

# **6º Congresso Mineiro dos Serviços Municipais de Saneamento**

## **Gestão Integrada das Quatro Dimensões do Saneamento Básico**

### **A Prática do Controle de Perdas e o seu Financiamento**

**Engº Jairo Tardelli Filho**

**Pirapora, 27/09/2017**

# **OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

# OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

**Operar e manter** um sistema de abastecimento de água?

- Abrir e fechar registros da rede de distribuição;
- Controlar a vazão ou a pressão através da graduação de válvulas;
- Controlar o nível dos reservatórios;
- Ligar e desligar bombas;
- Manter pressurizado o sistema de distribuição;
- Reparar os vazamentos quando eles aparecem nas ruas ou calçadas;
- Consertar os equipamentos quando eles param.

Estas ações são essenciais para **fazer o sistema funcionar...**

# OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

**Operar** um sistema de distribuição de água envolve, principalmente:

- Ter cadastros técnicos e comerciais confiáveis (atualizados);
- Medir as vazões em vários pontos da rede de distribuição, bem como pressões em pontos notáveis e níveis em reservatórios setoriais;
- Garantir a observância das variáveis operacionais (quantitativas e qualitativas) aos padrões estabelecidos por normas (internas ou externas);
- Gerar indicadores de performance operacionais e respectivas análises gerenciais;
- Elaborar relatórios analíticos e gerenciais de comportamento e tendências das variáveis operacionais medidas em todas os setores e zonas de pressão.

# OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

**Manter** um sistema de distribuição de água envolve, principalmente:

- Implementar atividades de manutenção preditiva (inspeções e medições das estruturas e equipamentos em operação);
- Implementar atividades de manutenção preventiva, a partir de análises das informações da manutenção preditiva e dos históricos de manutenção corretiva;
- Gerar informações e relatórios gerenciais sobre as falhas do sistema, de forma a subsidiar as manutenções preditivas e preventivas, bem como as renovações estruturais requeridas;
- Preparar esquemas de contingência e prover logística para o ágil reparo e retomada da operação normal, em casos de acidentes.

# OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Sistemas Públicos de Abastecimento de Água

**Ações voluntaristas e empíricas**

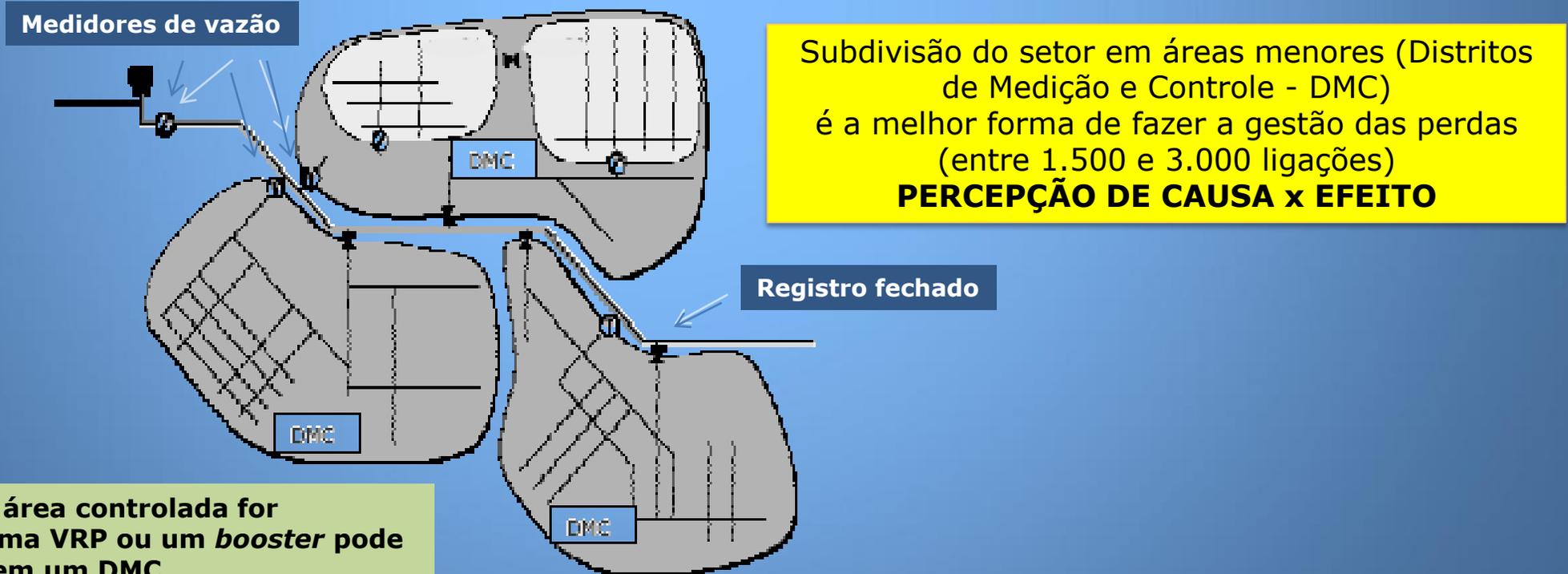


**ENGENHARIA DA OPERAÇÃO  
E MANUTENÇÃO**

**Ações planejadas e controladas**

# COMPARTIMENTAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

- Setores e subsetores (zonas baixa e alta) – Subdivisão Piezométrica
- Válvulas Redutoras de Pressão e *Boosters* – Subdivisão Piezométrica
- Distritos de Medição e Controle (DMC) – Subdivisão Operacional



# **REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS**

**Revisão Conceitual**

# TIPOS DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

**Perdas = Perdas Reais + Perdas Aparentes**

## Perdas Reais

São perdas físicas de água decorrentes de vazamentos na rede de distribuição e extravasamentos em reservatórios

### IMPORTANTE

ESTE TIPO DE PERDA IMPACTA A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E OS CUSTOS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA

**(FÍSICAS)**

## Perdas Aparentes

São perdas não físicas, decorrentes de submedição nos hidrômetros, fraudes e falhas do cadastro comercial

### IMPORTANTE

A ÁGUA É CONSUMIDA, PORÉM NÃO É FATURADA PELA OPERADORA DE SANEAMENTO

**(COMERCIAIS)**

# BALANÇO HÍDRICO - IWA

## Aceitação mundial da proposta da IWA: International Water Association

- Importância do **entendimento comum** do que se compõem as perdas e outras frações dos usos da água nos sistemas de abastecimento
- Grande parte dos países utiliza o Balanço Hídrico da IWA (ver o BH do Japão logo a seguir)

VOLUME PRODUZIDO	CONSUMOS AUTORIZADOS	Consumos Autorizados Faturados	Consumos medidos faturados	ÁGUAS FATURADAS
			Consumos não-medidos faturados (estimados)	
		Consumos Autorizados Não Faturados	Consumos medidos não-faturados (usos próprios, caminhão-pipa etc.)	ÁGUAS NÃO-FATURADAS
			Consumos não-medidos, não-faturados (corpo de bombeiros, favelas etc.)	
	PERDAS DE ÁGUA	Perdas Aparentes (Comerciais)	Consumos não-autorizados (fraudes e falhas de cadastro)	
			Submedição dos hidrômetros	
		Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição	
			Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro	
			Vazamentos e extravasamentos nos aquedutos e reservatórios de distribuição	

Disponibilidade de *softwares* gratuitos para o cálculo \*

\* Ver COM+Água

# ELABORAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO

Há dois métodos para compor um Balanço Hídrico de um sistema de abastecimento de água (ou fração dele):

- **De Cima para Baixo (Top – Down)**

Os números são extraídos dos dados operacionais e comerciais disponíveis em escala ampla da área em estudo – macromedição, micromedição, estimativas de usos sociais, etc. Para o rateio das perdas, um dos tipos de perdas (real ou aparente) deve ser estimado com base em dados disponíveis, e o outro tipo resulta por diferença (**é o método mais empregado**)

- **De Baixo para Cima (Bottom – Up)**

São realizados ensaios de campo para se quantificar as perdas reais (Vazão Mínima Noturna, p. ex.), e depois, com as demais informações de macromedição e micromedição, estrutura-se o Balanço Hídrico

É boa técnica, sempre que possível, empregar os dois métodos, comparar os resultados e efetuar eventuais ajustes

# ELABORAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO

- O preenchimento do Balanço Hídrico é um importante passo rumo a um diagnóstico do sistema;
- Em volume, as perdas reais geralmente superam as perdas aparentes; porém, ao se associar os preços de venda de água no varejo (aparentes) e os custos de produção e distribuição de água (reais), a relação se inverte;
- Atenção à parcela dos “consumos não faturados e não medidos”, especialmente nas grandes cidades (uso social da água);
- Importância de se tratar as duas componentes com igual vigor, mesmo nos episódios de crises hídricas, quando o “protagonismo” das perdas reais é mais evidente.

VOLUME PRODUZIDO	CONSUMOS AUTORIZADOS	Consumos Autorizados Faturados	Consumos medidos faturados	ÁGUAS FATURADAS
			Consumos não-medidos faturados (estimados)	
		Consumos Autorizados Não Faturados	Consumos medidos não-faturados (usos próprios, caminhão-pipa etc.)	ÁGUAS NÃO-FATURADAS
			Consumos não-medidos, não-faturados (corpo de bombeiros, favelas etc.)	
	Perdas Aparentes (Comercias)	Consumos não-autorizados (fraudes e falhas de cadastro)		
		Submedição dos hidrômetros		
	Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição		
		Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro		
		Vazamentos e extravasamentos nos aquedutos e reservatórios de distribuição		

**Rateio na RMSP (\*)**  
 Perdas Reais: 67%  
 Perdas Aparentes: 33%

(\*) Antes da crise hídrica

## RATEIO DAS PERDAS: REAIS X APARENTES

As informações sobre perdas geralmente vêm em termos globais (reais + aparentes). Mas é importante saber como se dividem essas perdas entre reais e aparentes, como forma de diagnóstico e definição das ações mais adequadas para cada caso. Tal rateio exige hipóteses para a sua determinação (*top-down*) ou a realização de ensaios de campo (*bottom-up*).

### Exemplos

Local	Rateio das Perdas (%)	
	Reais	Aparentes
Salzburgo - Áustria	92,3	7,7
Região de Flandes - Bélgica	87,5	12,5
Pula - Croácia	89,7	10,3
Lemesos - Chipre	83,6	16,4
Odense - Dinamarca	97,1	2,9
Bordeaux - França	90,4	9,6
Munique - Alemanha	85,3	14,7
Regio Emilia - Itália	77,1	22,9
Malta	30,1	69,9
São Paulo	66,7	33,3

O rateio depende de características locais (se tem caixas d'água, uso do solo, verticalização, idade ou condições estruturais das redes, condições dos hidrômetros, etc)

# USO SOCIAL DA ÁGUA

**Problema ocorrente nas grandes cidades brasileiras**



- Dificuldades para estimar esses volumes;
- Riscos sanitários;
- Desperdícios.

**Parceria com as Prefeituras e Ministério Público para a regularização das áreas**

## NOVOS CONCEITOS - IWA

- **Perdas Inevitáveis:** nível de perdas a partir do qual não há mais condições técnicas ou tecnológicas para se buscar a sua redução
- **Nível Econômico de Perdas:** nível a partir do qual o custo para recuperar  $1\text{m}^3$  é maior do que o custo para produzir e distribuir  $1\text{m}^3$  de água tratada

**NÃO EXISTE "PERDA ZERO" EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA!**

## INDICADORES GLOBAIS DE PERDAS (MAIS USUAIS)

- **Perdas em L/ligação.dia:** indicador do processo de distribuição de água; introduz elemento do sistema no denominador; apresenta problemas para áreas com alta verticalização; não considera a pressão

$$\text{Litros}/(\text{ligação} \times \text{dia}) = \frac{\text{Volume Perdido}}{\text{Número de ligações ativas}}$$

- **Percentual:** é intuitivo e pode ser utilizado para acompanhamento da evolução das perdas em uma área (quando não há variações urbanísticas significativas); inadequado para comparações entre áreas, cidades e companhias diferentes

$$\text{Percentual} = \frac{\text{Volume Perdido}}{\text{Volume Produzido na ETA}}$$

**O Indicador Percentual não é recomendado pela IWA, especialmente no caso das perdas reais**

## INDICADOR PERCENTUAL - EXEMPLO

### Cidade

- População: 10.000 hab.
- Volume Perdido: 300 m<sup>3</sup>/dia (**perdas reais**)

$$IP (\%) = (\text{Vol. Produzido} - \text{Vol. Consumido}) / (\text{Vol. Produzido}) \times 100$$

Consumo <i>Per Capita</i> (L/hab.dia)	Consumo Total Diário (m <sup>3</sup> /dia)	Volume Produzido (m <sup>3</sup> /dia)	Índice de Perdas (%)
100	1.000	1.300	23,0
200	2.000	2.300	13,0
500	5.000	5.300	5,7

**Distorção do Indicador Percentual**

# INDICADORES DE PERDAS

## IVI (Índice de Vazamentos da Infraestrutura)

- é um novo indicador técnico proposto pela IWA para **Perdas Reais**
- introduz o conceito de “**perda inevitável**”
- permite a comparação entre sistemas distintos

$$IVI \text{ (adimensional)} = \frac{\text{Perdas Reais Anuais (L/lig.dia)}}{\text{Perdas Inevitáveis Anuais (L/lig.dia)}}$$

**IVI=1:** Sistema muito bem implantado e operado (pode ter passado do limite econômico)

Na RMSP (maio/09)  
Inevitável ~ 40 L/lig.dia  
Perda Real = 280 L/lig.dia  
IVI = 7

Londres: IVI = 8,9  
Lisboa: IVI = 7,8  
Otawa: IVI = 5,2

Obs. Base 2006



**NÃO HÁ INDICADOR PERFEITO!**

## INDICADORES: VISÃO DO CONTEXTO

O Índice de Perdas de uma cidade A é 250 L/lig.dia e o de uma cidade B é 200 L/lig.dia. Qual cidade está em uma situação melhor em relação às perdas?

**De pronto, a cidade B!**

**Porém, analisando os dados a seguir:**

Atendimento/água

A – 100%

B – 80% (20% cisternas)

Macromedição

A – 100%

B – 60% (40% estimados)

Micromedição

A – 100%

B – 70% (30% taxa fixa)

Pressão média

A – 40 mca

B – 30 mca

**Você teria tanta certeza?**

# INFORMAÇÕES SOBRE PERDAS - SWAN

## SWAN – Smart Water Networks Forum - 2011

Índice de Perdas (%)									
Até 10%		Entre 10 e 20%		Entre 20 e 30%		Entre 30 e 40%		Acima de 40%	
Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)
Melbourne	3,0	Milão	10,4	Oslo	22,0	Guadalajara	33,7	Bogotá	41,0
Copenhague	4,0	Madrid	12,0	Chicago	24,0	Bangkok	34,0	Glasgow	44,0
Singapura	4,0	Genebra	13,7	Hong Kong	25,0	Nairobi	34,0	Hanoi	44,0
Amsterdan	6,0	Estocolmo	15,0	Santiago	25,0	Kuala Lumpur	35,0	Bucareste	46,0
Osaka	7,0	Budapeste	16,5	Seul	25,0	Nápoles	35,0	Jakarta	51,0
Tóquio	8,0	Helsinque	17,0	Londres	28,0	Bangalore	36,0	Delhi	53,0
Viena	8,5	Shangai	17,0	Istambul	30,0	Cid. do México	37,0	B. Aires (2)	43,4
Nova York	10,0	Pequim (1)	18,0			Lima	37,0		
		Barcelona	19,0			Roma	37,8		
		Varsóvia	20,0			São Paulo	38,0		
						Dublin	40,0		
						Montreal	40,0		

Fontes: (1) Gieseemann and Ping, 2014; (2) Bettig, 2012

Geralmente as informações vêm assim...

# SITUAÇÃO DE CONTEXTO

## Visão geral do sistema de abastecimento, não só do índice de perdas

PARÂMETRO	UNIDADE DE MEDIDA	DESCRIÇÃO DO PORTE DO SISTEMA				
		Muito Pequeno	Pequeno	Médio	Grande	Muito Grande
Ligações	Número	< 3 mil	3 mil a 30 mil	30 mil a 300 mil	300 mil a 3 milhões	> 3 milhões
Densidade de Ligações	Nº por km de rede	< 20	20 a 30	30 a 50	50 a 70	> 70
Comprimento Médio de Rede	Metros por ligação	< 4	4 a 8	8 a 12	12 a 16	> 16
PARÂMETRO OU INFORMAÇÃO DE CONTEXTO	UNIDADE DE MEDIDA	INDICADOR DE PERFORMANCE OU DESCRIÇÃO DA INFORMAÇÃO DE CONTEXTO				
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
Pressão Média do Sistema	mca	< 30	30 a 40	40 a 50	50 a 60	> 60
Tempo Médio de Abastecimento	horas/dia	< 10	10 a 20	20 a 24	24	24
Vazamentos Visíveis ou Não Visíveis em Rede	Vazamentos/100 km. ano	< 7	7 a 10	10 a 15	15 a 20	> 20
Rede - Tempo Médio para o Reparo de Vazamento	Dia	< 1	1 a 2	2 a 4	4 a 8	> 8
Vazamentos Visíveis ou Não Visíveis em Ramal	Reparos/1.000 ramais.ano	< 3	3 a 4	4 a 7	7 a 10	> 10
Ramal - Tempo Médio para o Reparo ou Troca	Dia	< 2	2 a 4	4 a 8	8 a 16	> 16
Controle Ativo de Vazamentos	% rede pesquisada.ano	< 10%	10 a 30%	30 a 70%	70 a 90%	> 90%
Renovação de Redes	% extensão de rede.ano	< 0,3%	0,3 a 0,5%	0,5 a 1,5%	1,5 a 2,0%	> 2,0%
Macromedição	% volumes disponibilizados	< 70%	70 a 80%	80 a 90%	90 a 98%	> 98%
Calibração dos Macromedidores	% medidores calibrados	< 70%	70 a 80%	80 a 90%	90 a 98%	> 98%
Hidrometração	% ligações ativas	< 70%	70 a 80%	80 a 90%	90 a 98%	> 98%
Idade Média dos Hidrômetros	Ano	< 3	3 a 5	5 a 8	8 a 10	> 10
Constatação de Fraude	% das inspeções	< 10%	10 a 20%	20 a 30%	30 a 40%	> 40%
INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA	INDICADOR DE PERFORMANCE				
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
Índice de Vazamentos da Infraestrutura - IVI	Adimensional	< 2,0*	2,0 a 4,0*	4,0 a 8,0*	8,0* a 16,0*	> 16,0*
Índice de Perda Aparente - IPA**	Adimensional	< 2,0*	2,0* a 3,0*	3,0* a 5,0*	5,0* a 8,0*	> 8,0*
Índice de Perdas Totais na Distribuição - IPD	L/ligação.dia	< 100	100 a 200	200 a 400	400 a 800	> 800
Índice de Águas Não Faturadas - IANF	%	< 15%	15 a 25%	25 a 35%	35 a 45%	> 45%

\* Limites para esses parâmetros são provisórios e sujeitos a posteriores checagem ou revisão

\*\* Para sistemas de abastecimento com predominância de caixas d'água domiciliares

Valores do **IVI** e **IPD** ajustados para países em desenvolvimento; proposta inicial para os valores do TMA

# INDICADORES "CLÁSSICOS"

## Informações – SNIS 2015

Local	Índice Atendimento Urbano (%)	Índice de Macromed. (%)	Índice de Hidrometr. (%)	Cons. Per Capita Médio (L/hab.dia)	Índice de Perdas na Distribuição (%)	Índice de Perdas (L/lig.dia)
Belo Horizonte	95	100	100	156	37,9	390
Juiz de Fora	97	94,4	100	144	32,1	276
Pirapora	100	0	99,7	154	37,0	278
Poços de Caldas	100	95,0	99,9	157	48,9	459
Uberaba	100	88,1	98,6	207	33,4	317
Uberlândia	100	100	100	209	25,5	263

Fonte: SNIS/2015

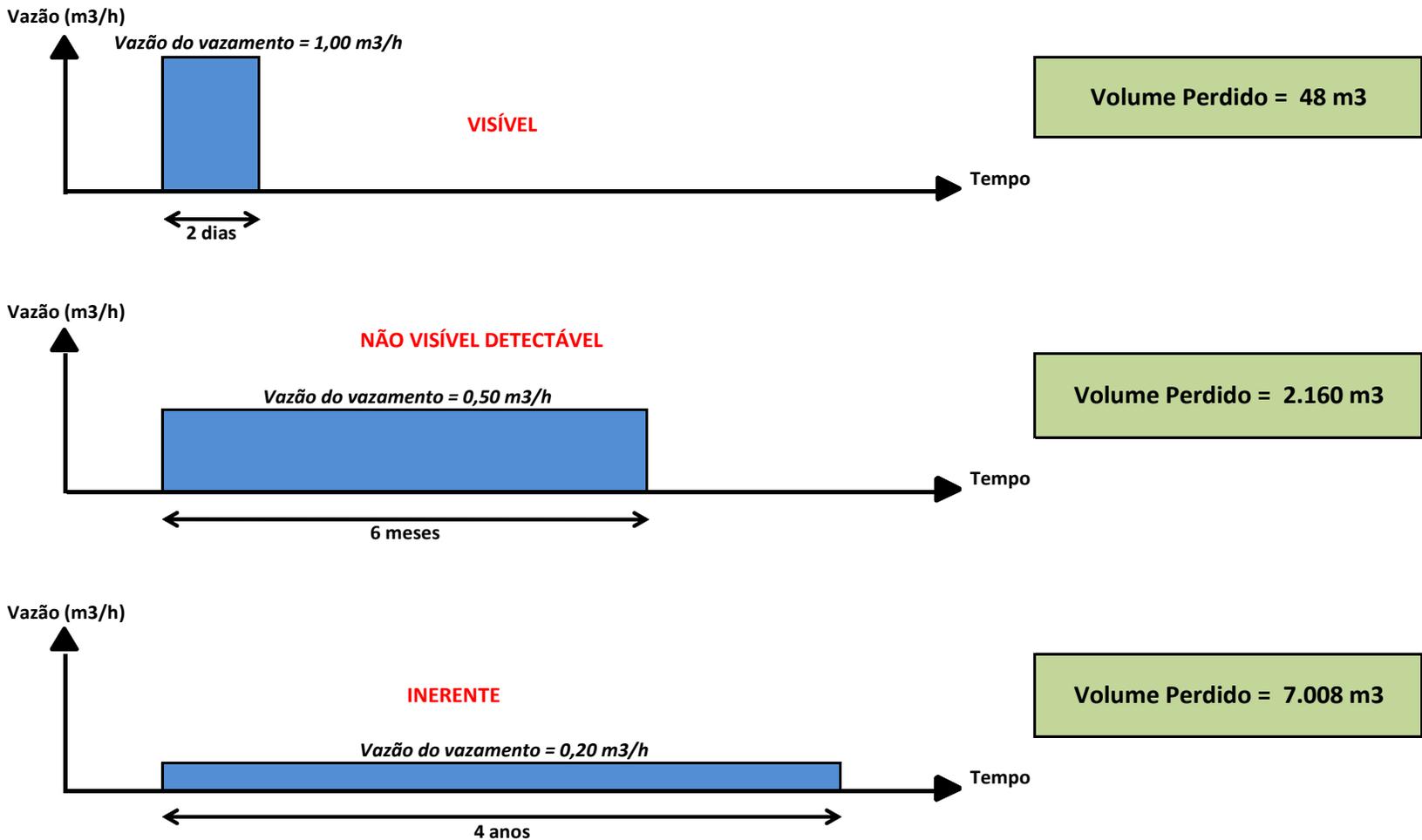
Informações fornecidas pelas companhias de água

# CLASSIFICAÇÃO DOS VAZAMENTOS



<b>Tipo de Vazamento</b>	<b>Características</b>	<b>Escala de Tempo</b>
Inerente	Vazamento não visível, não detectável, baixas vazões, longa duração	Anos
Não visível	Detectável, vazões moderadas, duração depende da frequência das pesquisas de vazamento	Meses, anos
Visível	Aflorante, altas vazões, curta duração	Horas, dias

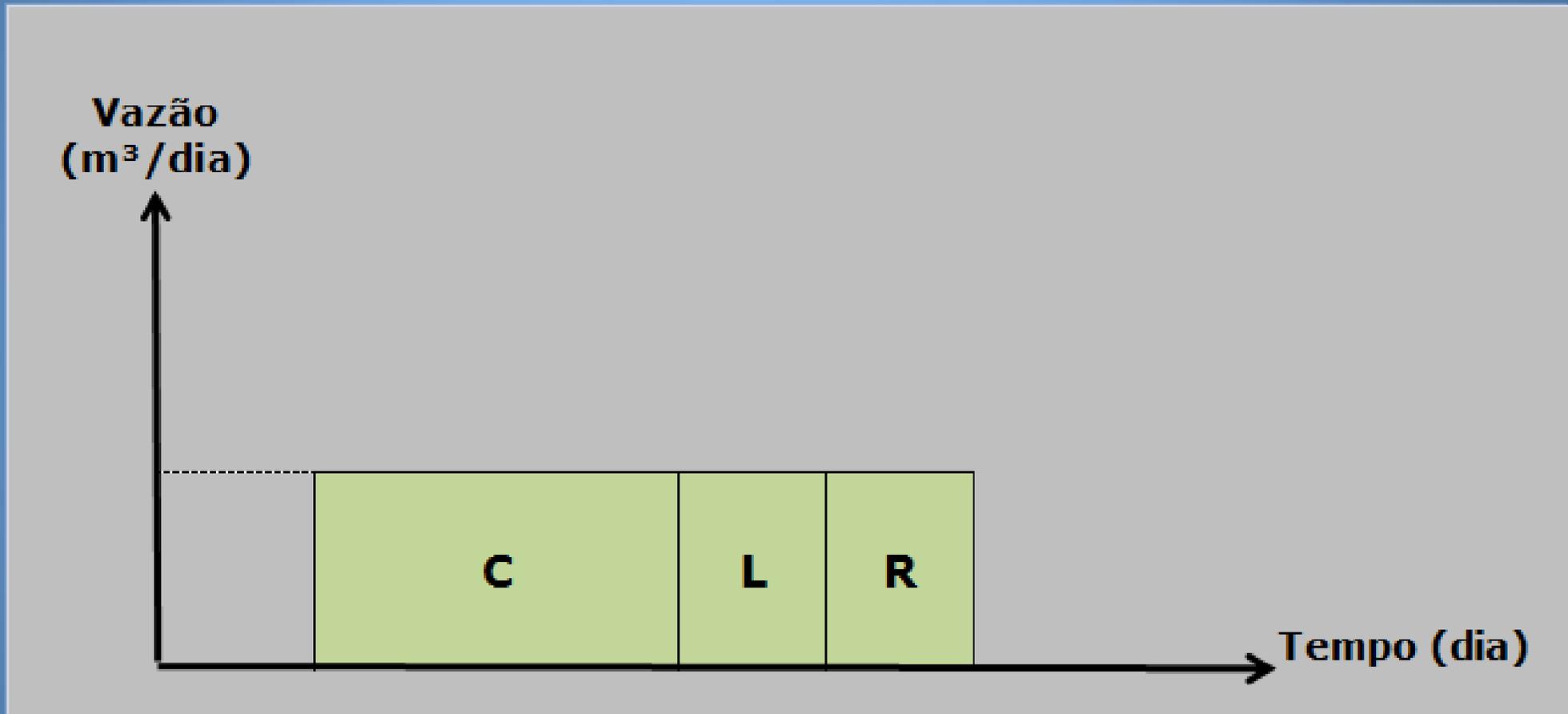
# VOLUMES PERDIDOS NOS VAZAMENTOS



Escalas de Tempo:

- Visível: horas ou dias
- Não Visível Detectável: meses
- Inerente: anos

# VAZAMENTOS E TEMPOS

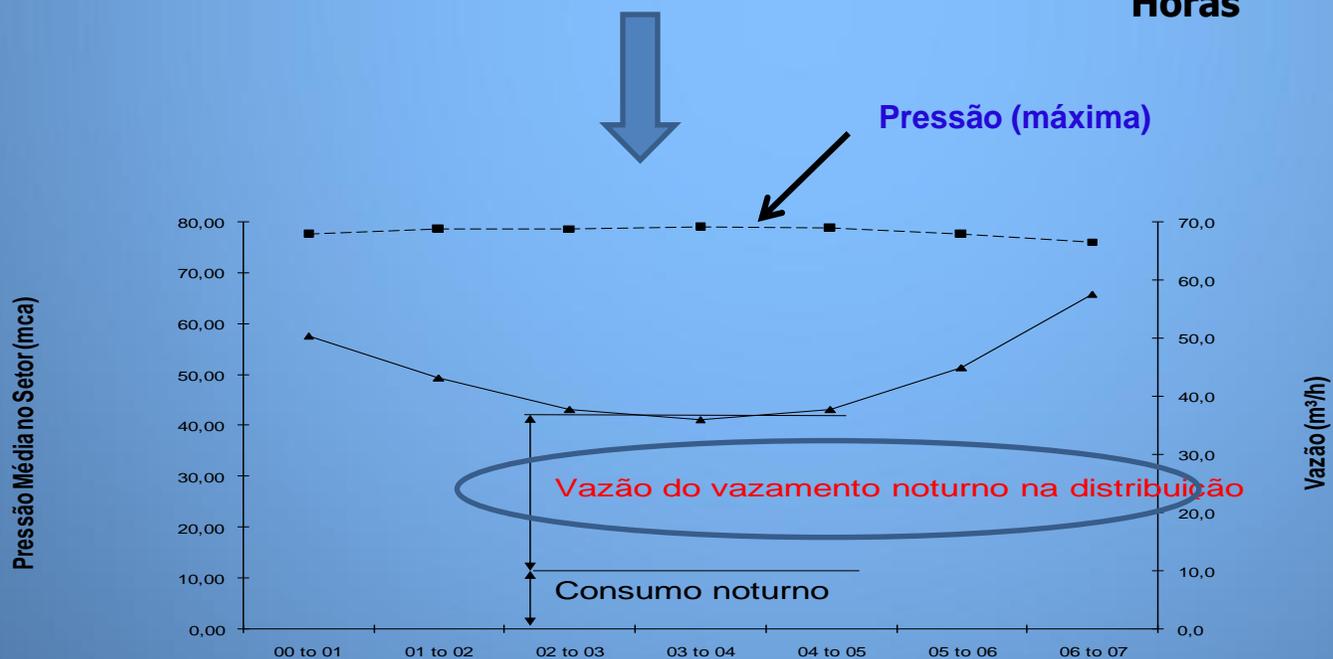
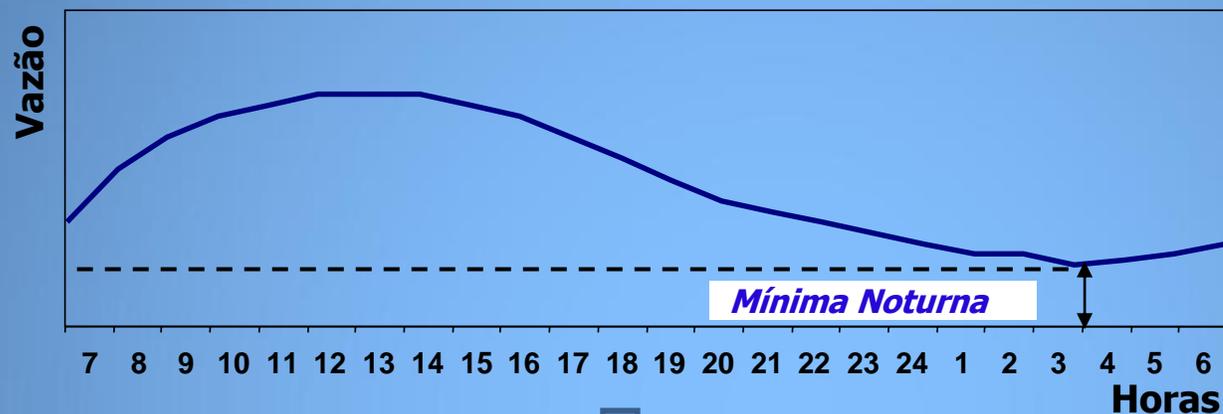


**C = TEMPO PARA O CONHECIMENTO DO VAZAMENTO**

**L = TEMPO PARA A LOCALIZAÇÃO DO VAZAMENTO**

**R = TEMPO PARA O REPARO DO VAZAMENTO**

# VAZÃO MÍNIMA NOTURNA X VAZAMENTOS

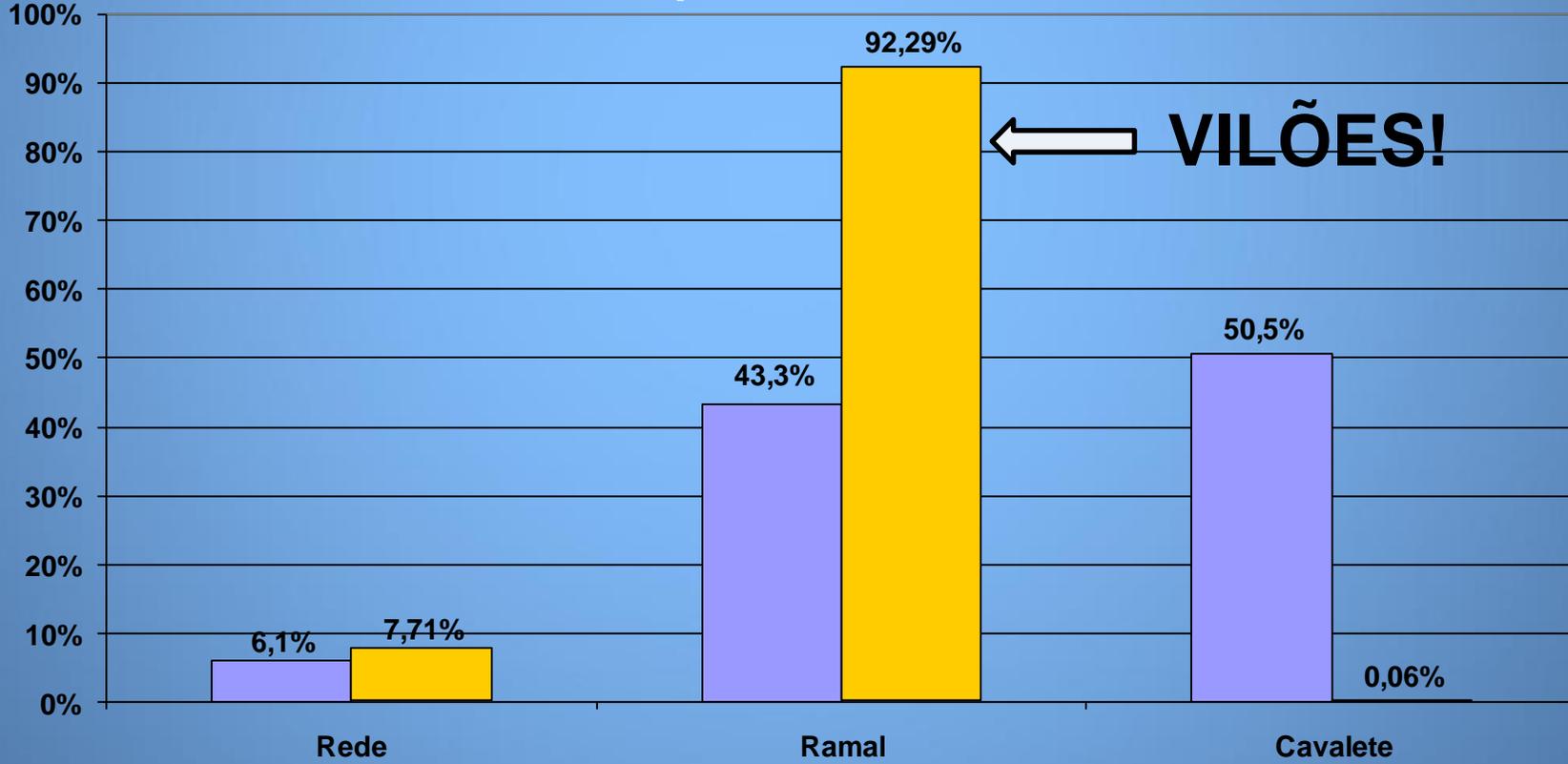


**Aplicação  
na medição  
das perdas reais e  
priorização de  
ações**

# OCORRÊNCIA DOS VAZAMENTOS

**Importância do conhecimento dos tipos de vazamentos, dos locais, do número, dos volumes e das causas**

**Volume Perdido por Componente - Vazamentos Reparados**



Fonte: Sabesp/RMSP

■ Nº Vazamentos   ■ Volume Perdido

# REFERENCIAIS DE NÚMERO DE VAZAMENTOS

## IWA

Assim, o padrão de excelência da IWA determina (para 50 mca):

- Para redes: **13 vazamentos/100 km.ano**
- Para ramais: **3 vazamentos/1.000 ramais.ano**

Proposição de meta referencial de médio prazo (não "oficial", exemplo):

- Para redes: **25 vazamentos/100 km.ano;**
- Para ramais: **6 vazamentos/1.000 ramais.ano**

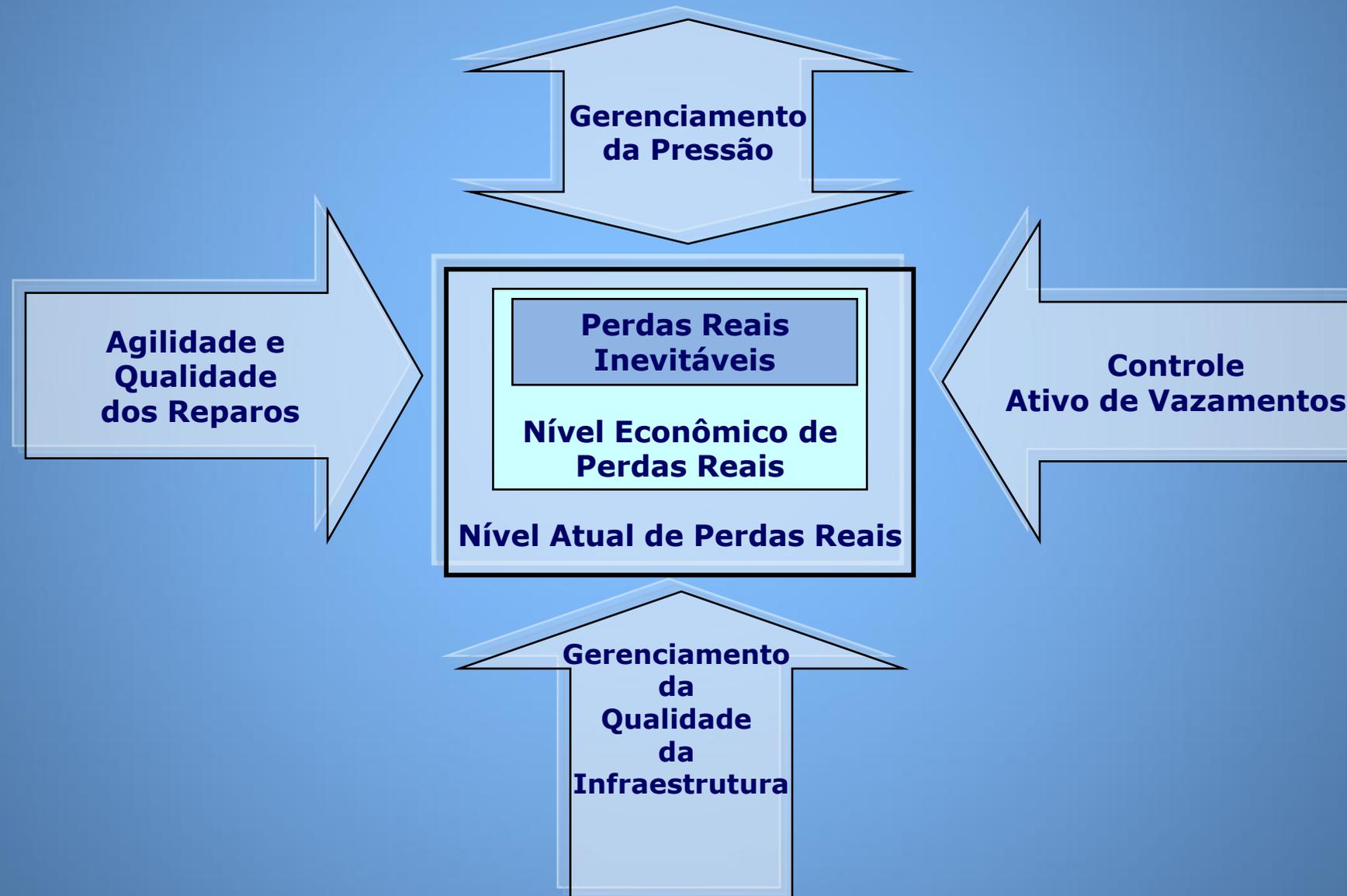
# REFERENCIAIS DE NÚMERO DE VAZAMENTOS

## Exemplos

Local	Ramais (nº)	Extensão da rede (km)	Densidade de Ramais (Nº/km)	Pressão Média (mca)	Frequência Anual de Reparo de Vazamentos	
					Rede (Nº/100 km.ano)	Ramal (Nº/1.000 ramais.ano)
<b>Referência IWA</b>					<b>13</b>	<b>3</b>
Salzburgo - Áustria	20.130	539	37	46	16,5	3,7
Região de Flandes - Bélgica	1.108.000	30.834	36	38	15,0	2,0
Pula - Croácia	25.700	928	28	40	26,0	5,0
Lemesos - Chipre	53.000	1.020	52	40	21,0	22,0
Odense - Dinamarca	33.230	1.003	33	30	1,8	1,2
East Anglia - Inglaterra	1.842.100	38.076	48	44	12,9	ND
Bordeaux - França	201.000	3.094	65	37	12,0	14,0
Munique - Alemanha	130.000	3.380	38	50 a 70	6 a 8	2 a 3
Regio Emilia - Itália	94.400	4.941	19	44	15,9	20,2
Malta	140.000	2.300	61	35	24,0	53,0
Lisboa - Portugal	87.800	1.448	61	51	38,2	8,4
SANEPAR - 2012	2.722.457	48.422	56	30	117	44
SABESP - 2006	5.800.000	53.000	110	40	113	56
SABESP - 2016					59	28

Fontes: ABES, 2015; Gomes, A., 2016; SABESP, 2006, 2017

# BOAS PRÁTICAS - CONTROLE DE PERDAS REAIS



# GERENCIAMENTO DE PRESSÃO

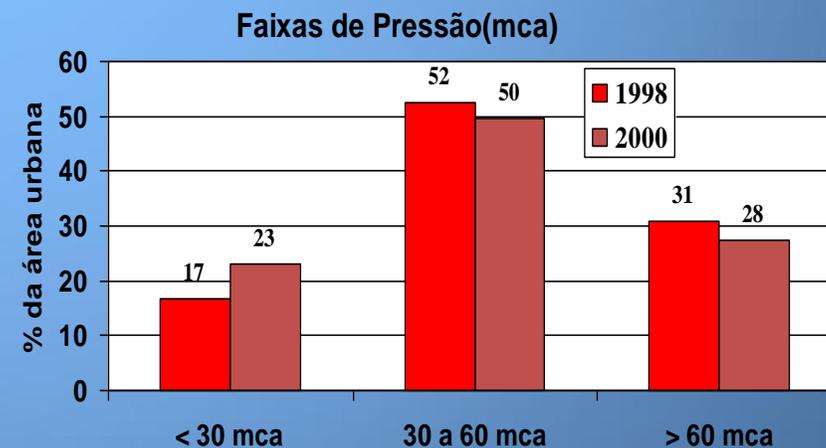
- Importância do **ZONEAMENTO PIEZOMÉTRICO** dos setores de abastecimento de água – setorização clássica (zonas alta e baixa) e subsetorização (Válvulas Redutoras de Pressão e boosters) – para a gestão operacional da rede de distribuição e o controle de vazamentos
- Na questão dos vazamentos, tão importante quanto a redução é a **ESTABILIZAÇÃO** das pressões

## Conhecimento das Pressões

Mapeamento

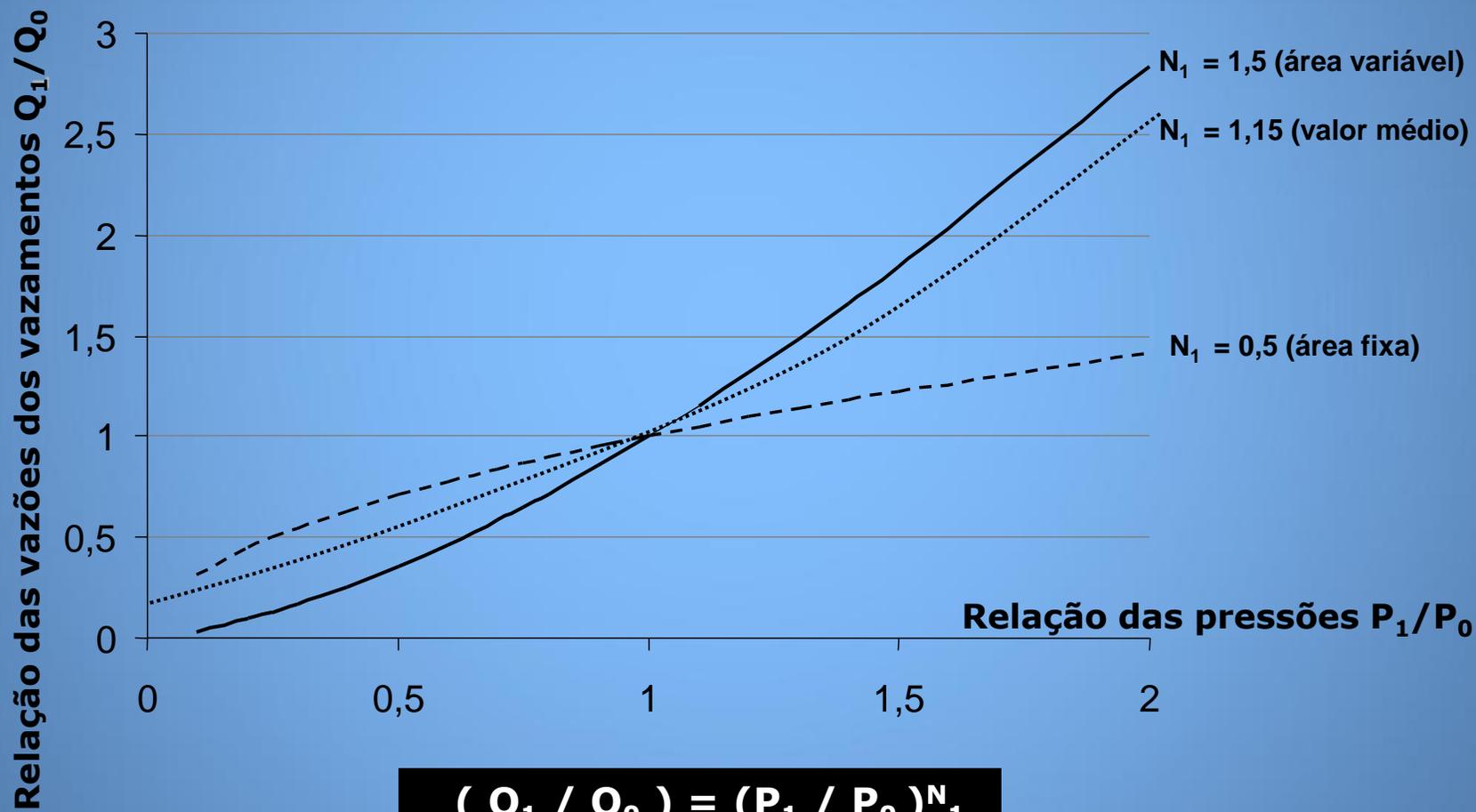


Acompanhamento



# GERENCIAMENTO DE PRESSÃO

## Relação entre Pressão e Vazão do Vazamento



$$(Q_1 / Q_0) = (P_1 / P_0)^{N_1}$$

$P_0$  = Pressão Inicial,  $P_1$  = Pressão Final,  $Q_0$  = Vazão Inicial e  $Q_1$  = Vazão Final

# PRESSÃO X VAZÃO DOS VAZAMENTOS

A vazão dos vazamentos está diretamente relacionada com a variação de pressão e com o tipo de material das redes:

**Tubos Metálicos (área fixa)**

$$N1 = 0,5 \quad \frac{Q_1}{Q_0} = \left[ \frac{p_1}{p_0} \right]^{0,5}$$



**Tubos de Pead/PVC (área variável)**

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left[ \frac{p_1}{p_0} \right]^{1,5} \quad N1 = 1,5$$

Onde:

$Q_0$  = vazão inicial do vazamento

$p_0$  = pressão inicial no tubo

$Q_1$  = vazão final do vazamento

$p_1$  = pressão final no tubo

Para as condições gerais da rede de distribuição, onde se misturam furos com área fixa e com área variável, estudos recentes mostram que o expoente médio da relação de pressões é da ordem de **1,15**.

**Para efeito prático, considera-se  $N_1 = 1$ , ou seja, a vazão do vazamento é proporcional à pressão.**

Ex.: Se a pressão diminui 10%, a vazão do vazamento diminui 10%

# GERENCIAMENTO DE PRESSÃO

**Redução (%) na Vazão do Vazamento com a Variação do N1**

Orifício	N1	% de Redução da Pressão Média				
		5%	10%	20%	30%	40%
Área Fixa	0,5	- 2,5%	- 5,0%	- 11%	- 16%	- 23%
"Média" (Linear)	1,0	- 5,0%	- 10%	- 20%	- 30%	- 40%
Área Variável	1,5	- 7,4%	- 15%	- 28%	- 41%	- 54%

# GERENCIAMENTO DAS PRESSÕES

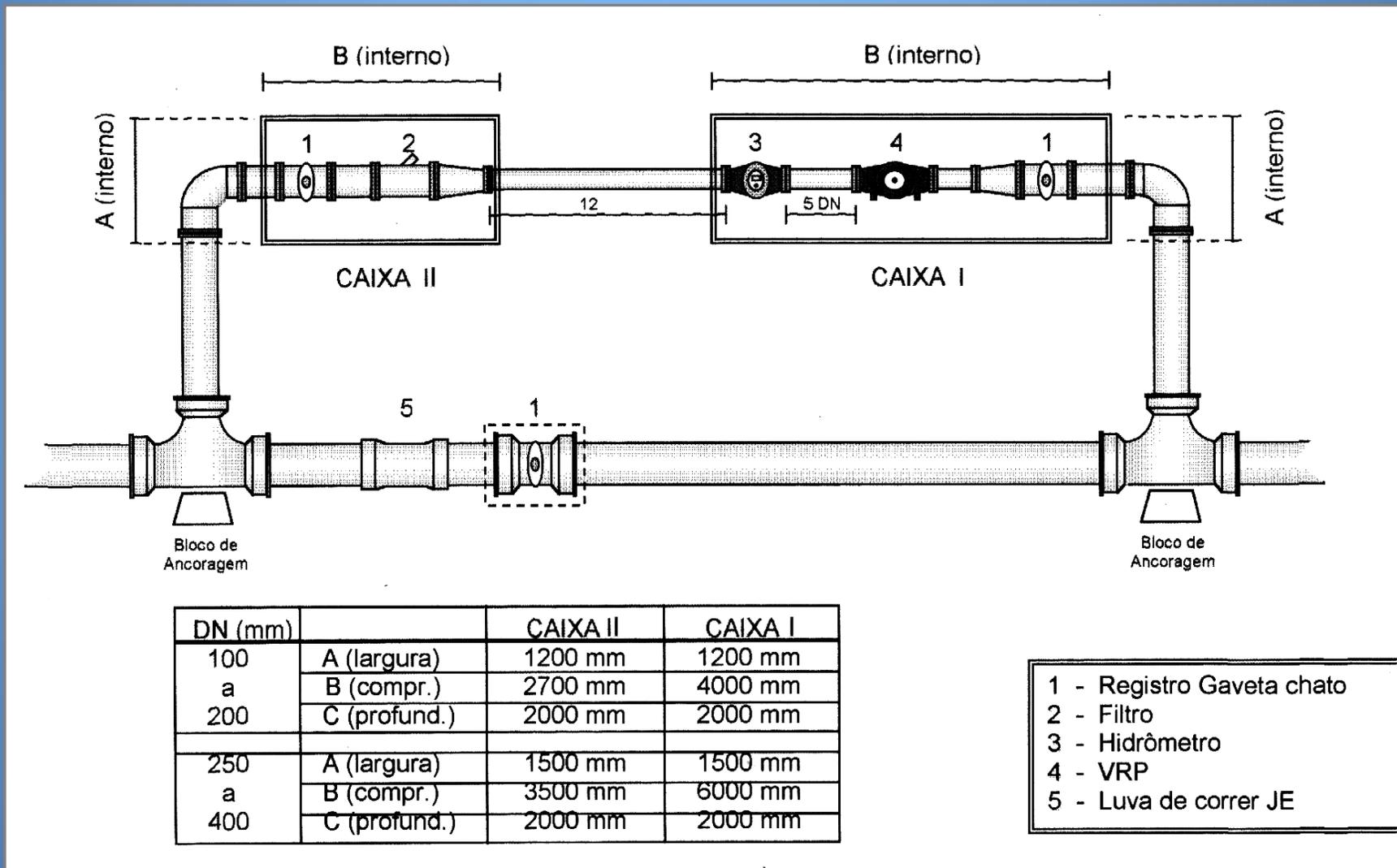
## Setorização Piezométrica

Subdivisão do setor de abastecimento de água em subsetores, de maneira a situar as pressões operacionais em uma faixa adequada (entre 10 mca e 50 mca, p. ex.)

- **Compartimentação setorial (zonas alta, baixa, média);**
- **Válvulas Redutoras de Pressão – VRPs;**
- **Boosters na distribuição.**

*A NBR nº 12.218/1994 é uma norma de projeto; na falta de uma norma de operação, os valores de 10 mca (mínimo - dinâmica) e 50 mca (máximo - estática) são utilizados como referências.*

# VRP - MONTAGEM



# INSTALAÇÃO DE VRPs



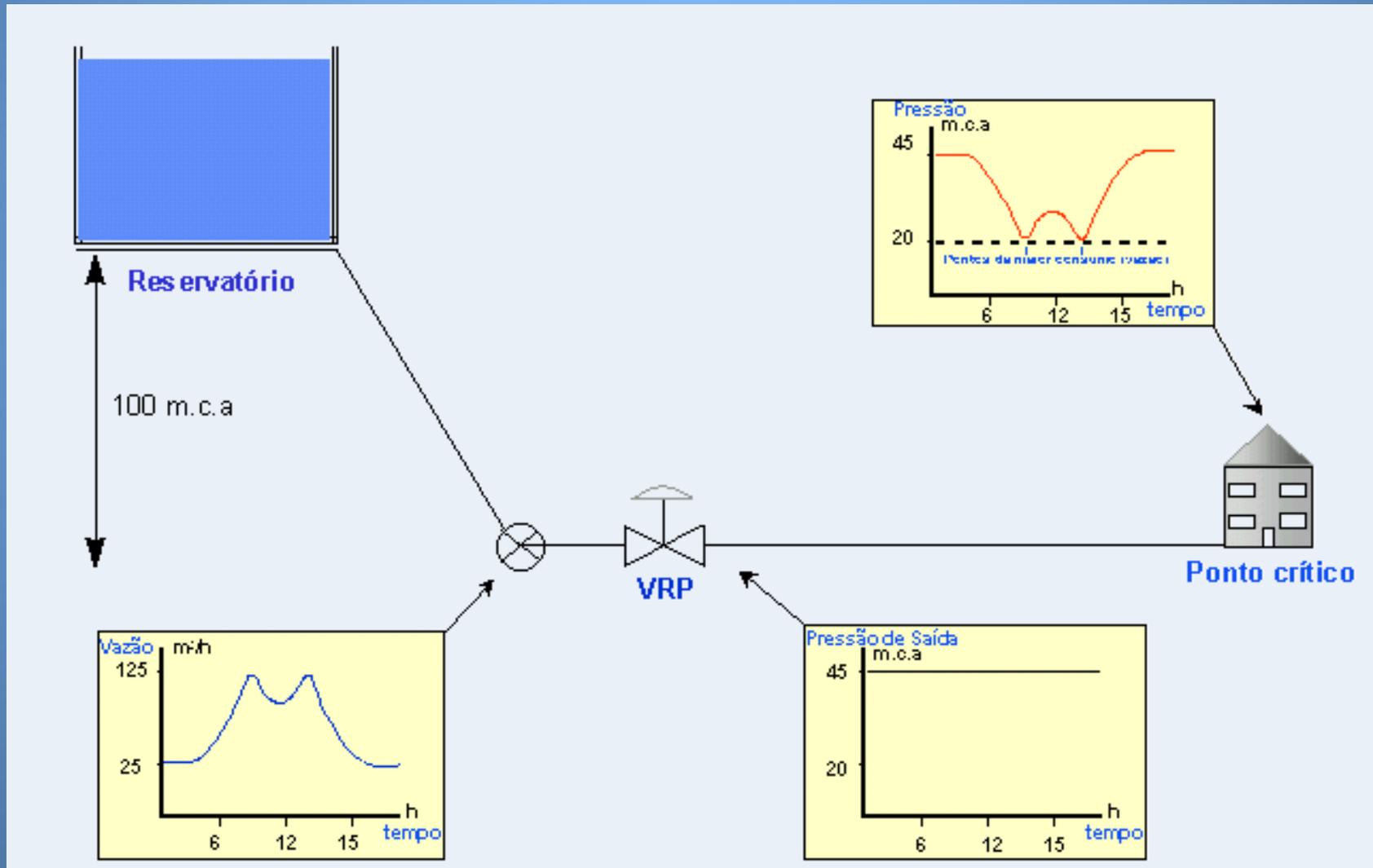
# GERENCIAMENTO DAS PRESSÕES

## Tipos de Válvulas Redutoras de Pressão

- a. Saídas fixas** – Pressão de saída mantida constante ao longo do tempo
- b. Controle por tempo** – Pressão de saída varia em função dos horários (pré-programada)
- c. Controle por vazão** – Pressão de saída varia em função da demanda
- d. Controle pelo ponto crítico** – Pressão de saída varia em função das condições do ponto crítico do setor

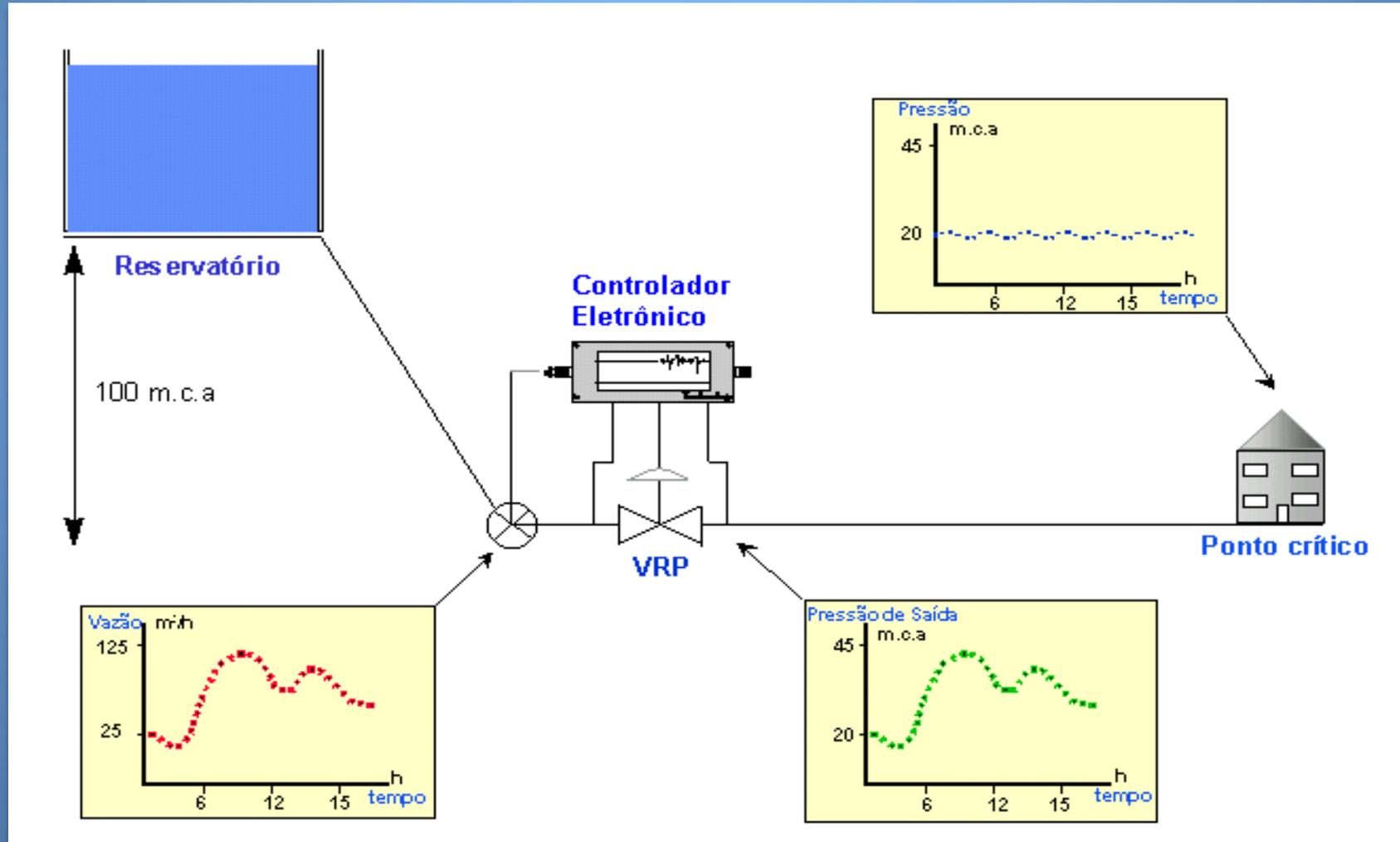
# GERENCIAMENTO DAS PRESSÕES - VRP

## VRP com Saída Fixa



# GERENCIAMENTO DAS PRESSÕES - VRP

## VRP com Controle pelo Ponto Crítico



## GERENCIAMENTO DAS PRESSÕES - *BOOSTER*

- Para a adequada e estável operação do *booster*, deve-se utilizar variadores de velocidade;
- Ajustar e acompanhar as pressões do *booster*, de maneira a se ter as pressões mínimas requeridas à continuidade do abastecimento.



# CONTROLE ATIVO DE VAZAMENTOS

**Controle passivo:** reparar os vazamentos apenas quando se tornam visíveis;

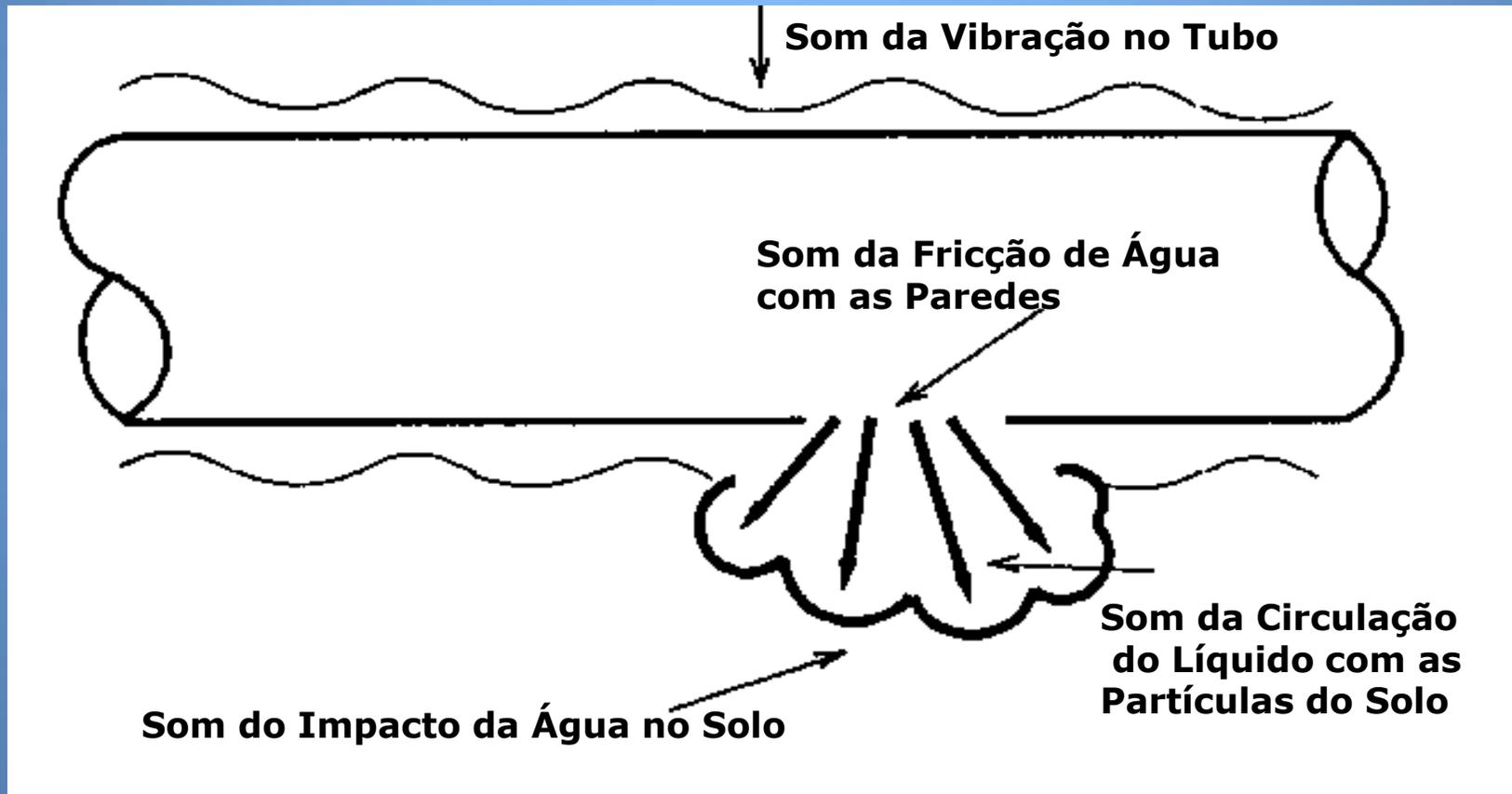
**Controle ativo:** procurar e reparar os vazamentos não visíveis, utilizando-se, em geral, métodos acústicos de detecção (haste de escuta, geofones e correlacionadores de ruído, entre outros).

## Controle Ativo de Vazamentos

Essa atividade reduz o tempo de vazamento, ou seja, quanto maior a frequência da pesquisa, maior será o volume anual recuperado

# CONTROLE ATIVO DE VAZAMENTOS

## Sons do Vazamento



Fonte: Sapporo/Japão - 1994

# PESQUISA ACÚSTICA

## Indicação da Existência de Vazamento

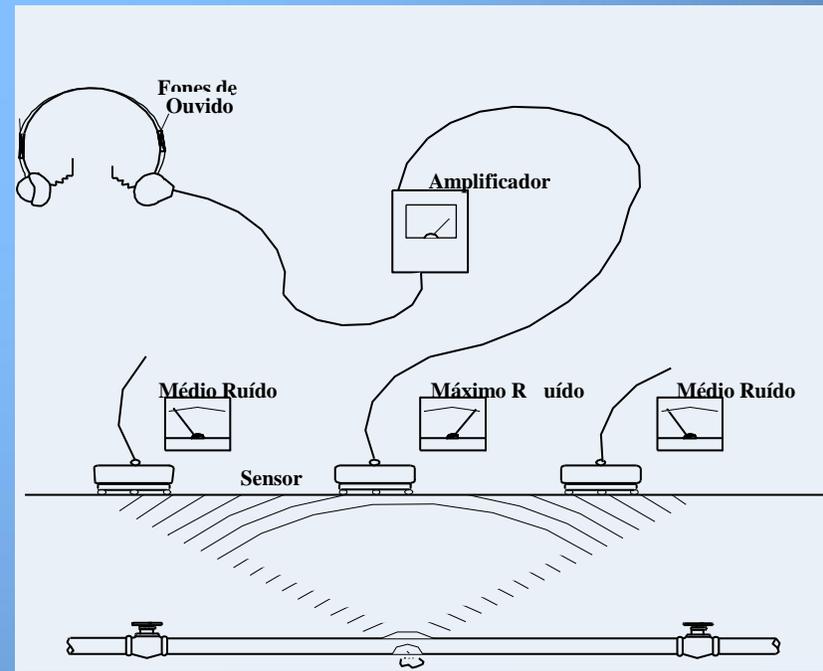
### Haste de Escuta

Amplificador Mecânico  
+  
Membrana Vibratória



## Apontamento do Local do Vazamento

### Geofone Eletrônico



# EQUIPAMENTOS - PESQUISA ACÚSTICA



**Geofone Eletrônico**



**Correlacionador de Ruídos**



# DETECÇÃO DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS

## Sequência de Trabalho



**Haste de Escuta  
(Indicação)**



**Barra de Perfuração  
(Confirmação - eventual)**



**Geofone  
(Apontamento)**



**Correlacionador  
de Ruídos  
(Apontamento)**

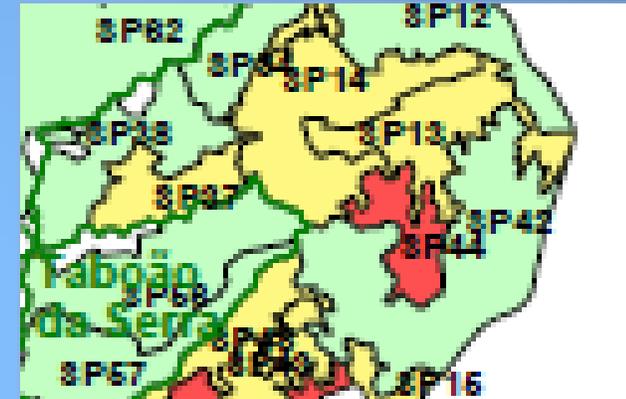


# PLANEJAMENTO DOS TRABALHOS DE CAMPO

## Análise dos Dados Históricos



Quantidade de Vazamentos	
	1 a 6
	7 a 17
	18 a 36
	37 a 75
	76 a 148



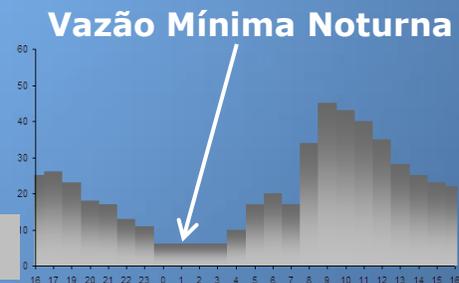
Frequência de Pesquisa	
	Semestral
	Anual
	Bianual

## Medições de Vazão

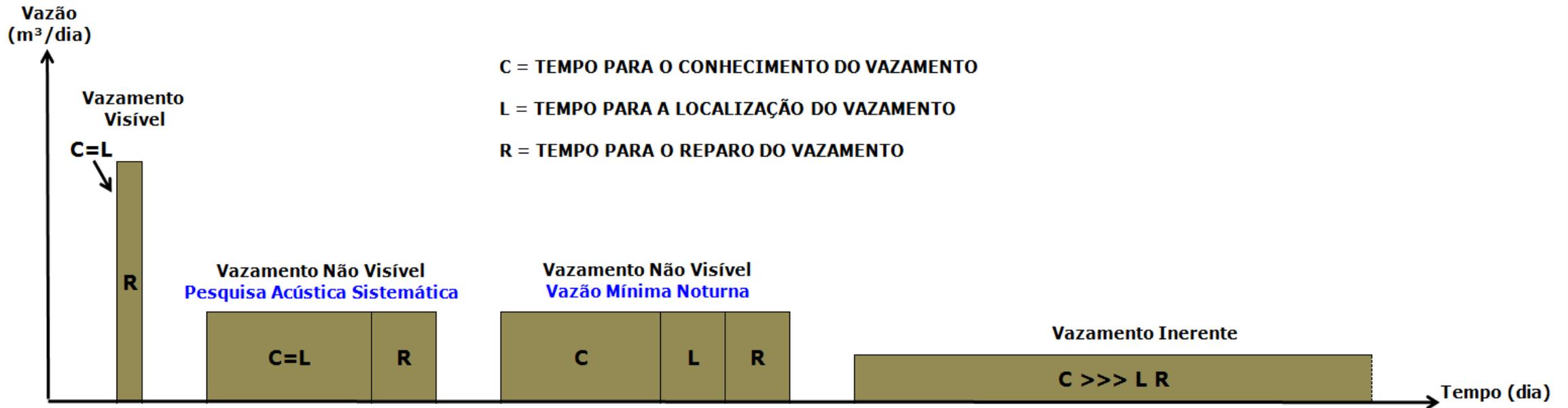
Realização de medições de vazão em Distritos de Medição e Controle – DMCs e determinação do Fator de Pesquisa

$$FP = \frac{\text{Vazão Mínima Noturna}}{\text{Vazão Média}} \times 100 (\%)$$

Se FP > 30 Pesquisar



# TIPOS DE VAZAMENTOS X TEMPOS X AÇÕES



**A implantação de DMCs contribui para a diminuição do tempo para o Conhecimento (C) do vazamento não visível**

## **QUALIDADE DA INFRAESTRUTURA**

**Importância da qualidade da infraestrutura – redes e ramais**

**FAZER BEM FEITO (BONS MATERIAIS E MÃO DE OBRA)  
É MUITO MAIS BARATO A LONGO PRAZO**

**QUEBRAR O CICLO DO “ENXUGA GELO”**

**Vaza, conserta, vaza, conserta, vaza, conserta.....**

# QUALIDADE DA INFRAESTRUTURA

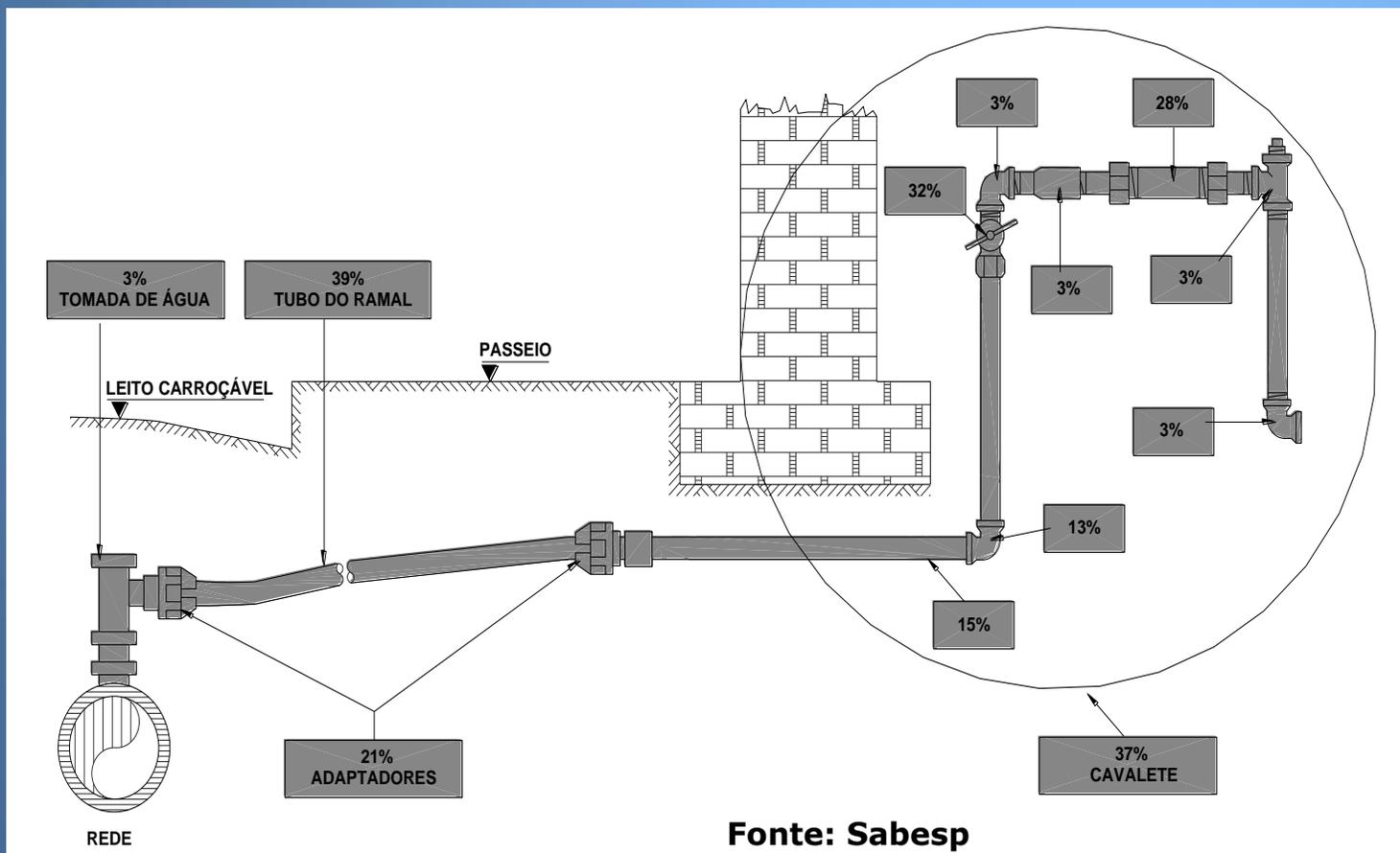
**Fatores estruturais (vazamentos), hidráulicos (incrustações) e de qualidade da água (água suja)**

- **Atividade cara – necessidade de um bom diagnóstico**
- **Materiais e execução adequados (Método Não Destrutivo nas regiões centrais das grandes cidades)**

**Deve ser atividade permanente nas companhias operadoras de água**

# DIAGNÓSTICO - RAMAL

**Registro de Falhas:** Ferramenta para diagnóstico e melhoria da qualidade dos materiais, peças e mão de obra



SISTEMA DE REGISTRO DE FALHAS - FOLHA DE CAMPO		Código da Equipe de Campo:	
Reparo de Vazamentos - Número da S.S.: _____		Data: _____	Nº. da Foto: _____
<b>1. INFORMAÇÕES GERAIS:</b>			
Vazamento é visível? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Via com tráfego: <input type="checkbox"/> Intenso <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Leve			
Material da vala: <input type="checkbox"/> Terra pura <input type="checkbox"/> Terra com entulho <input type="checkbox"/> Terra com pedregulhos			
Pressão no Cavalete em metros: Antes do reparo: _____ mca Após o reparo: _____ mca			
<b>2. VAZAMENTO EM CAVALETE:</b>			
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca ou furo no pé <input type="checkbox"/> Nas juntas <input type="checkbox"/> Trinca nas conexões <input type="checkbox"/> No registro			
Material do cavalete: <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Polipropileno <input type="checkbox"/> Galvanizado			
<b>3. VAZAMENTO NA REDE:</b>			
Diâmetro: _____ mm			
Profundidade: _____ cm			
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca no Tubo <input type="checkbox"/> Furo no Tubo <input type="checkbox"/> Juntas <input type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Conexões (Tê/curva/luva/cruzeta)			
Material da rede: <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> FoFo <input type="checkbox"/> Amianto <input type="checkbox"/> Aço <input type="checkbox"/> PEAD			
Posição da rede: <input type="checkbox"/> Rua <input type="checkbox"/> Passeio			
<b>4. VAZAMENTO EM RAMAL:</b>			
Posição do vazamento: <input type="checkbox"/> Rua <input type="checkbox"/> Passeio			
Serviço executado: <input type="checkbox"/> Reparo <input type="checkbox"/> Troca do Ramal			
Profundidade no ponto do vazamento: _____ cm			
<input type="checkbox"/> Tubo do ramal		<input type="checkbox"/> Outras conexões	
Fabricante: _____		Fabricante: _____	
Material: <input type="checkbox"/> FoFo <input type="checkbox"/> PEAD preto <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> PEAD azul		Material: <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Polipropileno <input type="checkbox"/> Latão <input type="checkbox"/> FoFo <input type="checkbox"/> PVC	
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Furo no tubo <input type="checkbox"/> Corte no tubo <input type="checkbox"/> Corte na extremidade do tubo <input type="checkbox"/> Desengate junto ao adaptador		Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca no Adaptador <input type="checkbox"/> Trinca no Cotovelo <input type="checkbox"/> Trinca na Conexão <input type="checkbox"/> Trinca na União <input type="checkbox"/> Trinca na Luva <input type="checkbox"/> Vazamento na junta mecânica <input type="checkbox"/> Vazamento na junta rosqueada	
<input type="checkbox"/> Registro Broca/Macho OU Ferrule		<input type="checkbox"/> Colar de tomada OU Tê de Serviço	
Fabricante: _____		Fabricante: _____	
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca no registro broca/macho <input type="checkbox"/> Trinca no ferrule <input type="checkbox"/> Vazamento pela haste <input type="checkbox"/> Vazamento junta do colar/tubo		Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Deslocamento <input type="checkbox"/> Quebra no corpo <input type="checkbox"/> Quebra na trava <input type="checkbox"/> Vazamento vedação c/ Tubo	
Material: <input type="checkbox"/> Latão <input type="checkbox"/> Polipropileno		Material: <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Polipropileno <input type="checkbox"/> FoFo	

# SITUAÇÃO DAS TUBULAÇÕES DAS REDES

**Setor Brooklin - Rua Domingos Fernandes**



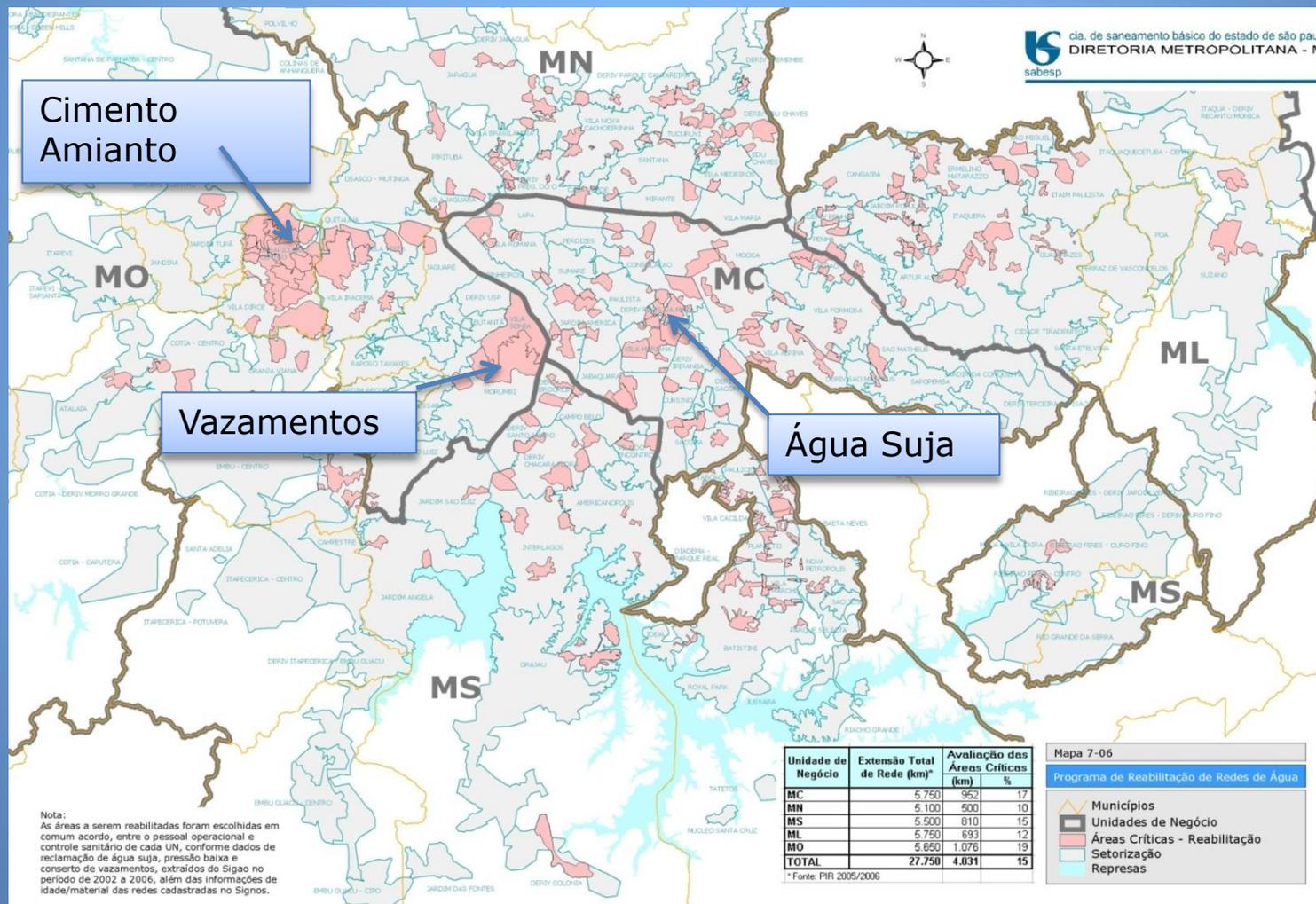
**Velha, incrustada**

**Nova ou recuperada**

(Fonte: MCE - Sabesp)

# DIAGNÓSTICOS OPERACIONAIS

## Mapeamento de Áreas Críticas – Vazamentos nas Redes



Fonte: Sabesp

## MELHORIA DOS PROCEDIMENTOS

**Procedimentos para instalação de ramais, com destaque para a verificação da estanqueidade em novas ligações de água, com a utilização do teste de pressão hidrostática**



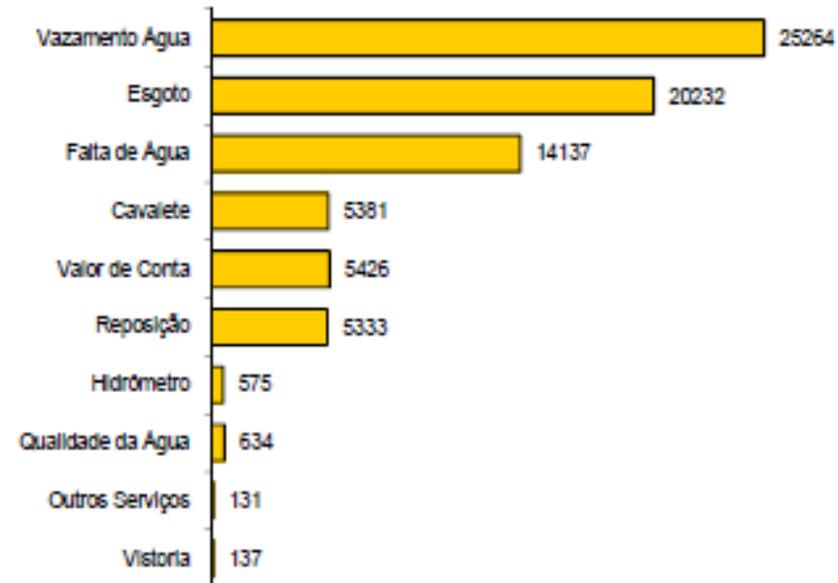
Também é importante fazer os testes de estanqueidade no recebimento de novas redes e adutoras

# ATENDIMENTO TELEFÔNICO X VAZAMENTOS

Central de Atendimento Telefônico – 195 ou 0800

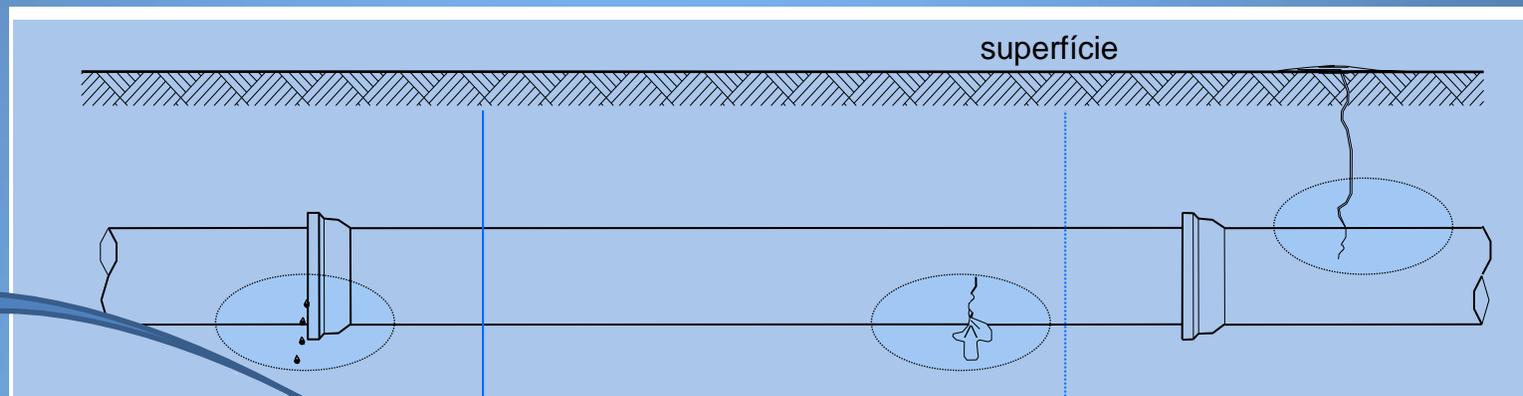


Acatamento das comunicações de vazamentos visíveis e acionamento das equipes de manutenção



Importância da agilidade na execução do reparo – imagem da empresa

# PERDAS REAIS: VAZAMENTOS E AÇÕES



**ATENÇÃO!**

**87% DOS VOLUMES PERDIDOS NÃO AFLORAM!!**

**Vazamentos não visíveis, baixa vazão, não aflorantes, não detectáveis por métodos acústicos de pesquisa**

**Na RMSP (\*)  
37% dos volumes de vazamentos**

## **Ações**

- Redução e Estabilização de Pressão
- Substituição de Redes e Ramais
- Redução do Nº de Juntas e Conexões

**Vazamentos não visíveis, não aflorantes, detectáveis por métodos acústicos de pesquisa**

**Na RMSP (\*)  
50% dos volumes de vazamentos**

## **Ações**

- Redução e Estabilização de Pressão
- Substituição de Redes e Ramais
- Redução do Nº de Juntas e Conexões
- Detecção de Vazamentos

**Vazamentos visíveis, aflorantes ou ocorrentes nos cavaletes, geralmente comunicados pela população**

**Na RMSP (\*)  
13% dos volumes de vazamentos**

## **Ações**

- Redução e Estabilização de Pressão
- Substituição de Redes e Ramais
- Redução de Tempo de Reparo

**(\*) Antes da crise hídrica**

# ORIGENS DAS PERDAS APARENTES

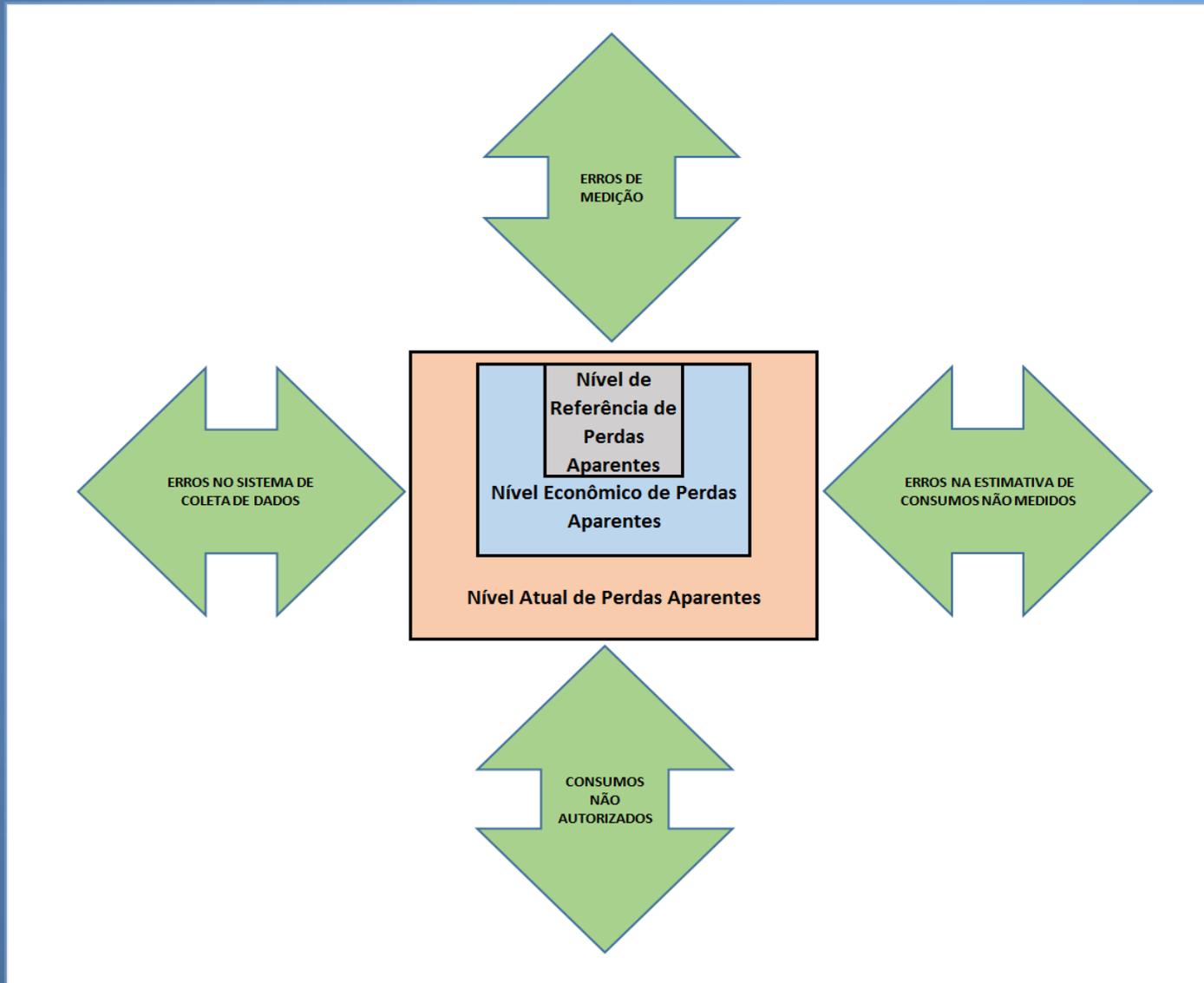
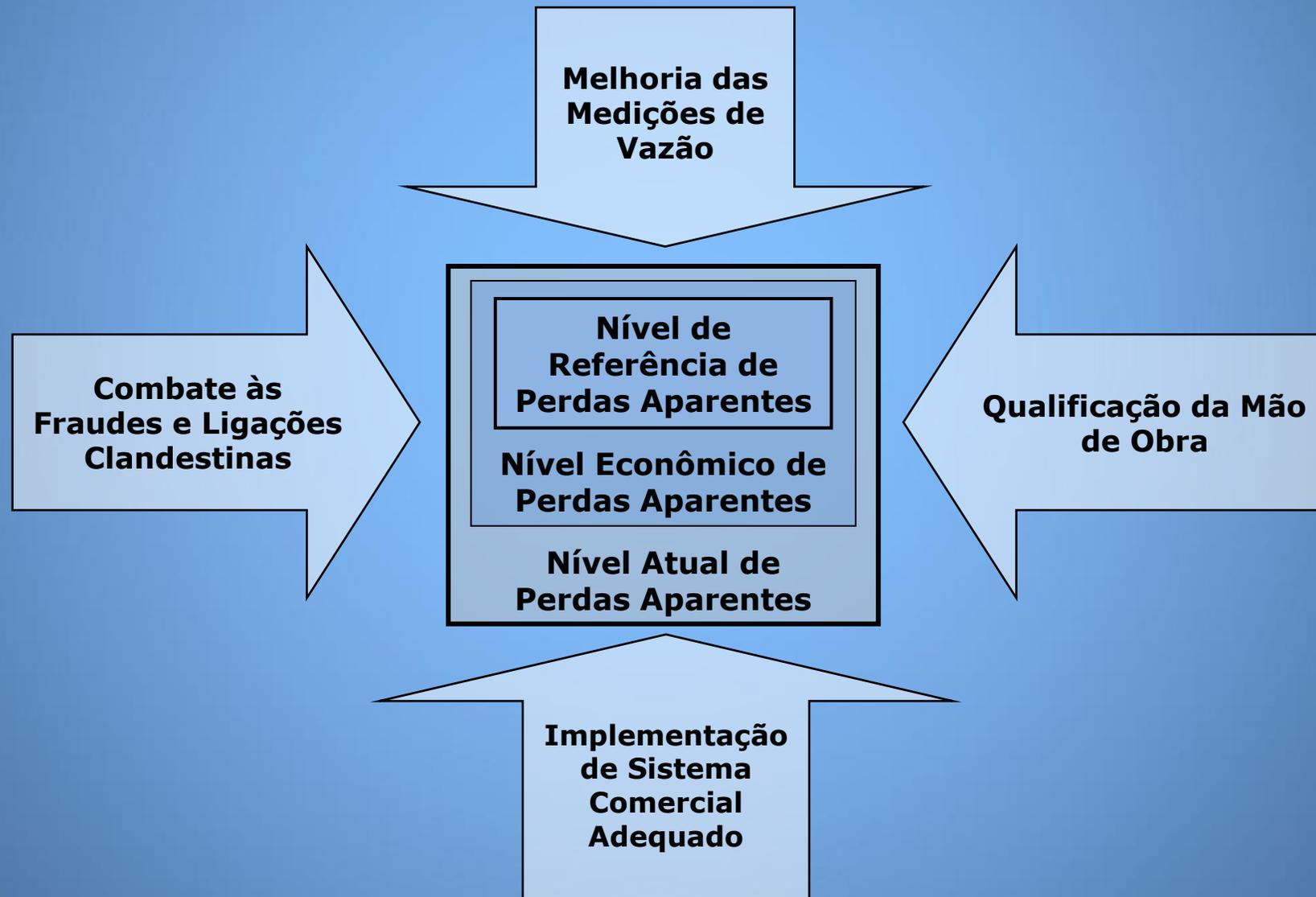


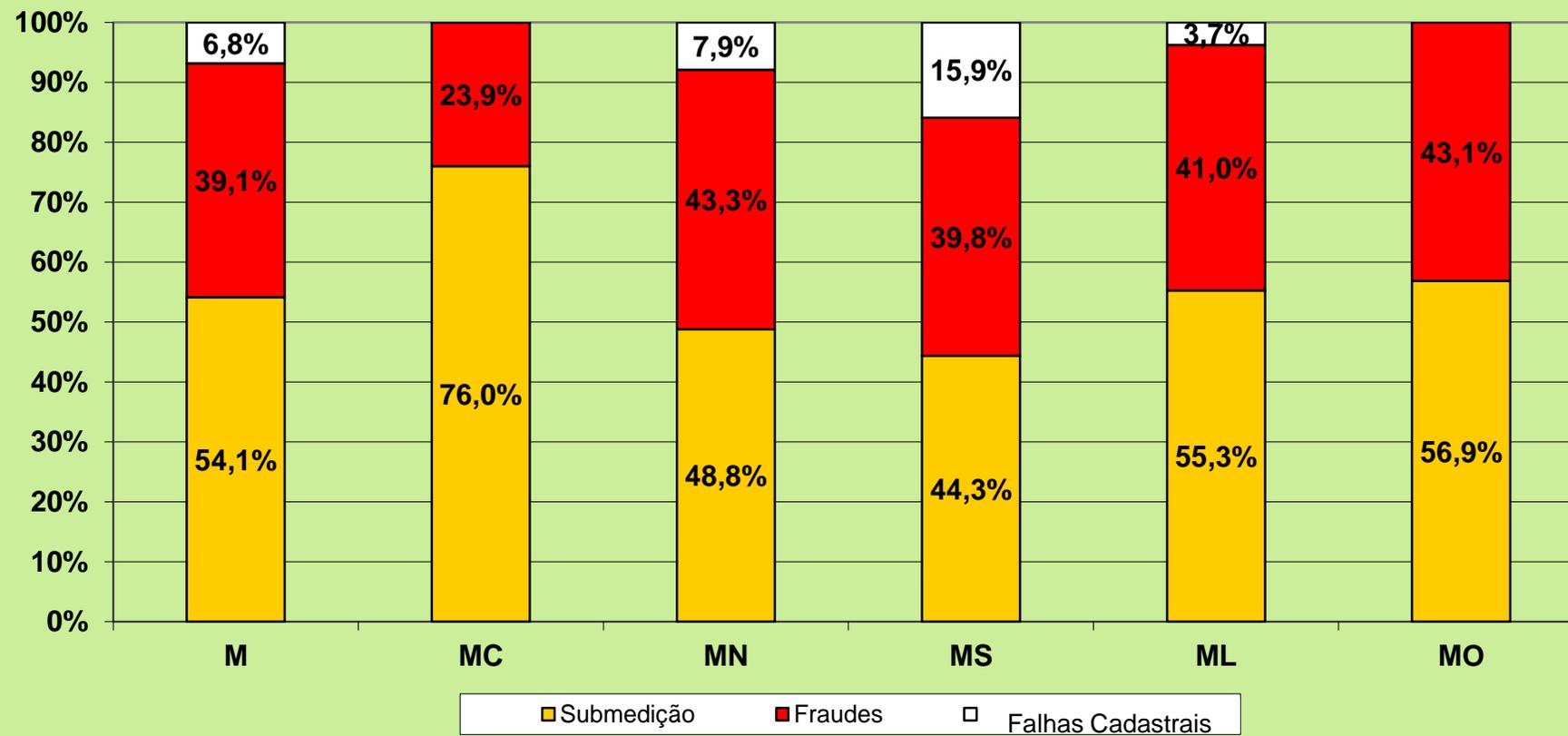
Diagrama recentemente definido pela IWA, similar ao elaborado para as Perdas Reais; apresenta as origens das perdas, e não as "boas práticas"

# BOAS PRÁTICAS - CONTROLE DE PERDAS APARENTES



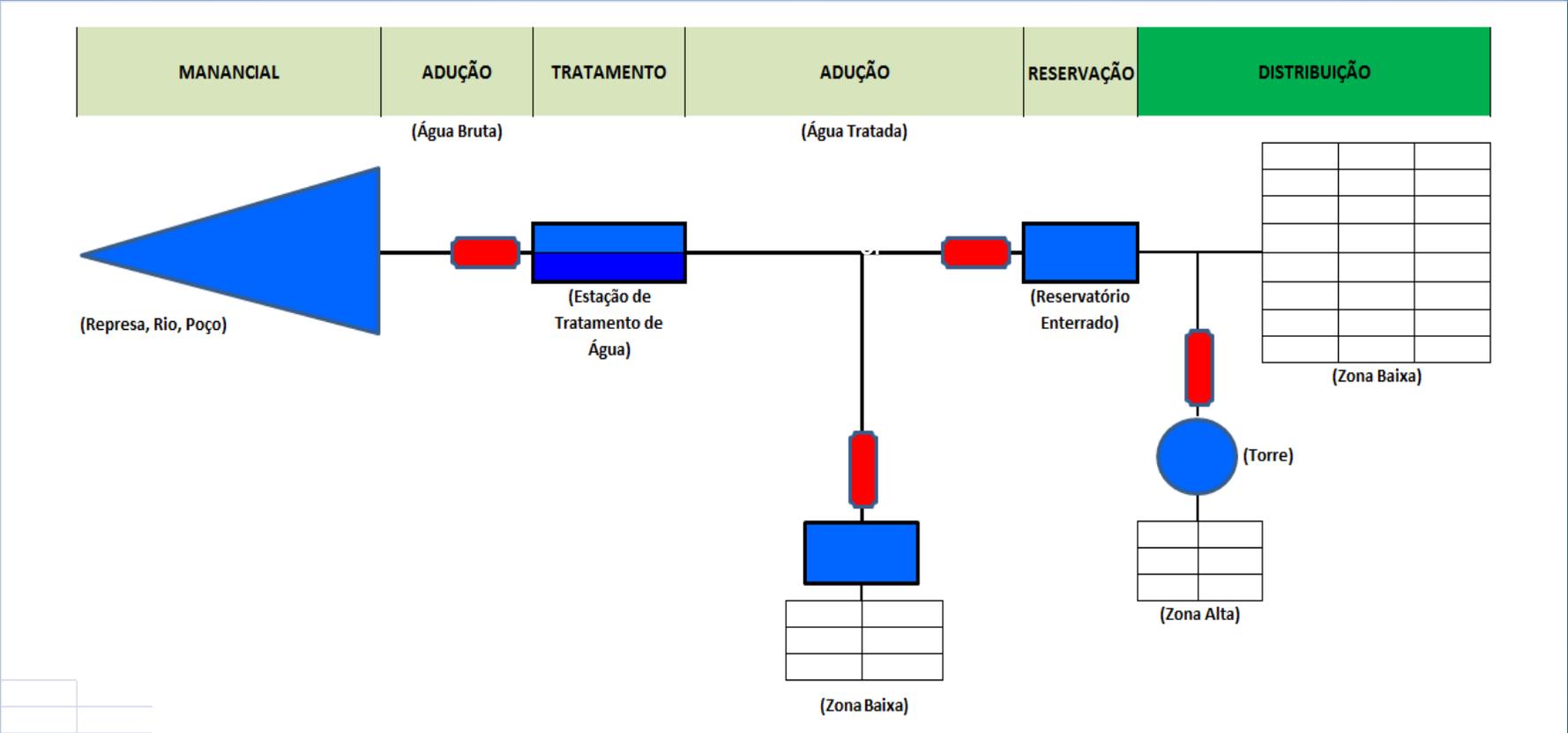
# DIAGNÓSTICO – PERDAS APARENTES

## Peso dos Componentes das Perdas Aparentes



# SISTEMA DE MACROMEDIÇÃO

## Pontos a medir



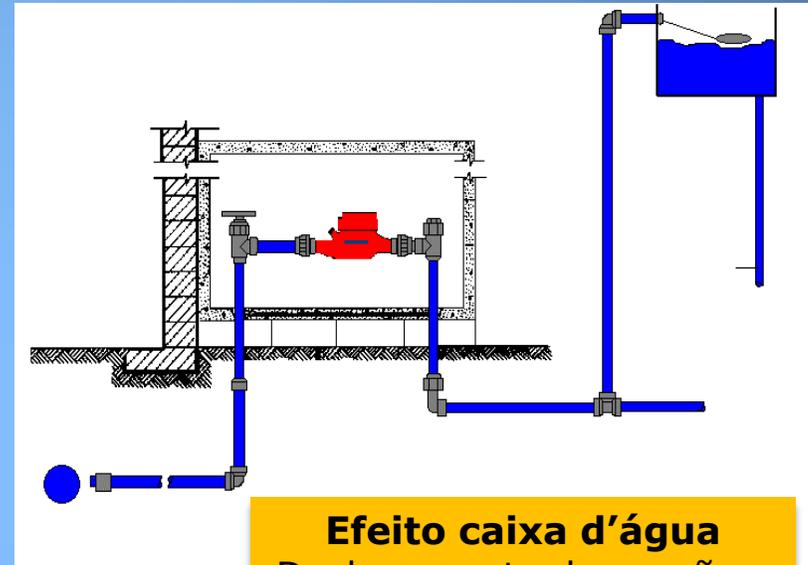
**E também: saída de *boosters*, saída de VRPs, DMCs**

# SUBMEDIÇÃO EM HIDRÔMETROS

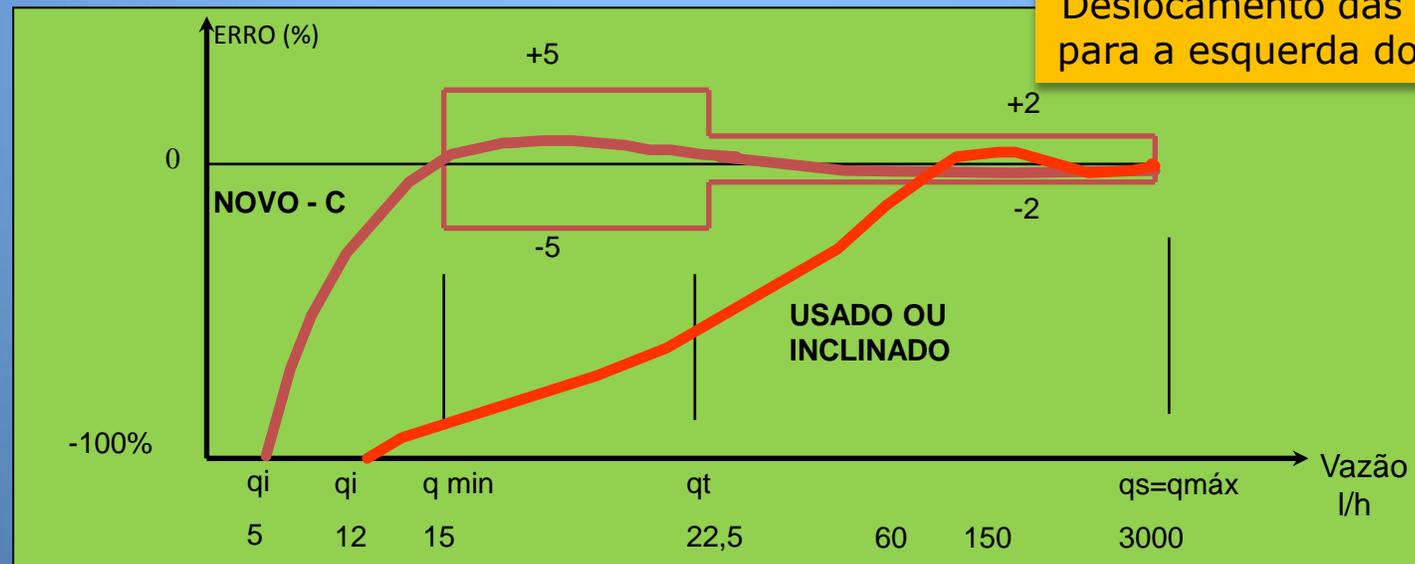
Hidrômetros medem menos do que efetivamente é consumido



Necessidade de melhoria tecnológica dos hidrômetros  
**Submedição na RMSP (2007)**  
**16%**

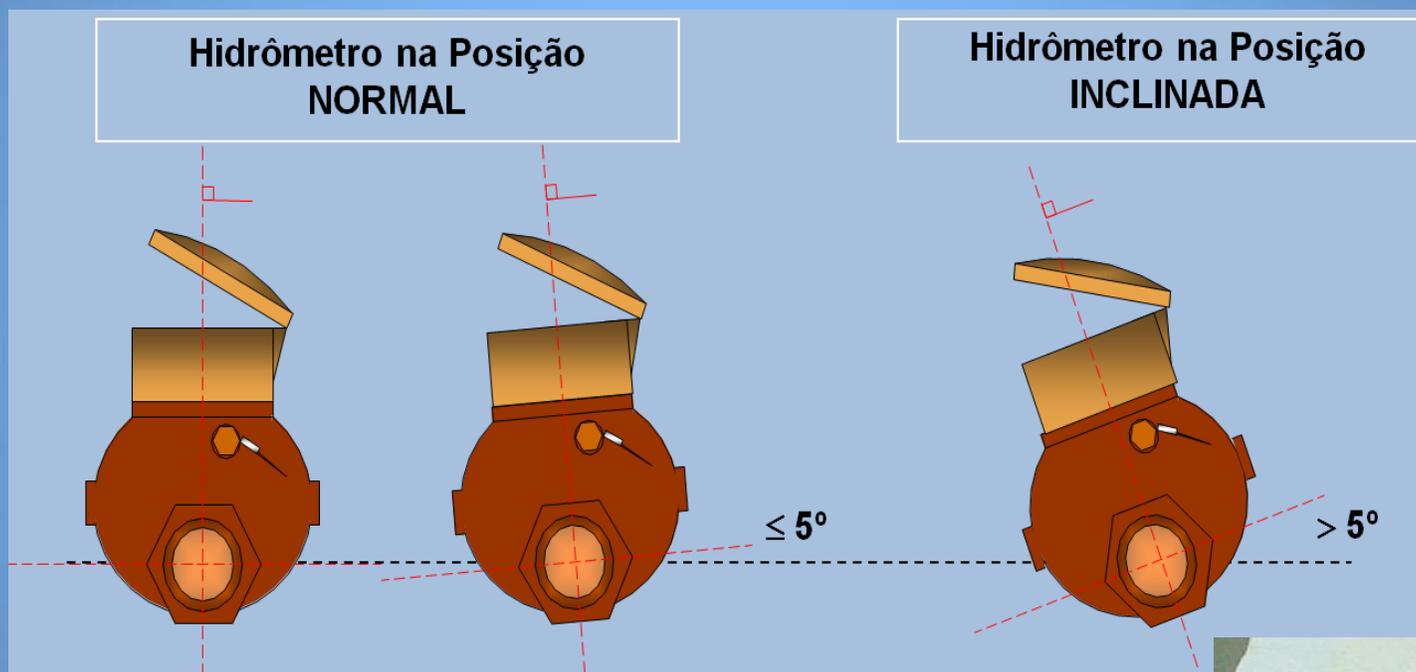


**Efeito caixa d'água**  
Deslocamento das vazões para a esquerda do gráfico



# SUBMEDIÇÃO NOS HIDRÔMETROS

## Inclinação dos Hidrômetros



Desinclinar (se o hidro for novo) ou utilizar hidrômetros com visor inclinado



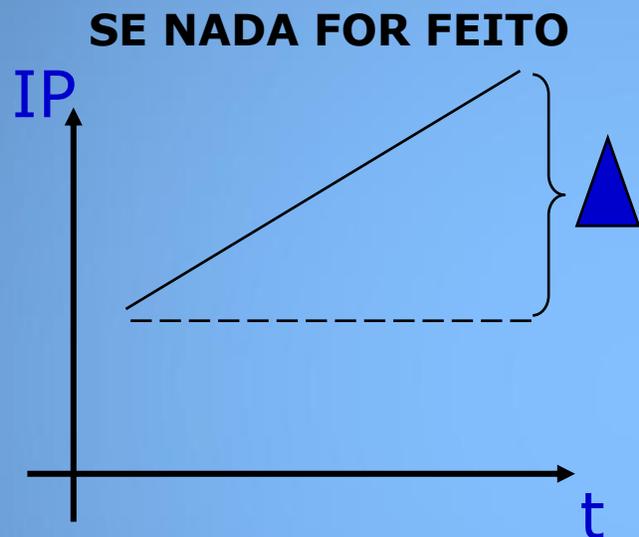
# COMBATE ÀS FRAUDES E LIGAÇÕES CLANDESTINAS

## Exemplos



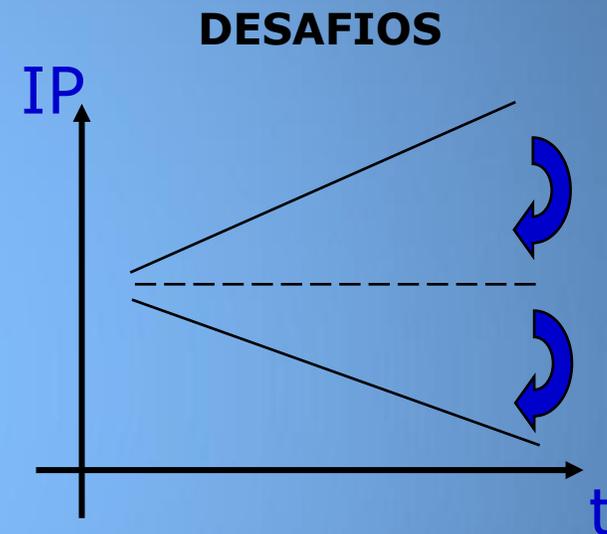
A criatividade para as fraudes é infinita...

# DESAFIOS NO COMBATE ÀS PERDAS



- ENVELHECIMENTO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS**
- AUMENTO DAS FRAUDES**
- SURGIMENTO DE NOVOS VAZAMENTOS**

**Crescimento Natural das Perdas**



**1° - NÃO DEIXAR AUMENTAR AS PERDAS**

**2° - ABAIXAR AS PERDAS**

# CAPACITAÇÃO DA MÃO DE OBRA

**TREINAMENTO:** implantação de centros de capacitação profissionalizados nas companhias para a execução de serviços operacionais, operação de equipamentos e visão geral do problema de perdas.

**CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL:** além do treinamento, o profissional deverá demonstrar os seus conhecimentos, em provas teóricas e práticas

- A certificação profissional ainda é incipiente no setor de saneamento;
- A atividade de detecção acústica de vazamentos não visíveis foi a pioneira na exigência de certificação (Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção – ABENDI), cujo campo de prova localiza-se na Sabesp, em São Paulo.



**GESTÃO OPERACIONAL**  
**X**  
**PERDAS**

## GESTÃO DE PERDAS - PRESSUPOSTOS

- **Cadastrros** técnicos e comerciais atualizados, com as informações pertinentes relativas às tubulações, equipamentos e ligações ativas;
- **Macromedição** dos volumes disponibilizados nas áreas de intervenção, com a instalação de medidores compatíveis aos fluxos a serem medidos e regularmente calibrados; a macromedição também envolve a medição de níveis em reservatórios e pressão em pontos estratégicos do sistema;
- **Micromedição** (ou hidrometração) em todas as ligações, com os ciclos regulares de leitura e faturamento;
- **Zoneamento** piezométrico, ou operacional, da rede de distribuição de água em áreas estanques; tal zoneamento pode envolver a setorização e a subsetorização (zona alta, zona baixa), as áreas cobertas por Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) ou *boosters*, e as áreas operacionais definidas pelos Distritos de Medição e Controle (DMC), os quais são áreas estanques, com número de ligações entre 1.000 e 3.000 e, no máximo, 25 km de extensão de rede.

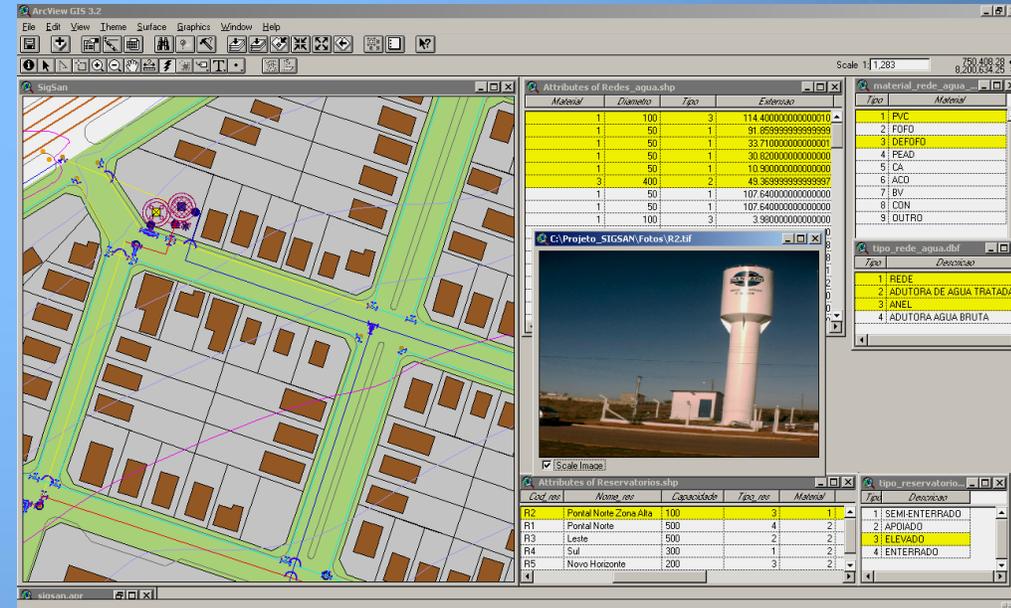
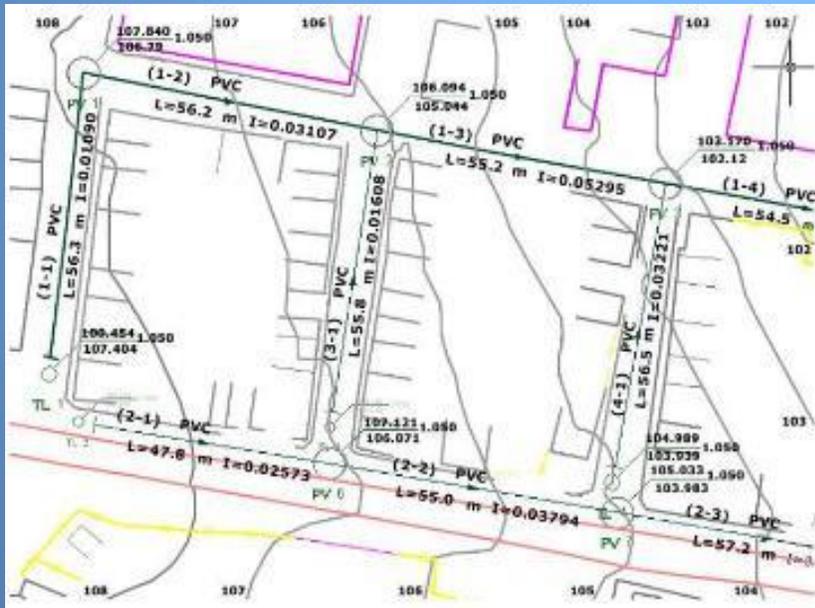
Sem isso, fica difícil combater as perdas...

# CADASTROS

**Cadastro Técnico:** informações sobre a infraestrutura de água, desde a captação até o hidrômetro (estruturas civis, equipamentos, redes e ramais)

**Cadastro Comercial:** informações sobre o cliente ligado à rede de distribuição de água

## NBR n° 12.586 - Cadastro de sistema de abastecimento de água



Fonte: Saneago

Simple ou sofisticado, o importante é ter o **cadastro preciso e atualizado**

# FATORES ESSENCIAIS NO COMBATE ÀS PERDAS

**DIAGNÓSTICO**

**Conhecer as causas dos problemas, reais x aparentes**



**MÃO DE OBRA**

**Capacitar os gerentes e técnicos**



**MATERIAIS**

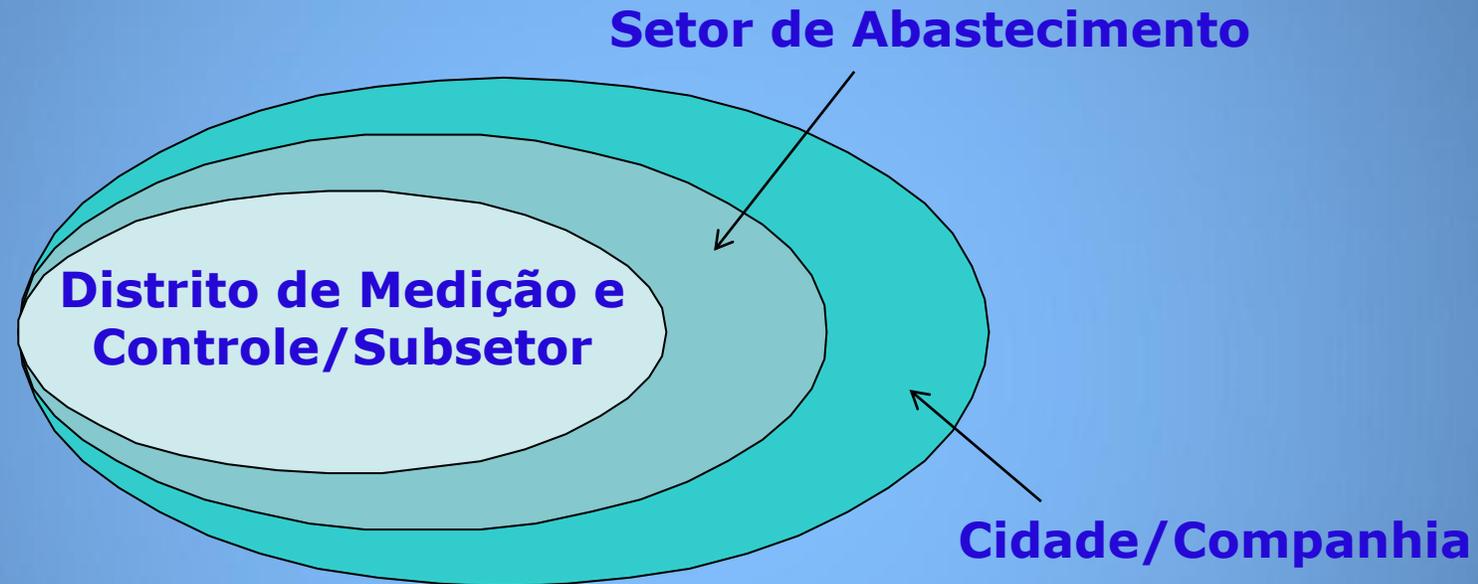
**Usar materiais de qualidade**



**TÉCNICAS**

**Aplicar corretamente os equipamentos e sistemas**

# GESTÃO OPERACIONAL



**A gestão operacional com vistas ao controle de perdas deve se dar no menor nível possível em um setor de abastecimento (geralmente os DMCs), pois só assim é possível perceber a relação causa x efeito das ações empreendidas**

# ANÁLISES ECONÔMICAS

## Índice Econômico de Perdas e Metas

- A **curto prazo**, as ações de gerenciamento de pressões, controle ativo de vazamentos e reparo de vazamentos são as variáveis a considerar, e geralmente dão retorno positivo
- A **longo prazo**, incluem-se as ações de reabilitação de redes e ramais, que necessitam de análises econômicas mais criteriosas (custos marginais)
- Aplicação do sistema de bandas do **BIRD** pode dar indicações aproximadas do nível econômico e referenciais para a definição de metas, assim como as propostas da **AWWA** (para as Perdas Reais)

# DEFINIÇÃO DE METAS – PERDAS REAIS

## Sistema de Bandas do BIRD

Categoria de Performance Técnica	IVI	Perdas Reais em L/ligação.dia (quando o sistema está pressurizado, a uma média de pressão de):					
		10 mca	20 mca	30 mca	40 mca	50 mca	
Países Desenvolvidos	A	1 - 2		< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2 - 4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	>8		> 200	> 300	> 400	> 500
Países em Desenvolvimento	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	>600	> 800	> 1000



- A – Redução de perda adicional pode não ser econômica, a não ser que haja insuficiência de abastecimento; são necessárias análises mais criteriosas para identificar o custo de melhoria efetiva
- B – Potencial para melhorias significativas; considerar o gerenciamento de pressão; práticas melhores de controle ativo de vazamentos e uma melhor manutenção da rede
- C – Registro deficiente de vazamentos; tolerável somente se a água é abundante e barata; mesmo assim, analise o nível e a natureza dos vazamentos e intensifique os esforços para a redução dos vazamentos
- D – Uso muito ineficiente dos recursos; programa de redução de vazamentos é prioritário

# ORIENTADOR - AWWA

IVI	RECURSOS HÍDRICOS	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO PARA ATENDIMENTO DA DEMANDA DE LONGO PRAZO	ECONÔMICO - FINANCEIRAS
1,0 a 3,0	<b>LIMITADOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIFICULDADE DE OBTENÇÃO;</li> <li>• RESTRIÇÕES AMBIENTAIS.</li> </ul>	<b>AUMENTO NO NÍVEL DE PERDAS IMPLICA EM:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EXPANSÃO; E/OU</li> <li>• BUSCA DE NOVOS MANANCIASIS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OBTENÇÃO DE MAIS ÁGUA TEM CUSTO ELEVADO;</li> <li>• AUMENTO DE TARIFA LIMITADO (RESTRIÇÕES REGULATÓRIAS OU BAIXA ACEITAÇÃO PELOS CONSUMIDORES).</li> </ul>
3,0 a 5,0	<b>SUFICIENTES P/ O LONGO PRAZO</b> <b>PRESSUPOSTOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CONTROLE DE PERDAS;</li> <li>• USO RACIONAL DA ÁGUA.</li> </ul>	<b>SISTEMA DE CONTROLE DE PERDAS ACEITÁVEL:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ATENDE A DEMANDA DE LONGO PRAZO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OBTENÇÃO DE MAIS ÁGUA A CUSTO RAZOÁVEL;</li> <li>• AUMENTOS PERIÓDICOS NA TARIFA SÃO POSSÍ-VEIS E TOLERADOS PELOS CONSUMIDORES.</li> </ul>
5,0 a 8,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABUNDANTES;</li> <li>• CONFIÁVEIS;</li> <li>• FÁCIL UTILIZAÇÃO.</li> </ul>	<b>MUITO BOA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CAPACIDADE;</li> <li>• CONFIABILIDADE;</li> <li>• INTEGRIDADE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OBTENÇÃO DE MAIS ÁGUA TEM CUSTO BAIXO;</li> <li>• A TARIFA COBRADA DOS CONSUMIDORES É BAIXA.</li> </ul>
> 8,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APESAR DE DETERMINADAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS E ECONÔMICO-FINANCEIRAS PODEREM JUSTIFICAR UM IIE DESSA MAGNITUDE, ESSE VALOR MOSTRA QUE OS RECURSOS HÍDRICOS NÃO ESTÃO SENDO UTILIZADOS DE MANEIRA EFICIENTE;</li> <li>• NÃO É RECOMENDADA A ADOÇÃO DESSE VALOR COMO META.</li> </ul>		

# GRADUALIDADE DAS INTERVENÇÕES

Ação	Mínimo	Razoável	Desejável
<b>Cadastro Técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plantas cadastrais com a localização das redes de distribuição e outras informações básicas, tais como diâmetro, extensão, idade e topografia.</li><li>• Informações de campo como limite de setor, interligações, localização de <i>boosters</i> e VRPs.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Informações básicas confiáveis, com definição dos setores de abastecimento e zonas de pressão.</li><li>• Incluir no processo a sistemática de atualização cadastral para eliminação de inconsistências.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Informações georreferenciadas (GIS) para toda a malha de distribuição, contendo todos os setores de abastecimento, zonas de pressão, Distritos de Medição e Controle e Distritos de Manobra cadastrados.</li><li>• Correlação do cadastro técnico com sistemas operacionais e de manutenção, propiciando a geração de mapas temáticos e exportação de dados para elaboração de modelos hidráulicos.</li></ul>

Fonte: Rodrigues da Costa, 2013

# GRADUALIDADE DAS INTERVENÇÕES

Ação	Mínimo	Razoável	Desejável
<b>Macromedição</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Macromedição nos setores de abastecimento (reservatórios, derivação em marcha), com macromedidor dimensionado de acordo com a faixa de vazão e aferido.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Macromedidores instalados nas alças das redes de distribuição, possibilitando o controle da vazão mínima noturna.</li><li>• Implantar programa de aferição sistemática dos macromedidores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monitoramento contínuo do sistema de macromedição totalmente telemetrizado.</li><li>• Setores subdivididos em Distritos de Medição e Controle macromedidos e telemetrizados, propiciando o monitoramento contínuo da vazão.</li><li>• Utilização de cartas de controle (CEP) no monitoramento das vazões.</li></ul>

Fonte: Rodrigues da Costa, 2013

# GRADUALIDADE DAS INTERVENÇÕES

Ação	Mínimo	Razoável	Desejável
<b>Gerenciamento de Pressão</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Garantia da pressão mínima nos pontos críticos de abastecimento.</li><li>• Instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP) possibilitando a equalização de pressão, principalmente nos horários de maior consumo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instalação de VRPs com controladores eletrônicos que possibilitam a equalização de pressão de acordo com a variação de consumo.</li><li>• Implantar o gerenciamento de pressão em sistemas de bombeamento, por intermédio da utilização de inversores de frequência.</li><li>• Monitoramento dos sistemas de bombeamento, VRPs e pontos críticos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implantação de estudos setorização, para equalização de pressão.</li><li>• Monitoramento e controle de todos os equipamentos (<i>boosters</i> e VRPs) e pontos críticos de abastecimento.</li><li>• Utilização de cartas de controle (CEP) no monitoramento das pressões.</li></ul>

Fonte: Rodrigues da Costa, 2013

# GRADUALIDADE DAS INTERVENÇÕES

<b>Ação</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Razoável</b>	<b>Desejável</b>
<b>Controle Ativo de Vazamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Campanha de pesquisa de vazamentos, com equipe capacitada e engajada.</li><li>• Pesquisas vazamentos não visíveis no período noturno.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudo criterioso para a priorização de áreas com utilização de mapas temáticos e vazão mínima noturna.</li><li>• Tecnologias de pesquisa de vazamentos adequadas a cada situação.</li><li>• Controle de produtividade das equipes de pesquisa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilização de indicadores de performance por áreas de pesquisa-carta de controle.</li><li>• Exigência de certificação profissional das equipes de pesquisa.</li><li>• Ação de pesquisa de vazamento conjunta com a renovação de estrutura e controle de pressão.</li></ul>

Fonte: Rodrigues da Costa, 2013

# GRADUALIDADE DAS INTERVENÇÕES

<b>Ação</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Razoável</b>	<b>Desejável</b>
<b>Agilidade e Qualidade dos Reparos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Canal de atendimento telefônico para reclamações e comunicação de vazamentos.</li><li>• Prazo para o reparo compatível com a realidade da empresa.</li><li>• Forma de atuação diferenciada por modalidade (ramal - rede).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Central de atendimento telefônico adequadamente dimensionada.</li><li>• Equipes dimensionadas e capacitadas para execução dos vazamentos com qualidade e agilidade.</li><li>• Implantação do registro de falhas, para diminuição de reincidências.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas informatizados e integrados para acatamento, programação e controle da execução dos vazamentos.</li><li>• Controle tecnológico dos serviços executados.</li><li>• Exigência de certificação profissional para a execução dos serviços.</li></ul>

Fonte: Rodrigues da Costa, 2013

# GRADUALIDADE DAS INTERVENÇÕES

Ação	Mínimo	Razoável	Desejável
<b>Gerenciamento da Infraestrutura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Garantia da qualidade dos materiais, ferramentas e equipamentos.</li><li>• Garantia da qualidade da mão de obra e da implantação da infraestrutura.</li><li>• Análise do histórico de problemas e renovação da infraestrutura em pontos críticos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Execução de testes de estanqueidade no recebimento de novas tubulações ou serviços de manutenção.</li><li>• Implantação de centros de treinamento e capacitação da mão de obra própria ou terceirizada.</li><li>• Implantação de um programa sistemático de substituição ou restauração da infraestrutura existente, com base em diagnóstico de incidências de rupturas e vazamentos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Renovação de estrutura que integre as questões de perdas, garantia do abastecimento, qualidade da água e energia.</li><li>• Utilização de modelos hidráulicos e mapas temáticos na definição dos trechos críticos.</li><li>• Exigência de certificação profissional para a implantação ou substituição de estruturas.</li><li>• Implantação de um programa de gestão de ativos.</li></ul>

Fonte: Rodrigues da Costa, 2013

# GRADUALIDADE DAS INTERVENÇÕES

Ação	Mínimo	Razoável	Desejável
<b>Redução de Perdas Aparentes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cadastro comercial confiável.</li><li>• Hidrometração integral das ligações.</li><li>• Conscientização da população para a questão das fraudes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cadastro comercial informatizado.</li><li>• Gestão da hidrometria, com troca periódica dos hidrômetros.</li><li>• Combate às fraudes.</li><li>• Ações junto às Prefeituras para a regularização de favelas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cadastro comercial informatizado e integrado ao GIS.</li><li>• Telemetria de grandes consumidores.</li><li>• Programa otimizado de substituição de hidrômetros.</li><li>• Intensificação do combate às fraudes. Regularização de ligações em favelas.</li></ul>

Fonte: Rodrigues da Costa, 2013

# AÇÕES BÁSICAS - SÍNTESE

Item	Ações Básicas
<b>Cadastro Técnico</b>	Plantas com as redes (diâmetro, extensão, cotas), ramais, setores, peças (válvulas, ventosas) e equipamentos
<b>Setorização</b>	Definição dos setores e subsetores, estanqueidade
<b>Macromedição</b>	Medição nas ETAs, entradas de setores, <i>boosters</i> , VRPs
<b>Gerenciamento das Pressões</b>	Pressão dinâmica mínima (10 mca) nos pontos críticos e VRPs para limitar as máximas estáticas (> 50 mca)
<b>Controle Ativos de Vazamentos</b>	Campanhas periódicas de pesquisa de vazamentos, priorizando áreas críticas
<b>Agilidade e Qualidade dos Reparos</b>	Canal de atendimento telefônico, prazos adequados e atuação diferenciada ramal x rede
<b>Gerenciamento da Infraestrutura</b>	Qualidade dos materiais, equipamentos e ferramentas, mão de obra treinada e qualidade na execução
<b>Redução de Perdas Aparentes</b>	Cadastro comercial confiável, hidrometração total e conscientização contra as fraudes
<b>Gestão</b>	Envolvimento das gerências, programação de ações e relatórios gerenciais periódicos

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

De forma geral, qualquer pleito para a obtenção de recursos de financiamento para ações de combate às perdas, deve prever um **Programa Estruturado** que contemple, minimamente:

**Diagnóstico;**

**Definição de Metas;**

**Indicadores de Controle;**

**Planos de Ação;**

**Projetos, Recursos e Priorização;**

**Acompanhamento das Ações e Avaliação de Resultados.**

**Sem bons diagnósticos e projetos bem elaborados fica difícil obter recursos financiados!**

## ELEMENTOS PARA O DIAGNÓSTICO

<b>Questão</b>	<b>Métodos Disponíveis</b>
<b>Conhecemos o sistema de abastecimento?</b>	Cadastro da rede atualizado, cadastro comercial, setorização, modelagem hidráulica
<b>Quanta água se perde?</b>	Macromedição, micromedição e determinação do Balanço Hídrico (Auditoria das Águas)
<b>Onde a água é perdida?</b>	Projetos piloto, DMCs, registro e mapeamento de falhas, cadastro comercial
<b>Como determinar os tipos de perdas?</b>	Vazão mínima noturna, ensaios de campo para determinar os componentes das perdas, ensaios de medidores em bancada etc.)
<b>Por que se perde?</b>	Efeitos da pressão, materiais, mão de obra, controle ativo de vazamentos, registro de falhas

Fonte: Farley, Malcom

# ASPECTOS INSTITUCIONAIS - BRASIL

Depois de um longo e tenebroso inverno no setor de saneamento...

**LEI FEDERAL nº 11.445/2007 – Diretrizes nacionais para o saneamento básico**

**PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico (Ministério das Cidades)**



Certamente, valores a serem revisados...

## Recursos e metas para a redução de perdas no Brasil

Região	Metas - Índice de Perdas na Distribuição (%)			
	2010	2018	2023	2033
Norte	51	45	41	33
Nordeste	51	44	41	33
Sudoeste	34	33	32	29
Sul	35	33	32	29
Centro-Oeste	34	32	31	29
Brasil	39	36	34	31

**PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO**

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## Tipos de Recursos

- **Recursos Não Onerosos:** Fundo Perdido (Orçamento Geral da União – OGU )
- **Recursos Onerosos:** Empréstimo, com juros, contrapartidas e prazos/amortização

**Fontes de Recursos:** Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS; Fundo de Amparo ao Trabalhador – FAT, OGU, outras fontes

**Gestor da Aplicação:** Ministério das Cidades (nível federal)

**Agentes Operadores:** Caixa Econômica Federal – CEF, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Banco Mundial – BIRD, Japan International Cooperation Agency - JICA

**Solicitantes:** Municípios, Estados, Distrito Federal, Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista Estaduais ou Municipais, Empresas Operadoras Privadas

Obs. Podem existir outras situações de financiamento em nível estadual ou internacional

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## Linhas de Crédito Existentes – Ministério das Cidades

- **RECURSOS DO OGU:** Fundo Perdido (escasso, depende de emendas parlamentares)
- **PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS:** Empréstimo + Contrapartida (forte em perdas)
- **PROGRAMA SANEAMENTO BÁSICO:** Fundo Perdido (mais universalização, menos perdas)
- **PROGRAMA INTERÁGUAS:** Empréstimo + Contrapartida (foco em capacitação)

Nova oferta de crédito (“chamada pública”), no âmbito do **Programa Saneamento para Todos**

**PROGRAMA AVANÇAR CIDADES:** Empréstimo + Contrapartida

As “chamadas públicas” são para os mutuários públicos; para os privados, eles podem acessar enquanto há recursos disponíveis

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS – Mutuários Públicos (IN 26, de 11/07/2017)

**Modalidades:** Várias, entre as quais:

- **Abastecimento de Água:** ações estruturais no sistema, incluindo ações complementares de redução e controle de perdas;
- **Desenvolvimento Institucional:** melhoria da gestão operacional, com ações que têm impacto na redução e controle de perdas (cadastros técnicos e comerciais, controle operacional, modelagem hidráulica, etc );
- **Redução e Controle de Perdas:** ver a seguir;
- **Estudos e Projetos:** ações técnicas para a elaboração de planos e projetos , entre os quais elaboração de projetos de Desenvolvimento Institucional e de Redução e Controle de Perdas.

NOTA: Para as Modalidades Abastecimento de Água e Estudos e Projetos, quando o Índice de Perdas na Distribuição (IN 049 – SNIS) do prestador dos serviços de abastecimento de água, no município beneficiado, seja superior a 37%, ou o Índice de Perdas por Ligação (IN 051 - SNIS) seja superior a 330 l/dia/ligação, é obrigatória a inclusão de componente com ações de redução e controle de perdas

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## MODALIDADE: REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

**Fonte de Recursos:** FGTS + FAT

**Agentes Operadores:** CEF e BNDES

**Contrapartida:** 5% do total (financeira ou em bens, obras e serviços)

**Juros, Carência e Amortização:** 6% a.a.; 48 meses de carência e amortização em até 20 anos

As ações serão implementadas por intermédio de um conjunto de sete intervenções, sendo obrigatórias, pelo menos, quatro delas:

- a) Macromedição, pitometria e automação no sistema distribuidor;
- b) Sistema de cadastro técnico e modelagem hidráulica;
- c) Redução e controle de perdas reais;
- d) Redução e controle de perdas aparentes;
- e) Eficiência energética e uso racional de energia elétrica;
- f) Sistema de planejamento;
- g) Trabalho social.

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## Limites de Valores de Propostas no Saneamento Saneamento para Todos – Avançar Cidades/Saneamento

- Ações para abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, manejo de águas pluviais e redução e controle de perdas, com os seguintes **valores mínimos de investimentos**:
  - R\$ 2,5 milhões, municípios com população abaixo de 50 mil habitantes
  - R\$ 5 milhões, municípios com população entre 50 mil e 250 mil habitantes
  - R\$ 10 milhões, municípios com população acima de 250 mil habitantes
- Modalidades de **Estudos e Projetos e Plano de Saneamento Básico**: limite mínimo de investimento de R\$ 350 mil e R\$ 200 mil, respectivamente, para qualquer porte populacional
- Dependendo do agente financeiro escolhido (CEF ou BNDES), os valores mínimos das propostas podem ser superiores aos elencados acima

NOTA: São previstas três fases para cadastramento de propostas em 2017 (a 1ª terminou em 25/08); possivelmente, haverá mais duas fases em 2018

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS – Mutuários Públicos (IN 26, de 11/07/2017)

## DESCRIÇÃO DO OBJETO DA PROPOSTA

**a) Dados Gerais:** data de elaboração do projeto, tipo de projeto, justificativa do empreendimento, atualização recente do projeto.

**b) Dados do projeto:**

- Detalhar e quantificar todas as **ações** a serem realizadas, que compõem o empreendimento proposto, identificando as localidades, bairros, ou setores onde serão realizadas as intervenções, materiais a serem utilizados, especificações dos equipamentos a serem adquiridos, etc;
- Toda e qualquer documentação técnica que comprove a **metodologia** utilizada para o planejamento das ações definidas para o empreendimento proposto (Relatórios Técnicos, justificativas, análises do Balanço Hídrico, etc.);
- Parâmetros de **cálculo** de redução de perdas (metodologia, justificativa, ex.: volume de perda real a ser evitado, volume de submedição a ser evitado, número de ligações clandestinas a serem retiradas, etc.);

**cont.**

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS – Mutuários Públicos (IN 26, de 11/07/2017)

## DESCRIÇÃO DO OBJETO DA PROPOSTA – cont.

- **Orçamento** detalhado;
  - **Índices de perdas** com a execução da obra – índices de perda real, aparente e total, após a execução das ações propostas;
  - **Custo x Benefício** das ações de perdas priorizadas.
- c) Descrever a compatibilidade da proposta com o **plano de saneamento**, plano diretor e/ou plano da bacia hidrográfica, assim como com o contrato de concessão/programa, se houver.
- d) **Planta geral** do município identificando os sistemas existentes e propostos, demonstrando as **principais intervenções** a serem realizadas (ex.: setorização, instalação de equipamentos de medição e controle, redes e ramais a serem substituídos, reservatórios a serem recuperados, áreas de instalação ou substituição de hidrômetros, centro de controle operacional, etc).

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## PROGRAMA SANEAMENTO BÁSICO – PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO

Este programa tem como objetivo maior **ampliar a cobertura e melhorar a qualidade dos serviços** de abastecimento de água e esgotamento sanitário em municípios com população superior a 50 mil habitantes, pertencentes a Regiões Metropolitanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento, e adimplentes com o fornecimento de informações ao SNIS.

Os recursos são provenientes:

- Lei Orçamentária Anual (LOA);
  - Contrapartida dos Estados, Municípios e Distrito Federal (mão de obra, instalações, etc);
- Outras fontes que vierem a ser definidas.

Nos pleitos de recursos para abastecimento de água, que envolvam aumento da vazão produzida, e que os **índices de perdas do município forem superiores a 40%**, somente serão elegíveis quando estiverem contemplados, no projeto a ser apoiado, um **Diagnóstico de Perdas da Distribuição e de Proposição de Intervenções Físicas**, com atividades destinadas ao controle e redução de perdas, com o objetivo de diminuí-las para percentuais iguais ou inferiores a 30%.

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## PROGRAMA INTERÁGUAS

**Executores:** Ministério do Meio Ambiente, Min. da Integração Nacional, Min. das Cidades

**Recursos:** Banco Mundial, com contrapartida do Governo Federal de 25%

### Componente 3 – Abastecimento de Água e Saneamento

Várias ações, dentre elas:

- Implementação do PLANSAB E SINISA;
- Assistência Técnica para elaboração dos Planos Municipais de Saneamento;
- Implementação do **Projeto COM+ÁGUA** – Foco em Assistência Técnica e Capacitação/Perdas

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

Atualmente na 2ª Fase, em que foram selecionados os seguintes municípios/companhias

## PROJETO COM+ÁGUA

Ordem	Prestador	Sigla	Município	UF
1	Serviço Municipal de Águas e Esgotos	SEMAE	Mogi das Cruzes	SP
2	Companhia Águas de Joinville	CAJ	Joinville	SC
3	Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto	SEMAE	São José do Rio Preto	SP
4	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	CASAN	Florianópolis	SC
5	Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo	COMUSA	Novo Hamburgo	RS
6	Departamento Municipal de Água e Esgotos	DMAE	Porto Alegre	RS

E a 3ª Fase?  
Provavelmente não, pois o programa termina ao final de 2018

# FINANCIAMENTO DE AÇÕES DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

## PROJETO COM+ÁGUA: Resultados

- **Publicações:** Compêndio Técnico e Estudos de Caso
- **Planos de Ação:** Curto, médio e longo prazos
- **PCP:** Procedimentos de Coleta de Dados-Padrão
- **POP:** Procedimentos Operacionais-Padrão
- **PPP:** Procedimentos de Planejamento-Padrão

Compêndio   
Metodologia de desenvolvimento do projeto demonstrativo COM+ÁGUA  
Gerenciamento integrado do controle e redução das perdas de água  
e do uso de energia elétrica em sistema de abastecimento de água



Projeto  
COM+ÁGUA

Sistematização  
das metodologias  
empregadas

Projetos demonstrativos COM+ÁGUA   
Gerenciamento integrado do controle e redução das perdas de água  
e do uso de energia elétrica em sistema de abastecimento de água



Práticas  
de Mobilização  
Social

Coletânea  
de técnicas  
e recursos

Estudo de Caso 6   
SANTA MARIA-RS  
A mobilização social  
de crianças e adolescentes  
de Santa Maria-RS

Estudo de Caso 7   
SANTA MARIA-RS  
SANTA MARIA-RS  
A mobilização social  
de crianças e adolescentes  
de Santa Maria-RS

Estudo de Caso 5   
COPASA  
MONTES CLAROS MG  
Destaque  
Ganhos no  
combate às perdas

A wide-angle photograph of a calm lake at sunset. The sky transitions from a pale blue at the top to a warm orange and yellow near the horizon. The water is still, reflecting the colors of the sky. In the background, there are dark silhouettes of rolling hills and a cluster of trees on the right. The overall mood is peaceful and quiet.

**FIM**

**Obrigado**

**[jtftardelli@uol.com.br](mailto:jtftardelli@uol.com.br)**