.

## 2.2.1 Tipos de Hidrômetros e Princípio de Funcionamento

Os hidrômetros são comumente classificados de acordo com seu princípio de funcionamento, podendo ser velocimétricos, volumétricos ou eletrônicos.

### 2.2.1.1 Hidrômetros Velocimétricos

Segundo a NBR NM 212 (ABNT, 2013), hidrômetro velocimétrico, tipo turbina ou de velocidade é um “instrumento instalado num conduto fechado, que consiste em um elemento móvel acionado diretamente pela velocidade do fluxo de água, cujo movimento é transmitido por meios mecânicos ou outros, ao dispositivo indicador”.

Os hidrômetros velocimétricos, também conhecidos como taquimétricos, são amplamente utilizados. Frangipani (2007) expõe a classificação dos medidores velocimétricos da seguinte forma:

- Hidrômetros de jato único ou unijato;
- Hidrômetros de jato múltiplo ou multijato;

- Hidrômetro Woltmann;
- Hidrômetro composto;
- Hidrômetro proporcional ou "Shunt"

a) Medidores de Água Velocimétricos Unijato

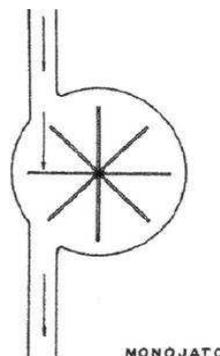
O hidrômetro unijato é um hidrômetro velocimétrico que tem a turbina acionada por um jato tangencial de água.

Segundo Coelho e Maynard (1999), outra característica dos hidrômetros unijatos é o fato de que toda a corrente de água é orientada por um único conduto injetor sobre as palhetas da turbina, conforme ilustra a Figura 4.

Nos hidrômetros unijato, conforme ilustra a Figura 5, a câmara de medição é a própria carcaça do instrumento e por isto tem pequenas dimensões.

Gularte (2005) expõe que a incidência do jato sobre um único ponto da turbina ocasiona um desgaste excessivo do eixo precocemente. A exatidão destes instrumentos de medição pode ser prejudicada pela obstrução do filtro a montante da câmara de medição ou ainda pela incrustação ou corrosão em seu interior.

A instalação incorreta acarreta em um maior atrito sobre uma região do eixo, devido ao peso próprio da turbina, sua imprecisão pode ainda ser amplificada pelo conseqüente desgaste precoce do eixo.



**Figura 4 – Movimento da água no interior do hidrômetro velocimétrico unijato**  
Fonte: RECH, 1999.

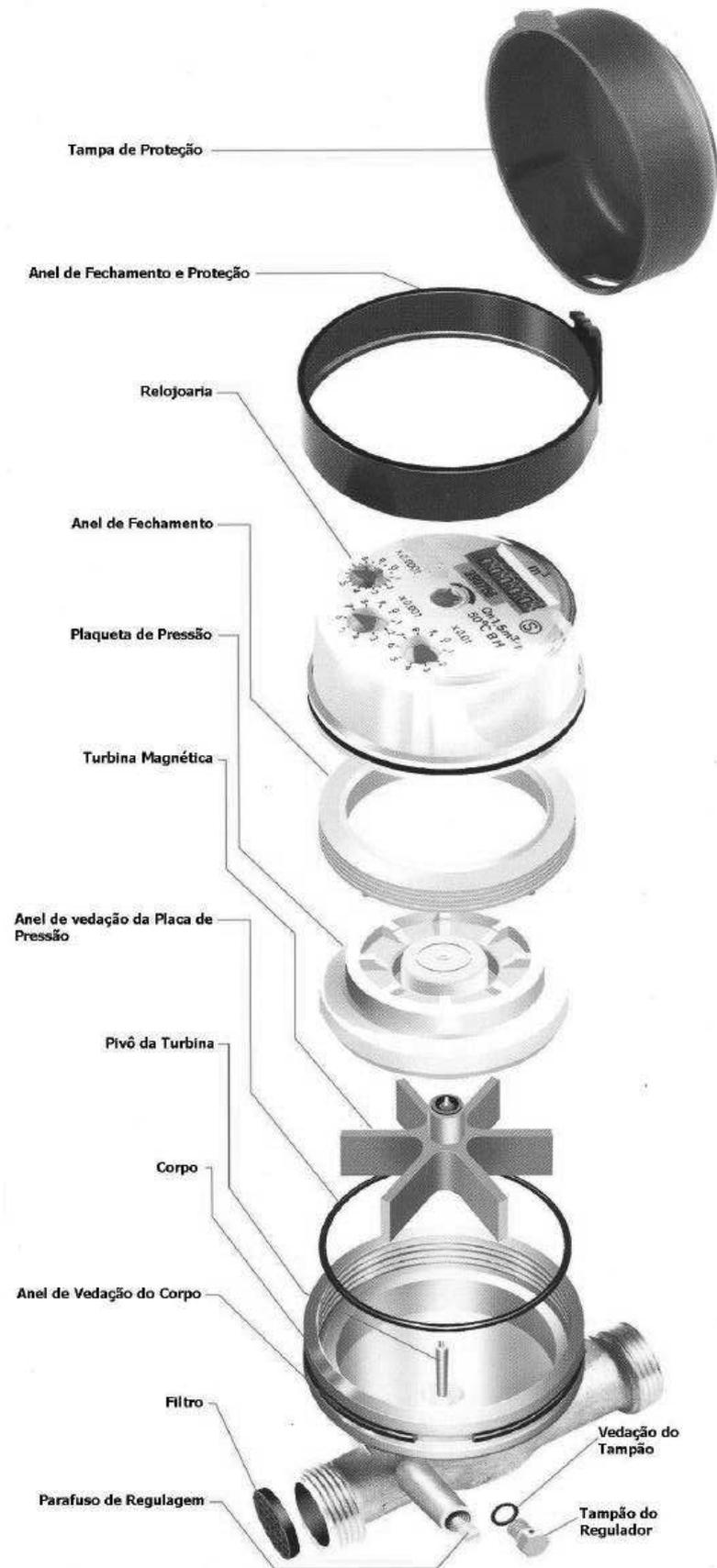
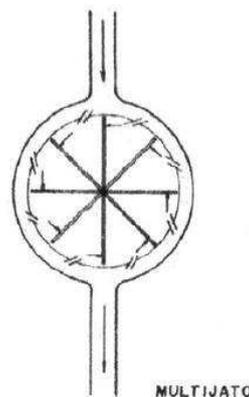


Figura 5 – Hidrômetro do tipo unijato.  
 Fonte: GULARTE, 2005.

## b) Medidores de Água Velocimétricos Multijato

É o hidrômetro velocimétrico (Figura 7), cujo mecanismo medidor é acionado por vários jatos de água tangencialmente. A corrente de água é dividida, por intermédio de uma caixa injetora, em múltiplos jatos orientados de baixo para cima, como demonstra a Figura 6. Os jatos formam pares de forças binárias que proporcionam equilíbrio a turbina quando em rotação (RECH, 1999).



**Figura 6 – Movimento da água no interior do hidrômetro velocimétrico multijato.**  
**Fonte: RECH, 1999.**

Apontando as vantagens dos medidores multijatos em relação aos unijatos, Gularte (2005) evidencia que os medidores de água multijato tem sua sensibilidade melhorada devido às diferenças na câmara de medição. Não apresentam desgaste precoce do eixo e conseqüentemente têm uma vida útil maior.

Silva (2008) ainda complementa caracterizando-os como mais robustos, conseqüentemente mais caros, e mais sensíveis ao tipo de montagem. Oferecem maior facilidade de manutenção do que os unijato, pois suas partes são separadas da carcaça.

Assim como os hidrômetros unijato, devem também ser instalados com o eixo na vertical e no prumo.

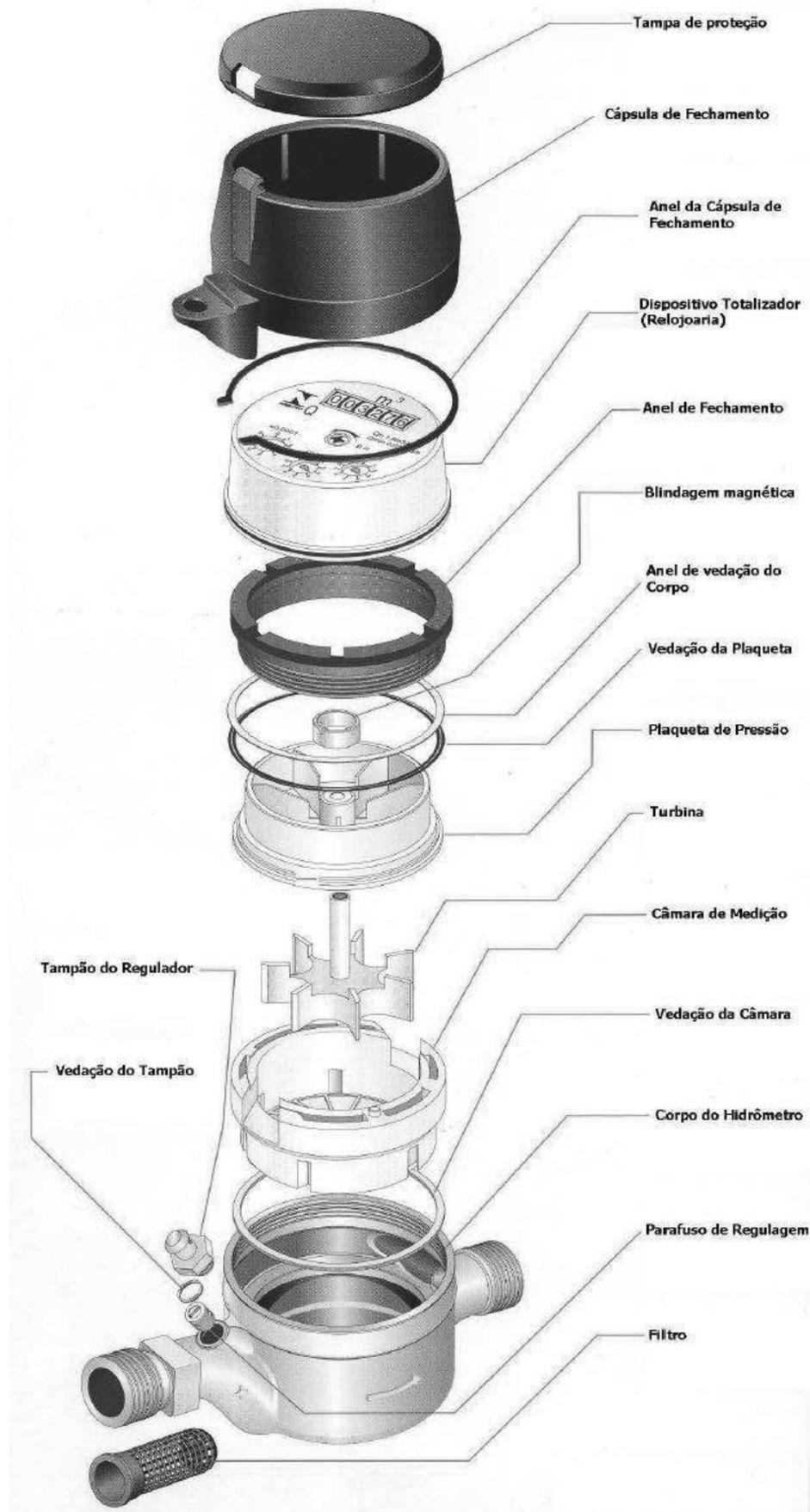


Figura 7 - Hidrômetro do tipo multijato.  
 Fonte: GULARTE 2005.

c) Medidores de Água Velocimétricos tipo Woltmann

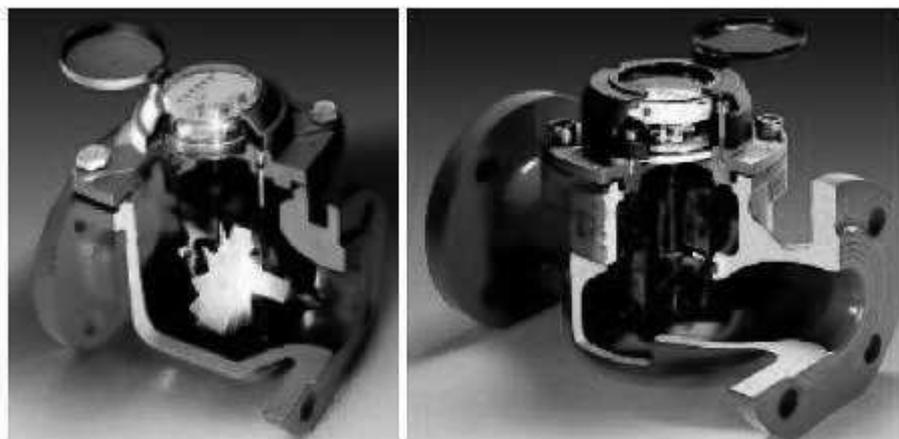
Essa classe de medidores recebeu esta denominação em homenagem ao Engenheiro Reinhard Woltmann que introduziu, na década de 70, o uso de molinetes nas medições de rios e canais.

O princípio de funcionamento do medidor Woltmann (Figura 8) é baseado em um “molinete” ou turbina instalado dentro de um conduto fechado. Nestes medidores a corrente de água atravessa um anel cilíndrico onde está alojada a turbina de hélice (FRANGIPANI, 2007).

Esta classe de medidores possui duas subclasses, os medidores Woltmann verticais e horizontais.

De acordo com Rech (1999) os medidores Woltmann verticais possuem o eixo da turbina perpendicular ao eixo da tubulação onde se encontra instalado, portanto, o fluxo ao atravessar o medidor é obrigado a fazer um movimento em forma de “S”. Este movimento gera um momento sobre o eixo, fazendo com que, em um medidor mal dimensionado, haja um desgaste precoce das partes de apoio da turbina e de seu eixo.

Nos medidores Woltmann horizontais o eixo da turbina é paralelo ao eixo da tubulação, são aparelhos de maior capacidade e podem ter seus *kit's* de medição retirados sem que a retirada da carcaça da tubulação seja necessária.



**Figura 8 - (a) Medidor Woltmann vertical; (b) Medidor Woltmann horizontal.**  
Fonte: SILVA, 2008.

Silva (2008) relata que os medidores Woltmann possuem boa exatidão, baixa perda de carga e robustez. Normalmente tem sua fabricação em bitolas acima de 50 mm, sendo assim, mais utilizado por usuários industriais ou comerciais.

Bovo *et al.* (2008) ainda ressalta que, pelo fato da turbina ocupar quase toda área útil da tubulação, esses hidrômetros são muito sensíveis a presença de sólidos grosseiros na água.

Os medidores Woltmann horizontais podem ser instalados nas posições horizontal e vertical e estão disponíveis nas classes metrológicas A, B, já os medidores Woltmann verticais somente podem ser instalados na horizontal e estão disponíveis nas mesmas classes metrológicas dos horizontais (NIELSEN 2003, *apud* GULARTE, 2005).

#### d) Medidores de Água Velocimétricos Composto

Estes medidores são constituídos pela associação de um medidor principal, normalmente do tipo Woltmann horizontal, e um medidor secundário, normalmente do tipo velocimétrico multijato, em paralelo, conforme modelo apresentado na Figura 9. Estes aparelhos possuem uma válvula que, em baixas vazões, se fecha automaticamente, desviando toda a água do medidor principal para o secundário.

Segundo Frangipani (2007) a aplicação deste tipo de medidor se dá quando o perfil do usuário consumidor contempla uma ampla variação de vazão. O volume registrado pelo aparelho é a soma dos volumes registrados nos dois medidores, sendo que uma manutenção periódica na válvula de controle de fluxo é essencial para garantir um bom funcionamento do equipamento.

Silva (2008) relata que os medidores compostos não são homologados ou classificados metrologicamente, no entanto o são separadamente, ou seja, os medidores principal e secundário devem ser dimensionados e especificados individualmente observando-se as recomendações de instalação para cada um deles, separadamente.



**Figura 9 - Medidores compostos**  
**Fonte: FRANGIPANI, 2007**

#### e) Medidores de Água Velocimétricos Proporcionais ou “Shunt”

O princípio de medição baseia-se na proporcionalidade existente entre a quantidade de água que atravessa uma tubulação principal e a que atravessa uma derivação onde existe um medidor de pequena capacidade.

De acordo com Frangipani (2007), os medidores proporcionais são normalmente utilizados para medições de volumes não contínuos como o abastecimento de embarcações e irrigação, por ser de fácil transporte e instalação. Apresentam um custo reduzido, no entanto, uma baixa precisão.

#### 2.2.1.2 Hidrômetros Volumétricos

O princípio de funcionamento dos medidores volumétricos (Figura 10) consiste na passagem de fluido através de uma câmara de volume previamente conhecido. O próprio fluido faz a movimentação da câmara, sendo o volume obtido através de mecanismos que realizam a contagem do volume da câmara que se enche e esvazia ciclicamente (SILVA, 2008).

Segundo Gularte (2005) não há restrições contra as condições de instalação deste tipo de medidor, nem de aproximação do fluxo, porém são equipamentos muito sensíveis quanto à passagem de partículas sólidas, como areias em suspensão que podem ser transportadas pela água que os atravessa, podendo desta forma travar o equipamento.



**Figura 10 - Aspecto de um medidor volumétrico.  
Fonte: FRANGIPANI, 2007.**

Silva (2008) corrobora que em condições favoráveis de funcionamento, esses medidores são mais duráveis e apresentam maior exatidão, comparados aos medidores velocimétricos, contudo, segundo Rech (1999) sua forma construtiva faz com que também sejam mais vulneráveis a defeitos de funcionamento, além disto, apresentam um custo mais elevado e maior perda de carga, fazendo com que sejam pouco utilizados.

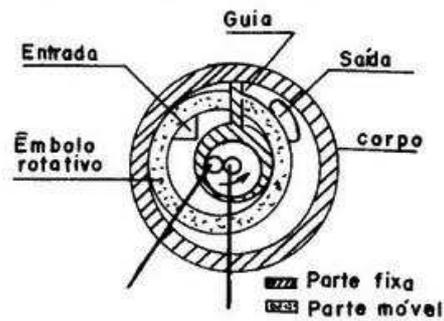
Os hidrômetros volumétricos, conforme Frangipani (2007) são classificados da seguinte forma:

- Hidrômetros de pistão oscilante;
- Hidrômetros de disco nutativo;
- Hidrômetros de engrenagem.

a) Medidores de Água Volumétricos de Pistão Oscilante

No medidor de pistão oscilante, retratado na Figura 11, o fluido é forçado a escoar entre uma série de câmaras, entre as quais se move um anel que, dependendo de sua posição, força o enchimento ou o esvaziamento das câmaras.

Conforme Silva (2014), este tipo de medidor apresenta grande precisão, eficiência e baixo custo de manutenção, pois possui apenas uma peça móvel. A principal característica desse tipo de medidor é seu funcionamento eficiente em vazões muito baixas e a virtual insensibilidade às condições de instalação.



**Figura 11 - Medidor de Pistão oscilante**  
**Fonte: SILVA, 2008**

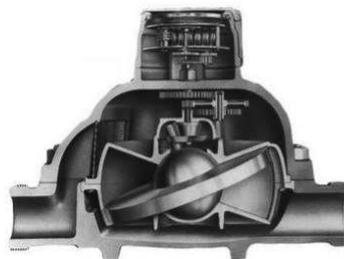
Em contrapartida a desvantagem reside no fato de que o pistão rotativo e a câmara trabalham com folgas muito controladas, o que sujeita o medidor a travamentos frequentes caso o fluido medido possua sólidos em suspensão.

Tal problema é particularmente preocupante em sistemas muito grandes ou com recursos limitados de manutenção, pois o travamento do medidor provoca o corte de suprimento do fluido, exigindo uma ação rápida pela área de manutenção.

#### b) Medidores de Água Volumétrico de Disco Nutativo

O medidor de disco nutativo (Figura 12) possui uma câmara em forma de setor esférico com duas aberturas laterais separadas por uma parede divisória a peça móvel é um disco com um rasgo radial que tem em seu centro uma esfera e um pino axial.

Frangipani (2007) relata que quando o líquido entra no medidor e força o disco a realizar a movimentação denominada de natação, o pino superior exerce um movimento de rotação sendo o seu número de giros proporcional ao volume de fluido escoado.



**Figura 12 - Medidor de disco nutativo, corte transvesal.**  
**Fonte: FRANGIPANI, 2007.**

O medidor de disco rotativo foi um desenvolvimento dos medidores volumétricos aplicado mais a medidores de bitolas maiores. Os prós e contras deste tipo de medidor são semelhantes ao de pistão oscilante.

#### c) Medidores de Água Volumétricos de Engrenagem

O medidor de engrenagem tem seu princípio de funcionamento interligado a um conjunto de engrenagens que é montado de forma que o fluxo force sua movimentação. O número de rotações das engrenagens é proporcional ao volume de fluido escoado (FRANGIPANI, 2007).

Este tipo de medidor apresenta alta confiabilidade de medição e uma longa vida útil, possui fácil manutenção e suporta altas temperaturas, não possui restrição em altas pressões e gera uma baixa perda de carga.

#### 2.2.1.3 Hidrômetros e Registradores Eletrônicos

De acordo com Scalize *et al.* (2003) dentre as tecnologias de medição de água disponíveis no mercado, os medidores eletrônicos se destacam, no entanto, esses medidores são principalmente desenvolvidos para o segmento industrial. São metrologicamente equipamentos altamente confiáveis, mas apresentam um elevado custo de fabricação, o que dificulta sua produção em larga escala.

Os medidores eletrônicos têm como diferenças mais visíveis, a substituição dos elementos mecânicos por elementos eletrônicos (display de cristal líquido, porta óticas de comunicação, etc.) para base de seus sistemas de medição (GULARTE, 2005).

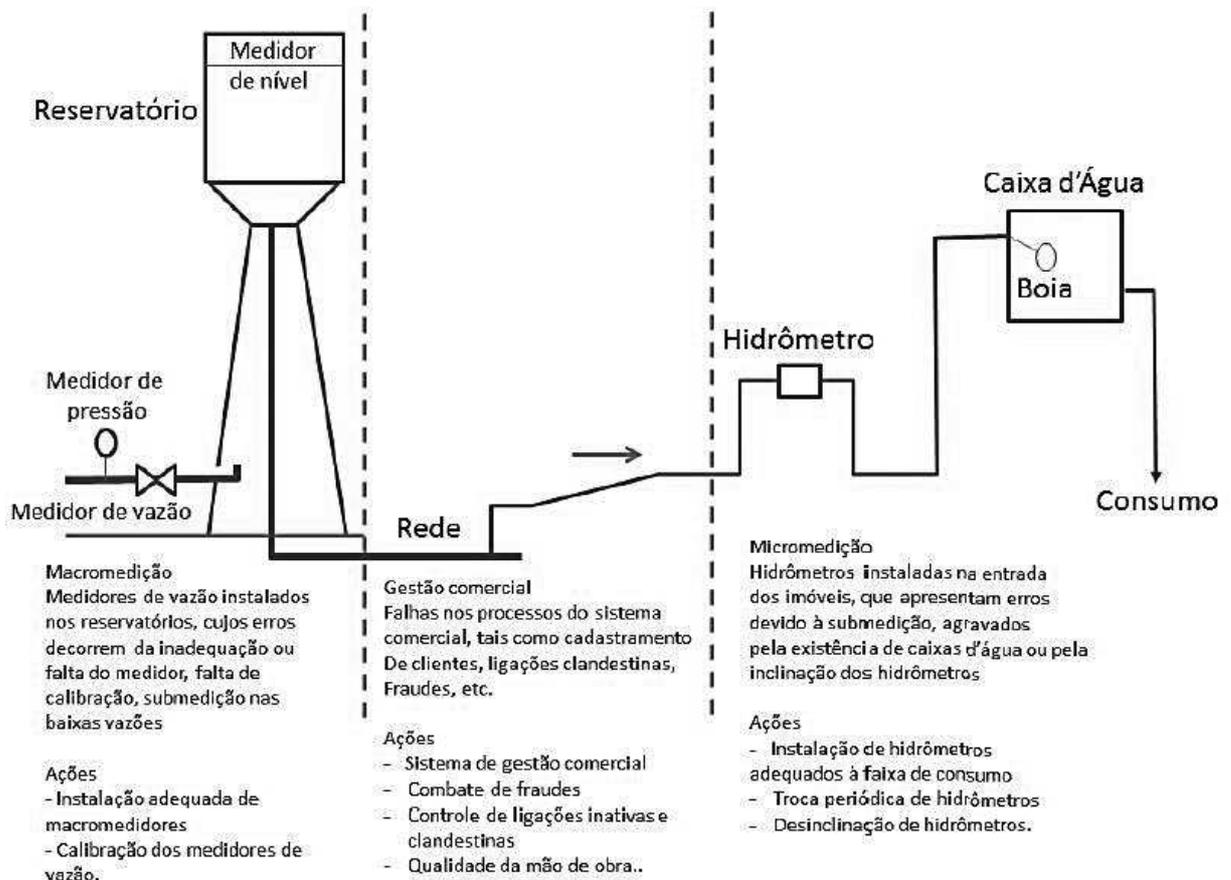
Suas características mais importantes são as possibilidades da equalização da curva de erros de medição, uma vez que a curva característica do hidrômetro é programada em sua memória, possibilitando assim, a compensação do erro para cada faixa de medição e da disponibilização de informações adicionais tais como vazões máxima e mínima, fluxo reverso e consumo horário.

O hidrômetro ultrassônico é um exemplo de hidrômetro eletrônico, que em baixa escala, está começando a ser implantando em usuários residenciais. Coelho (2009) relata que este aparelho utiliza o princípio de eco em tempos diferentes, não

possui peças móveis, tem ampla durabilidade, além de exercer várias outras funções, como detecção de vazamento e integração a um sistema de leitura por radiofrequência, contribuindo, assim, para o melhor gerenciamento do sistema e para a minimização de perdas.

### 2.3 FATORES INTERVENIENTES NAS PERDAS APARENTES DE ÁGUA RELACIONADOS À MICROMEDIÇÃO

Tardelli (2006) apresenta a síntese das principais ações para o controle e a redução das perdas aparentes, conforme ilustra a Figura 13.



**Figura 13 - Síntese das ações para o controle e a redução de perdas aparentes**

Fonte: TARDELLI, 2006

No âmbito da macromedição, as ações adequadas são a instalação adequada de macromedidores e a calibração dos medidores de vazão. Já no âmbito da gestão comercial, as ações incluem o controle de ligações inativas e clandestinas. No que concerne à micromedição, as ações abrangem a instalação adequada e a substituição periódica dos hidrômetros.

Dando enfoque na micromedição, todos os equipamentos utilizados para medir a vazão de água apresentam erros, que podem ser maiores ou menores de acordo com a tecnologia empregada no equipamento.

Desta forma, os hidrômetros podem apresentar erros de indicação quanto aos volumes contabilizados tanto para mais, quanto para menos relacionados ao volume que de fato escoaram por ele (SILVA, 2014).

Conforme mesmo autor, os erros de medição nos hidrômetros podem ser ocasionados tanto por características inerentes aos aparelhos, como seu princípio de funcionamento e classe metrológica, quanto por fatores externos, como: hidrômetros que deveriam estar na posição horizontal sendo instalados com inclinação lateral, a instalação invertida e o uso de boia de caixas d'água, que atuam como redutoras da faixa de vazão que atravessa o hidrômetro.

Estes tipos de perdas aparentes ocorrem durante períodos de tempo prolongado e, apesar de apresentarem vazões baixas, o volume de água acumulado corresponde a significativas perdas de receitas anuais para a concessionária.

Dentre os diversos fatores que influenciam as perdas aparentes de água relacionadas à micromedição, destacaram-se três, devido à sua relevância.

Exposto isto, serão abordados de forma mais detalhada: a classe metrológica, o tempo de uso dos hidrômetros e a utilização de caixa d'água com boia acoplada.

### 2.3.1 Classe Metrológica

Quando a vazão que atravessa o hidrômetro é inferior à vazão de início de movimento nenhum volume é registrado pelo aparelho. Conforme Silva (2014), se a vazão que atravessa o aparelho se enquadrar em faixa entre a vazão de início de movimento e a vazão mínima, o hidrômetro registra um determinado volume, porém

esse pode se distinguir do volume que de fato escoou pelo aparelho, extrapolando inclusive os erros de medição admissíveis para as demais faixas de vazão.

Ainda assim, em ambos os casos, o hidrômetro está de acordo com os critérios estipulados pelo Inmetro, que não prevê valores limites de erros de medição quando os aparelhos trabalham nessas faixas de vazão.

Essas situações, que podem gerar perdas aparentes de água por submedição em hidrômetros, quando ocorrem de maneira frequente em determinada ligação, podem indicar a inadequação da classe metrológica do aparelho instalado ao perfil de consumo do cliente. A minimização da submedição pode ser obtida por meio da instalação de hidrômetros mais sensíveis a baixas vazões.

Silva (2014) complementa alegando que a escolha do hidrômetro mais adequado a cada caso, ou seja, capaz de medir com precisão satisfatória o volume de água que o atravessa, é uma etapa importante no processo de micromedição.

### 2.3.2 Tempo de Uso dos Hidrômetros

O tempo de uso se enquadra em um dos fatores que mais influenciam na perda de precisão dos hidrômetros. A princípio, tendo sua precisão afetada, o hidrômetro pode computar vazões maiores ou menores do que a vazão que realmente escoou por ele, porém, a computação de vazões menores do que as reais são as mais comumente encontradas.

A perda de exatidão, causada pelo desgaste do hidrômetro, seja pelo tempo de instalação ou por excessivos volumes registrados, pode estar aliada à qualidade da água, ambiente de instalação ou posição de montagem, bem como a existência de muito ar na rede, provocando aumento na rotação do mecanismo de medição. Frequentemente a idade do medidor ou o volume por ele escoado é o indicador usado para sua substituição (SILVA, 2008).

Coelho (2009) apresenta o tempo de vida útil para diferentes tipos de hidrômetros em função de seu tempo de uso e do volume de água acumulado (Tabela 4), volume esse representado pela soma de todo volume que passou através do hidrômetro durante seu funcionamento.

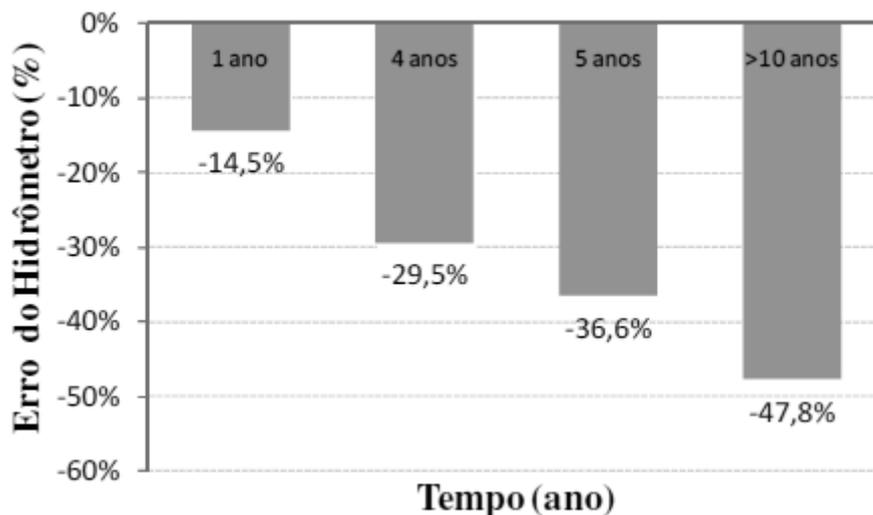
**Tabela 4 - Vida Útil de diferentes tipos de hidrômetros em função de seu uso e volume acumulado.**

DN (mm)	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Classe	Tipo de hidrômetro	Vida útil	
				Tempo (anos)	Vol. Acumulado(m <sup>3</sup> )
15/20	1,5	B	Mono/Multi	5	1200
		C	Volumétrico	10	2400
15/20	3,0	B	Mono/Multi	5	2400
		C	Volumétrico	10	4800
25	7,0	B	Mono/Multi	4	28880
		C	Volumétrico	4	28880
40	20,0	B	Mono/Multi	3	36000
		C	Volumétrico	3	36000

Fonte: Adaptado de COELHO, 2009.

Baseado na portaria n°. 246 de 17 de outubro de 2000 e o respectivo Regulamento Técnico Metrológico do Inmetro, os hidrômetros que estão instalados em usuários residenciais devem ser substituídos ou pelo menos avaliados quanto ao desempenho metrológico, após cinco anos da instalação, ou seja, no mínimo verificações periódicas devem ser realizadas nos hidrômetros em serviço nestes intervalos.

No trabalho de Fournior (2004 *apud* Coelho, 2009), no qual foi avaliado um parque de hidrômetros, também foram registradas submedições maiores em aparelhos conforme aumentava seu tempo em uso, como retratado na Figura 14.



**Figura 14 - Representação de perdas por submedição em hidrômetros com 1, 4, 5 e mais de 10 anos de serviço.**  
**Fonte: Fournior (2004 apud Coelho, 2009).**

As submedições constatadas por Fournior foram de 14,5%, 29,5%, 36,6% e 47,8% nos hidrômetros com 1, 4, 5 e mais de 10 anos de uso, respectivamente. Assim sendo, mesmo a portaria n°. 246 recomendando substituição após cinco anos de instalação, constatou-se que logo nos primeiros anos já é possível perdas de submedição de aproximadamente 30%.

A redução na precisão dos aparelhos ao longo do tempo de uso é de certa forma admitida pela portaria n°. 246 do Inmetro. Conforme consta na mesma, os hidrômetros, antes de serem comercializados, devem ser submetidos a ensaios para aprovação.

Dentre os ensaios, é exigida a determinação dos erros de indicação – curva de erros, nas quais são utilizadas vazões pré-determinadas e admitidos os seguintes erros máximos na indicação do volume escoado pelos hidrômetros: (i)  $\pm 5\%$  entre o intervalo de vazão mínima ( $Q_{min}$ ) e vazão de transição ( $Q_t$ ) e, (ii)  $\pm 2\%$  entre o intervalo de vazão de transição ( $Q_t$ ) e vazão máxima ( $Q_{máx}$ ).

No entanto, para verificações periódicas e eventuais de hidrômetros em uso, as quais devem ser realizadas dentro de um limite não superior a cinco anos de utilização do aparelho, a mesma portaria considera, na determinação da curva de erros, valores menos rigorosos para os erros máximos admissíveis: (i)  $\pm 10\%$  entre o intervalo de  $Q_{min}$  e  $Q_t$  e, (ii)  $\pm 5\%$  entre o intervalo de  $Q_t$  e  $Q_{máx}$ .

### 2.3.2 Uso de Caixa d'água com Boia Acoplada

Os erros de medição dos hidrômetros são amplificados em locais onde os consumidores utilizam caixa d'água. De acordo com Miranda (2002), esse é o motivo pelo qual a submedição da vazão mínima é muito expressiva no Brasil.

Tardelli (2006) afirma que o “efeito caixa d'água” assume lugar de destaque dentre as perdas aparentes. Este efeito se caracteriza por vazões que passam pelo hidrômetro, contudo são vazões que se situam nas faixas inferiores a da curva de precisão no hidrômetro.

Isso ocorre porque, mesmo que o cliente utilize a água em uma vazão superior à vazão mínima do hidrômetro, isto é, a vazão para início de acionamento do marcador (relógio) do hidrômetro, caso haja uma caixa d'água com boia acoplada entre o ponto de consumo e o hidrômetro, essa vazão será amortizada.

Este efeito é muito característico no Brasil, onde a instalação de caixas d'água domiciliares está arraigada na tradição da construção civil.

Apesar do uso de caixas d'água com boia acoplada elevar as perdas aparentes de água no sistema, de acordo com Silva (2014), esse fato, por si só, não é suficiente para que se proponha a não utilização de caixas d'água domiciliares no Brasil.

O autor justifica mencionando que além da existência de grande quantidade de sistemas de abastecimento com intermitência no país, há ainda implicações de ordem econômico-financeira em relação à rede de distribuição, uma vez que o uso de caixas d'água evita a adoção de coeficiente de reforço no dimensionamento das canalizações, implicando na redução dos diâmetros.

### 3. MATERIAS E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido caracterizou-se como sendo do tipo pesquisa exploratória onde foram realizados, além do estudo de caso do parque de hidrômetros escolhido, levantamentos e análises bibliográficas de interesse da pesquisa, tais como artigos, teses e livros sobre o tema “Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água” e sua correlação com os aparelhos micromedidores.

Para o estudo, caracterização e avaliação do parque de hidrômetros, objeto desta pesquisa, foram executadas as etapas;

- Caracterização da área de estudo;
- Coleta de dados;
- Análise dos resultados;
- Elaboração de Manual de Boas Práticas.

Estes itens são descritos a seguir.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O diagnóstico proposto neste trabalho foi realizado no município de Mercedes-PR. Trata-se de um município paranaense situado no oeste do Estado. Segundo o IBGE a população em 2014 foi estimada em 5.357 habitantes e sua extensão territorial compreende 200,864 km<sup>2</sup>.

A área de estudo em questão, área urbana do município, é atendida pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto de Mercedes (Semae), departamento responsável pelos serviços de saneamento no município. Até maio de 2006 a administração do sistema de água do município era realizada por meio de contrato de prestação de serviço pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Marechal Cândido Rondon – SAAE. A partir de então a administração do sistema passou para o próprio município.

O Semaec conta com oito sistemas distintos de abastecimento de água potável, os quais estão localizados na sede urbana do município e nas localidades de Novo Rio do Sul, Sanga Forquilha, Arroio Guaçú, Três Irmãs, São Marcos, XV de Novembro e Nova Esperança.

### 3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados se subdividiu em duas partes distintas. De forma simplificada, uma parte englobou a coleta de dados de campo e a outra compreendeu a análise do banco de dados disponibilizado pelo Semaec.

Foram disponibilizadas pelo departamento, para auxílio no desenvolvimento do trabalho, planilhas contendo o cadastro comercial atual das ligações ativas do município, apresentando número de inscrição cadastral da ligação, tipos e quantidades de economias por ligação e endereço do ponto consumidor. Também se disponibilizou as sequências de rotas utilizadas pelos leituristas. Toda documentação foi obtida em reuniões com a administração do Semaec.

Em relação à coleta de dados de campo elaborou-se um *check-list* para auxiliar nas verificações das ligações de água potável da sede do município. Todos os procedimentos de criação do *check-list*, conferências dos itens listados e importância destas checagens serão detalhados na sequência.

#### 3.2.1 Elaboração de *Check-list*

Para que se coletasse os dados de campo de forma otimizada foi elaborado um *check-list*, conforme modelo apresentado no APÊNDICE A.

Na elaboração do *check-list* os principais itens referentes a identificação e instalação de cada ramal domiciliar foram segregados em subitens, para que de forma prática se pudesse coletar as informações em campo buscando a maior quantidade possível de detalhes.

Além dos itens verificados, que estão descritos a seguir, a planilha era dotada de espaços para preenchimento do endereço, logradouro e número do local onde se realizou as verificações.

Essa informação foi adicionada para que, além de um resultado geral da situação do parque de hidrômetros, se pudesse ter de forma detalhada a situação atual em cada ligação de água potável do município.

Cabe ressaltar que, buscando comprovar a eficiência do *check-list* para coleta de dados, inicialmente foi elaborado um *check-list* piloto para ser testado em algumas ligações aleatórias. Executado os testes piloto, fez-se uma simulação com os dados a fim de verificar os prováveis resultados a serem obtidos.

### 3.2.1.1 Padronização das Instalações

Em conversa com os responsáveis pela administração do Semaer Mercedes, verificou-se que não existe nenhuma regulamentação interna que estabeleça uma instalação padrão para os hidrômetros do município.

Desta forma, foi julgada necessária a verificação das condições em que se encontravam as instalações dos micromedidores quanto às características que pudessem interferir na correta mensuração da água potável consumida.

Foram listados critérios baseados nos referenciais citados neste trabalho. Os itens que foram verificados quanto à qualidade das instalações foram: horizontalidade do medidor; seta de indicação do fluxo; presença do lacre; comprimento de tubulação reta a montante e a jusante do micromedidor e a posição de instalação do cavalete no imóvel.

O subitem que se referia à horizontalidade do medidor só era verificado quando constatado que o hidrômetro era do tipo velocimétrico, pois hidrômetros volumétricos ou eletrônicos não apresentam restrições de instalação quanto a horizontalidade do equipamento.

A segunda verificação deste item referia-se a seta de fluxo na carcaça do hidrômetro. O posicionamento correto da seta, na direção do fluxo, é a garantia que

o hidrômetro não sofreu inversão no cavalete. A inversão do hidrômetro faz com que se meça um fluxo reverso, ou seja, decemente o volume medido.

O terceiro item, referente à presença do lacre anti-fraude está intimamente ligado à possibilidade de inversão do hidrômetro. Conforme apresenta a Figura 15, os lacres têm a finalidade de proteger a abertura das porcas nas conexões do hidrômetro. A ausência deste item na ligação possibilita a indivíduos não autorizados pela companhia realizar intervenções no cavalete.



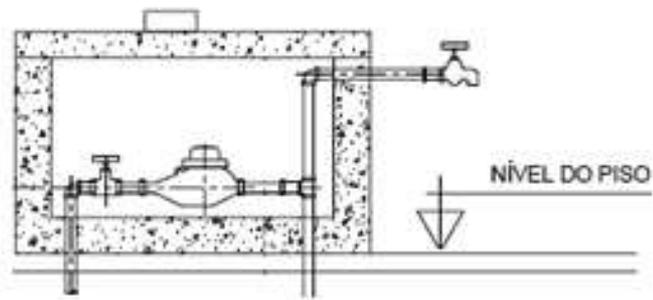
**Figura 15 - Hidrômetro com lacres anti-fraude instalados nas conexões.**  
**Fonte: Silva, 2014.**

A quinta verificação, referente a presença de um trecho reto, a montante e a jusante do medidor foi julgada necessária, pois a ausência deste trecho de tubulação ou a presença de dispositivos como válvulas contribuem para a distorção do devido perfil de velocidade ou podem causar turbilhonamento, afetando assim a precisão do hidrômetro.

A penúltima e última verificação deste item referia-se a localização e situação de acesso ao micromedidor, respectivamente.

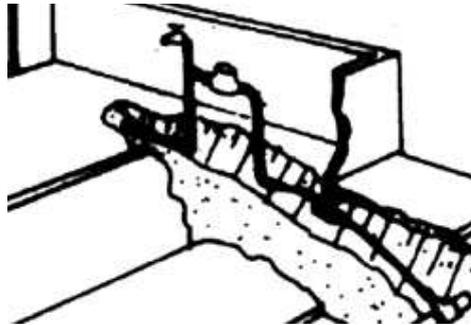
Quanto à localização, tomou-se com base as configurações apresentadas por Coelho (1996), sendo elas:

- Medidor montado acima do piso, em abrigo, conforme Figura 16.



**Figura 16 - Medidor acima do piso e em abrigo.**  
**Fonte: COELHO, 1996.**

- Medidor montado acima do piso, ao tempo, conforme Figura 17.



**Figura 17 - Medidor acima do piso ao tempo.**  
**Fonte: COELHO, 1996.**

- Medidor montado abaixo do nível do piso, em abrigo, conforme Figura 18.



**Figura 18 - Medidor abaixo do nível piso em abrigo.**  
**Fonte: COELHO, 1996.**

- Medidor em caixa fixado na parede, conforme Figura 19.



Figura 19 - Medidor embutido na parede.  
Fonte: COELHO, 1996.

Quanto o acesso, para o classificar definiu-se como parâmetro a facilidade de alcance do leitorista à relojoaria do micromedidor.

De acordo com isso, o acesso foi considerado fácil quando o hidrômetro: a) se encontrava do lado de fora da divisa dos imóveis; b) se encontrava na parte interna do imóvel, contudo possibilitava abertura e fechamento da tampa de proteção pelo leitorista sem a necessidade de equipamentos auxiliares como espelhos ou varetas; e c) apresentasse um acesso específico para o hidrômetro.

Em situações diferentes destas citadas o acesso foi considerado difícil.

### 3.2.1.2 Características dos Micromedidor

Este item foi adicionado ao *check-list* para verificar as características observadas especificamente no aparelho micromedidor. Os subitens checados foram: vazão nominal, classe metrológica, tipo de mecanismo do micromedidor, e ano de fabricação.

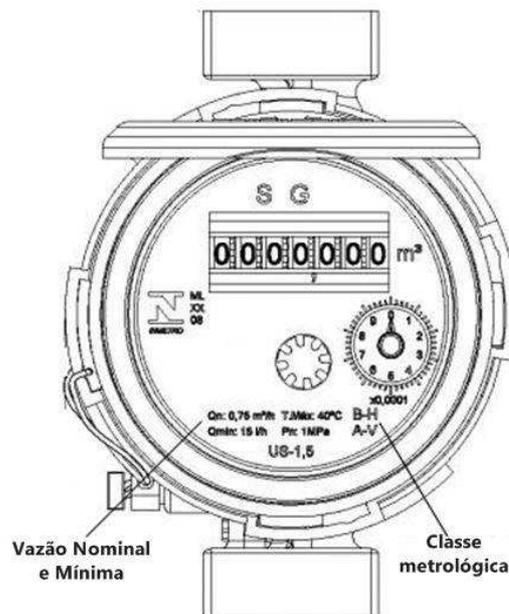
O ano de fabricação foi verificado em campo, pois, na análise dos documentos cadastrais fornecidos pelo Sema e notou-se a ausência do controle de data de instalação do hidrômetro no ponto consumidor. Assim sendo, como a

análise referente à idade de funcionamento dos hidrômetros não seria possível, optou-se por analisar o ano de fabricação do hidrômetro.

Assumindo-se que normalmente os aparelhos micromedidores não permanecem por um longo período no estoque, a idade de fabricação dos aparelhos apresentará uma aproximação à idade de funcionamento dos hidrômetros instalado no parque. Esta afirmação, do tempo de estoque não ser muito prolongado, é originária de entrevista inicial com o diretor do departamento.

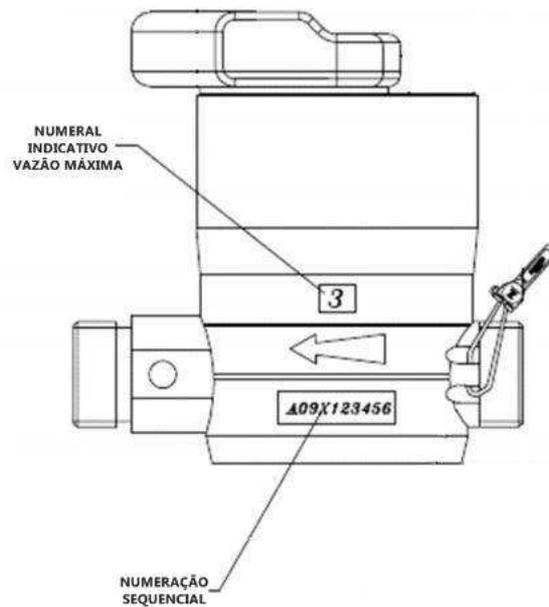
As inscrições presentes no visor do hidrômetro permitem verificar a vazão nominal, e mínima para o funcionamento ideal do equipamento, a sua classe metrológica e o volume acumulado que escoou pelo medidor desde a data de sua instalação, conforme apresenta a Figura 20.

Desta forma, através visualização das inscrições presentes no visor do hidrômetro, as duas primeiras verificações do item eram satisfeitas.



**Figura 20 - Inscrições no mostrador do hidrômetro.**  
**Fonte: Portaria Nº 202, Inmetro, 2008.**

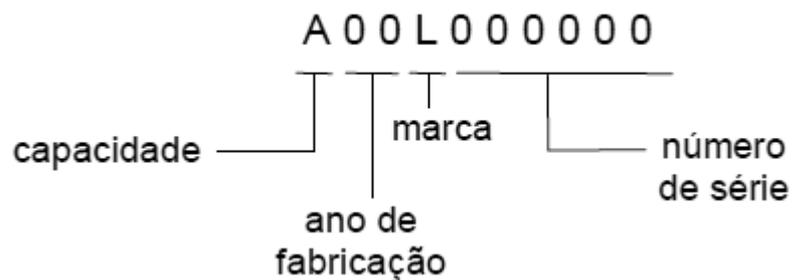
A seta de sentido de fluxo, o número referente à vazão máxima em m³/h e a numeração sequencial do hidrômetro são inscrições presentes na carcaça do equipamento, conforme demonstra a Figura 21.



**Figura 21 - Inscrições carcaça do hidrômetro.**  
 Fonte: Portaria N° 202, Inmetro, 2008.

As inscrições citadas são exigidas pela Portaria n° 246 do Inmetro como marcas obrigatórias a estarem presentes no equipamento.

O ano de fabricação do medidor, capacidade e fabricante são identificados através do número sequencial, conforme ilustra a Figura 22.



**Figura 22 - Numeração sequencial dos hidrômetros.**

A primeira letra da numeração sequencial indica a vazão máxima suportada pelo equipamento, a letra “A”, por exemplo, indica que a vazão máxima do

hidrômetro é de 3 em  $\text{m}^3/\text{h}$ , a letra “B” indica a vazão de  $5\text{m}^3/\text{h}$ , a “C” corresponde a  $10\text{m}^3/\text{h}$  e assim por diante.

O segundo e terceiro dígito representam o ano de fabricação do hidrômetro. O quarto dígito indica o fabricante. Cada fabricante ao se credenciar junto ao Inmetro recebe uma letra para identificação. Os seis últimos dígitos são números que representam o sequencial do fabricante.

Para que se distinguísse o tipo de mecanismo do medidor, analisaram-se as características da carcaça do equipamento.

Nos medidores velocimétricos unijato a câmara de medição é a própria carcaça do instrumento. Por este motivo eles tem menores dimensões comparados aos medidores velocimétricos multijato que por sua vez são mais robustos.

Os demais medidores velocimétricos – Woltmann, composto e proporcional – dificilmente são encontrados em parques de hidrômetros predominantemente residenciais, e caso mostrem-se presentes possuem características em sua carcaça bem específicas que permitirão o fácil reconhecimento.

Os medidores volumétricos aplicam-se normalmente a consumidores de grandes vazões, e são distinguidos por apresentarem dimensões bem maiores que os medidores velocimétricos, já que necessitam de um grande espaço para a câmara de volume.

O que difere visualmente os hidrômetros eletrônicos dos demais são as substituições dos elementos mecânicos por elementos eletrônicos como, por exemplo, o display de cristal líquido.

### 3.2.1.3 Situação do Micromedidor

O terceiro item do *check-list* tinha por função verificar possíveis situações atípicas ou características que poderiam influenciar de forma direta ou indireta no bom funcionamento do hidrômetro.

As verificações buscavam identificar se o hidrômetro estava desligado, ou seja, com sua ligação com a rede de distribuição interrompida por qualquer motivo,

se o mostrador estava embaçado e por fim se a tampa de proteção encontrava-se ausente ou aberta.

O visor do hidrômetro embaçado pode proporcionar uma leitura incorreta do volume consumido. Este embaçamento pode ser resultado de uma longa exposição ao sol pela ausência ou longo períodos de abertura da tampa de proteção. O embaçamento ainda pode ser advindo apenas do envelhecimento do equipamento.

#### 3.2.1.4 Situação de acesso ao imóvel

O último item se referia à situação de entrada no imóvel. A impossibilidade de entrada no imóvel foi segregada de acordo com o motivo observado.

Os motivos listados foram: portões fechados e animais soltos. Julgou-se necessária a verificação quanto à possibilidade ou não de acesso, pois, o leiturista para verificar o volume consumido mensalmente poderia se deparar com a mesma situação.

#### 3.2.2 Coleta de dados em campo

Para se realizar a coleta de dados de forma organizada e com menor suscetibilidade a erros, foram utilizadas, além do *check-list*, as rotas de leitura elaboradas pelo SemaE.

Rota de leitura é pré-determinação de uma sequência de ligações que deve ser rigorosamente cumprida para permitir um melhor gerenciamento do processo de leitura e faturamento.

A utilização de tal sequenciamento possibilitou visita aos imóveis do município de forma otimizada ainda excluindo eventuais problemas como coletas duplicadas de um mesmo micromedidor por exemplo.

### 3.2.1.1 Procedimentos de conferência

Apenas a verificação quanto à horizontalidade do hidrômetro e o comprimento de trecho reto de tubulação a montante e a jusante do medidor solicitaram mensuração dos itens checados.

Para identificar se o hidrômetro estava instalado na posição horizontal, fez-se o uso de um nível de bolha, conforme apresenta a Figura 23.



**Figura 23 - Aferição da horizontalidade do medidor com nível de bolha.**

O procedimento de verificação era realizado dispondo o nível sobre o hidrômetro, perpendicularmente ao eixo do cavalete (Figura 24). O deslocamento da bolha de ar do centro do nível indicava que a superfície analisada não era plana.



**Figura 24 - Nível disposto perpendicularmente ao eixo do cavelete.**

Para realizar o levantamento da medida do trecho reto de tubulação a montante e a jusante do hidrômetro, inicialmente admitiu-se que o diâmetro nominal do hidrômetro teria medida aproximada do diâmetro nominal de suas conexões, normamente encontradas em PVC rígido, ou seja, medindo a tubulação logo após a saída do hidrômetro obtinha-se a correlação direta com o diâmetro do medidor.

Adotada essa simplificação, com o auxílio de um paquímetro, media-se o diâmetro externo da tubulação, conforme demonstra a Figura 25.

Após a aferição do diâmetro nominal da tubulação, com o auxílio da Tabela 5, era possível correlacionar o diâmetro externo medido com o diâmetro nominal.

**Tabela 5 - Dimensões tubo de PVC rígido**

Diâmetro externo Nominal (mm)	Diâmetro externo médio (mm)	Tolerância (mm)
16	16,0	± 0,3
20	20,0	± 0,3
25	25,0	± 0,3
32	32,0	± 0,3
40	40,0	± 0,3
50	50,0	+ 0,3

Fonte: NBR 5680, (ABNT, 1977).



**Figura 25 - Aferição do diâmetro externo da tubulação**

Após a mensuração do diâmetro nominal do micromedidor verificava-se, com o auxílio de uma trena manual, conforme demonstra a Figura 26, se o trecho reto de tubulações a jusante e a montante do hidrômetro atendiam ao critério de comprimento de no mínimo dez vezes o diâmetro aferido. Assim sendo, a título de exemplo, se o diâmetro nominal do micromedidor for DN 25, o trecho a reto deve ser pelo menos 250 mm ou 25 cm.



**Figura 26 - Aferição do comprimento da tubulação reta a montante e jusante do hidrômetro.**

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Como o levantamento de dados não foi realizado por amostragem, os dados obtidos não sofreram nenhum tratamento estatístico.

Após a obtenção de todos os dados, dispostos em planilhas impressas, os mesmos foram compilados para que se obtivesse um diagnóstico geral da situação do parque de hidrômetros.

Para facilitar o desenvolvimento e comparação dos dados, fez-se uso de gráficos e tabelas desenvolvidos com o auxílio do *software* Excel.

### 3.4 ELABORAÇÃO DE MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

O sistema de micromedição representa a “caixa registradora das prestadoras”, pois, toda receita é resultado da contabilização dos volumes registrados pelos hidrômetros.

A elaboração do Manual de Boas Práticas visou apresentar técnicas e recomendações de fácil aplicação, porém, de extrema importância para o bom gerenciamento do sistema de micromedição do município.

Para concepção do manual foram buscadas referências teóricas em procedimentos citados por autores que realizam trabalhos e pesquisas na área de saneamento, especificamente em sistemas de micromedição.

Também se buscou apresentar métodos funcionais e viáveis, com sua validação confirmada em outras companhias de saneamento básico.

Diante disto, o material apresenta recomendações para que o parque de hidrômetros seja otimizado através de: critérios de dimensionamento para que se apliquem aos pontos consumidores hidrômetros de capacidade condizente com o consumo do usuário; recomendações de instalação e manutenção das ligações; alternativas de soluções para diversas anomalias que o sistema pode vir a apresentar; e a importância de um registro de ocorrências ao longo da vida útil do medidor.

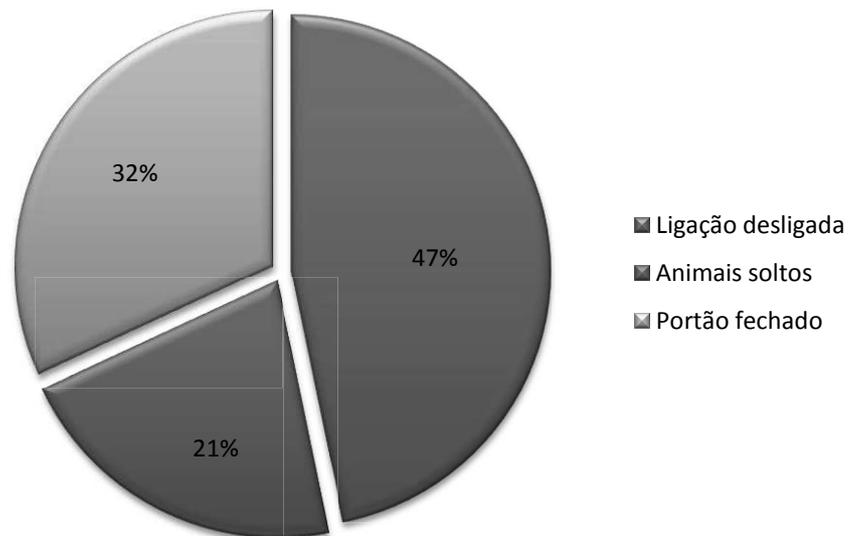
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS

A coleta de dados em campo foi realizada entre os dias 24 de agosto e 04 de setembro de 2015. Para auxiliar durante todo processo de coleta, foi disponibilizado o acompanhamento de um funcionário do Semaec.

Durante a coleta de dados em campo foram visitadas 1.129 ligações de água potável situadas no município de Mercedes-PR, totalizando 96% das ligações da sede urbana. A estas ligações aplicaram-se as verificações presentes no *check-list* apresentado no item 3.2.1. As outras 47 ligações às verificações não puderam ser realizadas.

Os problemas encontrados para a ausência da verificação foram: ligações desligadas, portões fechados e animais soltos, conforme representado no Gráfico 2.



**Gráfico 2– Problemas encontrados para ausência das vistorias no parque de hidrômetros.**

Durante a realização da vistoria constatou-se que todos os hidrômetros analisados no município possuíam o mecanismo de medição do tipo velocimétrico. Nenhuma ocorrência de hidrômetros volumétricos ou eletrônicos foi constatada no parque.

Os itens verificados na pesquisa e que estão relacionados com a caracterização do parque de hidrômetros estão descritos a seguir.

#### 4.1.1 Horizontalidade do micromedidor

Neste item buscou-se identificar se os medidores encontravam-se instalados horizontalmente em relação ao fluxo de água que por eles passava.

O posicionamento inclinado do micromedidor influencia diretamente sua capacidade de medição. A submedição varia em função da angulação de inclinação do hidrômetro e do tipo de abastecimento ou consumo. Mello (1997) constata em seus estudos, que estes índices facilmente ultrapassam 10% do volume consumido.

Em cada aparelho medidor era posicionado um nível de bolha que apontava a horizontalidade ou não do medidor.

Verificou-se um número elevado de hidrômetros inclinados. Das 1.129 ligações verificadas, 524 ligações (46%) apresentaram inclinação do hidrômetro, enquanto 598 (53%) foram consideradas planas.

Durante a coleta de dados não foi possível aplicar tal verificação a sete hidrômetros, pois estas ligações estavam parcialmente enterradas, deixando em amostra apenas uma pequena parte da carcaça e, em alguns casos, apenas o visor do hidrômetro, como pode ser verificado na a Figura 27. Ligações que apresentaram tais condições foram denominadas como ligações com “impossibilidade de aferição”.



**Figura 27 - Hidrômetro parcialmente enterrado.**

Foi observado também que na maioria das ligações embutidas em paredes, o hidrômetro apresentava dificuldade para visualização de sua face superior, desta forma, a maioria destas ligações apresentaram o medidor inclinado, facilitando assim, por exemplo, a visualização do leiturista para aferição do volume consumido mensalmente. A Figura 28 ilustra um dos casos encontrados com a condição citada.



**Figura 28 - Ligação embutida em parede com hidrômetros inclinados.**

#### 4.1.2 Seta de sentido de fluxo

A seta de sentido de fluxo presente na carcaça dos hidrômetros garante que o equipamento está instalado na posição correta, não trabalhando assim, com fluxo reverso. Quanto a esta condição, em todas as ligações que apresentaram possibilidade de aferição, a seta apresentava-se na posição correta.

Como a seta de indicação de fluxo situa-se na lateral da carcaça do hidrômetro, houve certa dificuldade de verificação em ligações que se apresentavam dentro de abrigos. Nestes casos, a verificação só foi possível em virtude desta seta, conforme indica a Portaria n° 246 do Inmetro, ser gravada em alto relevo e em ambos os lados da carcaça.

No entanto, mesmo fazendo uso de tal artifício, não foi possível realizar a verificação em 79 ligações, correspondendo a 7% das verificações, o restante, 93% dos hidrômetros analisados, apresentavam a seta no sentido correto.

#### 4.1.3 Trecho reto de tubulação

Quanto à verificação da existência da medida mínima de trecho reto de tubulação antes e após o micromedidor, 671 ligações (59%) apresentaram uma medida correspondente à mínima, na ordem de dez vezes o diâmetro nominal do micromedidor, ou maior. 40% (451 ligações) apresentaram uma medida menor. Em sete ligações, as mesmas citadas no item aferição de horizontalidade do medidor, a verificação não foi possível.

Em conversa com funcionários do Semaef foi constatado que atualmente o departamento realiza licitação para compra de peças separadas para montagem do cavalete, não fazendo assim o uso de *kit's* prontos de cavalete disponíveis no mercado.

Contudo, o parque apresenta uma quantidade considerável de *kit's* instalados, pois, quando o sistema era gerenciado pela companhia de saneamento de Marechal Candido Rondon, o SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto, a

aquisição deste material era uma prática comum. Convém ressaltar que o SAAE deixou de ser responsável pelos serviços de abastecimento no município de Mercedes em 2006, ou seja, há nove anos.

Os *kit's* prontos apresentam dimensões, configurações do cavalete, requisitos gerais que os componentes devem atender e demais qualificações exigidas por normativas específicas para cada diâmetro e material do cavalete. Essas características garantem, além de outros atributos, a presença do trecho reto de tubulação, garantia já não assegurada na montagem *in loco* do cavalete, visto estar suscetível aos erros operacionais.

Durante o estudo de identificação dos diâmetros, notou-se a padronização dos mesmos em diâmetros nominais (DN) de 20 mm, salvo a ligação do Paço Municipal que apresentou DN de 25 mm.

Assim sendo, para a ligação do Paço Municipal o trecho de tubulação reta, a jusante e a montante do medidor, deveria ser de 25 cm. Para as demais ligações este trecho considerado foi de 20 cm.

#### 4.1.4 Lacre anti-fraude

Observou-se, logo no início da coleta de dados, que não era comum às ligações o lacre anti-fraude.

O lacre deveria estar presente nas duas conexões do hidrômetro com a tubulação do cavalete, conforme pode ser verificado na Figura 28. Questionados os funcionários do SemaE do porquê deste cenário, os mesmos apenas comentaram que se tratava de uma prática comum do departamento a não instalação destes lacres, não possuindo maiores explicações e muito menos sabendo da consequência de tal prática.



**Figura 29 - Ligação vistoriada com presença do lacre anti-fraude.**

A maioria das ligações analisadas não apresentou os lacres em suas conexões ou o apresentavam danificado. Ao final apenas 51 ligações analisadas (4%) possuíam o lacre anti-fraude. Este número extremamente baixo de ligações lacradas deixa o parque de hidrômetros suscetível à realização de fraudes.

No restante, 1071 ligações (95%), ou o lacre se apresentava danificado ou não se fazia presente.

Ressalta-se, conforme citado anteriormente, que nas sete ligações parcialmente enterradas a verificação não foi possível.

A Figura 30 apresenta uma ligação vistoriada sem a presença de lacre, deixando assim as conexões do hidrômetro com a tubulação do cavalete aparentes, enquanto a Figura 31 apresenta uma ligação com um dos lacres anti-fraude danificado, ambos os casos ilustram situações encontradas durante a realização da coleta de dados.



**Figura 30 - Ligação sem a presença de lacre anti-fraude.**



**Figura 31 - Ligação com lacre anti-fraude danificado.**

#### 4.1.5 Posição e Configuração do Cavalete

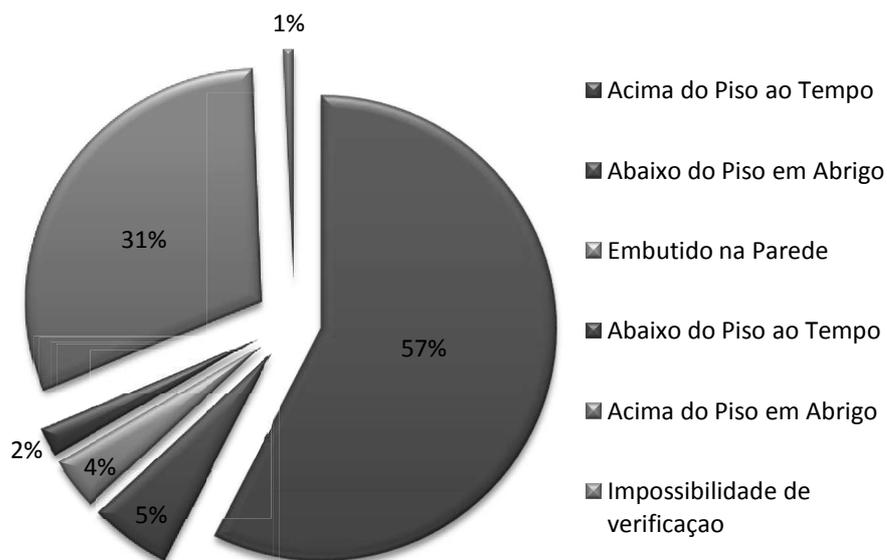
Ao que concerne à posição e configuração do cavalete, encontrou-se, além das tipologias citadas na metodologia, algumas ocorrências de cavaletes abaixo do nível do piso sem abrigo, conforme apresenta a Figura 32.



**Figura 32 - Cavalete abaixo do nível do piso e sem abrigo.**

A tipologia mais encontrada no parque foram ligações acima do nível do piso e expostas ao tempo, conforme demonstra a Figura 33, totalizando 649 ocorrências.

A configuração acima do nível do piso em abrigo, exposta na Figura 34, apresentou 346 ocorrências. Na tipologia abaixo do nível do piso em abrigo, conforme demonstra a Figura 35, foram encontradas 63 ligações; embutidas na parede 41 ligações e abaixo do nível do piso e expostas ao tempo 23 ligações conforme apresenta o Gráfico 3.



**Gráfico 3 - Configuração e posição dos cavaletes averiguados.**



**Figura 33 - Cavalete acima do nível do piso e exposto ao tempo.**



**Figura 34 - Cavalete acima do nível do piso em abrigo.**



**Figura 35 - Cavalete abaixo do nível do piso em abrigo.**

A utilização do abrigo, presente em 36% das ligações vistoriadas, possui o aspecto positivo de proteger tanto o cavalete quanto o hidrômetro das intempéries e choques físicos. Porém, de acordo com informações repassadas por funcionários do Sema, a prática está sendo gradativamente extinta pelo departamento. Para ligações novas ou às que precisam ser modificadas, a instalação do cavalete com o hidrômetro é realizada sem a caixa protetora.

Uma das razões para essa determinação é a necessidade da elevação da tampa para qualquer aferição no cavalete ou no micromedidor como, por exemplo, a leitura do consumo mensal. Na grande maioria dos abrigos verificados a tampa era feita em concreto maciço o que tornava sua abertura um processo difícil.

Também se notou a falta de execução de um sistema de drenagem para águas pluviais, e de outras origens, no fundo dos abrigos que eram vedados por concreto. A falta deste sistema de drenagem foi constatada devido ao acúmulo de água em alguns abrigos vistoriados, o que pode trazer diversos riscos, inclusive a saúde pública.

#### 4.1.6 Condição de Acesso

O acesso às ligações foi considerado fácil na maioria vistoriada. Notou-se a preocupação, tanto pelo Sema buscando a instalação da ligação em pontos que facilitassem o acesso do leitorista ao hidrômetro, quanto dos próprios moradores que em muitos casos de imóveis cercados por grades, criavam um portão com acesso exclusivo ao hidrômetro.

Destaca-se que o acesso foi considerado fácil quando o hidrômetro:

- a) Encontrava-se do lado de fora da divisa dos imóveis;
- b) Encontrava-se na parte interna do imóvel, contudo possibilitava abertura e fechamento da tampa de proteção pelo leitorista sem a necessidade de equipamentos auxiliares como espelhos ou varetas; e
- c) Apresentasse um acesso específico para o hidrômetro.

Em situações diferentes destas citadas o acesso foi considerado difícil.

Neste contexto, as ligações verificadas foram classificadas em 70% dos casos (793 ligações) com acesso fácil, em outras 336 ligações (30%) o acesso foi considerado difícil.

#### 4.1.7 Vazão Nominal

A classificação do parque de hidrômetros quanto à vazão nominal dos hidrômetros mostrou que a grande maioria dos aparelhos micromedidores da sede municipal de Mercedes possuem vazão nominal de 1,5 m<sup>3</sup>/h, representando 99,47% do total do parque.

Cinco hidrômetros com vazão nominal de 0,75 m<sup>3</sup>/h foram identificados e apenas um com vazão nominal de 3,5 m<sup>3</sup>/h.

O hidrômetro com maior vazão nominal do parque, conforme apresenta a Figura 36, encontrava-se instalado no Paço Municipal.

Dos cinco medidores com vazão nominal de 0,75 m<sup>3</sup>/h, quatro estão instalados em residências e um em uma escola municipal.

Quanto à razão da utilização de micromedidores fora dos padrões analisados o Sema informou que os hidrômetros com capacidade menor de 0,75 m<sup>3</sup>/h são equipamentos antigos que deverão ser substituídos por hidrômetros com capacidade maior de 1,5 m<sup>3</sup>/h, prática esta que vem sendo aplicada no parque, visto que o parque possuía mais hidrômetros com estas características, porém a maioria já foi substituída.

Quanto ao medidor instalado no Paço Municipal, a motivação informada foi a grande concentração de pessoas na edificação, porém nenhum estudo de consumo foi realizado.



Figura 36 – Hidrômetro do Paço Municipal com vazão nominal de 3,5 m<sup>3</sup>/h.

O hidrômetro instalado na escola municipal, conforme apresentado na Figura 37, contabiliza o consumo de água potável na escola municipal Tiradentes. A escola atende a demanda escolar do 1° ao 5° ano do ensino fundamental provenientes da zona rural e urbana do município. Segundo informação da secretaria de educação

do município, no ano de 2014 a escola contava com 297 alunos, vinte professores, duas merendeiras e seis servidores gerais.

A instalação de um medidor de pequena capacidade para suprir a contabilização de uma edificação com provável uso elevado de água pode ser uma causa importante de submedição, uma vez que trabalha forçado nas vazões de pico e certamente se desgastará antes, passando a medir com erros elevados nas vazões mais baixas.



**Figura 37 - Hidrômetro Escola Municipal Tiradentes com vazão nominal de 0,75 m<sup>3</sup>/h.**

Conforme Coelho (2009) o tempo de vida útil para um hidrômetro velocimétrico é de cinco anos. A data de fabricação gravada na carcaça do medidor instalado na escola municipal era de 2002, ou seja, mesmo considerando que sua instalação não foi no mesmo ano de sua fabricação, pressupõe-se que o hidrômetro já esteja instalado a mais de dez anos.

Outro parâmetro que Coelho (2009) apresenta para estimação da vida útil é em função do volume de água acumulado que já passou através do hidrômetro durante seu funcionamento. Para o caso em questão, um hidrômetro velocimétrico com classe metrológica B e vazão máxima de 1,5 m<sup>3</sup>/h, o volume acumulado para identificar o fim da vida útil do medidor seria de 1200 m<sup>3</sup>.

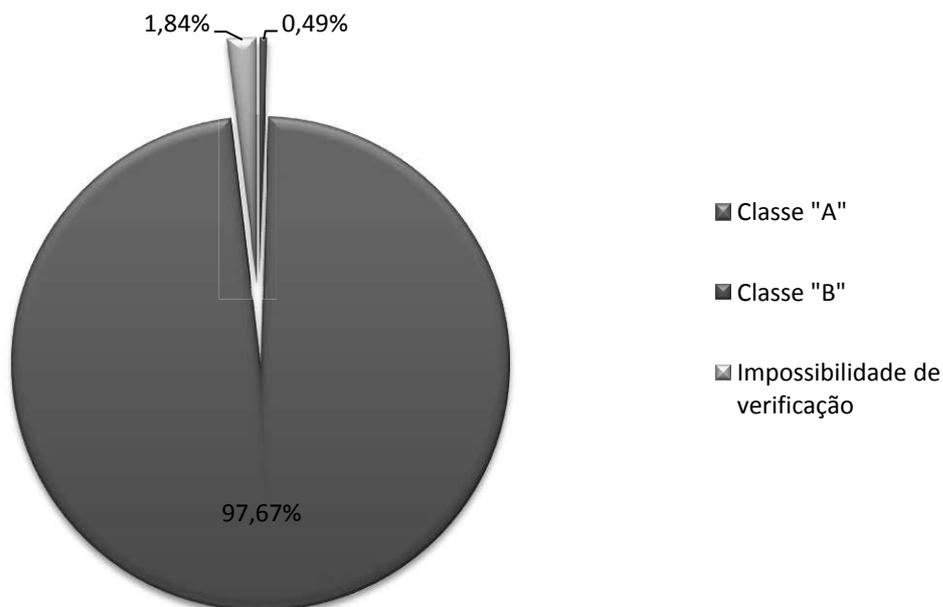
Como se pode observar na Figura 37, o mostrador do hidrômetro indica um volume acumulado de 5.042 m<sup>3</sup>, ou seja, um volume quatro vezes maior que limite estipulado para o fim de sua vida útil.

#### 4.1.8 Classe Metrológica

A grande maioria do micromedidores encontrados no parque, 97,67%, possuía classe metrológica "B". Apenas cinco medidores foram identificados com classe metrológica "A", e em dezenove casos a aferição não foi possível, os dados em porcentagem, estão expostos no Gráfico 4.

Esta classificação indica a sensibilidade do hidrômetro à contabilização do volume de água que o transpassa. Os medidores são classificados, de acordo com a portaria n° 246 do Inmetro, como A, B ou C. Onde a classe "A", apresenta-se como a menos precisa ou e a classe "C" como a mais precisa.

Nenhum medidor de classe "C" ou "D" foi encontrado no parque.



**Gráfico 4 - Verificação da Classe Metrológica dos medidores.**

A Figura 38 apresenta um dos cinco micromedidores encontrados com classe metrológica “A”.



**Figura 38 - Hidrômetro com classe metrológica “A”.**

Nos casos onde a verificação não foi possível, o principal motivo foi devido ao grande embaçamento do visor do hidrômetro, conforme é possível visualizar na Figura 39 que expõe um dos casos onde isto ocorreu.



**Figura 39 - Hidrômetro com visor embaçado.**

#### 4.1.8 Ano de Fabricação

Em uma grande parte das ligações não foi possível aferir a data de fabricação do hidrômetro. O motivo principal foi à localização dos micromedidores dentro dos abrigos.

Quando o hidrômetro se encontrava dentro de abrigos não era possível visualizar a inscrição lateral, onde se localiza os caracteres referentes ao seu ano de fabricação. Considerando ainda alguns casos onde o hidrômetro tinha sua carcaça parcialmente enterrada, 412 ligações não apresentaram condições para que se identificasse o ano de fabricação dos equipamentos instalados.

Assim sendo, apenas 717 hidrômetros do parque foram verificados e os dados encontrados estão dispostos na Tabela 6.

**Tabela 6 - Ano de fabricação dos hidrômetros instalados.**

<b>Data de Fabricação</b>	<b>Quantidade</b>
1989	1
1991	9
1992	22
1993	16
1994	5
1995	1
1997	3
1998	2
1999	3
2001	7
2002	20
2003	17
2004	13
2006	31
2007	13
2008	32
2009	27
2010	93
2011	285
2012	78
2014	31
2015	8
<b>TOTAL</b>	<b>717</b>

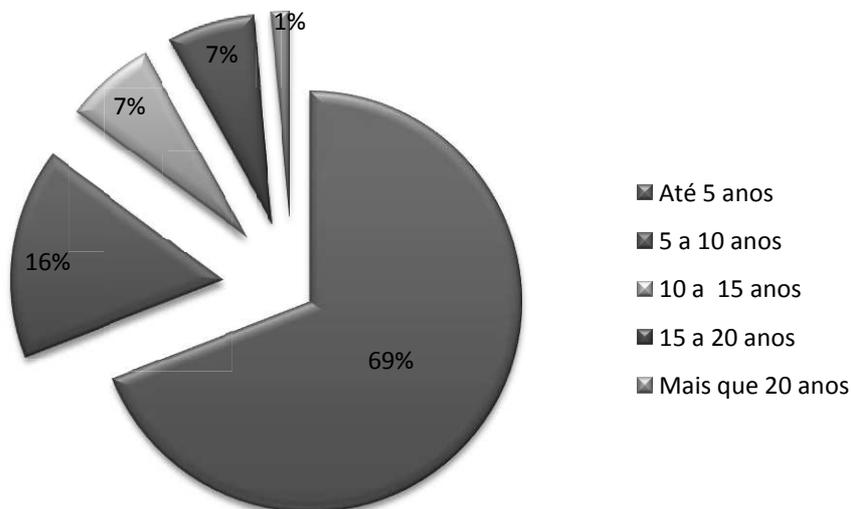
O hidrômetro mais antigo encontrado data sua fabricação no ano de 1989, ou seja, foi fabricado há 26 anos e a aproximadamente essa idade está em funcionamento.

Se admitirmos que os hidrômetros passam no máximo um ano em estoque até sua instalação, todos os hidrômetros a partir do ano de 2009 já teriam vencido seu tempo de vida útil, ou seja, 30,3 % do montante analisado.

Pela quantidade de hidrômetros com data de fabricação de 2011, pode-se pressupor que em meados deste ano houve uma tentativa de modernização de parte do parque através da substituição de um número considerável de equipamentos micromedidores.

Ao realizar uma média geral dos hidrômetros instalados no parque, concluiu-se que a idade média dos hidrômetros instalados é de 6,5 anos, no entanto, como apenas 63,5% dos hidrômetros do parque foram verificados, não é possível realizar nenhuma afirmação precisa.

O Gráfico 5 apresenta a idade média, por intervalo de 5 anos, dos hidrômetros que compõe o parque.



**Gráfico 5 - Idade dos hidrômetros instalados no parque.**

Pode-se perceber que a maior parte dos hidrômetros (69%) instalados na sede do município apresentam tempo de uso dentro dos padrões estabelecidos pela

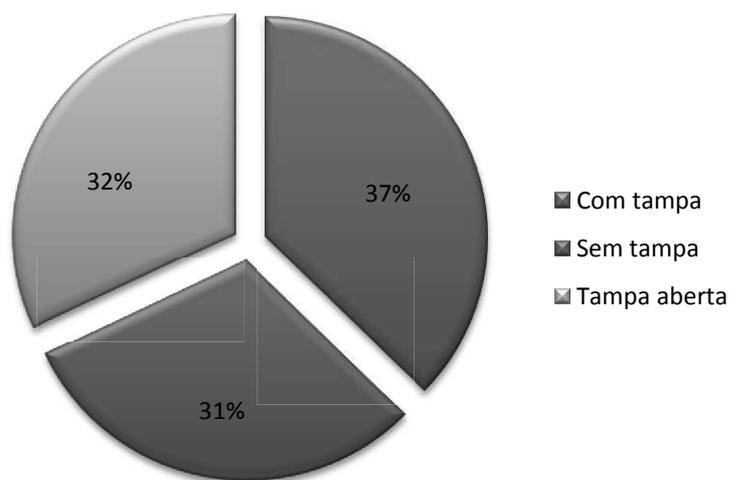
portaria n° 256 do Inmetro que estabelece a substituição, ou pelo menos, a avaliação das características metrológicas dos hidrômetros no mínimo após cinco anos da instalação.

Dentre os hidrômetros analisados, 31% dos equipamentos já ultrapassaram a vida útil pré-estabelecida de funcionamento.

Desta forma, pode-se pressupor que a idade avançada dos equipamentos instalados, visando que o tempo de uso se enquadra em um dos fatores que mais influenciam na perda de precisão dos hidrômetros, pode ser potencialmente um dos grandes fatores de perdas aparentes no sistema, principalmente se for considerado que o número reduzido de ligações do parque.

#### 4.1.9 Situação do Hidrômetro

Nas averiguações quanto à situação encontrada no micromedidor, 384 equipamentos foram encontrados com tampa de proteção fechada, protegendo assim o visor da ação das intempéries, 329 hidrômetros estavam com a tampa aberta quando se realizou a aferição e 316 não continham a tampa de proteção, o Gráfico 6 apresenta estes dados em porcentagem.



**Gráfico 6 - Situação da tampa de proteção do hidrômetro.**

Algumas situações críticas foram encontradas como, por exemplo, o hidrômetro da praça central da cidade, conforme demonstra à Figura 40, o hidrômetro encontra-se embaçado e com o visor danificado, impossibilitando assim a leitura.

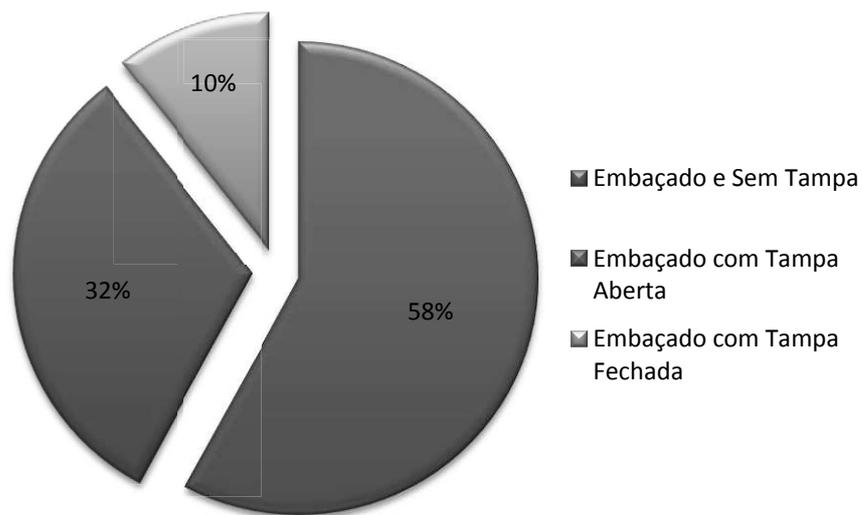
Notou-se, durante conversas com funcionários do Semaec, a falta de preocupação do departamento com os hidrômetros que contabilizam o volume de água consumido em locais públicos.

O hidrômetro instalado na edificação que abriga o Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) do município foi totalmente soterrado devido a uma movimentação de terra no terreno. Contudo, mesmo assim o equipamento permanece da mesma forma há aproximadamente seis meses.



**Figura 40 – Hidrômetro Praça Municipal sem tampa de proteção com visor embaçado e danificado.**

Dos hidrômetros averiguados, 243 que não continham tampa de proteção estavam com o visor embaçado e 133 que continham a tampa, porém, a mesma se encontrava aberta, apresentavam também sinais de embaçamento. Em 44 situações o hidrômetro, mesmo com a tampa de proteção fechada no momento da vistoria, apresentou o visor embaçado. Estas informações, em porcentual, estão dispostas no Gráfico 7.



**Gráfico 7 - Situação encontrada nos hidrômetros embaçados.**

Referente à totalidade dos hidrômetros do parque 33%, ou seja, 376 equipamentos foram considerados com visor embaçado enquanto outros 67%, correspondentes a 753 equipamentos, não apresentaram traços de embaçamento.

#### 4.1.10 Discussões dos Principais Fatores que Influenciam na Confiabilidade Metrológica do Parque

Referente às três verificações dispostas na Tabela 7 verifica-se que a maioria das ligações presentes no parque apresenta adequação aos requisitos que garantem a confiabilidade metrológica do parque, no entanto, é notório que a situação encontrada distancia-se de uma situação ideal, onde a totalidade dos hidrômetros presentes no parque deveria apresentar condições favoráveis a confiabilidade da micromedição.

**Tabela 7 - Resumo das verificações de horizontalidade, seta de sentido de fluxo e trecho reto de tubulação.**

Verificação	Situação Encontrada		
	Correta	Incorreta	Impossibilidade de Verificação
Horizontalidade do hidrômetro	53%	46%	1%
Seta de sentido de fluxo	93%	0%	7%
Trecho reto de tubulação	59%	40%	1%

A maioria dos hidrômetros instalados no parque (69%) ainda apresenta tempo de uso dentro dos padrões estabelecidos pelo Inmetro, no entanto, a idade avançada do restante do parque fixou a idade média dos medidores em 6,5 anos.

Considerando o número reduzido de ligações que o parque apresenta, por se tratar de um sistema de abastecimento com pequenas dimensões, pressupõe-se que os hidrômetros inclinados (46%) e/ou apresentando a ausência do trecho mínimo reto de tubulação (40%), combinados ainda a 31% com seu tempo de vida útil vencido, apresentem-se como fatores que gerem grandes perdas aparentes ao sistema.

Observa-se também que a realização de fraudes como a inversão do hidrômetro não foi constatada no parque, ou seja, mesmo com a ausência ou violação do lacre anti-fraude na maioria absoluta das ligações (95%), situação que em tese propiciaria fraudes, nenhum hidrômetro com a seta de sentido de fluxo invertida foi encontrado no parque.

Cabe ressaltar que as perdas aparentes, potencializadas pelas situações abordadas, mesmo apresentando pequenos volumes de perdas ocorrem durante períodos de tempo prolongado e em um elevado número de economias, desta forma o volume de água acumulado corresponde a significativas perdas de receitas para a prestadora de serviços.

## 4.2 MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

O Manual de boas práticas, disposto no APÊNDICE B, tem como objetivo orientar e sugerir procedimentos, do ponto de vista técnico, que visam à melhoria do parque de hidrômetros do município.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A micromedição se apresenta como uma grande ferramenta para as prestadoras de serviço de abastecimento de água, pois, além de possibilitar uma cobrança justa pelo serviço, o medidor serve de inibidor de consumo, estimulando a economia e fornecendo dados importantes sobre o volume consumido e vazamentos potenciais.

O controle de perdas é essencial para que se garanta a eficiência dentro de um sistema de abastecimento de água. Neste contexto, um parque de hidrômetros obsoleto não permite a correta medição dos volumes consumidos pelos usuários, desta forma, a receita da prestadora será afetada e a estimativa das perdas no sistema não será confiável.

A redução das perdas aparentes do sistema proporciona ao setor um aumento de receita, isto para a mesma quantidade de água fornecida. Aumento este que pode ser investido em melhorias dentro do próprio sistema, criando assim, um sistema cada vez mais eficiente, com implantação de novas tecnologias e gestão eficaz.

Visto isto, a análise criteriosa e integrada dos dados do sistema de micromedição pode permitir um gerenciamento otimizado dos recursos disponíveis e levar assim a redução efetiva das perdas. Desta forma, o desenvolvimento da pesquisa proporcionou o conhecimento da real situação que se encontra o parque de hidrômetro do município de Mercedes.

É sabido que não é possível gerenciar um sistema sem o conhecê-lo em suas especificidades, desta forma, os dados coletados podem dar subsídio para o início de planejamentos futuros para que, agindo no controle e melhoria do parque de hidrômetros, se obtenha uma melhoria direta no sistema de abastecimento de água como um todo.

A caracterização do parque possibilitou a identificação de práticas adotadas ou realizadas pela prestadora que prejudicam a eficiência da micromedição do sistema.

Quanto à situação dos hidrômetros, observou-se que um terço do parque apresentava hidrômetros com o visor embaçado e 30% das ligações encontrava-se em locais com difícil acesso. Estas situações, presentes em um considerável número

de ligações, propiciam erros de leitura do volume consumido ou ainda a contabilização do volume pela média mensal. Tais ações podem gerar a prestadora dados errôneos sobre as perdas no sistema, não indicando assim, onde realmente as ações de controle de perda devem ser aplicadas.

A fixação dos lacres anti-fraude nos cavaletes garante a ausência de interferências de pessoas não autorizadas aos equipamentos micromedidores. A ausência deste artifício em 95 % das ligações analisadas proporciona um alto grau de suscetibilidade a fraudes, reduzindo consideravelmente a confiabilidade metrológica do parque.

Constatou-se ainda que a confiabilidade metrológica do parque de hidrômetros está seriamente afetada devido à ausência de uma padronização de ações do departamento. O número elevado de hidrômetros inclinados e com ausência do trecho reto mínimo de tubulação demonstra que práticas, de fácil aplicação como, por exemplo, a padronização de cavaletes, não são executadas pelo Semaec.

A falta de um profissional com qualificação técnica na área de saneamento no quadro de funcionários do Semaec demonstra nitidamente que a gestão e o planejamento de ações para este setor, como práticas que visam à minimização das perdas aparentes e conseqüentemente o aumento de receita da prestadora, se encontram seriamente comprometidas.

Assim, a administração do sistema de abastecimento do município fica a cargo de funcionários com grande experiência prática, porém com carências de conhecimento técnico suficiente para administrar questões mais aprofundadas da gestão do saneamento básico.

Esta carência de conhecimento técnico é evidenciada pela ausência no sistema de registros de ocorrências dos medidores que compõem o parque de hidrômetros, assim como o cadastro técnico de cada economia. Tais informações são de extrema importância porque servem de base para todas as ações que visam à mitigação das perdas no sistema.

É notório enfatizar que diante dos resultados expostos, o parque de hidrômetros não se encontra em condições ideais, apresentando possibilidades de melhorias simples, mas efetivas, que podem contribuir com a redução de perdas no sistema, assunto de preocupação no departamento estudado.

## 6. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Pesquisas que envolvam, além das perdas aparentes, as perdas reais que o sistema de abastecimento de água do município possui, caracterizadas por rompimento de tubulações, por exemplo.
  
- Verificação, de forma quantitativa, das perdas aparentes pelos hidrômetros instalados no município que tem sua confiabilidade de medição afetada seja por tempo de uso, inadequação de capacidade ou classe metrológica.
  
- Caracterização dos parques de hidrômetros dos distritos e área rural do município, que juntos representam um número significativo de ligações administradas pelo mesmo departamento municipal de água e esgoto.

## REFERÊNCIAS

ALEGRE, Helena; HIRNER, Wolfram; BAPTISTA, Jaime M.; PARENA, Renato. **Performance Indicators for Water Supply Services**. 2 ed. Londres: IWA Publishing, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: Diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 212/1999: Medidores Velocimétricos de Água Fria até 15,0 m<sup>3</sup>/h**. Rio de Janeiro, 1999.

BOVO, Alberto; TOMISAWA, Álvaro K.; FERREIRA, Amália C. S.; PEREIRA, Leonel G.; PAULO, Pedro F.. **Guia Prático de Técnicas de Controle e Redução de Perdas**. São Paulo: PNCDA, 2008. 136p. v.6.

BRASIL. **Instituto Nacional de Metrologia**. Portaria INMETRO / MDIC número 246 de 17/10/2000 - Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico, estabelecendo as condições a que deve satisfazer os hidrômetros para água fria de vazão nominal até 15 m<sup>3</sup>/h. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/rtac000667.pdf>>. Acesso em 17 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. Portaria INMETRO / MDIC número 202 de 11/07/2008 - Aprovar o modelo US-1,5 , de hidrômetro, marca Saga. Disponível em: <<http://www.sagamedicao.com.br/portarias/portariadoinmetro202dous1.5.pdf>> . Acesso em 07 set. 2015.

COELHO, Adalberto. C. **Medição de Água, Política e Prática, Manual de Consulta**. Rio de Janeiro: Comunicarte, 1996.

\_\_\_\_\_. **Micromedição em sistemas de abastecimento de água**. 1<sup>a</sup> ed. João Pessoa: Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, 2009.

COELHO, Adalberto C.; MAYNARD, João C. B. **Medição individualizada de água em apartamentos**. 1<sup>a</sup> Ed. Recife: Comunicarte, 1999.

FRANGIPANI, Marcio. **Guia Prático de Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água: Micromedição**. Brasília: PNCDA, 2007. 129p. v.2.

GONÇALVES, Elton. **Metodologia para controle de perdas em sistemas de distribuição de água – Estudo de casos da CAESB**. 1998. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

GULARTE, Cristiano. **Um estudo sobre a submedição em hidrômetros para aplicação no controle de perdas aparentes no sistema de abastecimento de água de Blumenau**. 2005. 123 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm/](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm/)>. Acesso em: 10 abr. 2015.

MELATO, Débora S. **Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: Aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo**. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, 2013  
Disponível em:  
<[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/Proposta\\_Plansab\\_11-08-01.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/Proposta_Plansab_11-08-01.pdf) />. Acesso em: 02 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCD, 2011. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php/programas/264-pcdna/>> . Acesso em: 06 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

MIRANDA, Ernani C. **Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água: Indicadores de perdas e metodologia para análise de confiabilidade**. 2002. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

PEREIRA, Leonel G.; ILHA, Marina S. O. **Avaliação da submedição de água em edificações residenciais de interesse social localizadas em Campinas**. Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 11., 2006, Florianópolis.

RECH, Linus R. **Água, micromedição e perdas**. 2ª ed. São Paulo: ScorTecci, 1999.

RIPPEL, Edson. C; BUENO. Julio C. S.; PATRÍCIO, Leandro; CHECHINATO, Lunalva; SANTOS, Maria E. G. **Manual de orientações técnicas**. Caxias do Sul: SAMAE, 2010.

SCALIZE, Paulo. S.; LEITE, Wellington C. A; CAMPOS, Marcus A. S. Substituição racional de hidrômetros em sistemas de abastecimento de água. São Paulo: Assemae, 2003.

SILVA, Cristina M. **Análise de perdas de água em um sistema público de abastecimento: Enfoque na influencia da classe metrológica e do tempo de uso dos hidrômetros**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SILVA, Nilce R. **Estudo de metodologias para avaliação de submedição de hidrômetros domiciliares em sistemas de água**. 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

TARDELLI, Jairo F. J. **Controle e Redução de Perdas: Abastecimento de Água**. 3 ed. São Paulo. 2006.

TONETO, Rudinei J.; SAIANI, Carlos César S.; RODRIGUES, Regiane L. **Perdas de água: Entraves ao avanço do saneamento básico e riscos de agravamento a escassez hídrica no Brasil**. Ribeirão Preto: Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia, 2013.

VENTURINI, Maria A. A. G; BARBOSA, Paulo S.F; LUVIZOTTO, Edevar J. **Estudo de Alternativas de Reabilitação para Sistemas de Abastecimento de Água**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 14., 2001, Aracaju.

VIÉGAS, Alessandro A. **Estudo das perdas de água no sistema de abastecimento e nas residências do conjunto Benjamim Sondré**. 2009. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

## APÊNDICE A – CHECK-LIST PARQUE DE HIDRÔMETROS

### SEMAE - Município de Mercedes - PR

Check-list parque de hidrômetros

Logradouro:

n°:

Bairro:

Item	Descrição			
<b>1 PADRONIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES</b>				
1.1	Horizontalidade do medidor	<input type="checkbox"/> Horizontal	<input type="checkbox"/> Inclinado	<input type="checkbox"/> _____
1.3	Seta sentido de Fluxo	<input type="checkbox"/> Correta	<input type="checkbox"/> Incorreta	<input type="checkbox"/> _____
1.4	Presença de Lacre:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> _____
1.5	Presença de trecho reto de tub.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> _____
1.7	Posição do cavalete no imóvel:	<input type="checkbox"/> Acima do piso	<input type="checkbox"/> Abaixo do nível do piso	
		<input type="checkbox"/> Ao tempo	<input type="checkbox"/> Em abrigo	<input type="checkbox"/> Embutido na parede
1.8	Condição de Acesso:	<input type="checkbox"/> Acesso Fácil	<input type="checkbox"/> Acesso Difícil	
<b>2 CARACTERÍSTICAS DO MEDIDOR</b>				
2.1	Vazão Nominal	<input type="checkbox"/> 0,75m <sup>3</sup> /s	<input type="checkbox"/> 1,5 m <sup>3</sup> /s	<input type="checkbox"/> 3,5 m <sup>3</sup> /s <input type="checkbox"/> _____
2.2	Tipo de mecanismo	<input type="checkbox"/> Velocimétrico	<input type="checkbox"/> Volumétrico	<input type="checkbox"/> Eletrônico
2.2	Ano de fabricação:	_____		
2.3	Classe Metrológica	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D
<b>3 SITUAÇÃO DO MEDIDOR</b>				
	<input type="checkbox"/> Parado	<input type="checkbox"/> Embaçado	<input type="checkbox"/> Sem Tampa de Proteção	<input type="checkbox"/> _____
	<input type="checkbox"/> Tampa de Proteção Aberta			
<b>4 SITUAÇÃO DE ACESSO</b>				
4.1	Impossibilidade de entrada no imóvel	<input type="checkbox"/> Portão Fechado	<input type="checkbox"/> Animais Soltos	<input type="checkbox"/> _____

**APÊNDICE B – MANUAL DE BOAS PRÁTICAS**



MANUAL DE BOAS  
PRÁTICAS

**SEMAE MERCEDES**

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>TIPOS DE HIDRÔMETROS .....</b>	<b>3</b>
2.1	Hidrômetros Velocimétricos .....	3
2.1.1	Medidor Unijato .....	3
2.1.2	Medidor Multijato .....	4
2.2	Hidrômetros Volumétricos .....	5
<b>3.</b>	<b>CLASSE METROLÓGICA .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>TEMPO DE USO DOS HIDROMETROS .....</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO E AQUISIÇÃO DE HIDRÔMETROS.....</b>	<b>6</b>
5.1	Critérios de Seleção .....	6
5.2	Métodos de Dimensionamento .....	8
5.2.1	Dimensionamento por Vazão Estimada .....	9
5.2.2	Dimensionamento por Categoria de Consumo .....	11
5.2.3	Dimensionamento por Levantamento Direto do Perfil de Consumo .....	13
5.2.4	Redimensionamento .....	14
<b>6</b>	<b>INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO .....</b>	<b>14</b>
6.1	Procedimentos de Instalação .....	14
6.2	Procedimentos de Manutenção .....	17
6.2.1	Manutenção Corretiva .....	17
6.2.1	Manutenção Preventiva .....	18
6.2.1	Manutenção Preditiva .....	19
6.3	Importância dos Registros de Ocorrências .....	20
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de medição constituem-se em instrumento indispensável para atingir total eficácia dos sistemas públicos de abastecimento de água, pois o conhecimento das diversas variáveis envolvidas, proporcionado pela medição, permite explorar as melhores formas possíveis de operação do sistema de abastecimento em todas suas partes constituintes: captação, adução de água bruta, tratamento, adução de água tratada, reservação e distribuição.

Os sistemas de abastecimento de água no Brasil apresentam um alto índice de perdas, este elevado índice reduz o faturamento das empresas e, conseqüentemente, sua capacidade de investir e obter financiamentos além de induzir a busca de novos mananciais.

Para obter uma visão mais abrangente do contexto nacional, o relatório do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) de 2014, informou que o valor médio do índice de perdas de faturamento para todo o conjunto de prestadores de serviços foi de 37,0% em 2013, ou seja, a cada 100 litros de água potável produzidos, 37 litros são desperdiçados ou não faturados.

De forma sucinta um sistema de medição pode ser segregado em sistemas de macromedição e micromedição.

A macromedição é o conjunto de ações que visa mensurar a água presente no sistema desde a captação bruta até as extremidades de jusante da rede de distribuição.

Entende-se por micromedição a aferição do consumo em pontos específicos de abastecimento, basicamente é a medição de um volume de água consumido periodicamente através da utilização de hidrômetros.

A medição e cobrança de água pelas companhias de saneamento têm importância econômica e ambiental por ser uma ferramenta essencial de controle do processo produtivo e um mecanismo eficaz contra o desperdício.

A cobrança pela água consumida estimula o consumidor ao uso racional, uma vez que permite a ele perceber claramente a quantidade de água que utiliza e o quanto paga por ela.

A redução das perdas, por sua vez, permite às companhias retirar menos água de seus mananciais, utilizar menos energia elétrica, consumir uma quantidade menor de produtos químicos para o tratamento reduzindo o custo na produção de água e causando menor impacto ao meio ambiente.

Entretanto, para que se alcance os resultados pretendidos com a medição e cobrança é necessário medir de forma confiável a água fornecida, para isto, é imprescindível a adequada gestão do sistema de medição.

Diante disto, este manual de boas práticas, tem como objetivo orientar e sugerir procedimentos, do ponto de vista técnico, para que através de instrumentos relacionados à gestão, se de subsídios para a otimização do parque de hidrômetros do município.

## 2. TIPOS DE HIDRÔMETROS

Os hidrômetros são comumente classificados de acordo com seu princípio de funcionamento, podendo ser velocimétricos, volumétricos ou eletrônicos.

### 2.1 Hidrômetros Velocimétricos

Os medidores velocimétricos ou de turbina, são hoje a quase totalidade dos medidores instalados no país. Seu funcionamento se baseia na movimentação de uma turbina ou rotor, introduzido no escoamento de água, que gira proporcionalmente à vazão que o atravessa.

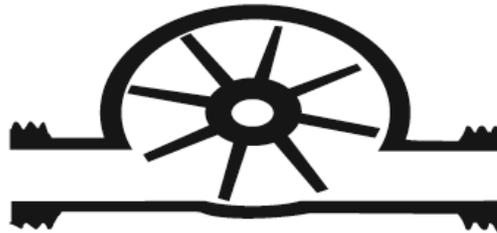
Os hidrômetros, com este tipo de mecanismo, mais comumente utilizado em parques de hidrômetros são os hidrômetros de jato único ou unijato e os de jato múltiplo ou multijato.

#### 2.1.1 Medidor Unijato

O hidrômetro unijato tem a turbina acionada por um jato tangencial de água, conforme ilustra a Figura 1. Sua câmara de medição é a própria carcaça do instrumento e por isto são tem menores dimensões. Uma desvantagem deste tipo de

hidrômetro é que a incidência do jato sobre um único ponto da turbina ocasiona um desgaste excessivo do eixo precocemente.

Os fabricantes destes modelos de medidores orientam que eles sejam instalados com o eixo da turbina na vertical, pois, a instalação diferente desta acarreta em um maior atrito sobre uma região do eixo, devido ao peso próprio da turbina, podendo acarretar prejuízo em suas características metrológicas.

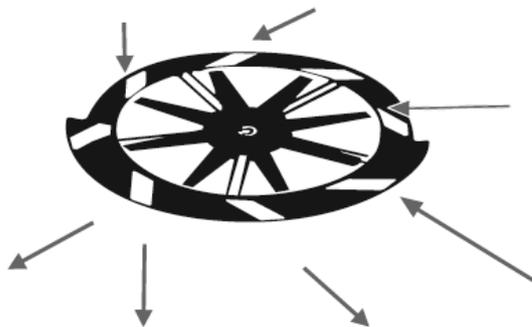


**Figura 1 - Modelo de turbina do hidrômetro unijato.**  
**Fonte: Bovo et al., 2008.**

### 2.1.2 Medidor Multijato

A câmara de medição é dotada de uma série de fendas (ou, algumas vezes furos) que direcionam o fluxo de água de forma tangencial contra as pás da turbina, de modo a fazê-la girar, conforme apresenta a Figura 2.

Os medidores de água multijato não apresentam desgaste precoce do eixo e conseqüentemente têm uma vida útil maior. Oferecem maior facilidade de manutenção do que os unijato, pois suas partes são separadas da carcaça.



**Figura 2 - Movimento de turbina do hidrômetro multijato.**  
**Fonte: Bovo et al., 2008.**

## 2.2 Hidrômetros Volumétricos

Nestes hidrômetros não existe uma turbina acionada pela velocidade da água e sim uma câmara de medida e um anel. O fluxo de água que passa pelo filtro na entrada do medidor chega à câmara de medida por uma entrada na parte superior, de um lado da parte divisória. Devido à diferença de pressão antes e depois do hidrômetro, a água é forçada a passar, provocando um movimento giratório do êmbolo que é transmitido ao trem redutor de engrenagens, este processo é ilustrado na Figura 3. A cada movimento do êmbolo é medido um volume exato que passa através do medidor.

Não existe restrições contra as condições de instalação deste tipo de medidor, porém são equipamentos muito sensíveis quanto à passagem de partículas sólidas, como areias em suspensão que podem ser transportadas pela água que os atravessa, que podem vir a travar o equipamento.

Em condições favoráveis de funcionamento, esses medidores são mais duráveis e apresentam maior exatidão, comparados aos medidores velocimétricos.

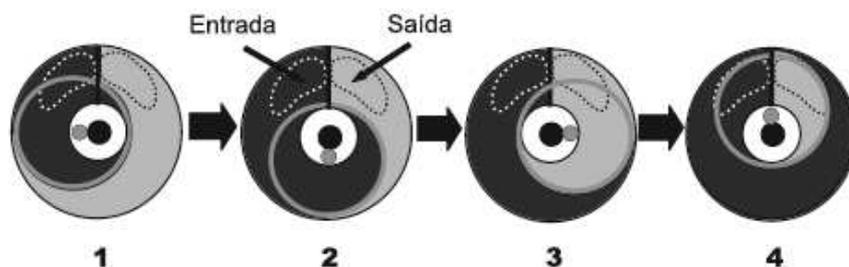


Figura 3 - Modelo da câmara de medição de um hidrômetro volumétrico.

## 3. CLASSE METROLÓGICA

Os medidores são classificados, de acordo com a portaria nº 246 do Inmetro, como A, B ou C. Esta classificação indica a sua sensibilidade que é determinada pela vazão mínima e a vazão de transição. Quando a vazão que atravessa o hidrômetro é inferior à vazão de início de movimento (vazão mínima) nenhum volume é registrado pelo aparelho, ou seja, a classe metrológica indica

quão sensível o hidrômetro é e a partir de que vazão a água que escoar por ele é contabilizada.

Essas situações, que podem gerar perdas aparentes de água por submedição em hidrômetros, quando ocorrem de maneira frequente em determinada ligação, podem indicar a inadequação da classe metrológica do aparelho instalado ao perfil de consumo do cliente.

Os hidrômetros de categoria A apresentam menor precisão do que os de categoria B e assim por diante. Existem também hidrômetros considerados de categoria D que apresentam grande sensibilidade e baixíssimas vazões de operação, mas estes não são abordados na referida portaria do Inmetro.

#### 4. TEMPO DE USO DOS HIDRÔMETROS

O tempo de uso dos equipamentos micromedidores se enquadra em um dos fatores que mais influenciam na imprecisão metrológica. Normalmente ao ter sua precisão afetada, o hidrômetro computa vazões menores do que as reais.

Segundo a portaria nº 246 e o respectivo Regulamento Técnico Metrológico do Inmetro, os hidrômetros que estão em uso devem ser substituídos ou pelo menos avaliados quanto ao desempenho metrológico, após cinco anos da instalação, ou seja, no mínimo verificações periódicas devem ser realizadas nos hidrômetros em serviço nestes intervalos.

#### 5. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO E AQUISIÇÃO DE HIDRÔMETROS

##### 5.1 Critérios de Seleção

Para que um sistema de micromedição seja eficiente é imprescindível que os medidores que o compõem sejam selecionados corretamente, a fim de que registrem, com o grau de exatidão necessário, os volumes de água que os atravessam.

A correta seleção do hidrômetro deve basear-se nas condições reais de operação do medidor, desta forma devem ser levados em conta, principalmente, os seguintes fatores:

- Temperatura e pressão da água;
- Qualidade da água;
- Condições de instalação;
- Vazões de consumo.

A temperatura e pressão da água, normalmente, não são grandes problemáticas para a seleção do medidor. Dificilmente, em um sistema de micromedição, a pressão atinge 20 bar (cerca de 200 mca) ou 40°C, que são os limites operacionais dos medidores mais comuns. No entanto, alguns pontos devem ser observados:

- Instalações sujeitas a transientes hidráulicos (golpes de aríete). Esses picos de pressão podem superar consideravelmente o limite do medidor. Em casos onde não for possível evitar a instalação nestes locais, deve-se evitar a utilização de medidores monojato que normalmente tem sua carcaça rosqueada.
- Locais abastecidos com águas quentes. Em locais onde o abastecimento pode é realizado através da captação de águas subterrâneas que atingem temperaturas próximas ou até superiores ao limite de 40°C. Nestes casos recomenda-se instalar reservatórios que reduzam a temperatura da água antes de distribuí-la. Em casos extremos, as maiorias dos fabricantes possuem linha de medidores especiais para água com temperaturas até 60°C, que podem ser instalados para sanar o problema.

Em relação à qualidade da água presente no sistema é recomendável observar os seguintes fatores:

- Água dura e com alto teor de carbonatos e sais dissolvidos, podem causar incrustações que aumentam os erros de medição;
- Excesso de sólidos em suspensão na água. Nestas condições há problemas de desgaste o que pode acarretar problemas de medição.
- Presença de Metais. Também conhecida como “água vermelha” devido à presença de Ferro e Manganês traz um grande desgaste ao equipamento.

Para os casos citados acima, recomenda-se a utilização de hidrômetros monojato com relojoaria seca (transmissão magnética) e, em casos mais graves, diminuição do período de manutenção ou substituição.

Quanto às condições ambientais, exposições às intempéries podem deteriorar o material plástico exposto. Uma instalação em local adequado e protegido é uma precaução importante para prolongar a vida útil do micromedidor, no entanto, em lugares onde o medidor necessita ser instalado ao tempo, deve-se dar preferência a medidores multijatos com relojoaria que não seja saliente, apresentando o mínimo de peças plásticas expostas, e manter um programa de manutenção mais rigoroso.

## 5.2 Métodos de Dimensionamento

O dimensionamento de um hidrômetro consiste em determinar o tamanho, ou a vazão nominal do equipamento que será instalado no ponto consumidor.

O correto dimensionamento está relacionado com dois fatores principais: as características do medidor e o consumo de água que ele deverá contabilizar. Desta forma se mostra necessário o conhecimento da vazão de operação do equipamento, esta vazão deverá estar entre a vazão de transição e a vazão nominal do medidor instalado.

Em casos onde não se é sabido a vazão de operação, o dimensionamento pode ser realizado utilizando como referência, o consumo mensal do imóvel.

Os métodos aplicados usualmente para o dimensionamento dos micromedidores são:

- Dimensionamento por vazão estimada;
- Dimensionamento por categoria de consumo, em função das tipologias ocupacional e construtiva;
- Dimensionamento por levantamento direto do perfil de consumo; e
- Redimensionamento.

Depois de findado o dimensionamento das vazões, que serão descritas a seguir, faz-se o uso da Tabela 1 para definir o tamanho do medidor que deverá ser instalado para suprir as necessidades do ponto consumidor.

**Tabela 1 - Tamanho do hidrômetro em função do consumo estimado.**

Consumo Estimado		Hidrômetro adequado (Q Max – m <sup>3</sup> /h)
(m <sup>3</sup> /mês)	(m <sup>3</sup> /dia)	
0 – 90	0 – 3	1,5
0 – 180	0 – 6	3,0
120 – 250	4 – 8	5,0
210 – 350	6 – 12	7,0
300 – 540	9 – 18	10,0
430 – 900	14 – 30	20,0
750 – 1500	25 – 50	30,0

**Fonte: Berenhauser e Pulilci, 1983.**

A escolha inadequada do hidrômetro pode ser prejudicial tanto para quem presta o serviço quanto pra quem usufrui do mesmo.

Os principais problemas apontados quanto a escolha errônea do hidrômetro são o superdimensionamento ou o subdimensionamento do aparelho.

O superdimensionamento acarreta a submedição, já que as vazões que passa, pelo hidrômetro são menores que as estimadas e muitas vezes não são computadas pelo aparelho gerando assim uma perda de faturamento para a prestadora. Já o subdimensionamento, resulta em um desgaste prematuro do equipamento que trabalha forçado nas vazões de pico e certamente se desgastará passando assim a medir com erros elevados.

### 5.2.1 Dimensionamento por Vazão Estimada

Esse método determina a vazão máxima provável no sistema de abastecimento. Para tanto, usualmente é empregado o método dos pesos que é

recomendado pela NBR 5626:1998 – Instalação Predial de água Fria. Para estimar a vazão deve ser observada a seguinte fórmula:

$$Q = \sqrt{\sum P} \quad (\text{Equação 1})$$

onde:

$Q$  = vazão em L/s.

$\sum P$  = somatória dos pesos dos aparelhos sanitários instalados a jusante do trecho analisado, conforme Quadro 1.

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Peça de utilização</b>	<b>Peso Relativo</b>
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,3
	Válvula de Descarga	32,0
Banheira	Misturador (água fria)	1,0
Bebedouro	Registro de pressão	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,1
Lavadora de prato ou de roupas	Registro de pressão	1,0
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,7
	Torneira elétrica	0,1
Tanque	Torneira	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,4

**Quadro 1 - Pesos relativos dos pontos de utilização.**

**Fonte: NBR 5626, (ABNT, 1998).**

Em casos de sistemas mistos de abastecimento, abastecimento é feito de forma indireta a partir de um reservatório elevado, contando também com algumas peças de utilização diretamente ligadas ao alimentador predial sob pressão da rede pública de distribuição, Alves *et al.* (2004) recomenda que deve ser acrescentado um valor de vazão referente à torneira de boia, igual a 300 L/h.

Além deste acréscimo, Bovo *et al.* (2008) recomenda que o resultado seja multiplicado por um fator de ajuste, em função da pressão na rede urbana de distribuição, conforme é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Fator Multiplicativo de Ajuste da Demanda Prevista em Função da Pressão da Rede.**

Pressão da rede (mca)	Fatores de Correção
15	0,75
20	0,90
25	1,00
30	1,10
40	1,30
50	1,45
60	1,55
70	1,75

**Fonte: Bovo et al., 2008.**

### 5.2.2 Dimensionamento por Categoria de Consumo

Visto à dificuldade em se determinar a vazão de operação de um sistema, e à relativa facilidade em se manipular dados de volume consumido, popularizou-se no país o dimensionamento de hidrômetros a partir do consumo.

Para se realizar o dimensionamento do hidrômetro por este método, é necessária a caracterização do usuário em função de parâmetros facilmente identificáveis, tais como: tipologias ocupacional (tipo de ocupação do imóvel) e construtiva (características do imóvel).

De posse da quantidade de indivíduos que usufruirão do consumo de água potável no imóvel ou ainda das características da edificação, faz-se a estimativa da vazão diária ou mensal referente ao consumo através dos Quadros 2 e 3 dispostos a seguir:

Tipo de prédio	Unidade	Consumo (L/dia)
Apartamentos	per capita	200
Residências de luxo	per capita	300 a 400
Residências de médio valor	per capita	150
Residências Populares	per capita	120 a 150
Escolas, semi-internatos	per capita	100
Escolas, externatos	per capita	100
Hospitais e Casas de saúde	por leito	250
Hotéis	por hóspede	250 a 350
Hotéis	por hóspede	120
Restaurantes	por refeição	25
Mercados	por m <sup>2</sup> de área	5
Igrejas	por lugar	2
Creches	per capita	50
Fábricas (uso pessoal)	por operário	70 a 80
Fábricas com restaurante	por operário	100
Usina de Leite	por litro de leite	5
Matadouros	por animal abatido	300
Matadouros	por animal abatido	150

**Quadro 2 - Consumo estimado em função da tipologia ocupacional e construtiva.**  
**Fonte: Macintyre, 1986.**

Tipo de consumidor	Consumo estimado (m <sup>3</sup> /mês)
Clubes esportivos <sup>(1)</sup>	26 x n° de chuveiros
Motéis	0,35x área construída (AC)
Escolas até ensino médio	(0,05 x AC) + (0,1 x n° de vagas) + (0,7 x n° de funcionários) + 20
Escolas ensino superior	(0,03 x AC) + (0,8 x n° de vagas) + (0,7 x n° de funcionários) + 50
Creches	(3,8 x n° de funcionários) + 10
Hospitais	(2,5 x n° de leitos) + (11,8 x n° de bacias) + (2,9 x n° de funcionários) + 280
Prontos-socorros <sup>(2)</sup>	(10 x n° de funcionários) - 70
Hotéis	(6,4 x n° de banheiros) + (2,6 x n° de leitos) + 400
Restaurantes	(7,5 x n° de funcionários) + (8,4x n° de bacias)

**Quadro 3 - Consumo Estimado em Função das Instalações**  
**Fonte: Alves et al. (2004).**

- Notas: 1 – Estabelecimento com quadra poliesportiva, piscina e pelo menos 5 chuveiros.  
2 – Estabelecimento com mais que 20 funcionários.

### 5.2.3 Dimensionamento por Levantamento Direto do Perfil de Consumo

Neste tipo de dimensionamento, o perfil de abastecimento do usuário é registrado de forma contínua através da instalação de um medidor com saída de registro ligada a um registrador contínuo de vazão em função do tempo.

O comportamento da linha de vazão, também chamada de hidrograma, conforme exemplifica a Figura 4, fornece dados a respeito das vazões de pico, médias e mínimas de consumo para períodos pré-determinados (um dia, uma semana e em certos casos até um mês).

De posse destes dados é possível escolher, sem riscos de avaliações estimativas, o medidor mais adequado, incluindo neste método a escolha também da classe metrológica correta, pois as vazões mínimas que o equipamento precisará contabilizar também serão conhecidas.

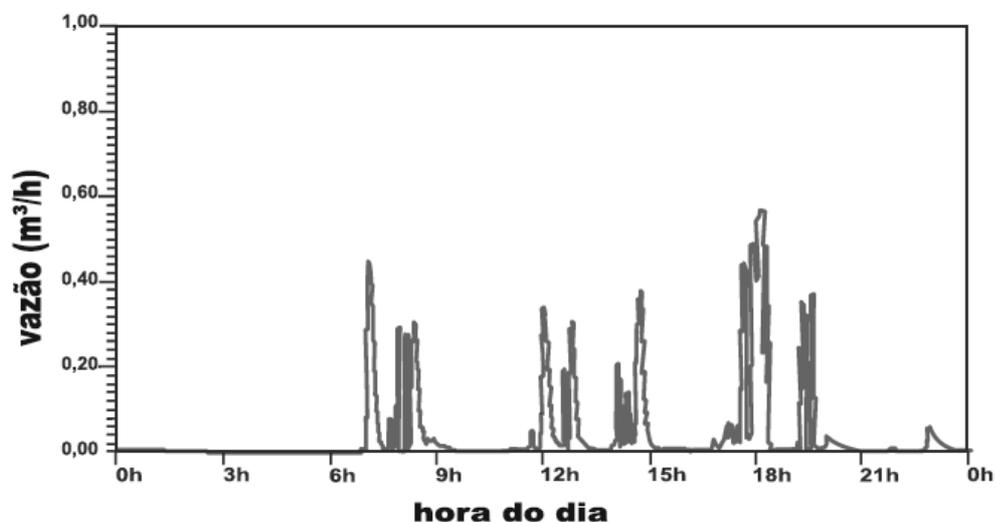


Figura 4 - Exemplo de perfil de consumo.

Fonte: BOVO *et al.*, 2008.

Dentre os métodos citados, indubitavelmente, este se apresenta como o mais oneroso, por este motivo recomenda-se sua aplicação por amostragem em categorias homogêneas de consumo ou ainda para grandes usuários com relativa importância no faturamento do serviço, que apresentem uma ampla variação de vazão consumida.

#### 5.2.4 Redimensionamento

Caso se note que após a instalação o hidrômetro apresentou diversas ocorrências de quebras, ou se o volume fatura mensalmente for muito pequeno menor que o estimado a princípio, deve-se reavaliar se o medidor foi corretamente escolhido ou se o perfil de consumo do usuário mudou, mudando assim, consideravelmente, o volume de água consumido.

### 6. INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO

#### 6.1 Procedimentos de Instalação

Ao que concerne à conservação da classe metrológica dos equipamentos micromedidores, aconselha-se:

- Manter trechos retos, na ordem de dez vezes o diâmetro nominal (DN) do micromedidor, a jusante e a montante do hidrômetro. A presença de dispositivos como curvas e válvulas contribuem para a distorção do devido perfil de velocidade ou podem causar turbilhonamento.
- Conhecer previamente as pressões que o equipamento estará submetido. Pressões atuantes acima do limite suportado pelo hidrômetro podem vir a danificar o medidor ou ainda alterar sua curva de erros.
- Conhecer previamente a variação da temperatura da água que ecoará pelo equipamento e verificar se há compatibilidade com as especificações do medidor.
- Verificar a posição de instalação do medidor. Tal informação é especificada pelo fabricante, visto que há medidores que podem operar na posição horizontal, outros na vertical e outros ainda em ambas as posições. Medidores instalados em posições incorretas levam a desgaste prematuro de suas peças prejudicando assim seu funcionamento.
- Garantir a instalação do micromedidor sem inclinação. Segundo Melo (1997), os erros de medição em hidrômetros multijato e monojato instalados fora da posição horizontal ocasiona perdas de até 100% da medição a partir de vazões próximas a 40 L/h, para uma pressão na rede da ordem de 40 mca, e, quanto menor a pressão,

mais alta será a vazão em que o hidrômetro deixará de registrar o volume de água consumido.

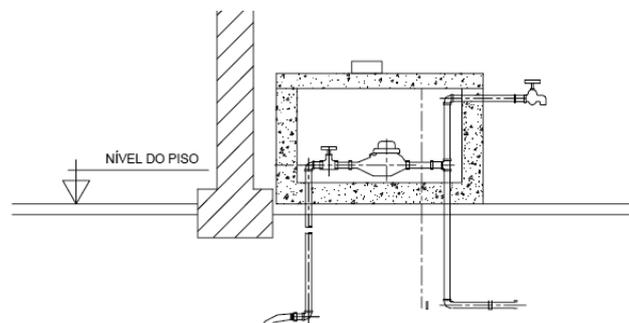
- Atentar-se a presença de partículas sólidas na água. Caso seja um fato recorrente, prever a instalação de telas ou filtros na entrada do medidor para que a precisão da medição não seja afetada.
- Atentar-se a presença de ar nas tubulações. Na impossibilidade de erradicação desta condição, prever o uso de um dispositivo de liberação de ar a uma distancia razoável do micromedidor.

Para que serviços de leitura, substituição e manutenção dos aparelhos micromedidores sejam executados com facilidade, a instalação deve atender aos seguintes requisitos:

- Estar localizada em um lugar de fácil acesso, bem iluminado e seco.
- Apresentar distância a outro micromedidor, muros, paredes de abrigos, pisos e outros elementos que possam ser caracterizados como obstáculos, que permitam o manuseio de ferramentas e para que a leitura seja realizada sem maiores dificuldades.

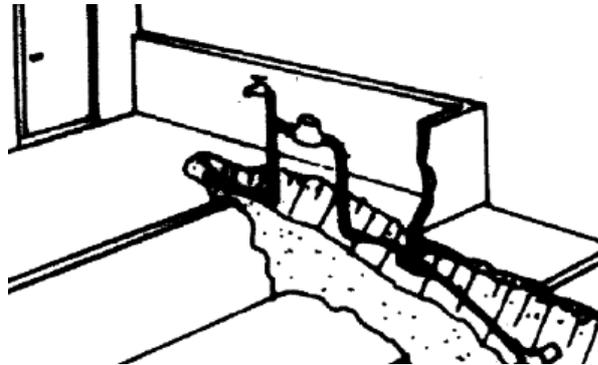
Quanto à configuração para a instalação dos hidrometros, Coelho (1996) apresenta uma série de alternativas de configurações para a instalação dos hidrômetros.

- Medidor montado acima do piso, em abrigo, conforme Figura 5.



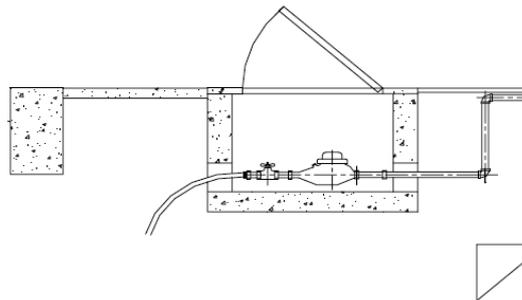
**Figura 5 - Medidor acima do piso em abrigo.**  
**Fonte: COELHO, 1996.**

- Medidor montado acima do piso, ao tempo, conforme Figura 6.



**Figura 6 - Medidor acima do piso ao tempo.**  
Fonte: COELHO, 1996.

- Medidor montado abaixo do nível do piso, em abrigo, conforme Figura 7.



**Figura 7- Medidor abaixo do nível piso, em abrigo.**  
Fonte: COELHO, 1996.

- Medidor em caixa fixado na parede, conforme Figura 8.



**Figura 8 - Medidor fixado na parede.**  
Fonte: COELHO, 1996.

Ressalta-se ainda que as ligações devem possuir um padrão de instalação que garanta os seguintes requisitos:

- Garantir a horizontalidade do medidor.
- Permitir uma leitura fácil, segura e correta.
- Proteger o hidrômetro contra intempéries e vandalismos.
- Facilitar o acesso ao medidor para manutenções trocas, manutenções ou remoção.
- Manter o alinhamento das conexões com o medidor, minimizando os vazamentos.

## 6.2 Procedimentos de Manutenção

Para que se tenha um sistema de micromedição eficaz é necessário atentar-se aos procedimentos de manutenção do parque de hidrômetros.

A deficiência de um sistema de manutenção eficiente pode prejudicar a prestadora em diversos ambitos.

Um parque de hidrômetros obsoleto não permite a correta medição dos volumes consumidos pelos usuários, desta forma a estimativa das perdas no sistema não será confiável e a receita da prestadora também será afetada, visto que hidrômetros com condições de funcionamento ultrapassadas, geralmente, contabilizam um consumo menor que o real.

Desta forma, listam-se três tipos principais de manutenções:

### 6.2.1 Manutenção Corretiva

Este tipo de manutenção é realizado, como o próprio nome diz, para corrigir ou reparar um medidor que apresentou alguma anomalia. É um método pouco funcional e oneroso, pois, além da perda de faturamento enquanto o equipamento esteve danificado, estas ocorrências ainda exigem um deslocamento imediato não programado de funcionários.

## 6.2.2 Manutenção Preventiva

Este tipo de manutenção ocorre antes que o hidrômetro apresente defeito. Segundo Regulamento Técnico Metrológico do Inmetro, verificações periódicas nos hidrômetros devem ser realizadas em, no máximo, cinco anos após sua instalação.

No entanto, a adoção de tal critério torna o processo de manutenção tão caro que o inviabiliza.

Diante disto, as prestadoras de serviço adoram critérios relacionando o custo da ação com o benéfico que a mesma trará.

Temos como exemplo uma residência que tem seu consumo sempre na faixa mínima, para o qual, se estabelece uma taxa fixa. Neste caso, como a vazão média envolvida é baixa, o medidor não deverá apresentar desgaste excessivo ao longo do tempo. Mesmo se o medidor apresentasse uma faixa de erro um pouco maior que o tolerado, não seria economicamente interessante para a prestadora o substituí-lo para manutenção preventiva, pois, provavelmente, mesmo com a substituição do hidrômetro ainda seria cobrada a taxa mínima de consumo, não havendo assim um retorno financeiro.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), realizou vários estudos e ensaios e atualmente adota o seguinte critério para elaboração do seu programa de manutenção preventiva:

- Critério do tempo de instalação, em função da vazão e diâmetro do medidor, conforme apresenta o Quadro 4.

Vazão Nominal Hidrometro (m <sup>3</sup> /h)	Diâmetro Nominal (DN)	Período de troca (anos)
0,75 e 1,5	½" e ¾"	10
2,5 a 15	¾" a 2"	5
Maiores que 15	Acima de 2"	3

**Quadro 4 – Substituição do hidrômetro em função do tempo de uso.**

- Critério do volume acumulado, quando a leitura totalizada pelo medidor ultrapassar os valores apresentados no Quadro 5, em função da vazão e diâmetro.

Vazão Nominal (m <sup>3</sup> /h)	Diâmetro Nominal (DN)	Leitura para troca (m <sup>3</sup> )
1,5	1/2" e 3/4"	4.000
3	1/2" e 3/4"	6.000
5	3/4"	7.000
7	1"	16.000
10	3/4"	26.000
20	1 1/2"	38.000
30	2"	56.000

**Quadro 5 - Substituição do hidrômetro em função do volume acumulado.**

### 6.2.3 Manutenção Preditiva

Neste tipo de manutenção, realiza-se a aferição dos equipamentos antes que o medidor apresente um defeito perceptível.

A manutenção preditiva é realizada a partir da observação de algum tipo de mudança observada no consumo do usuário. Ao notar que uma variação gradativa está ocorrendo na contabilização do consumo do usuário, uma inspeção é feita para que se verifique que a alteração não é fruto de mudanças no perfil de consumo do usuário como: diminuição do número de habitantes no imóvel ou, no caso de indústrias, alteração no processo de fabricação, redução da produção, dispensa de funcionários, etc.

Excluindo estas hipóteses, parte-se para o pressuposto que o problema é advindo do medidor, que recebe as manutenções necessárias.

### 6.3 Importância dos Registros de Ocorrências

Os registros de ocorrências dos medidores que compõem o parque de hidrômetros são de extrema importância, porque servirão de base para aquisição e manutenção dos equipamentos.

Quanto aos registros considerados importantes, pode-se citar:

- Cadastro comercial contendo o endereço do ponto consumidor, o número e a capacidade do medidor instalado, a data de instalação do equipamento e a leitura do consumo mensal e acumulado. Estes dados darão subsídio tanto para manutenção preventiva pelo tempo de funcionamento ou volume acumulado quanto para a preditiva, caso observe-se uma mudança do volume consumido.
- Ficha dos medidores que apresentaram anomalias. Esta ficha fornecerá dados de hidrômetros ou localidades que apresentem recorrências de defeitos, auxiliando assim, para mitigação dos problemas encontrados no sistema ou até em lotes de equipamentos adquirido com defeito.
- Ficha de estoque de medidores e peças estocados. Apesar de não estar diretamente ligado a vida útil do medidor, este controle permite que os programas de manutenção sejam desenvolvidos sem interrupção.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Wolney. C.; PEIXOTO, João. B.; SANCHEZ, Jorge. G.; LEITE, Sylvio. R. **Micromedicação**. Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 2004. 171 p. Documento Técnico de Apoio - DTA - A3.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:1998**: Instalação Predial de água Fria. Rio de Janeiro, 1998.

BERENHAUSER, Carlo. J. B; PULICI, Clovis. Previsão de consumo de água por tipo de ocupação do imóvel. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, in: **XII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Camboriú, 1983.

BOVO, Alberto; TOMISAWA, Álvaro K.; FERREIRA, Amália C. S.; PEREIRA, Leonel G.; PAULO, Pedro F.. **Guia Prático de Técnicas de Controle e Redução de Perdas**. São Paulo: PNCDA, 2008. 136p. v.6.

BRASIL. **Instituto Nacional de Metrologia**. Portaria INMETRO / MDIC número 246 de 17/10/2000 - Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico, estabelecendo as condições a que deve satisfazer os hidrômetros para água fria de vazão nominal até 15 m<sup>3</sup>/h. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/rtac000667.pdf>>. Acesso em 20 set. 2015.

COELHO, Adalberto. C. **Medição de Água, Política e Prática, Manual de Consulta**. Rio de Janeiro: Comunicarte, 1996.

MACINTYRE, Archibald. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996. 739 p.

MELO, Elton. J. **Hidrômetros sem ângulo para leitura, perdas na água: a contribuição do hidrômetro inclinado**. Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre - DMAE, Porto Alegre, 1997.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 01 out. 2015.