

Mesa Redonda: Capacitação e Inovação no Controle de Perdas de Água em Saneamento

Prof. Dr. Daniel Manzi – Escola de Engenharia de Piracicaba

Encontro das Universidades – 34º Encontro Técnico AESabesp e Fenasan
23/10/2024

A Escola de Engenharia de Piracicaba



- Fundada em 1969 e mantida pela Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba – FUMEP, possui cursos de Engenharia Civil, Engenharia Ambiental e Sanitária e outras graduações, além de cursos de Especialização em Infraestrutura de Saneamento Básico e Gerenciamento de Recursos Hídricos



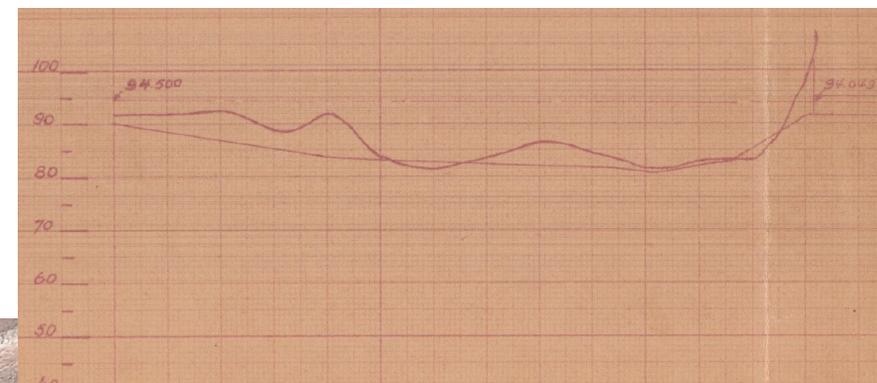
Saneamento e Tecnologia

Definitivamente, não fazemos mais as coisas como antigamente...



Saneamento e Tecnologia

- E com qual velocidade isso chega ao Saneamento?



Saldo (L)	Quantidade medida (LN)	Instalado (LN)	Saldo (LN)	Vazios (LN)	Podadero (gal ou kg)	Tempo de funcionamento (h)	Consumo pida (kg ou g)	Consumo acumulado (kg ou g)	Saldo (kg)	responsavel
-	02	04	01	50/100	24h	150kg	-	-	-	Evenson
-	02	04	01	50/100	24h	150kg	50kg	1750	150kg	Troca às 21h
-	02	02	03	50/100	24h	150kg	200kg	1600	150kg	Josafá
-	02	02	03	50/100	24h	150kg	350kg	1450	150kg	Josafá
-	02	02	03	50/100	24h	150kg	500	1300	-	-
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	650kg	1160	150kg	Evenson
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	800kg	1000	150kg	Evenson
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	950kg	850	150kg	Troca
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	1100kg	600	150kg	Josafá
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	1250kg	350	150kg	Evenson
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	1400kg	200	150kg	Evenson
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	1550kg	250kg	150kg	Evenson
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	1700kg	100kg	150kg	Troca
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	1850	-	150kg	Josafá
-	02	04	00	50/100	24h	150	-	-	-	Eivaldo
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	-	-	-	Evenson
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	-	-	-	Evenson
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	-	-	-	Troca
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	-	-	-	Josafá
-	02	04	00	50/100	24h	150kg	-	-	-	Eivaldo
-	02	02	02	50/100	24h	150kg	150kg	1650	150kg	Evenson
-	02	02	02	50/100	24h	150kg	300kg	1500	150kg	Troca
-	02	02	02	50/100	24h	150kg	450kg	1350	150kg	Troca
-	02	02	02	50/100	24h	150kg	600	1200	150kg	Josafá

Contexto Brasileiro

(Diagnóstico Digital 2020 – MDR/GIZ – ProEESA)



- Saneamento no Brasil produz **muito dado e pouca informação**
- Sistemas de TI estanques, **sem interoperabilidade**
- Maior **digitalização das tarefas acessórias** (frota, RH, gestão laboratorial)
- Problema ainda **mais grave nos prestadores pequenos** (mais de 20% dos municípios brasileiros...)
- **Setor conservador**: lento para adotar mudanças e novas tecnologias, comparado a outras indústrias
- Ações ainda dependem de certo grau de **proatividade individual**
- Empresas não gostam de **compartilhar seus problemas** (como as perdas...) e **são avessas a riscos!**

5 - EDUARDO
3729

Boletim de Leitura de Medidores					Mês Referência: 08/2009
Município: 28/09/2009		Responsável pela Leitura		Total de Leituras: 077	
Medidor	Endereço	Hidrômetro Local	Instalação	Sector/Rota Sequência	Leitura Ocorrências
0252					
X	ALFONSO PENA, AV	03088411	AV. SÉLO	F04S002932 1700000 02 99 0255	411938
X	ALFONSO PENA, AV	03026		A07S417390 1700000 02 99 0260	203
X	ALFONSO PENA, AV	02802		F07S0034227 1700000 02 99 0270	16194
X	ALFONSO PENA, AV	0276011	VILGAS	C08S012572 1700000 02 99 0275	3516
X	PADRE JOAQUIM R	01093		A06S775220 1700000 02 99 0281	4733
X	PADRE JOAQUIM R	01065		A07S394232 1700000 02 99 0284	2543 406
X	ALFONSO PENA, AV	02386	FD DOLOR	C07S003889 1700000 02 99 0290	6747
X	RITARDONA, R	02290		E00S000641 1700000 02 99 0295	75421
X	ALFONSO PENA, AV	02370		A05S201581 1700000 02 99 0300	3605
X	ALFONSO PENA, AV	02240	A P	F09S000119 1700000 02 99 0305	5230 412
X	ORINZILIA, AV	00558	SA AO 2	A06S277283 1700000 02 99 0307	162
X	ALFONSO PENA, AV	02202		F05S001686 1700000 02 99 0310	11768
X	PADRE JOAQUIM R	00877		A05S203222 1700000 02 99 0425	2516 305
X	ALFONSO PENA, AV	00472		V07S287471 1700000 02 99 0426	193 211 20
X	VINÍCIUS DE AGOSTO, R	00584	HD NO POÇO	E07S000129 1700000 02 99 0553	87774 406
X	ALFONSO PENA, AV	01620	FAVA JATO	A09S253253 1700000 02 99 0657	112
X	VINÍCIUS DE AGOSTO, R	00347		B07S007518 1700000 02 99 0665	6998



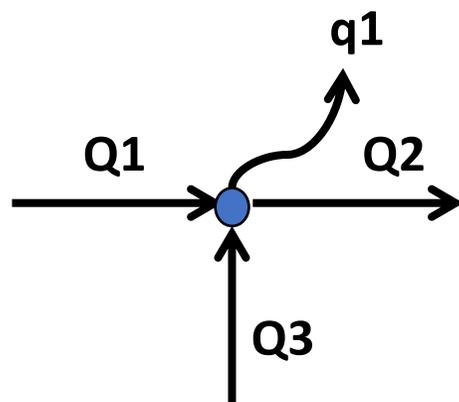
Como reduzir esse abismo?

- 1) Compreender os fenômenos = formação
- 2) Precisar da tecnologia = processos
- 3) Aplicar a tecnologia = inovação

Dimensionamento de redes de água

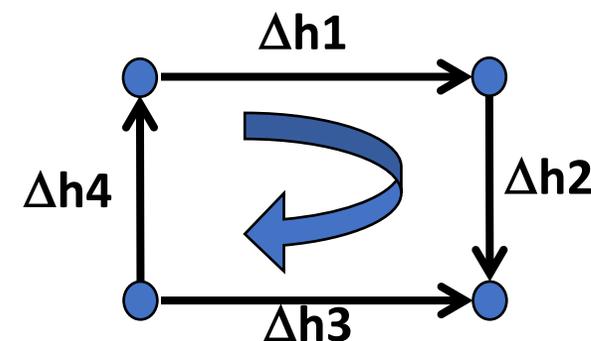
1) Compreender o fenômeno

- Conservação da massa nos nós



$$Q1 - Q2 + Q3 - q1 = 0$$

- Conservação da energia nas malhas



$$\Delta h1 + \Delta h2 - \Delta h3 + \Delta h4 = 0$$

Dimensionamento de redes de água

2) Precisar da tecnologia



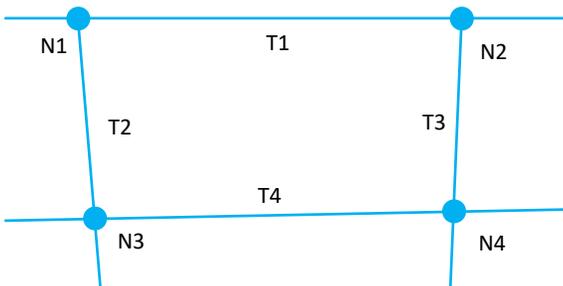
O mundo como nós vemos
(casas, ruas)



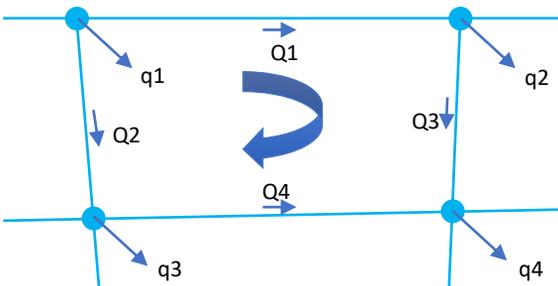
Redes e ramais de água



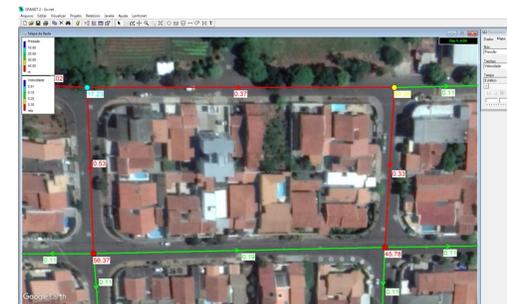
Áreas de influência de cada nó (soma dos consumos)



Representação em trechos e nós



Equilíbrio hidráulico

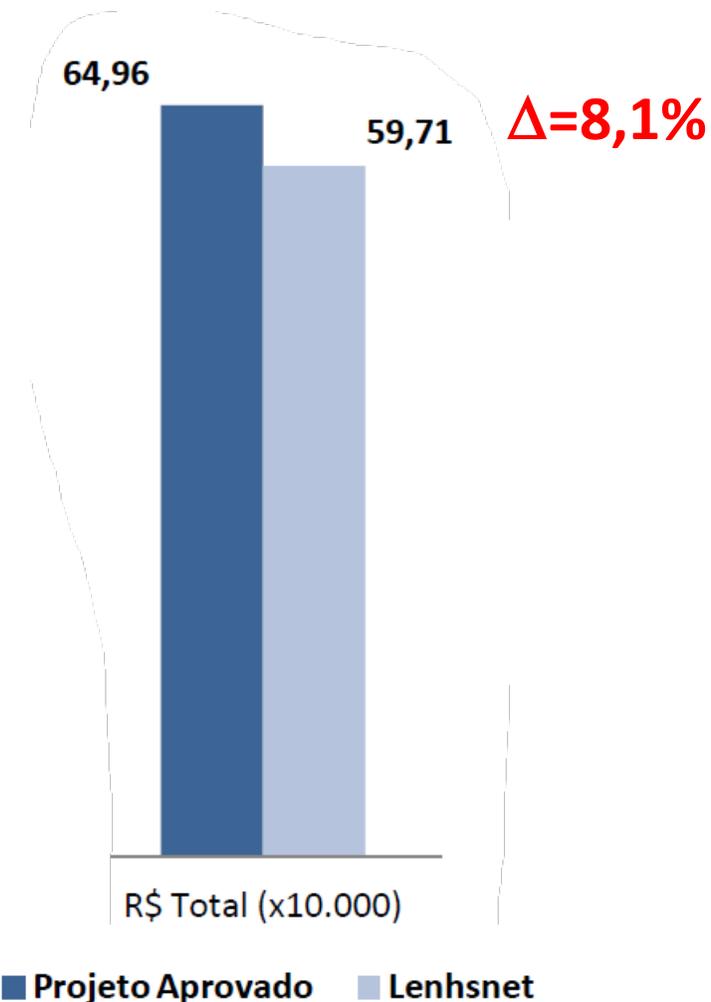


Resultados
(pressão e vazão)

Dimensionamento de redes de água

3) Aplicar a tecnologia = Sistemas mais baratos

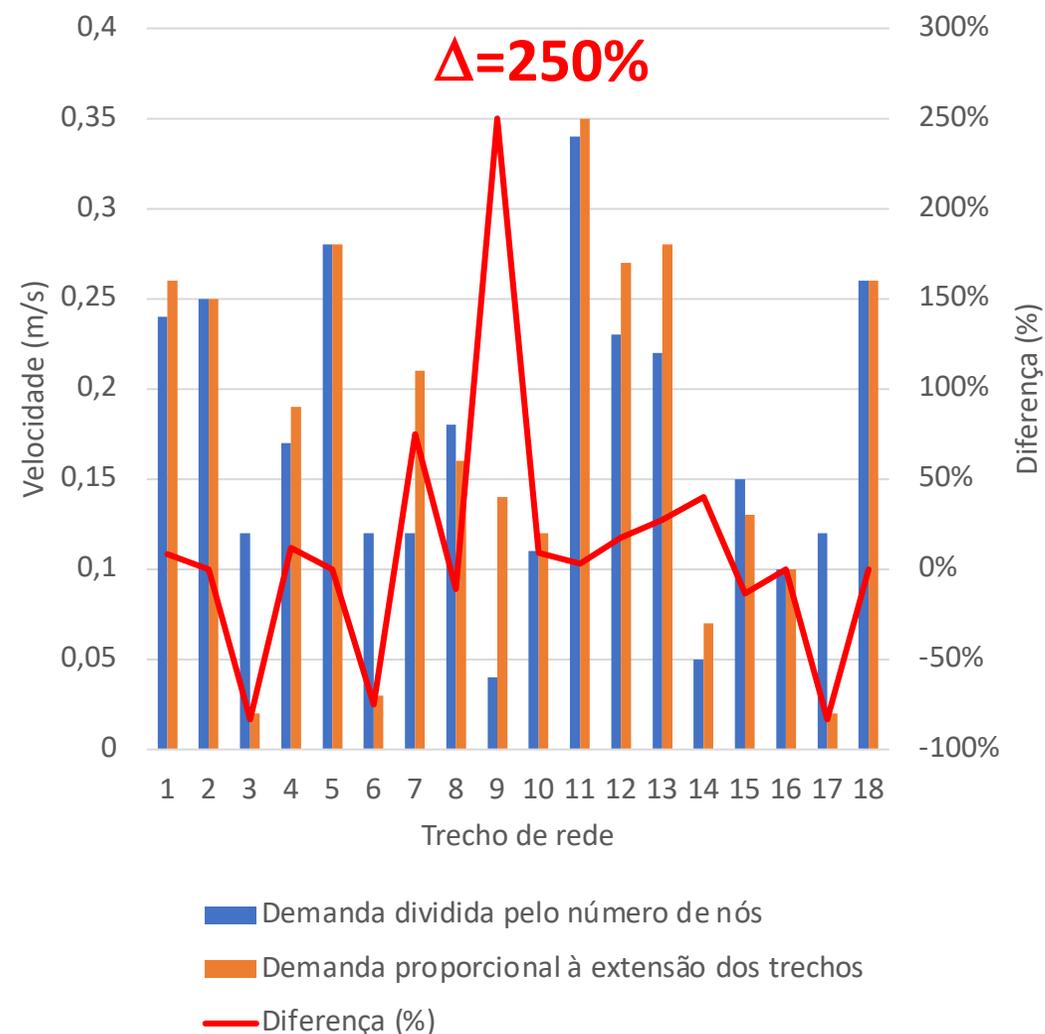
- SIVIERO, L.F. (2017) - COMPARAÇÃO DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE REDES DE ÁGUA PROJETADAS ATRAVÉS DO MÉTODO HARDY-CROSS COM A FERRAMENTA LENHSNET DO PROGRAMA LIVRE EPANET. Especialização em Infraestrutura de Saneamento Básico - CPG-EEP.



Dimensionamento de redes de água

3) Aplicar a tecnologia = Modelagens mais precisas

- TONINATO, C.N. (2024). ANÁLISE COMPARATIVA DE MODELAGEM HIDRÁULICA DE REDES DE ÁGUA: ABORDAGENS NODAIS VERSUS EXTENSÃO DE TRECHOS NO SOFTWARE EPANET 2.0. Especialização em Infraestrutura de Saneamento Básico – CPG-EEP.



Redução de perdas reais e pressão

1) Compreender o fenômeno

Bernoulli: $H_1 + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = H_2 + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \rightarrow V_2 = \sqrt{2g \cdot H_1}$

Continuidade: $Q = V \cdot A$

Torricelli: $Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gH} = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{0,5}$

**Modelo
pressão-
vazamento:**

$Q = C \cdot P^{N1}$

FAVAD: $\frac{L_1}{L_0} = \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{N1}$

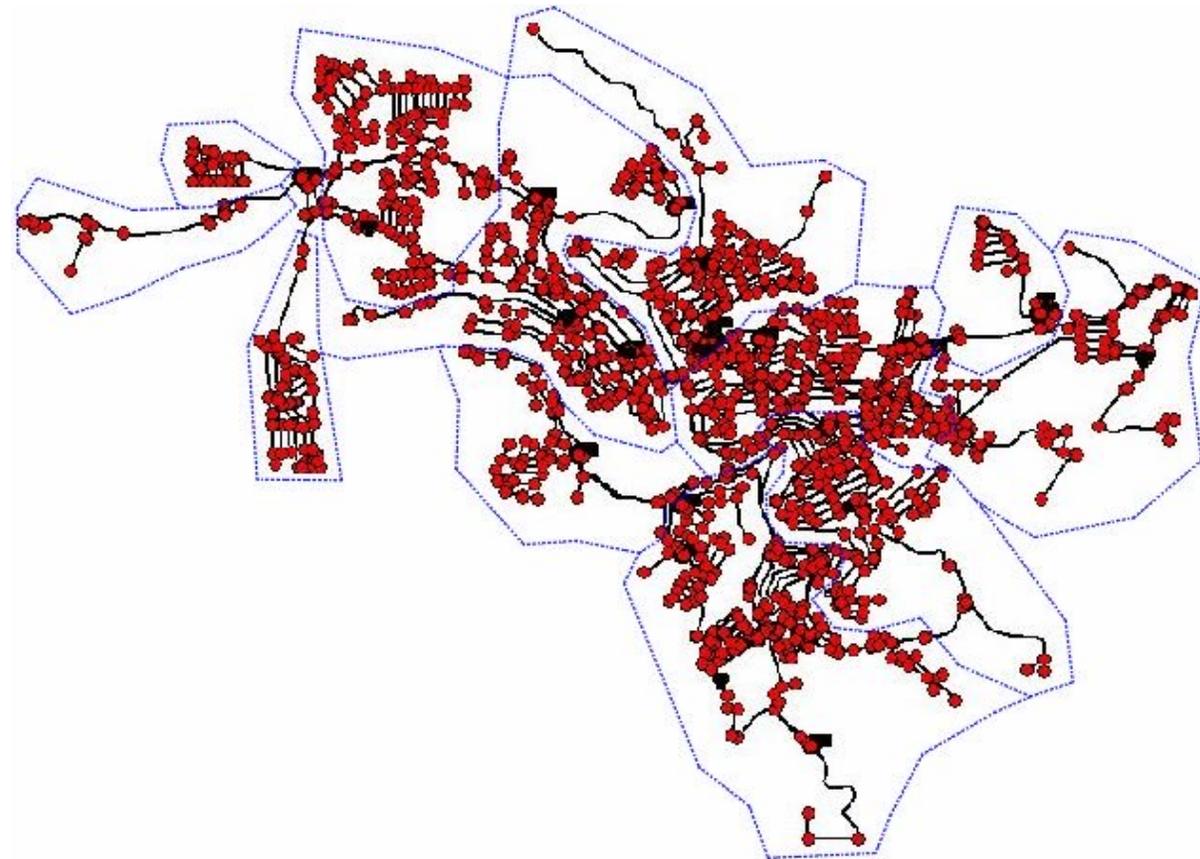
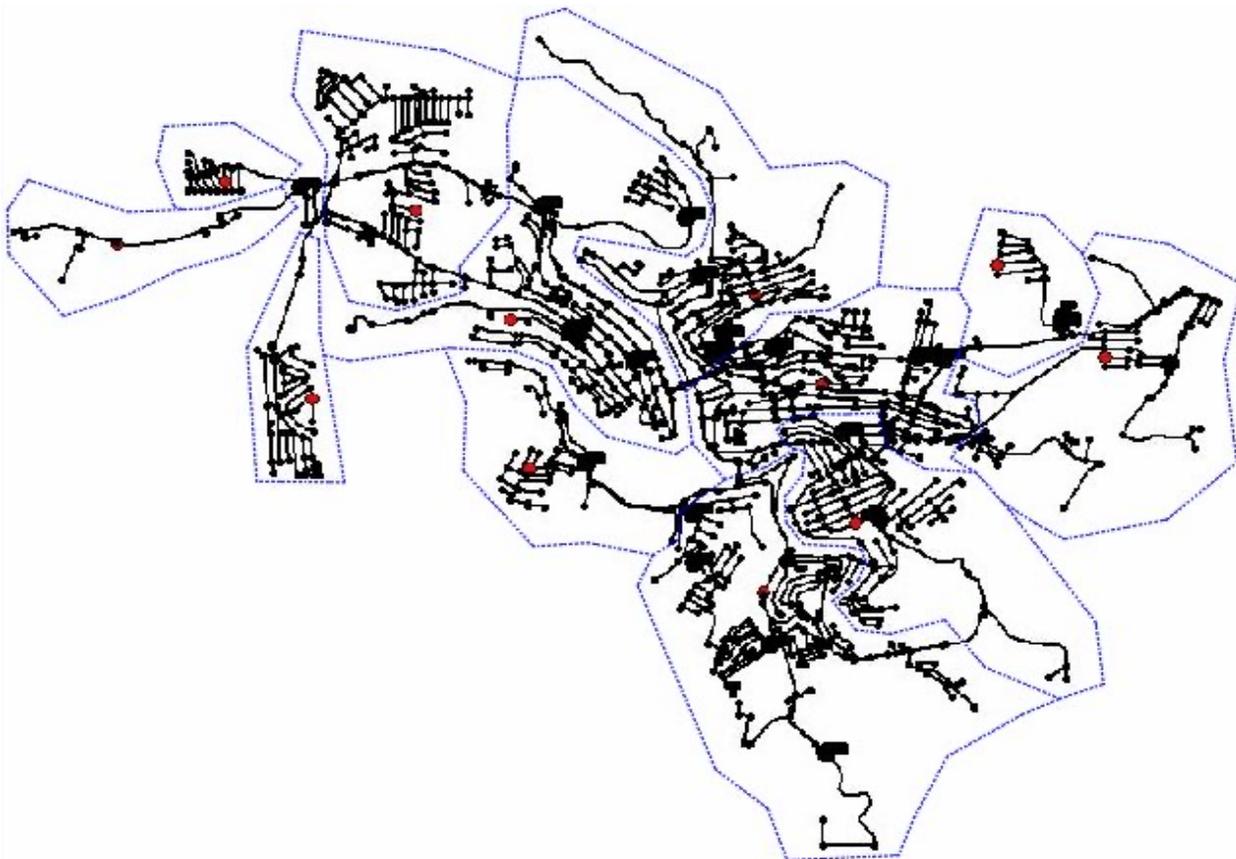
N1 varia de 0,5 até > 2 em tubos flexíveis...



Redução de perdas reais e pressão

2) Precisar da tecnologia

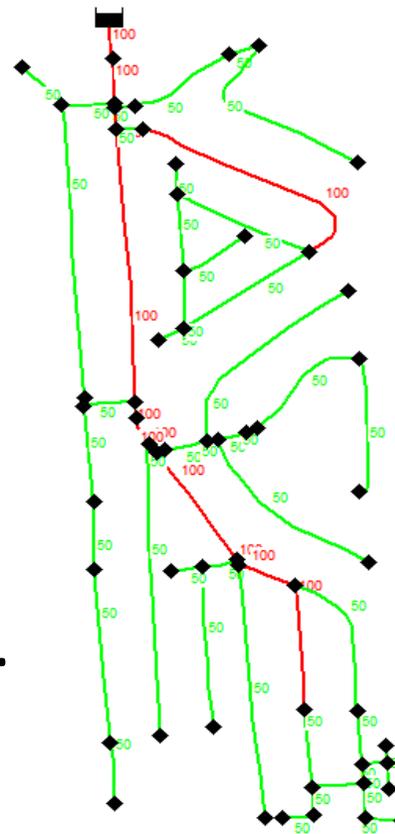
- Pressão em um ponto por setor
- Rede iluminada com sensores ou por modelo hidráulico calibrado



Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Diagnóstico preciso das perdas

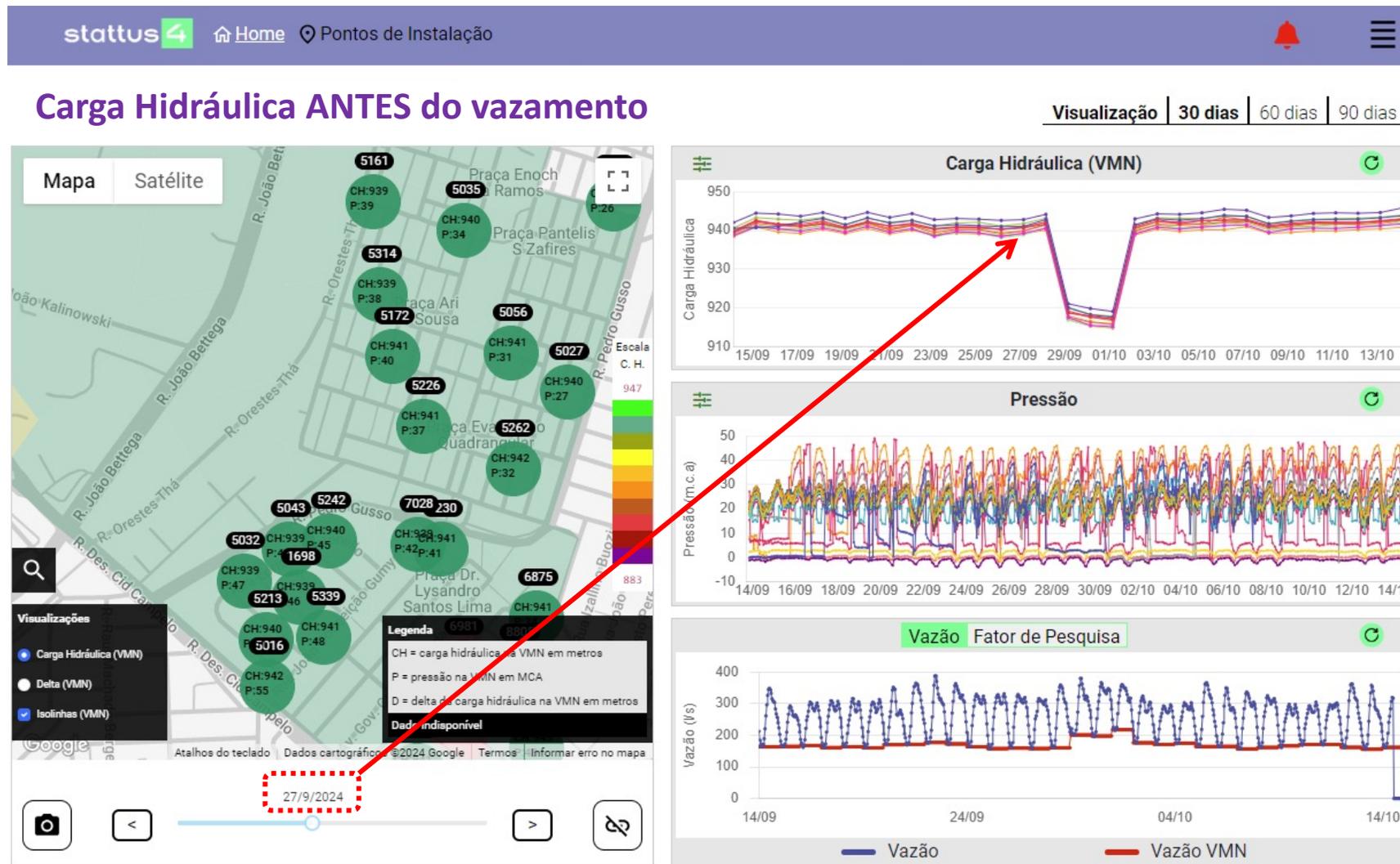
- PENATTI, T.F. (2021). DETERMINAÇÃO DA PERDA REAL DE ÁGUA EM SOFTWARE DE MODELAGEM HIDRÁULICA VERSUS MÉTODO CLÁSSICO. Especialização em Infraestrutura de Saneamento Básico – CPG-EEP.



- Perda real por FND: 310.100 L/dia (apenas 1 ponto de pressão)
- Perda real por modelagem: 290.340 L/dia (57 nós...)
- Diferença: 7% - informação de pressão é muito valiosa!!!

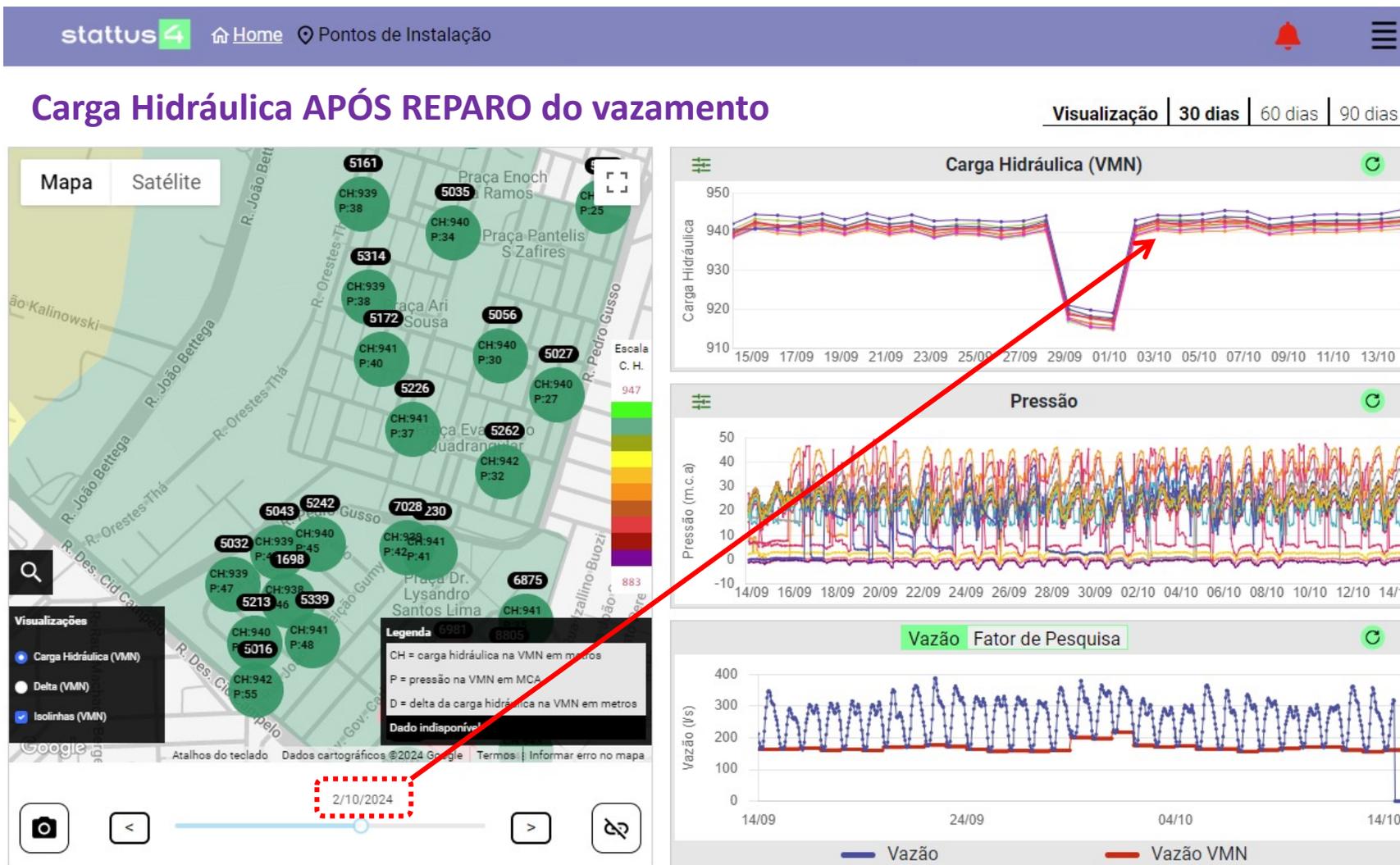
Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Localização rápida de vazamentos



Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Localização rápida de vazamentos



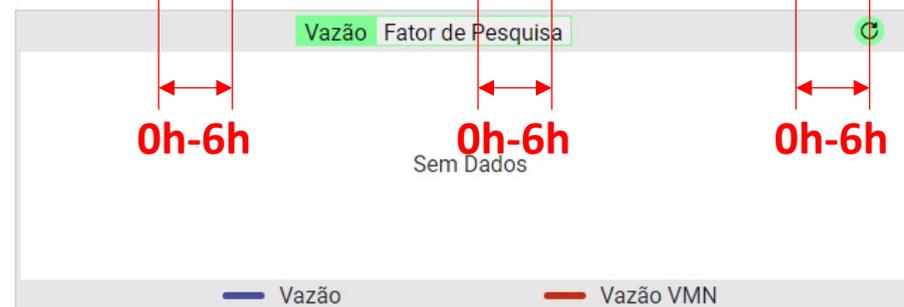
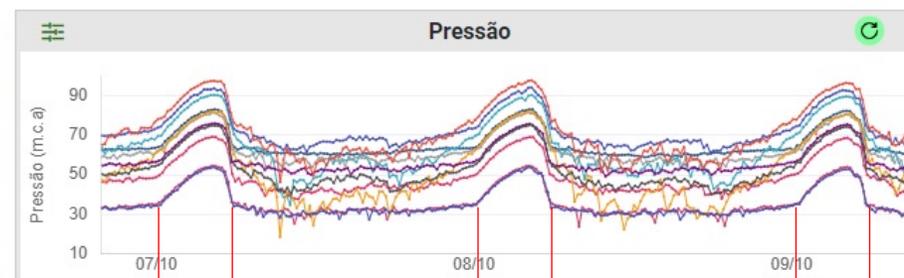
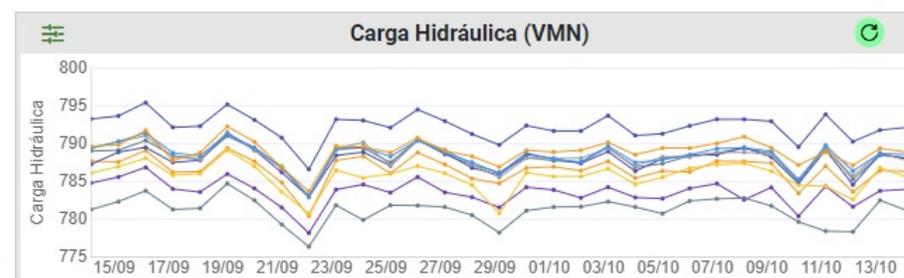
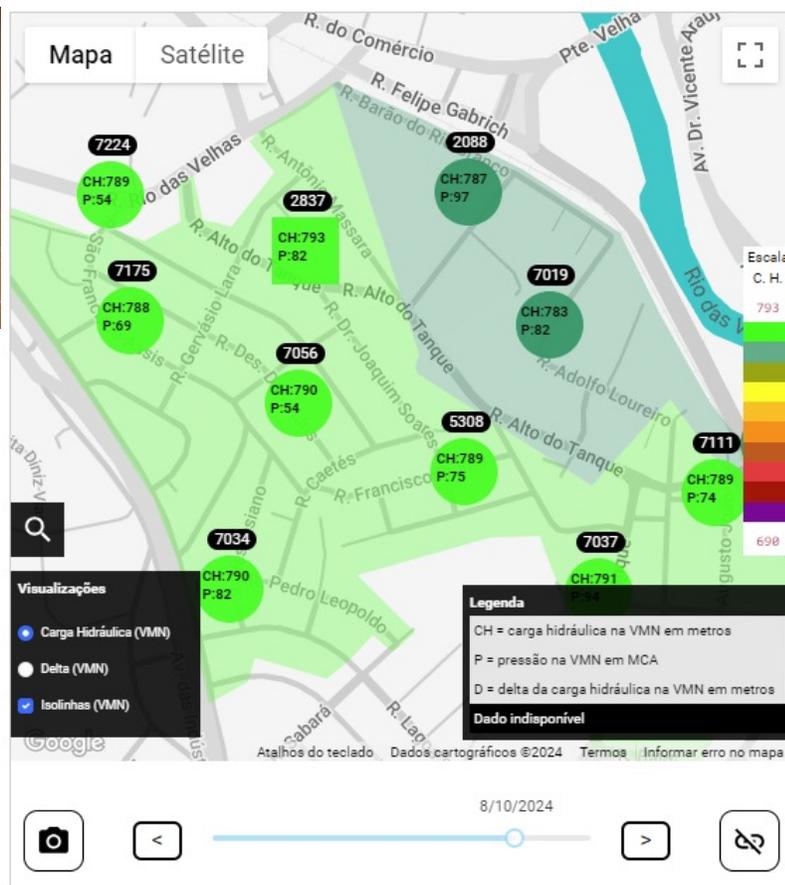
Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Otimização do controle de pressão

status  Home  Pontos de Instalação  

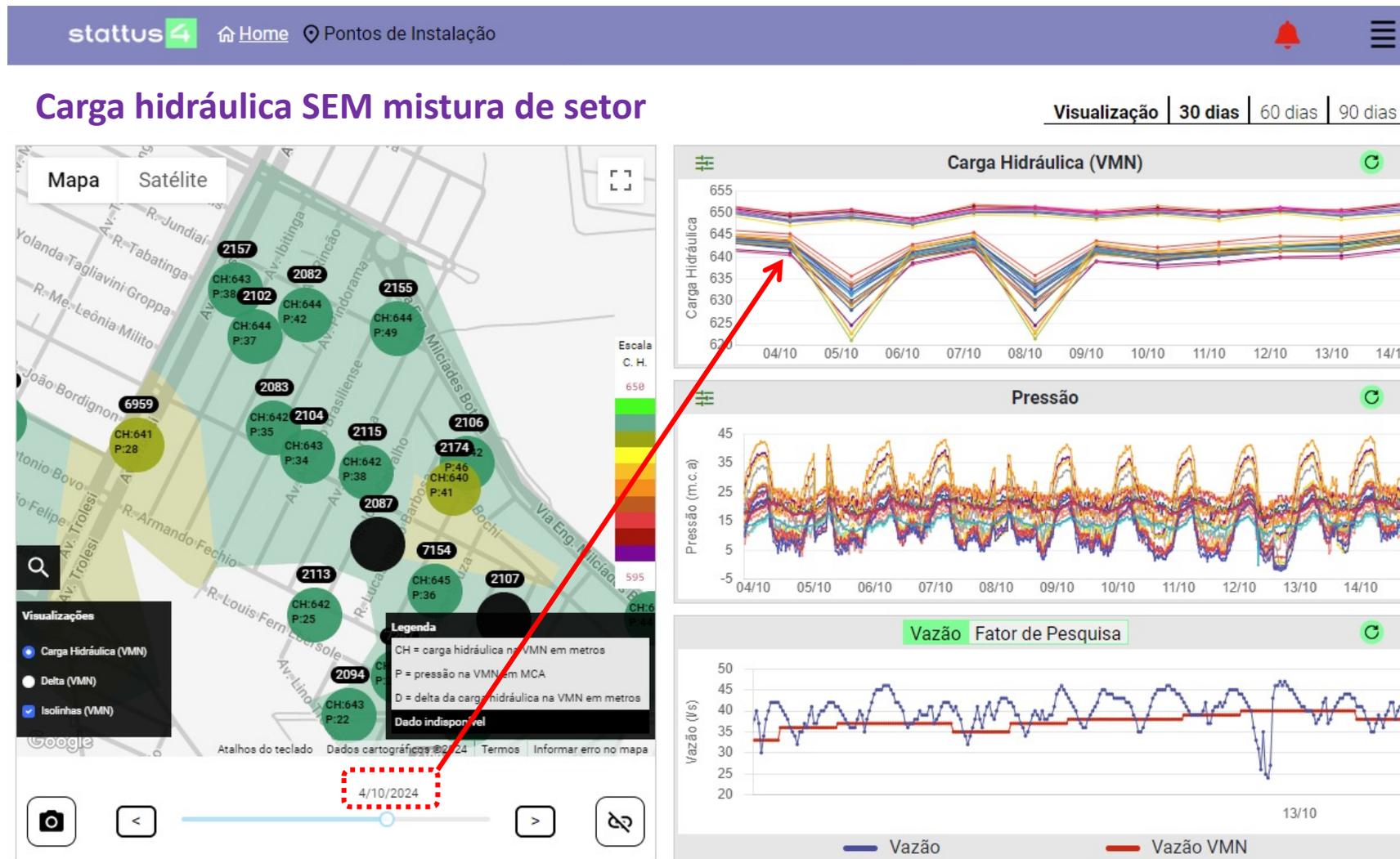
VRP sem controle noturno efetivo

Visualização | 30 dias | 60 dias | 90 dias



Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Identificação de misturas de setor



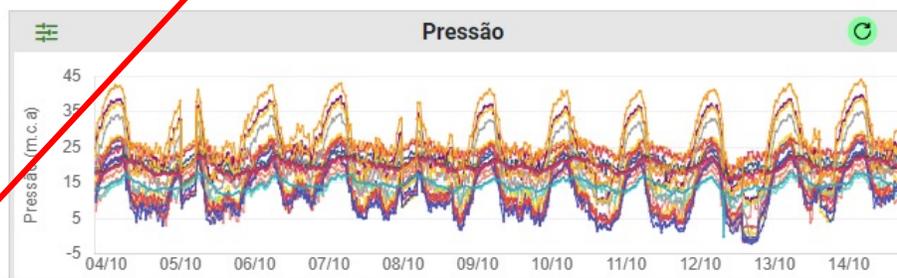
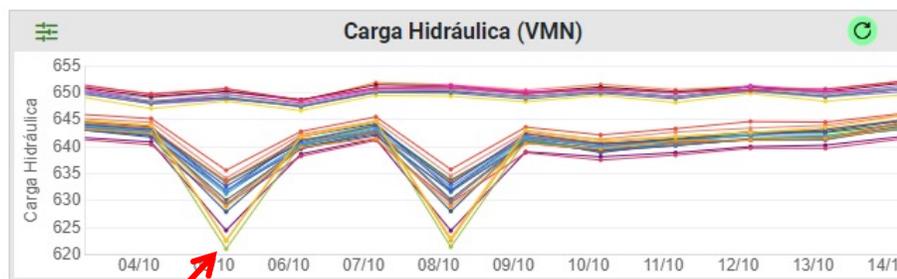
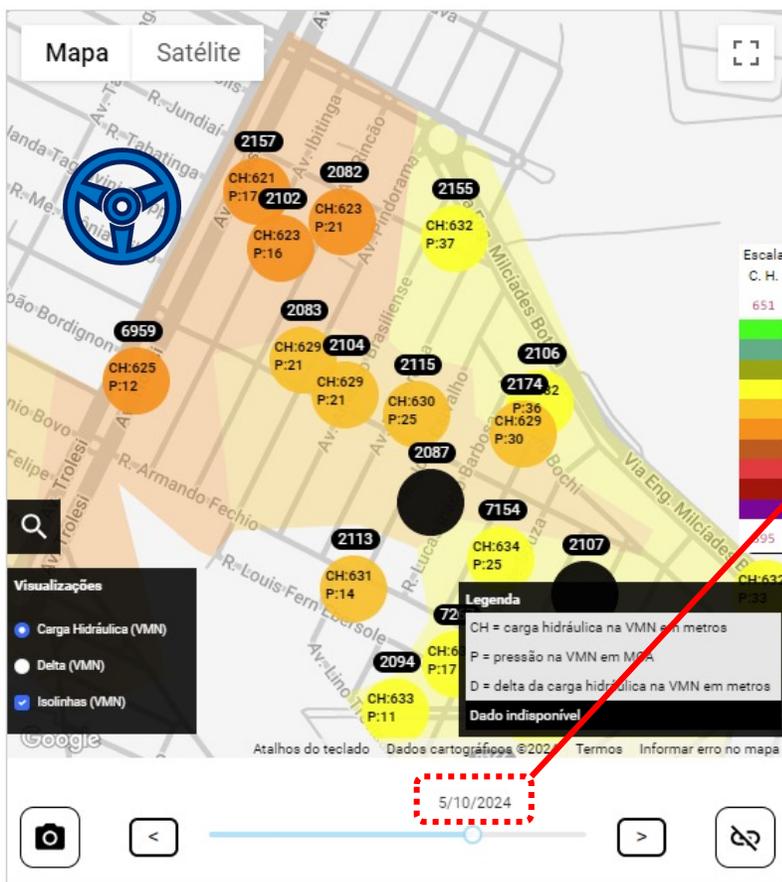
Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Identificação de misturas de setor

status  Home  Pontos de Instalação  

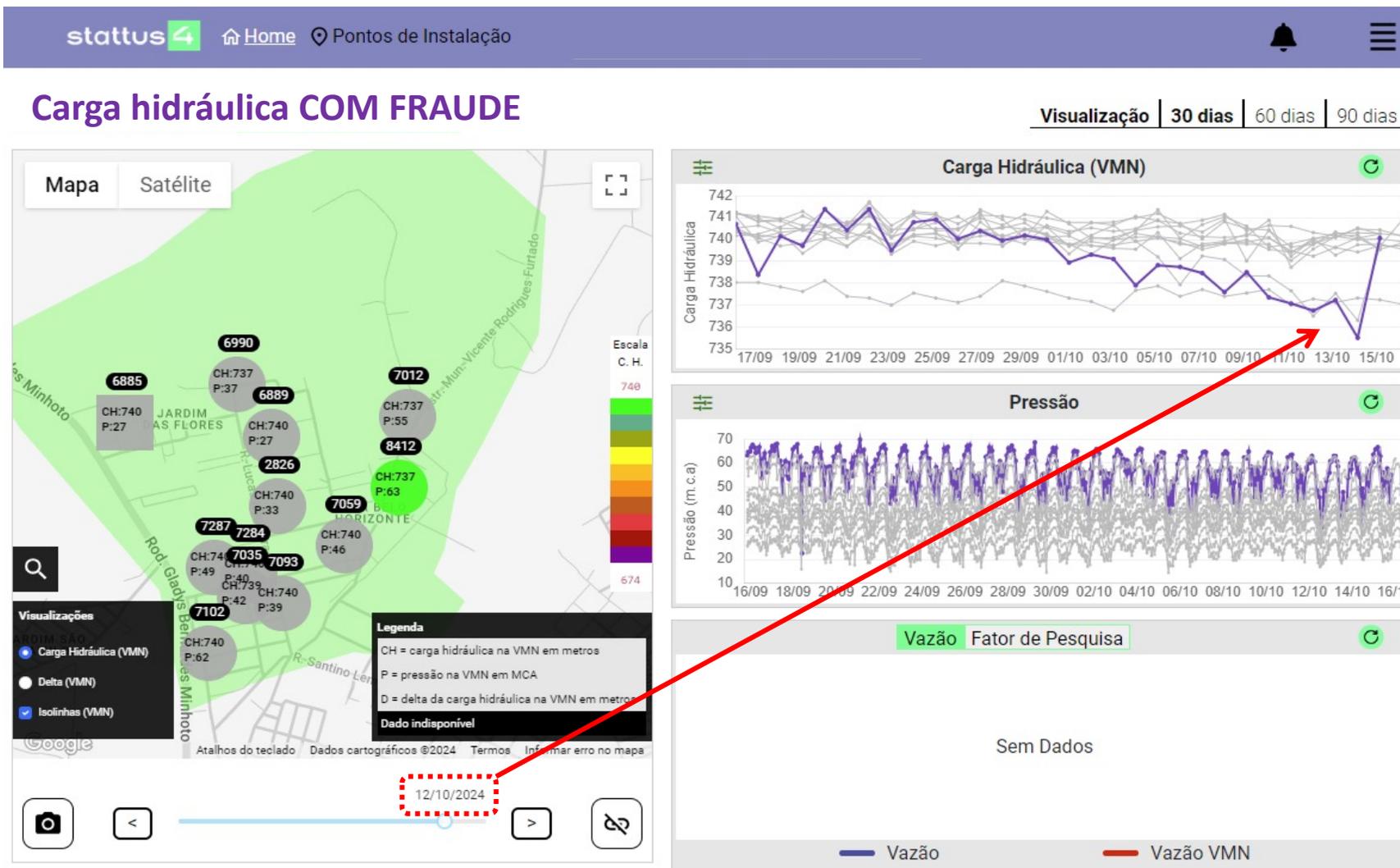
Carga hidráulica COM mistura de setor

Visualização | 30 dias | 60 dias | 90 dias



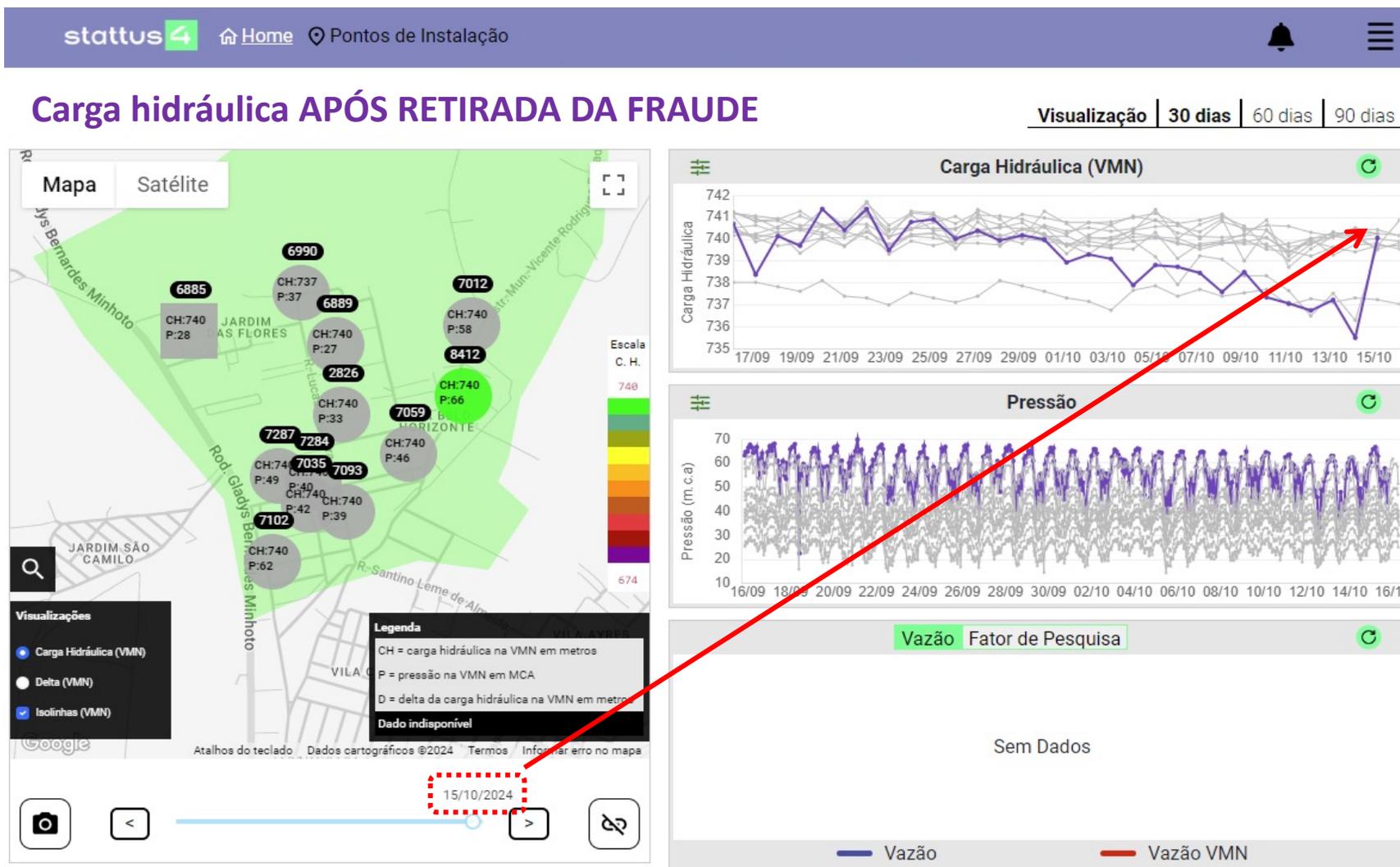
Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Identificação de fraudes



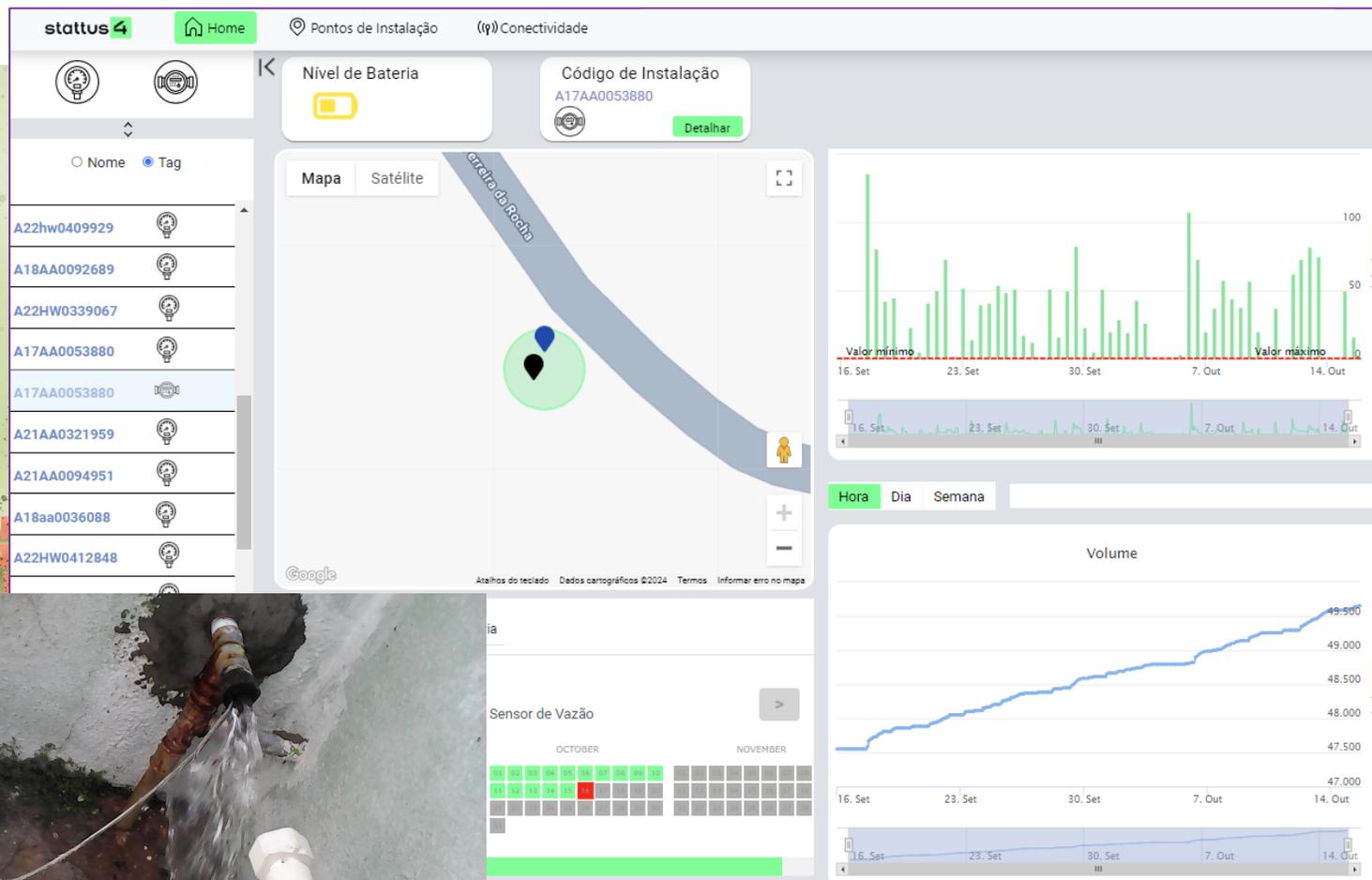
Redução de perdas reais e pressão

3) Aplicar a tecnologia – Identificação de fraudes



Hidrometria

3) Aplicar a tecnologia



Algumas reflexões

- Mão de obra no Saneamento formada “em casa”
- Importância da internalização do conhecimento
- Controle de perdas como “bola da vez”: indicador e meta obrigatória nos Contratos, princípio da Prestação dos Serviços e critério de alocação de recursos federais
- Contexto que demanda:
 - Processos cada vez mais exigentes
 - Pessoas que executem processos cada vez mais exigentes
 - Tecnologias que atendam a processos cada vez mais exigentes
 - Resultados de processos cada vez mais exigentes



Muito obrigado!
Prof. Dr. Daniel Manzi

daniel.manzi@eep.br
www.EEP.br

dmanzi@gmail.com
www.EXAQUA.com.br
+55(19) 995 158 514