

Serviços de Reabilitação de Redes de Distribuição de Água e Adutoras na Unidade de Negócio Centro da Sabesp

Roberto Abranches

Analista de Sistemas de Saneamento

Divisão de Operação Água Centro - MCEA

SABESP / Brasil

São Paulo , Julho 2014



Unidade de Negócio Centro - MC

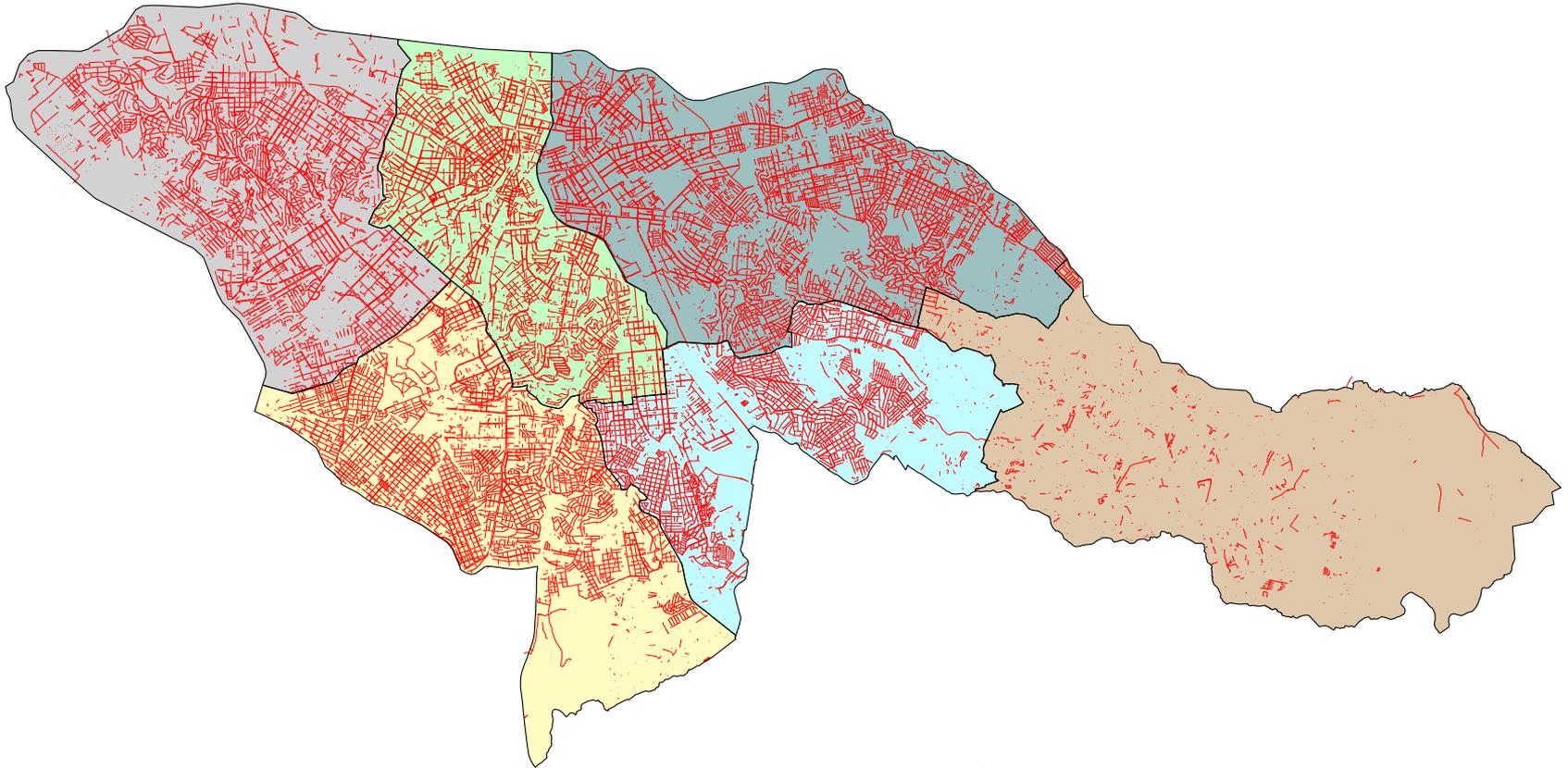
Unidade de Negócio Centro - MC



Problemas da Rede de Distribuição

Mais antiga infra-estrutura da Região Metropolitana

90% das Redes de água com idade superior a 40 anos



~ 8.000 reparos de vazamentos de água/mês

Vazamentos da Rede de Distribuição

Referencial comparativo:

- Diretoria Metropolitana.....115 a 163 Vaz. Rede/100km.ano;
- Tóquio.....3 Vaz. Rede/100km.ano;
- Alemanha.....18 Vaz. Rede/100km.ano;
- IWA (inevitável).....13 Vaz. Rede/100km.ano.

Reparos de vazamentos em Adutoras



Fotos: Sabesp / Divisão de Adução - MCCA, 2008.



Planejando a reabilitação das redes de distribuição

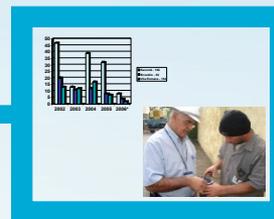


Plano de Reabilitação de Redes - MC

Avaliação de resultados pós-obra.



Banco de informações: n° de reclamações, retiradas de amostras, pressão de abastecimento, etc.



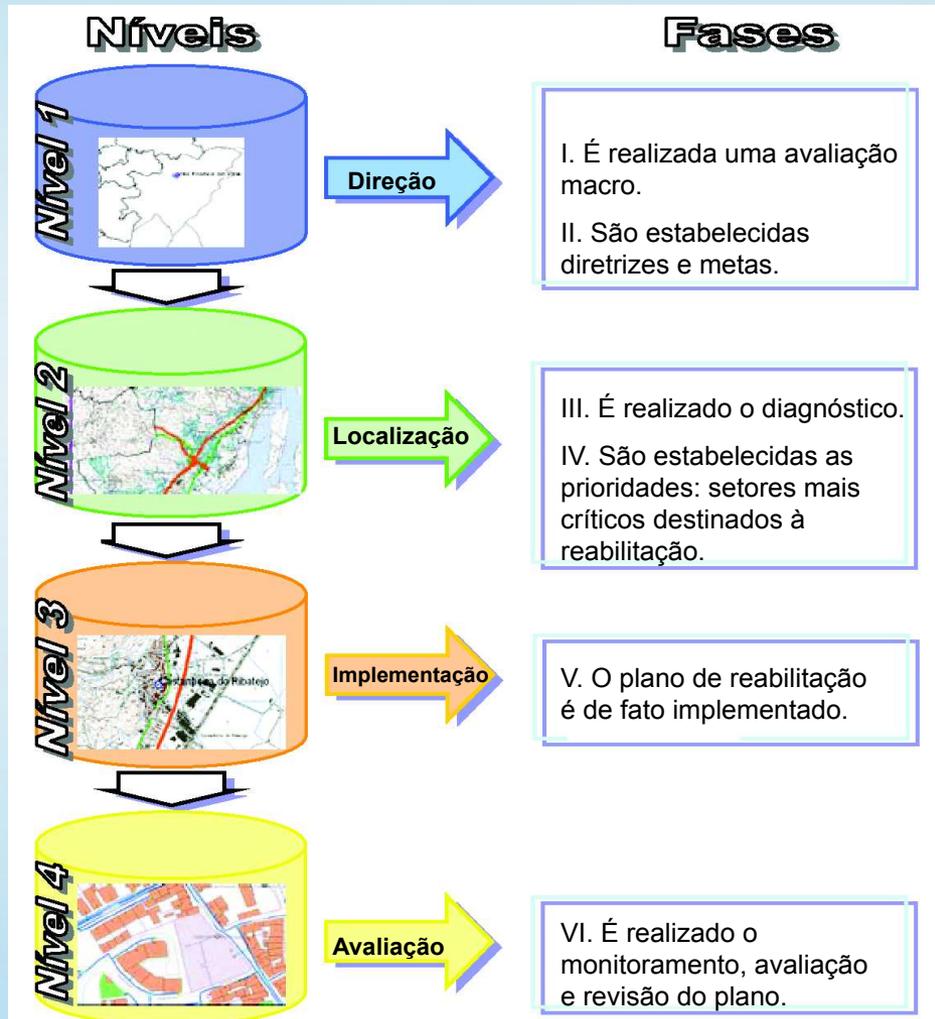
Monitoramento e Controle;

Indicação de trechos para reabilitação.



Reuniões periódicas para avaliação das informações, mapeamento e priorização dos setores críticos.

Metodologia proposta do plano de reabilitação



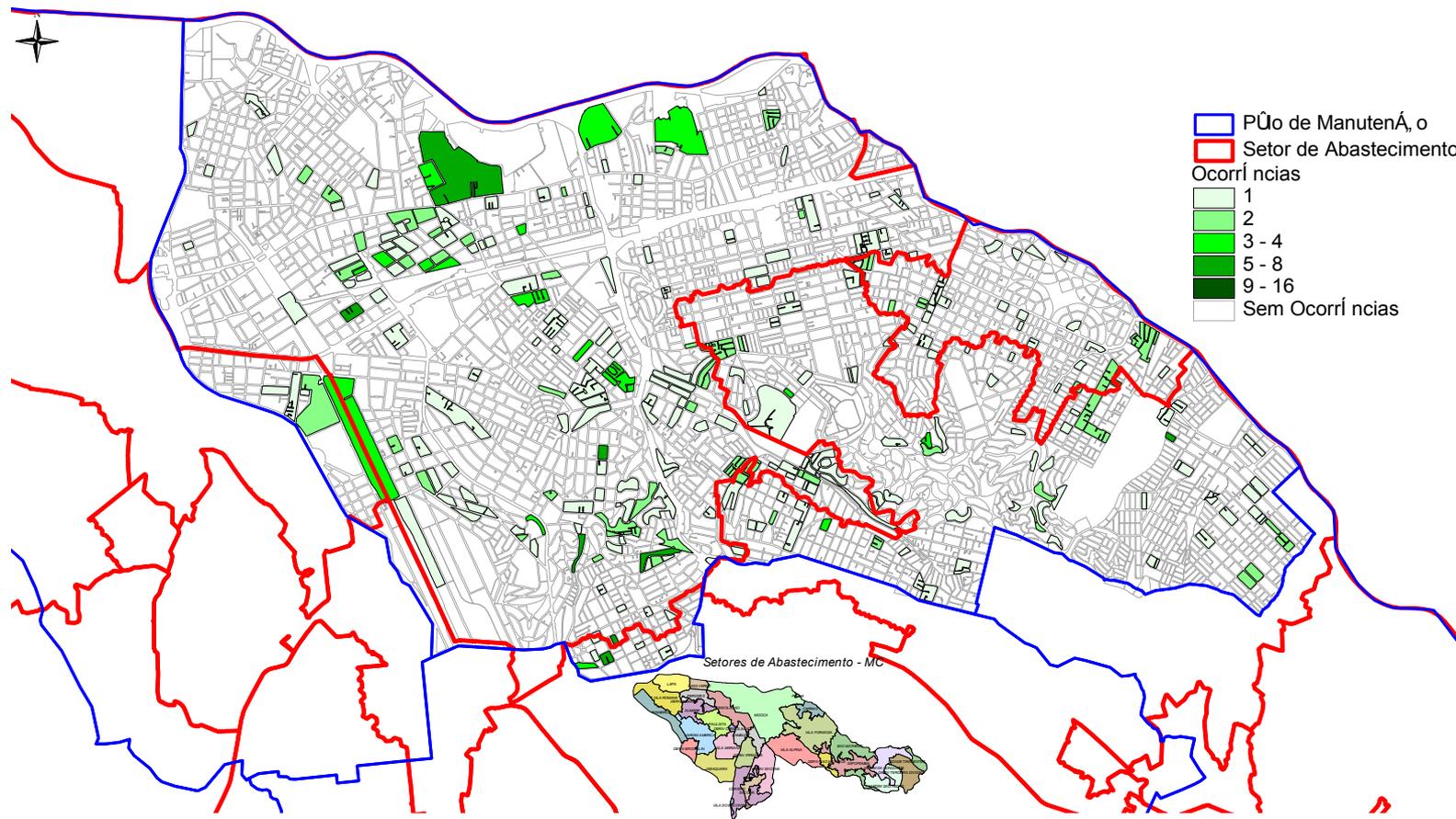
Fonte: Adaptado de BORDA D'ÁGUA et al., 2008.

Diagnóstico: mapeamento de áreas críticas

Reclamações sobre Qualidade da água - 2005

Fonte: SIGNOS 2006

Polo Moúca

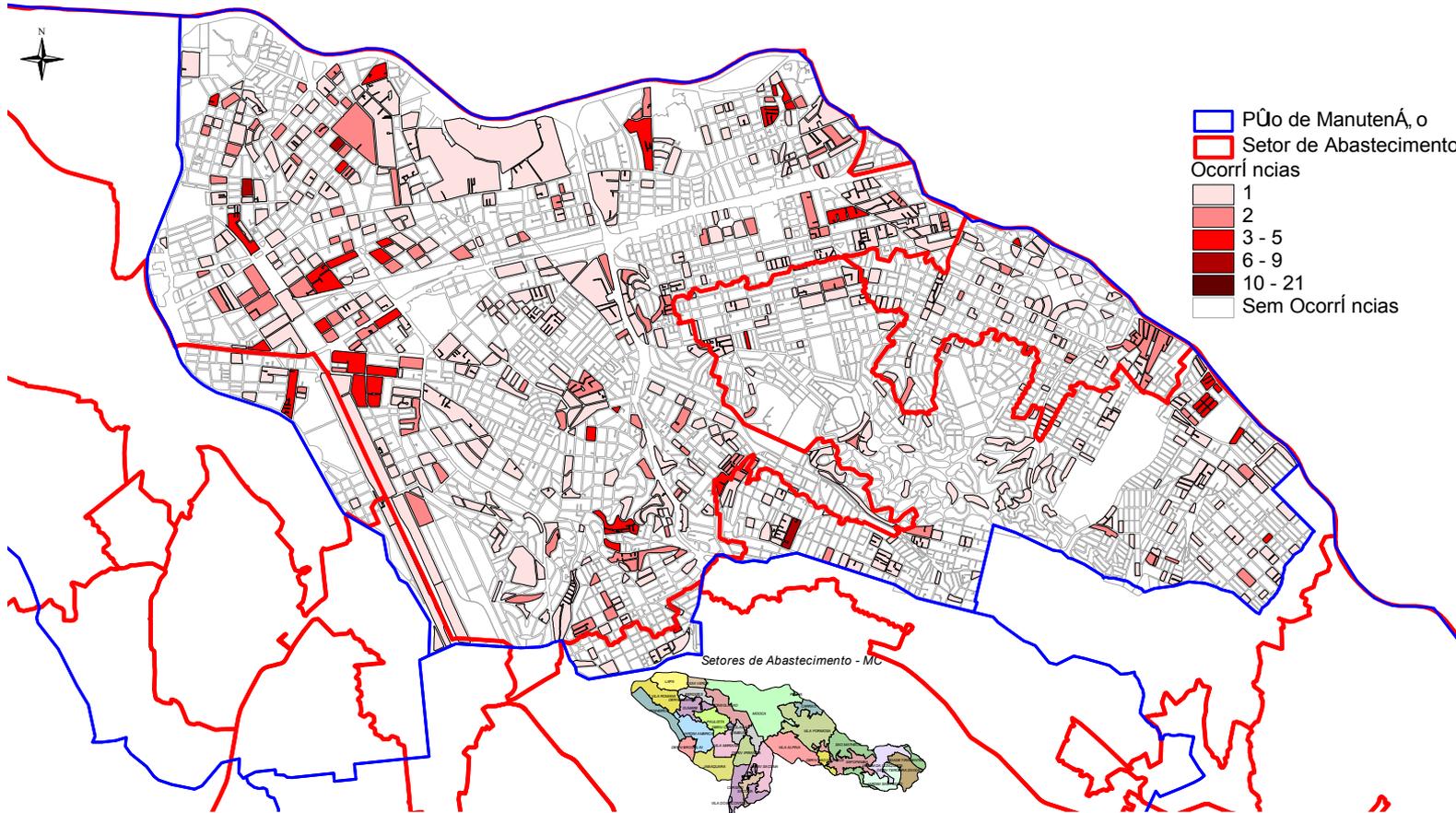


Diagnóstico: mapeamento de áreas críticas

Vazamento de Rede - 2005

Fonte: SIGNOS 2006

Polo Moûca

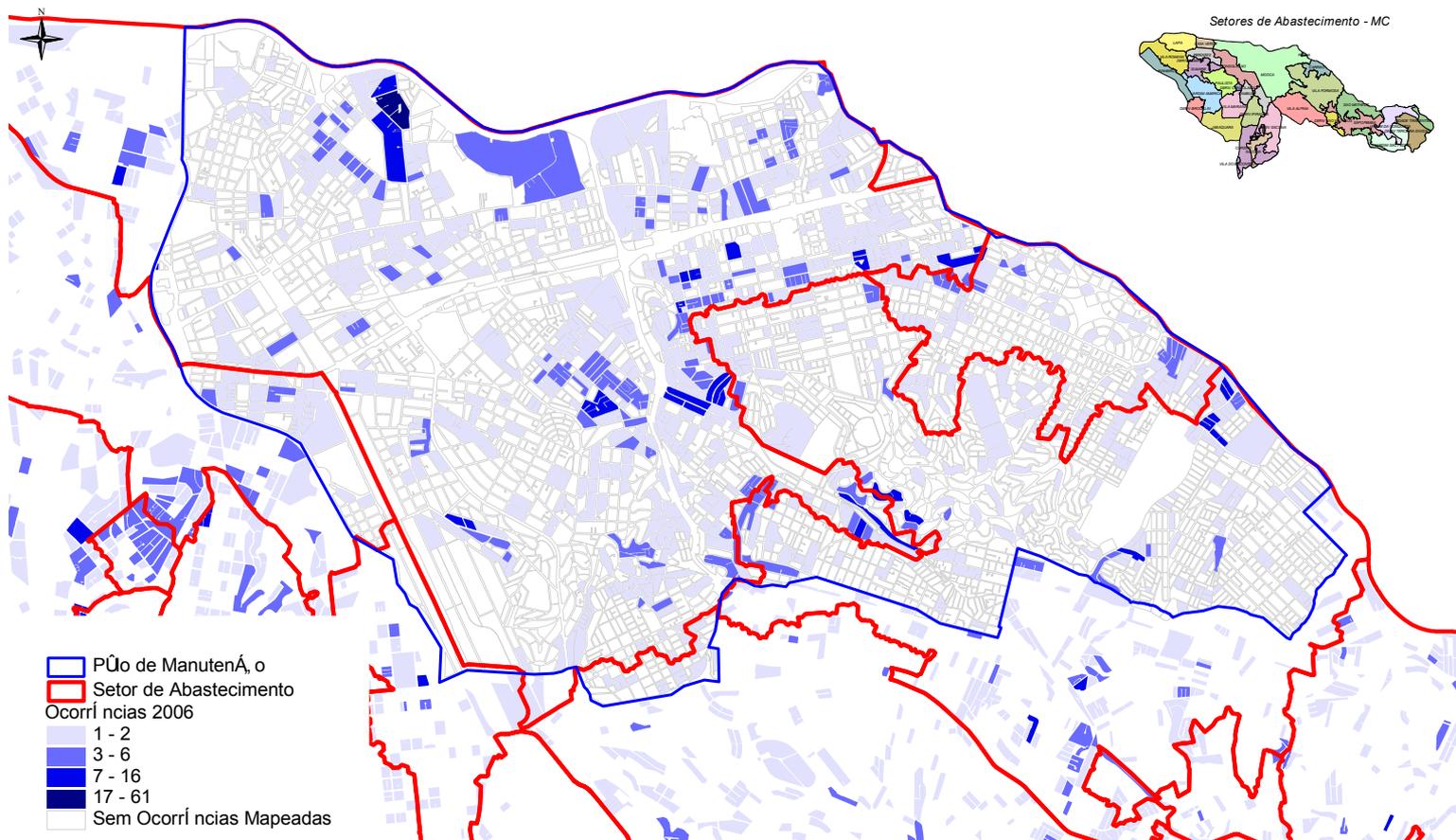


Diagnóstico: mapeamento de áreas críticas

Reclamações sobre Falta d'água - 2005

Fonte: SIGNOS 2006

Polo Moóca



Estabelecendo prioridades

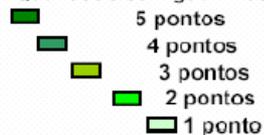
SETORES PRIORITÁRIOS PARA OBRAS DE REABILITAÇÃO POR SETOR DE ABASTECIMENTO - 2007

Fevereiro / 2007

Setor	Qualidade da Água Peso 3		Falta d'água Peso 2		Vazamentos Peso 1		Total	Setor
Cambuci	5,00	15,00	5,00	10,00	4,00	4,00	29,00	Cambuci
Consolação	5,00	15,00	5,00	10,00	4,00	4,00	29,00	Consolação
Jabaquara MC	5,00	15,00	5,00	10,00	2,00	2,00	27,00	Jabaquara MC
Sumaré	5,00	15,00	4,00	8,00	4,00	4,00	27,00	Sumaré
Perdizes	5,00	15,00	4,00	8,00	4,00	4,00	27,00	Perdizes
Vila Romana	4,00	12,00	5,00	10,00	4,00	4,00	26,00	Vila Romana
Vila Mariana	5,00	15,00	3,00	6,00	5,00	5,00	26,00	Vila Mariana
Paulista	4,00	12,00	4,00	8,00	3,00	3,00	23,00	Paulista
Jd. América	3,00	9,00	5,00	10,00	4,00	4,00	23,00	Jd. América
Lapa	5,00	15,00	2,00	4,00	3,00	3,00	22,00	Lapa
Sacomã	5,00	15,00	2,00	4,00	2,00	2,00	21,00	Sacomã
Cursino	5,00	15,00	2,00	4,00	1,00	1,00	20,00	Cursino
Sapopemba	5,00	15,00	2,00	4,00	1,00	1,00	20,00	Sapopemba
Vila Alpina	5,00	15,00	2,00	4,00	1,00	1,00	20,00	Vila Alpina
Brooklin MC	3,00	9,00	3,00	6,00	5,00	5,00	20,00	Brooklin MC
Vila Formosa	4,00	12,00	2,00	4,00	2,00	2,00	18,00	Vila Formosa
Pinheiros	4,00	12,00	1,00	2,00	4,00	4,00	18,00	Pinheiros
Deriv. Sacomã	3,00	9,00	2,00	4,00	3,00	3,00	16,00	Deriv. Sacomã
Carrão	3,00	9,00	1,00	2,00	5,00	5,00	16,00	Carrão
Deriv. Brás	1,00	3,00	4,00	8,00	3,00	3,00	14,00	Deriv. Brás
Ipiranga	1,00	3,00	2,00	4,00	4,00	4,00	11,00	Ipiranga
Mooca MC	1,00	3,00	2,00	4,00	3,00	3,00	10,00	Mooca MC
Cid. Tiradentes MC	1,00	3,00	1,00	2,00	5,00	5,00	10,00	Cid. Tiradentes MC
Deriv. 3ª Divisão	1,00	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	7,00	Deriv. 3ª Divisão
Jd. S. Pedro	1,00	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	7,00	Jd. S. Pedro
São Mateus MC	1,00	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	7,00	São Mateus MC
Vila do Encontro MC	1,00	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	7,00	Vila do Encontro MC
Casa Verde MC	1,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	6,00	Casa Verde MC
Jd. Da Conquista	1,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	6,00	Jd. Da Conquista

LEGENDA

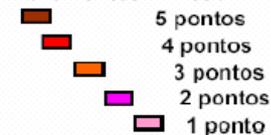
Qualidade da Água - Peso 3



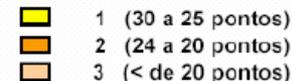
Falta d'água - Peso 2



Vazamentos - Peso 1



Prioridade:

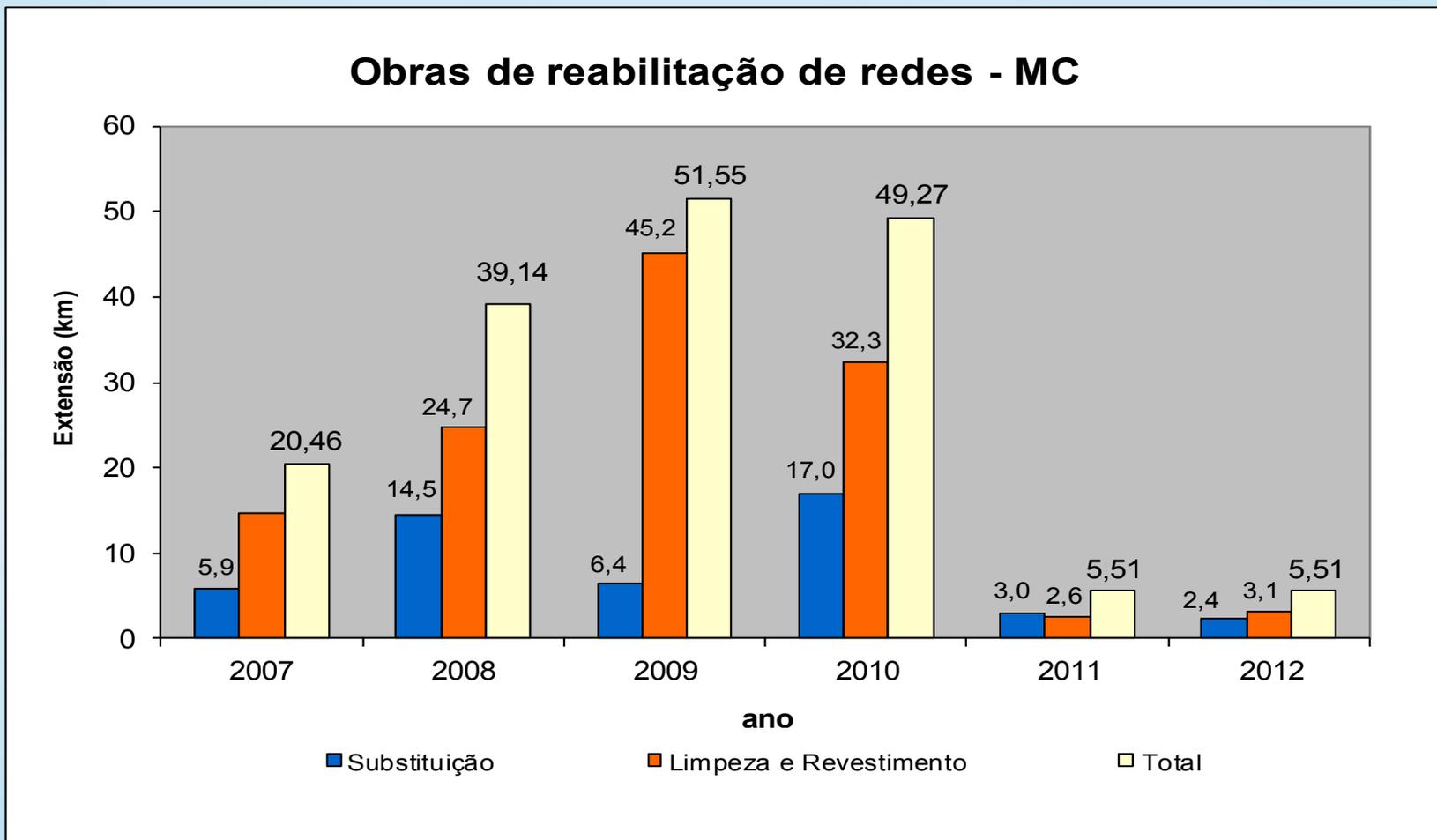


Fonte: SABESP, 2008.

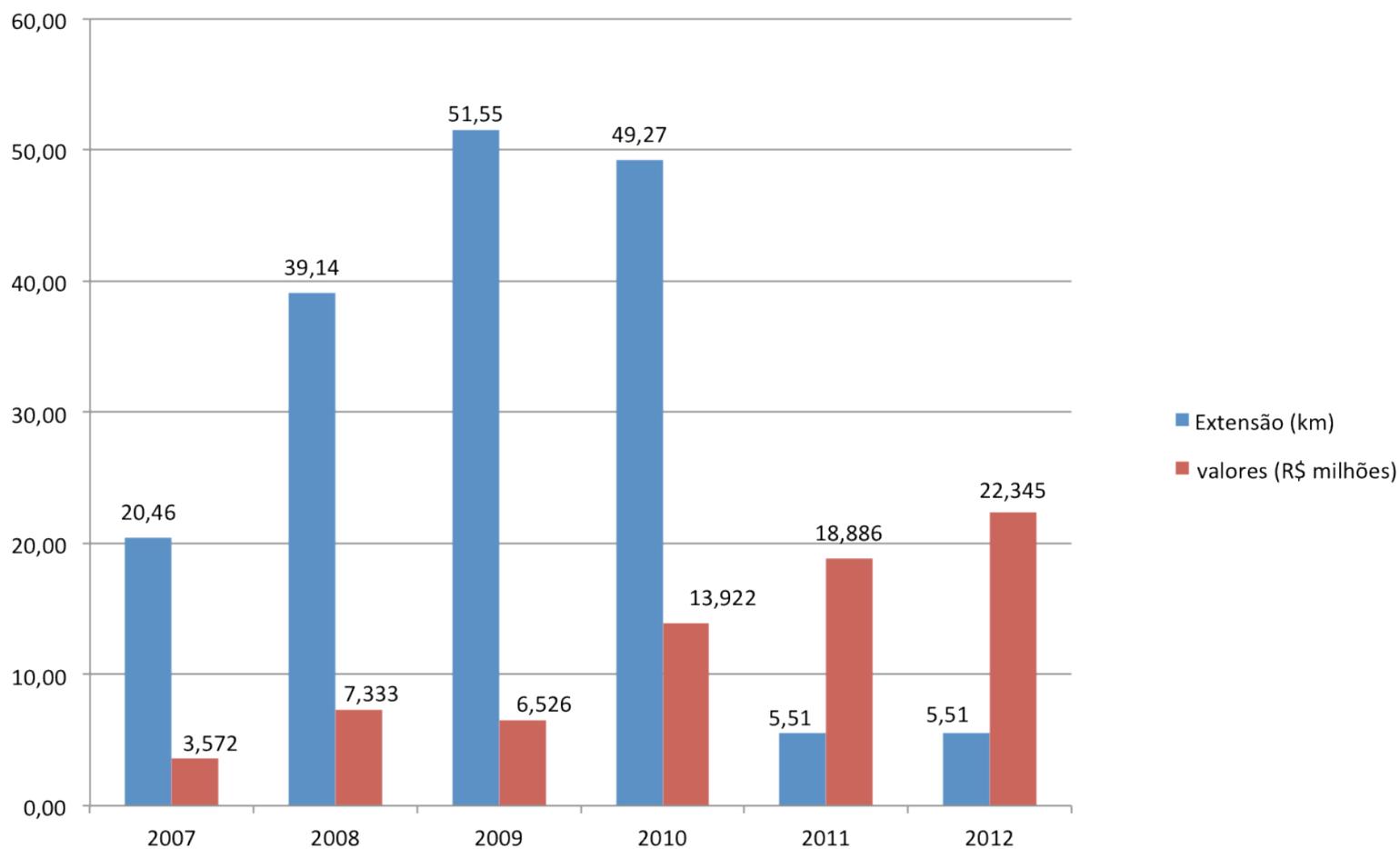
Serviços Realizados - MC



Serviços realizados – MC (2007/2012)



Serviços realizados - MC



Técnicas de Reabilitação



Estado Estrutural das Redes:

Amostra de Tubulação de Ferro Fundido de 75mm a ser reabilitada.



Limpeza e Revestimento da tubulação.

Amostra de Tubulação de Ferro Fundido de 75mm a ser reabilitada.



Substituição ou troca da tubulação.

Fotos: Sabesp, 2006.



Limpeza e Revestimento:

Spray lining:

- *Argamassa Acrílica - NTS 030;*
- *Resina Epóxi - NTS 031; e*
- *Cimento e Areia - NTS 032 ($\geq \varnothing 150\text{mm}$).*

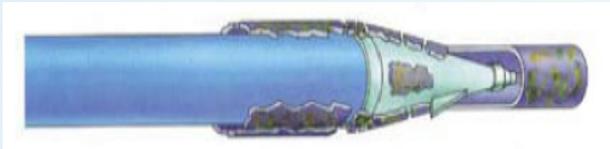


O processo consiste na remoção das incrustações e aspersão do material de revestimento na parede da tubulação.

Substituição das Redes de Distribuição

Rompimento da tubulação existente:

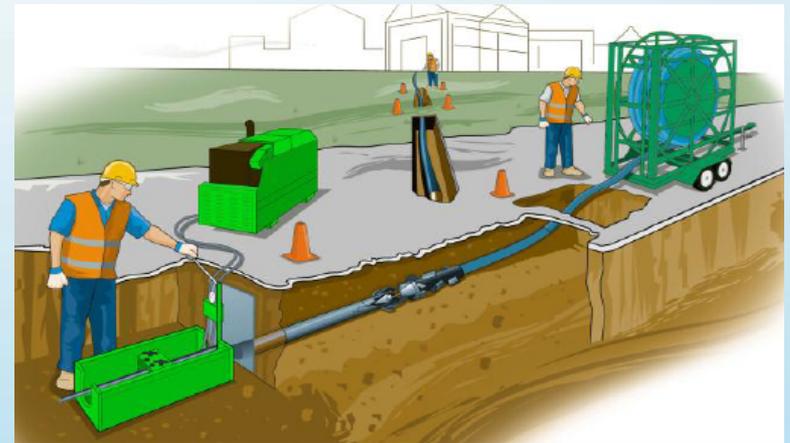
- *Pneumatic Pipe Bursting:*



- *Static Pipe Bursting:*

Fonte:

Guideline for Pipe Bursting, The International Pipe Bursting Association (IPBA), Jan 2012.



Uso do Polietileno (PE)



Tubos de Polietileno:

Propriedades:

- **Rugosidade** baixíssima (coeficiente $C=150$) Hazen-Williams;
- Elevada resistência ao **impacto**;
- Resistência à maioria dos agentes **químicos**;
- Imunidade total a corrosões **eletrolíticas** e **galvânicas**;
- **Manuseio e instalações** fáceis;
- **Impermeável**;
- **Atóxico**;
- Baixo efeito de **incrustação**;
- Elevada **vida útil** (mais de 50 anos).

Comparação prática:

- 6m tubo de FºFº Ø 250mm, K7 ~ 246 kg;
- 6m tubo de FºFº Ø 280mm, PN6 ~ 100,8kg.

[NTS 189: Projeto de redes de distribuição, adutoras e linhas de esgotos em polietileno PE 80 ou PE 100](#)

[NTS 190: Instalação de redes de distribuição, adutoras e linhas de esgoto em polietileno PE 80 ou PE 100](#)

[NTS 191: Reparo de redes de distribuição, adutoras e linhas de esgoto em polietileno](#)

Tabela de dimensões dos tubos de PE:

	SDR 32.25	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13.6	SDR 11	SDR 9	SDR 7.25
PE 80	PN 4	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12.5	PN 16	PN 20
PE 100	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12.5	PN 16	PN 20	

DE mm	e mm	Peso médio kg/m	e mm	Peso médio kg/m	e mm	Peso médio kg/m	e mm	Peso médio kg/m	e mm	Peso médio kg/m	e mm	Peso médio kg/m	e mm	Peso médio kg/m		
20											2.3	0.131	2.8	0.152		
25											2.3	0.168	2.8	0.197		
32									2.4	0.228	3.0	0.275	3.6	0.323		
40						2.4	0.290	3.0	0.351	3.7	0.425	4.5	0.504	5.6	0.605	
50			2.3	0.354	2.4	0.368	3.0	0.447	3.7	0.543	4.6	0.660	5.6	0.782	6.9	0.930
63	2.3	0.451	2.5	0.486	3.0	0.571	3.8	0.713	4.7	0.866	5.8	1.043	7.0	1.228	8.7	1.477
75	2.4	0.562	2.9	0.665	3.6	0.818	4.5	1.006	5.6	1.226	6.9	1.475	8.4	1.756	10.4	2.101
90	2.8	0.779	3.5	0.965	4.3	1.172	5.4	1.446	6.7	1.757	8.2	2.111	10.0	2.502	12.5	3.026
110	3.5	1.189	4.3	1.447	5.3	1.760	6.6	2.152	8.2	2.630	10.0	3.131	12.3	3.763	15.2	4.500
125	3.9	1.497	4.9	1.859	6.0	2.249	7.5	2.777	9.3	3.385	11.4	4.062	13.9	4.825	17.3	5.814
140	4.4	1.898	5.4	2.304	6.7	2.816	8.3	3.446	10.4	4.235	12.8	5.097	15.6	6.066	19.4	7.297
160	5.0	2.447	6.2	3.022	7.7	3.694	9.5	4.498	11.9	5.523	14.6	6.646	17.8	7.904	22.1	9.506
180	5.6	3.091	7.0	3.812	8.6	4.641	10.7	5.689	13.4	7.004	16.4	8.401	20.0	9.986	24.9	12.026
200	6.2	3.810	7.7	4.667	9.6	5.751	11.9	7.021	14.9	8.636	18.2	10.360	22.3	12.379	27.6	14.821
225	7.0	4.806	8.7	5.925	10.8	7.267	13.4	8.904	16.7	10.894	20.5	13.112	25.0	15.596	31.1	18.791
250	7.8	5.952	9.7	7.334	11.9	8.894	14.9	10.979	18.6	13.478	22.8	16.188	27.8	19.271	34.5	23.152
280	8.7	7.453	10.8	9.139	13.4	11.227	16.6	13.710	20.8	16.870	25.5	20.286	31.2	24.231	38.7	29.068
315	9.8	9.411	12.2	11.631	15.0	14.109	18.7	17.362	23.4	21.361	28.7	25.670	35.0	30.555	43.5	36.764



Considerações no dimensionamento:

É preciso levar em conta o tipo da resina e sua relação do diâmetro externo e sua espessura (**SDR**).

- **SDR** = $\frac{DE \text{ (mm)}}{e \text{ (mm)}}$, onde **DE** = diâmetro externo; e **e** (mm) = espessura.
 - quanto > **SDR** , **menor** pressão nominal;
 - quanto < **SDR** , **maior** pressão nominal.

PRESSÃO NOMINAL (PN) - Máxima pressão suportada por tubos, conexões e respectivas juntas, em serviço contínuo nas condições de temperaturas de operação de até 25°C.

Exemplo:

PE-100 – SDR 21 – pressão nominal: 8Kgf/cm²

PE-100 – SDR 17 – pressão nominal: 10Kgf/cm²

- **PE:**
 - ✓ **tem um C.S. de 30%** - pressões nominais;
 - ✓ **tem um C.S. de 50%** - teste hidrostático em bancada.

Dicas para o uso do tubo de PE:

1) Qto. menor o SDR, maior a pressão de trabalho (para um mesmo diâmetro, maior será a espessura do tubo)

Qto. maior o SDR, menor a pressão de trabalho (para um mesmo diâmetro, menor será a espessura do tubo)

2) Se compararmos as resinas com mesmo SDR:

para SDR-21 - PE-100



pressão de trabalho de 8kgf/cm²

para SDR-21 - PE-80



pressão de trabalho de 6kgf/cm²

Obs.: O polietileno tem um c.s.de 30% ao longo de sua vida útil nem operação; na bancada com teste hidrostático o c.s. chega de 50%.

3) A resina PE-100 é aproximadamente 25% mais resistente que a PE-80.

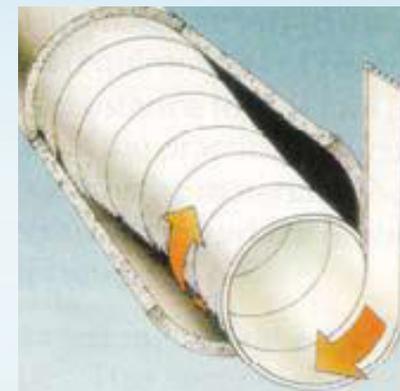
Reabilitação de Aduadoras



Reabilitação de Adutoras

Inserção de um novo tubo (Sliplining):

- PVC / PE;



- Tubos de aço.

O processo consiste em puxar ou empurrar uma nova tubulação para dentro da antiga tubulação ou enrolar em espiral (spirally wound liners)





Reabilitação de Adutoras

Inserção de tubo de PE Ad. Jd América – Lapa (Sliplining):



Inserção de tubos ou *sliplining*, na Adutora Jd. América-Lapa. Fonte: MCEA e MCER, Sabesp.



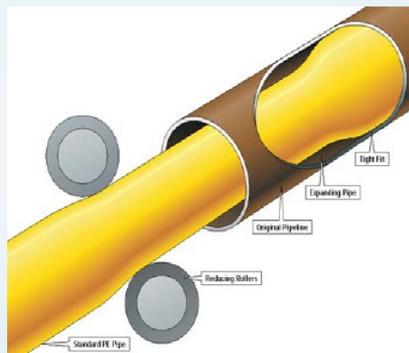
Reabilitação de Adutoras

Inserção de uma tubulação deformada / Close-Fit Lining:

- *Compact Pipe (fold and form/u-liner);*



- *RollDown;*



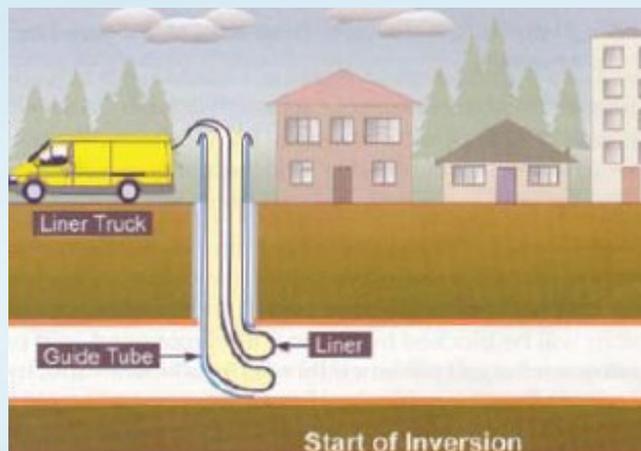
- *Sawelining;*



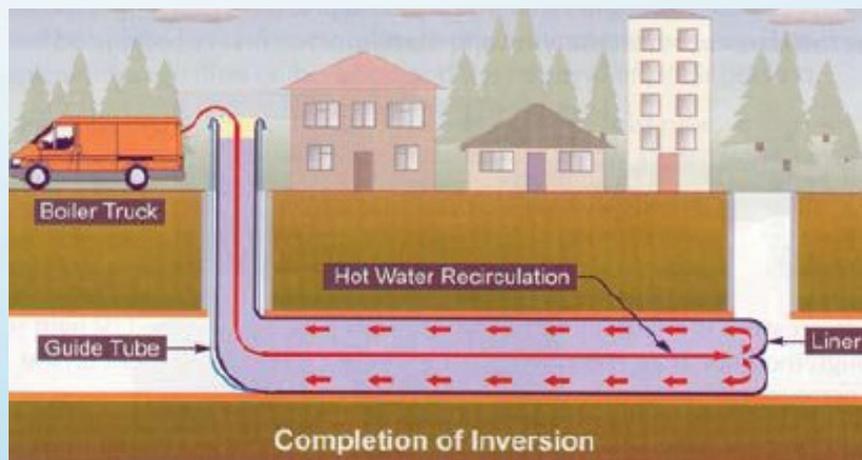


Reabilitação de Adutoras

Revestimento com cura no local (Cured-in-place pipe):



O processo consiste em inserir uma manta impregnada por resina curada termicamente no local.



Cálculos Hidráulicos

Dimensionar um conduto consiste em:

- especificar o material adequado;
- especificar a espessura adequada do conduto;
- especificar o seu diâmetro nominal através do diâmetro interno calculado.

Entre com a Vazão (L/s):

Entre com DE (mm) e espessura (mm) do catálogo

Cálculo do diâmetro interno Di (mm)

Tubulações de polietileno: DE e Øi (mm) - ver tabela do catálogo ao lado

Q	950	L/s
4 x Q	3,8	m³
v *	1,935	m/s
¶ x v (m/s)	6,07898178	

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

DE mm	e mm	2 x emm	Øi (mm)	SDR	PN exigido (ver catálogo)	D <= Øi (mm)
500	23,9	47,8	452,2	21	PN 8	NÃO ATENDE!
710	33,9	67,8	642,2	21	PN 8	NÃO ATENDE!
800	38,1	76,2	723,8	21	PN 8	NÃO ATENDE!
800	47,5	95	705	17	PN 8	NÃO ATENDE!
900	42,9	85,8	814,2	21	PN 8 - PE 100	ATENDE!
900	53,4	106,8	793,2	17	PN 8 PE 80 / PN 10 PE 100	ATENDE!
1000	47,7	95,4	904,6	21	PN 8 - PE 100	ATENDE!
1000	59,3	118,6	881,4	17	PN 8 PE 80 / PN 10 PE 100	ATENDE!
		0	0	#DIV/0!		NÃO ATENDE!
		0	0	#DIV/0!		NÃO ATENDE!

Di (mm)	0,791	m	* adota-se a velocid. não superior a 1,94 m/s
	791	mm	



Acompanhamento técnico

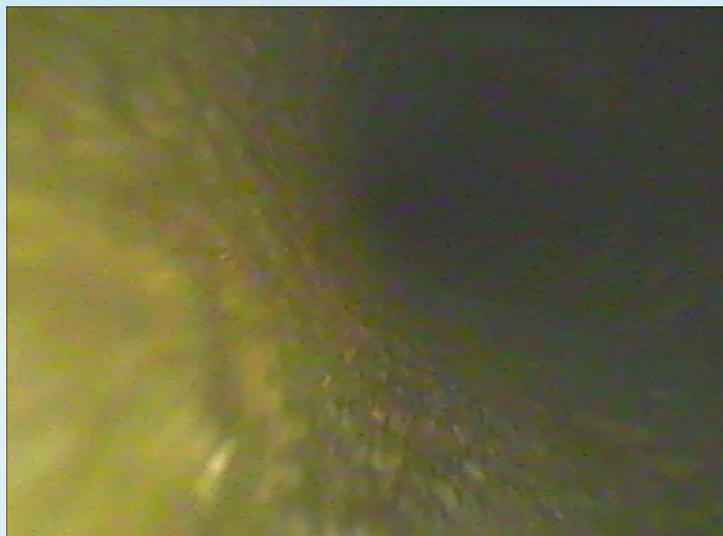
Inspeção televisiva na rede pós-serviços



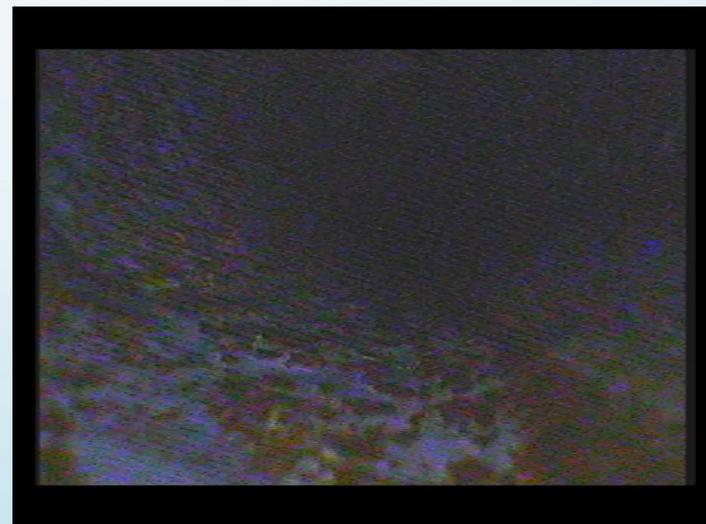
data: 29/06/2009



Inspeção televisiva na rede pós-serviços



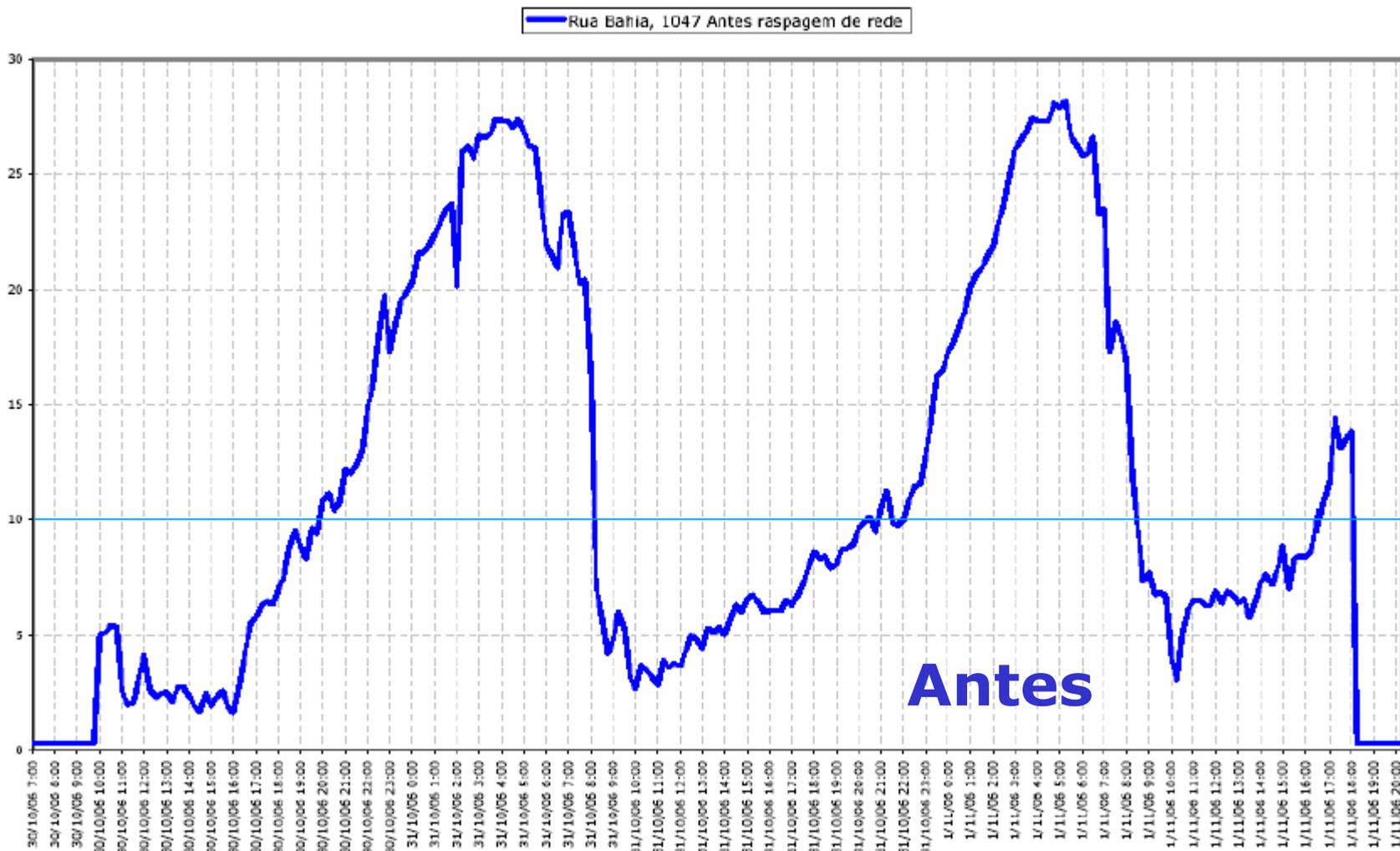
arquivo 090629-010 data: 29/06/2009



arquivo 090630-007 data: 30/06/2009

Avaliação de Resultados

Gráfico Registrador de Pressão – out/2006 Setor Sumaré – Planta 10



Fonte: Sabesp/MCEA, 2006.

Gráfico Registrador de Pressão – nov/2006

Setor Sumaré – Planta 10

Rua Bahia, 1047 Após raspagem de rede



Avaliação de resultados

CT 16438/05 – Limpeza e Revest. - Setor Brooklin

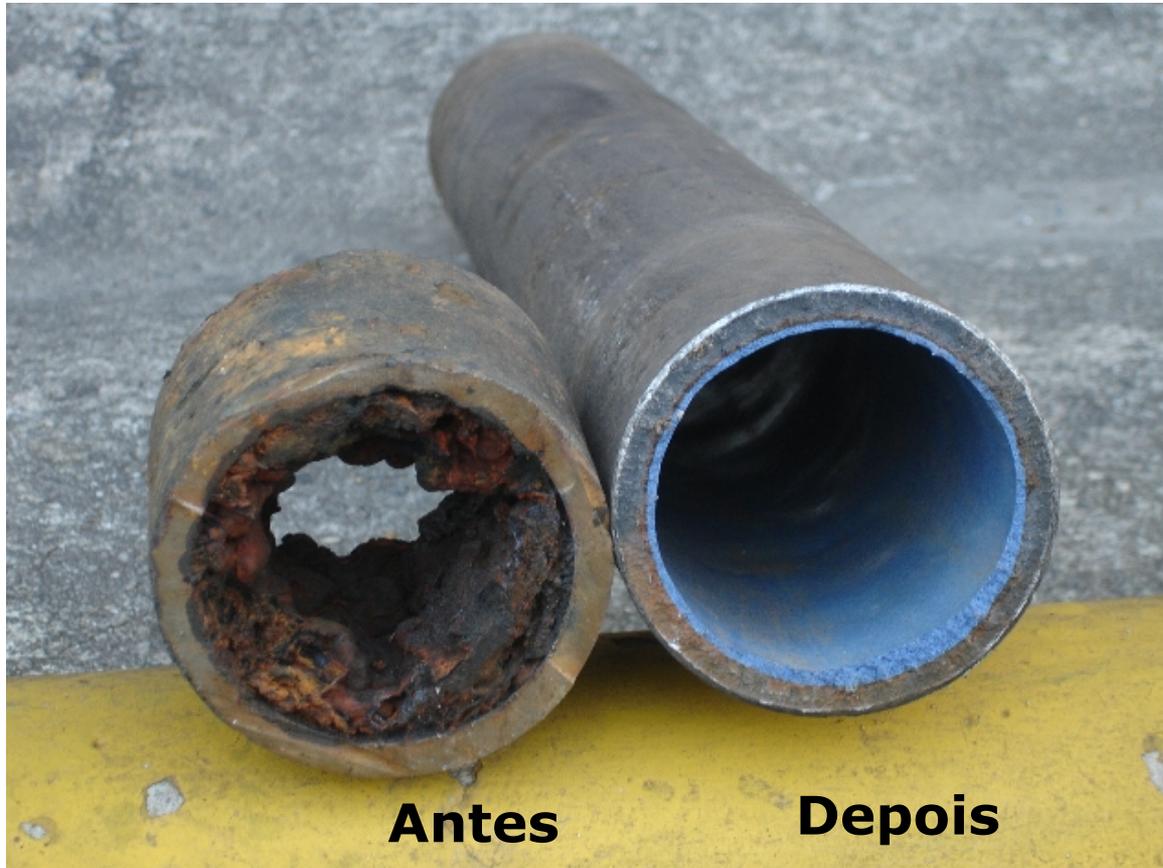


Foto: Sabesp, 2006.

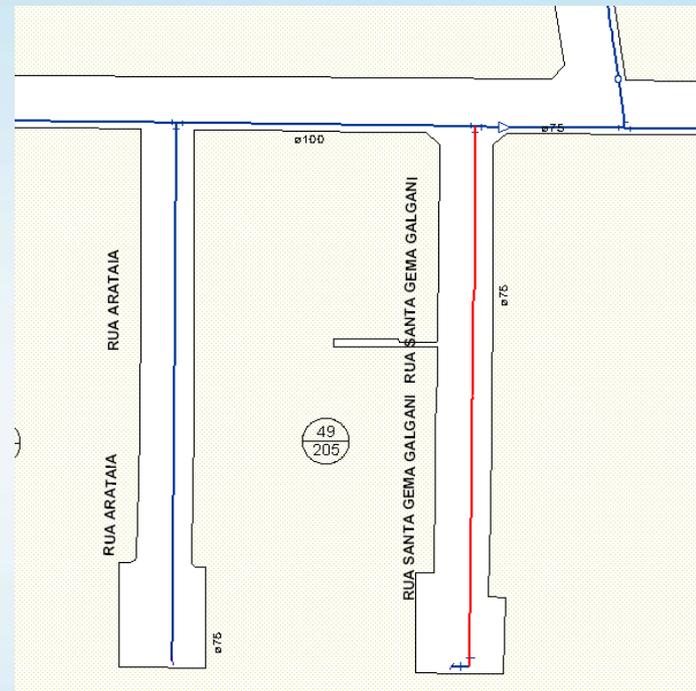


Relatórios técnicos à contratada

Arquivo Fotográfico
companhia de saneamento básico do estado de são paulo

Relatório fotográfico: amostras de rede
Rua Santa Gema Galgani, retiradas em 28/10/06 – CT 23160/04 - Setor Deriv. Sacomã

DATA: 29/01/07 N°: 01/04	DATA: 29/01/07 N°: 02/04
LEGENDA: Amostra da Rede de água Ø 75mm, retirada da Rua Santa Gema Galgani em 28/10/06.	LEGENDA: Mesma rede - vista das incrustações em estágio inicial na parede da tubulação.
DATA: 29/01/07 N°: 03/04	DATA: 29/01/07 N°: 04/04
LEGENDA: Mesma rede - detalhe da incrustação abaixo do revestimento de argamassa acrílica.	LEGENDA: Mesma rede - detalhe da incrustação em estágio inicial na parede da tubulação.
DATA: 29/01/07 N°: 05/04	DATA: 29/01/07 N°: 06/04
LEGENDA: Mesma rede - vista externa do estado estrutural da parede da tubulação.	LEGENDA: Mesma rede - vista da tubulação, lado posterior.



Data da Último Revestimento 01/09/2006

Material FOFO

Diâmetro (mm) 75

Fonte: Sabesp/Signosnet, 2007.

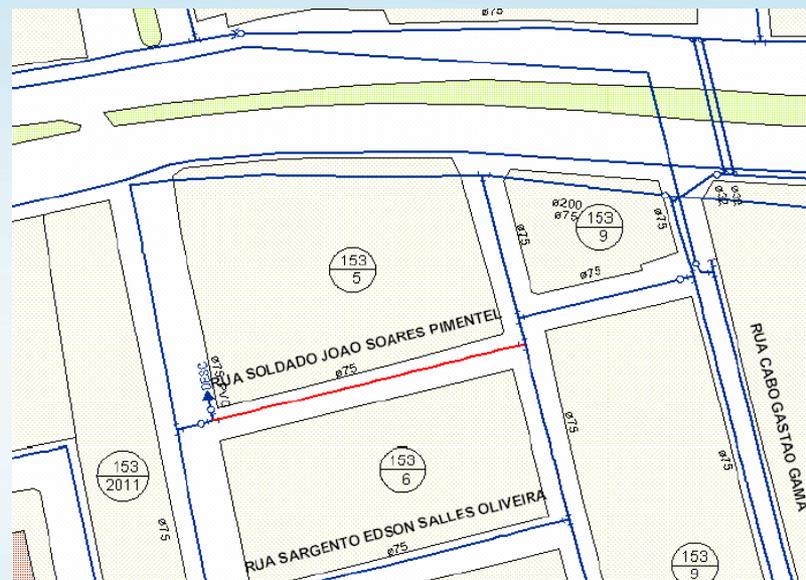


Relatórios técnicos à contratada

Arquivo Fotográfico
companhia de saneamento básico do estado de são paulo

ASSUNTO: **Relatório fotográfico: amostras de rede**
Rua João Soares Pimentel, retiradas em 22/09/06 - CT 12255/98 - Setor Sapopemba

DATA: 01/10/06 Nº: 01/04	DATA: 01/10/06 Nº: 02/04
LEGENDA: Amostra da Rede de água Ø 75mm, retirada da Rua João Soares Pimentel em 22/09/06.	LEGENDA: Mesma rede - vista parcial das incrustações e do estado da parede da tubulação.
DATA: 01/10/06 Nº: 03/04	DATA: 01/10/06 Nº: 04/04
LEGENDA: Mesma rede - estágio inicial de formação de incrustações na tubulação.	LEGENDA: Mesma rede - vista da incrustação interna da tubulação.
DATA: 01/10/06 Nº: 05/04	DATA: 01/10/06 Nº: 06/04
LEGENDA: Mesma rede - vista externa do estado estrutural da parede da tubulação.	LEGENDA: Mesma rede - detalhe da parede interna da tubulação.



Data da Último Revestimento 01/07/2001

Material FOFO

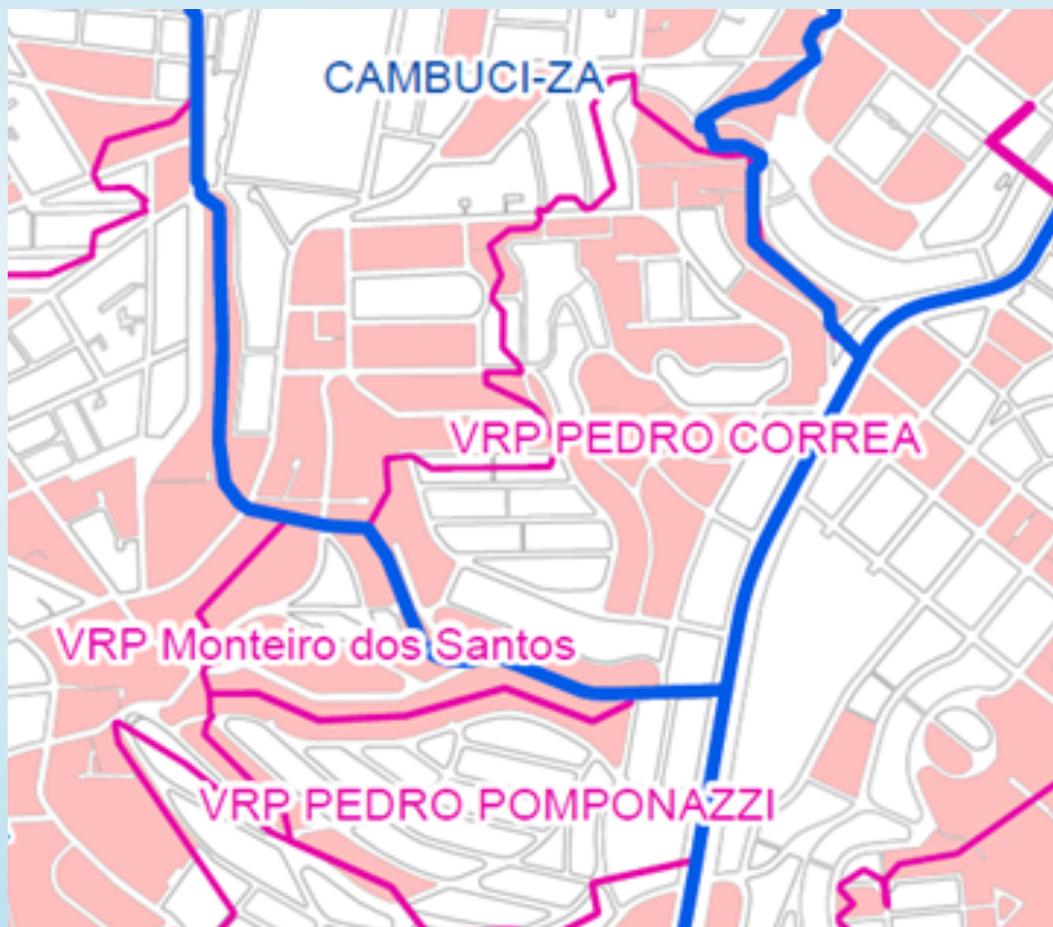
Diâmetro (mm) 75

Fonte: Sabesp/Signosnet, 2007.



Avaliação de resultados - Substituição

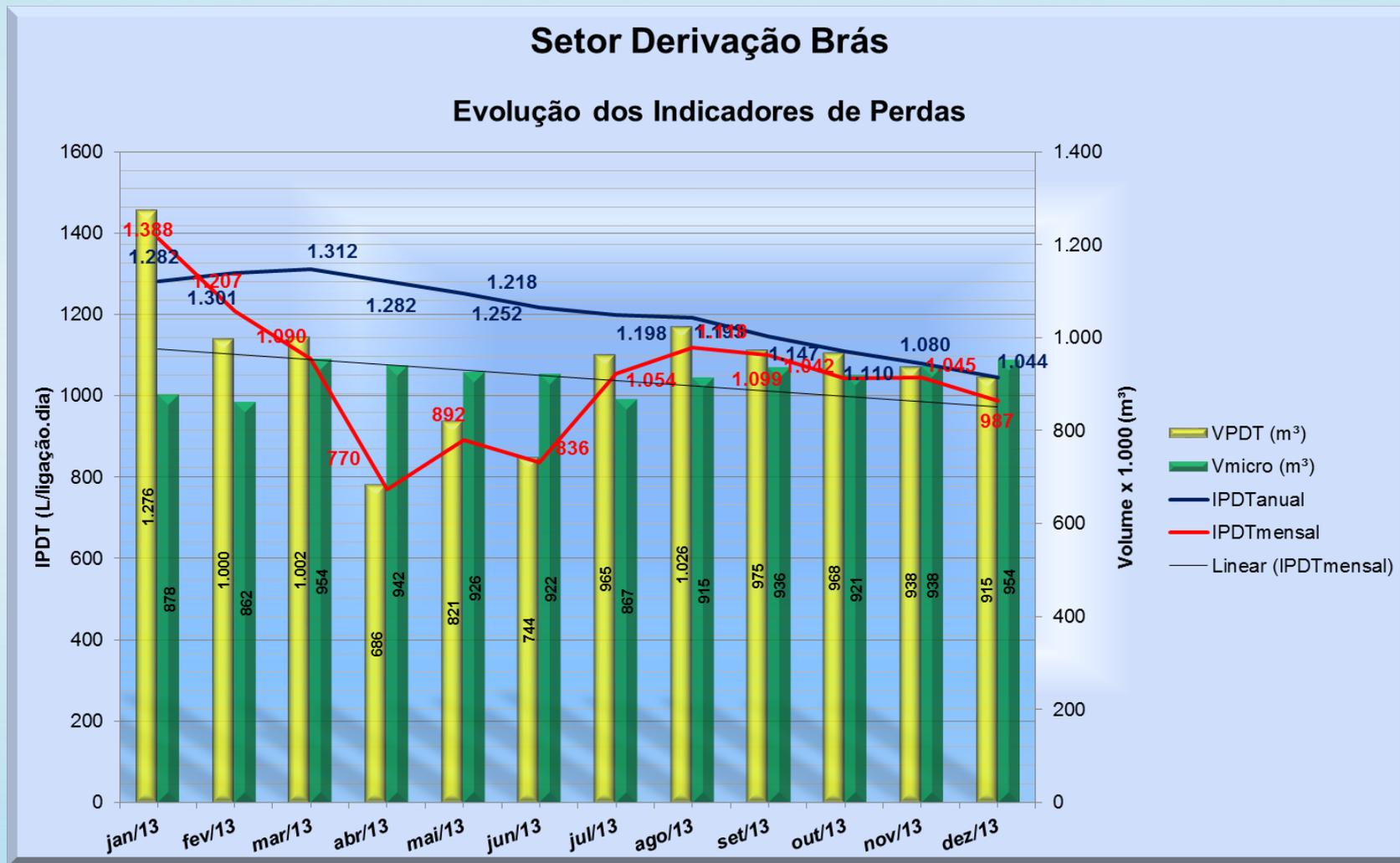
CT 37546/06 – Ocorrências Vazamentos 2011



Fonte: Sabesp, 2012.



Avaliação de Retorno (*payback*)





Avaliação de Retorno (*payback*)

Indicadores	Meta 2013	Realizado
L/lig/dia	1.053	1.044
Volume recuperado (m ³)	1.678.203	860.778

Resultado: A Unidade de Negócio centro investiu R\$ 1.350.000,00 (um milhão e trezentos e cinquenta mil reais), onde houve uma projeção de retorno do investimento (*payback*) para 2 anos.

Fonte: 19ª Reunião Quadrimestral, Planos Regionais de Perdas, Sabesp 2014



Conclusão

- **Recomenda-se a retirada de amostras para se fazer um diagnóstico do estado estrutural da tubulação, antes e depois dos serviços como complemento à fase de avaliação técnica;**
- **Propõe-se um acompanhamento técnico para avaliação da qualidade, como um televisionamento por exemplo;**
- **Após o término dos serviços recomenda-se uma avaliação criteriosa;**
- **Pode-se fazer uso da inspeção televisiva da rede não só como diagnóstico mas também durante a execução entre as etapas dos serviços de limpeza e revestimento.**

Obrigado

Roberto Abranches
Analista de Sistemas de Saneamento - MCEA
Unidade de Negócio Centro – MC

Rua Dona Antonia de Queiroz, 218
01307-010 Consolação – São Paulo- SP

tel. 11 3138 5421 / cel. 11 99187 8067

e-mail: rabranches@sabesp.com.br