

# TRABALHO 4885 - MICROSETORIZAÇÃO TOTAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE SÃO CAETANO DO SUL

**Ademar Oliva Xavier Júnior<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Metalurgista pela Escola de Engenharia Mauá. MBA em Administração para Engenheiros pela Escola de Administração Mauá. Gerente da Seção de Controle Operacional do DAE São Caetano do Sul.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Fernando Simonsen, 303 – Bairro Cerâmica – São Caetano do Sul - SP - CEP: 09540-230 - Brasil - Tel: +55 (11) 2181-1872 - e-mail: [aoliva@daescs.sp.gov.br](mailto:aoliva@daescs.sp.gov.br)

**Raquel Perrucci Fiorin Volf<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia de São Paulo. Gerente da Seção de Água do DAE São Caetano do Sul.

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Av. Fernando Simonsen, 303 – Bairro Cerâmica – São Caetano do Sul - SP - CEP: 09540-230 - Brasil - Tel: +55 (11) 2181-1821 – e-mail: [rvolf@daescs.sp.gov.br](mailto:rvolf@daescs.sp.gov.br)

**Carlos Alencar de Almeida<sup>(3)</sup>**

Bal. Química pelo Colégio João XXIII – Coordenador da seção de Controle Operacional do DAE São Caetano do Sul.

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Av. Fernando Simonsen, 303 – Bairro Cerâmica – São Caetano do Sul - SP - CEP: 09540-230 - Brasil - Tel: +55 (11) 2181-1870 – e-mail: [calencar@daescs.sp.gov.br](mailto:calencar@daescs.sp.gov.br)

## RESUMO

As empresas de saneamento básico têm atuado fortemente em programas de Redução de Perdas de água, tendo em vista o cenário de escassez na macrorregião metropolitana de São Paulo. No município de São Caetano do Sul, temos um problema em comum que é o da idade avançada dos sistemas de distribuição de água, em sua grande maioria em ferro fundido, mesmo sob constante manutenção e já revestidos com argamassa. O programa utilizou as ferramentas correntes, tais como atualização do parque instalado de hidrômetros, avaliação do perfil de consumo de grandes consumidores e a padronização de seus projetos de cavaletes, instalação de redes secundárias no passeio, além de outras medidas auxiliares. Uma das medidas mais eficientes de se reduzir os índices de perda de água do padrão atual da Autarquia, acima de 20%, para o objetivo, abaixo dos 15%, é o investimento na redução de pressões e na gestão da distribuição, assunto do presente trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Redução de Perdas, Controle de Perdas, Distrito de Medição e Controle, Telemetria e Microsetorização Total.

## 1. INTRODUÇÃO

Está em processo de implementação a microsetorização total do município, que tem 15,2 Km<sup>2</sup>, 178 mil habitantes e 440 Km de extensão de redes. A Autarquia já dispunha de 13 VRP's instaladas, abrangendo 42% da área total. Com esta instalação, ocorrida entre os anos de 2000 a 2009, já havia sido reduzido, paulatinamente, o Índice de Perdas Totais para os índices de 2013. Com a crise hídrica do Sistema Cantareira, através do qual a SABESP abastece o município, a Autarquia reagiu proativamente em Fevereiro de 2014, lançando campanha de redução de consumo e reduzindo as pressões noturnas das áreas de VRP, com um excelente resultado de redução do consumo da ordem de 30%. Estes bons números nos levaram a executar o trabalho de implantação de DMC's no restante da área do município.

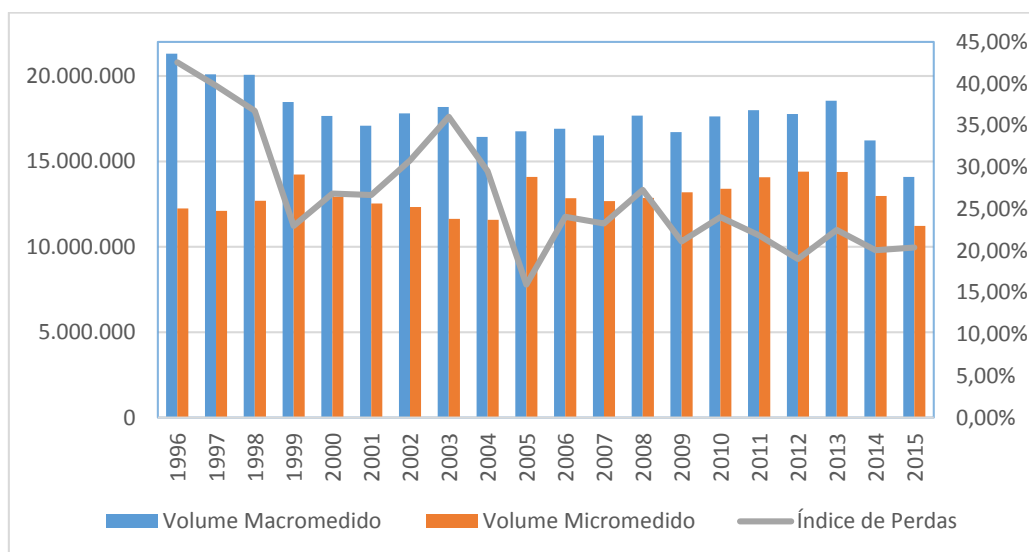


Figura 1: Histórico dos volumes macromedidos e micromedidos e índice de perdas.

As Figuras 2 e 3 ilustram a redução de consumo para a área controlada pela VRP Manoel Coelho, que contempla 2.936 ligações, após a campanha de redução de consumo implementada pró ativamente, em conjunto com a redução de pressão noturna, efetuadas a partir de Fevereiro de 2014. Estes gráficos demonstram que a efetividade da redução de pressão e da ação Institucional é enorme. Neste período, a média de volume diária foi reduzido de 3.970 para 2.727 m<sup>3</sup>/dia (redução de 31,3 %).

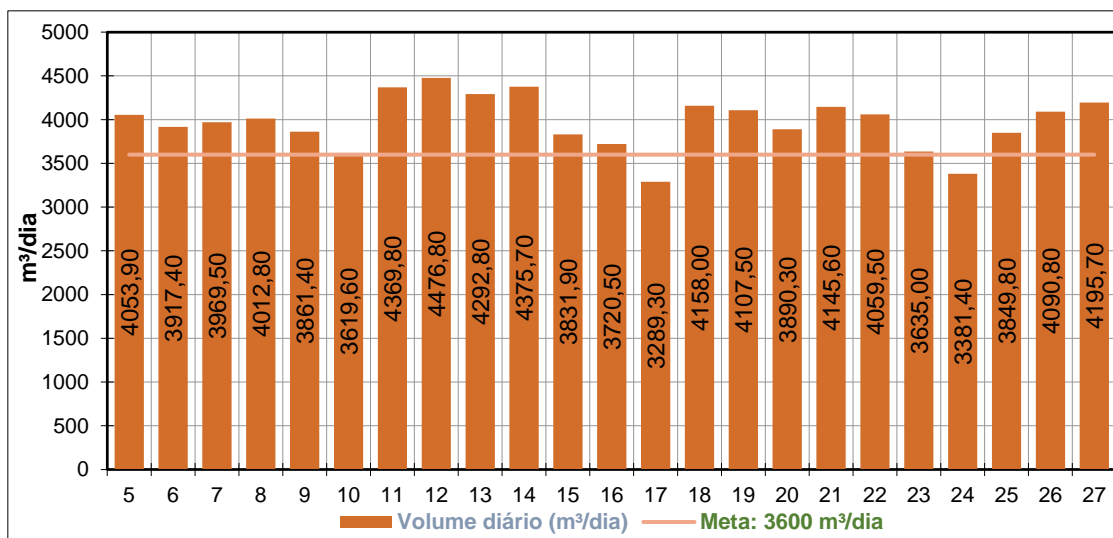


Figura 2: Consumo da área da VRP Manoel Coelho em Novembro de 2013.

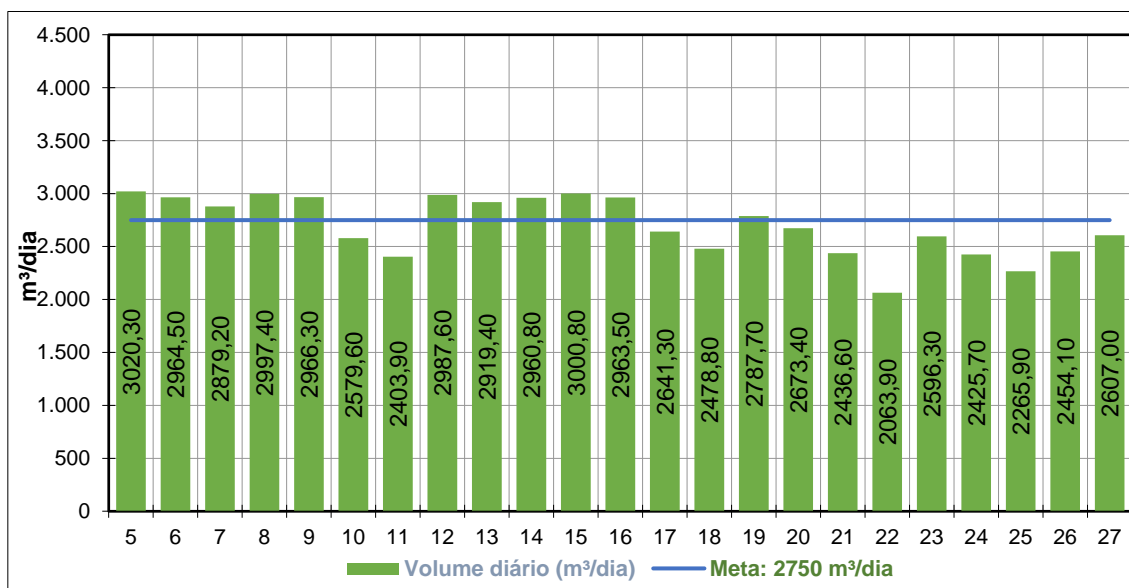


Figura 3: Consumo da área da VRP Coelho em Dezembro de 2014.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as etapas de implantação de um sistema integrado de ações de combate às perdas reais na totalidade dos setores de abastecimento de água, de modo a maximizar os resultados de redução das perdas de água no menor intervalo de tempo possível, com foco na redução dos indicadores Índice de Perdas Totais e Volume de Perdas Totais.

Água entrada no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (incluindo água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido	Água não faturada (perdas comerciais)
			Consumo não faturado não medido	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado	
			Erros de medição	
		Perdas reais	Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento	
			Perdas reais nas tubulações de adução	
			Perdas reais nas redes de distribuição	
			Perdas reais nos ramais	
			Perdas reais e extravasamentos nos reservatórios	

Quadro 1: Parcelas das perdas de água (reais e aparentes) em relação ao volume que entra no sistema.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

As premissas adotadas para delimitação de cada um dos microsetores foram:

#### DMC's - Distritos de Medição e Controle:

1. Áreas abastecidas por uma única entrada de água;
2. Entrada de água com macromedidor permanente;
3. Número máximo de 3.000 ligações por DMC;
4. Extensão de rede máxima de 30 Km;
5. Área de abrangência por zona de pressão, evitando trechos de redes sem controle.

#### VRP's - Válvulas Redutoras de Pressão

1. Área controlada por válvula redutora de pressão;
2. Área monitorada por macromedidor permanente;
3. Área de abastecimento sujeita a pressões elevadas;
4. Manutenção de pressão interna à área da VRP entre mínima de 10 mca e máxima de 35 mca.

O início dos trabalhos foi a elaboração de um Diagnóstico Operacional das redes com Modelagem Hidráulica dos 3 Setores de Abastecimento, utilizando-se para tanto do software Water Gems Unlimited.

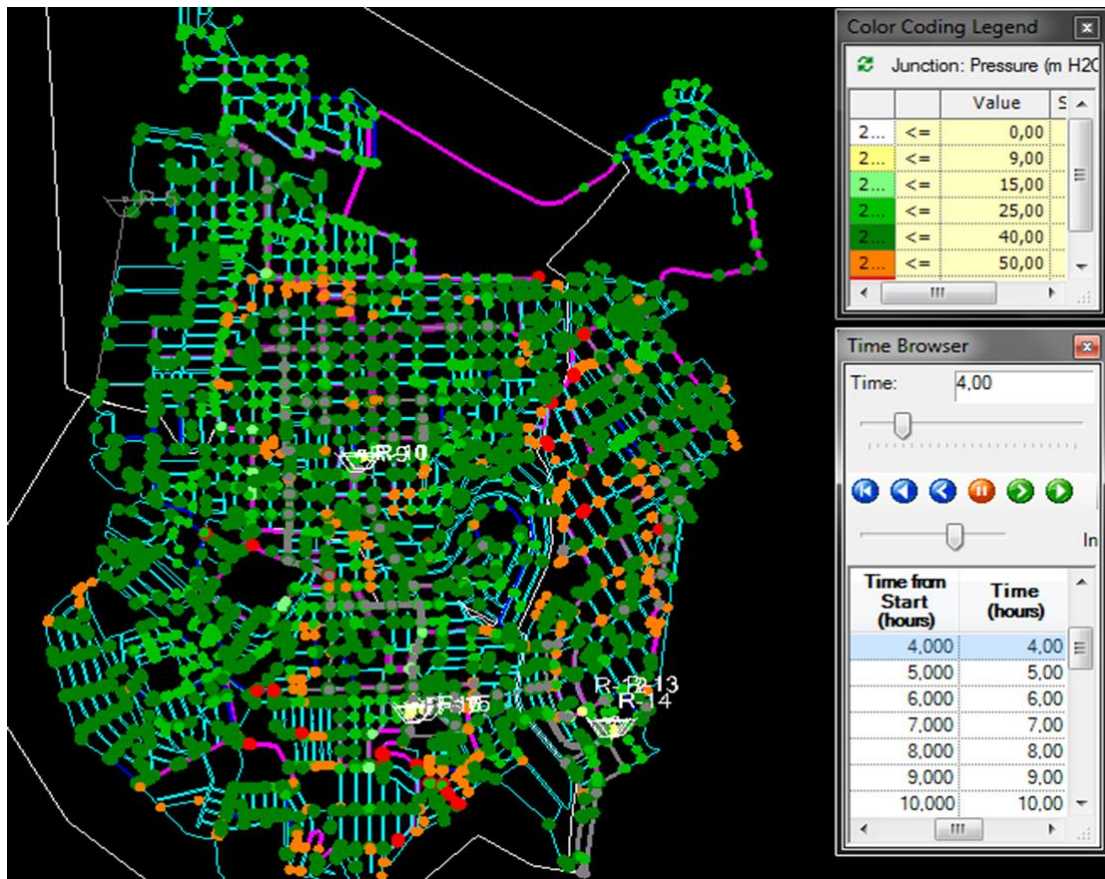


Figura 4: Modelagem hidráulica obtida a partir do software Water Gems Unlimited.

Este estudo foi calibrado com as restrições acima descritas, resultando nas seguintes distribuições:

### 3.1 RESERVATÓRIO SANTA MARIA

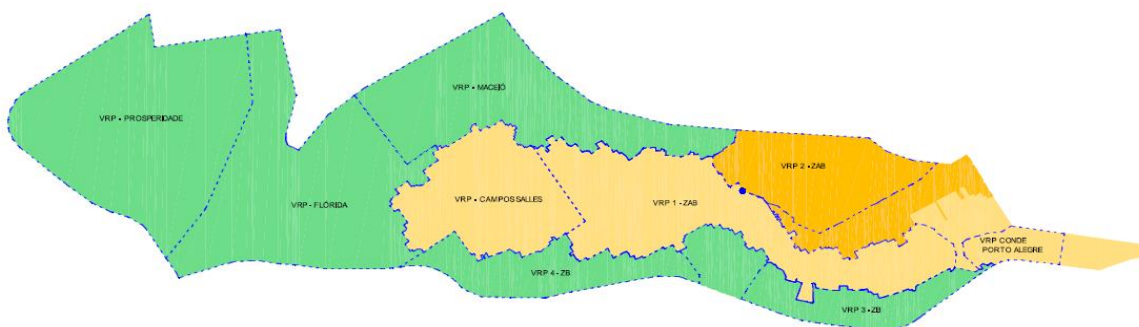


Figura 5: Configuração proposta para o sistema Santa Maria.

Após a análise dos resultados e a sua capacidade de gerar redução de perdas, foi aprovada a seguinte distribuição, composta pelas já existentes VRP's Flórida (que foi dividida e originou a VRP Prosperidade), Maceió e Campos Sales e pelas novas VRP's Araguaia II e Xingú, além das DMC's Araguaia I, II e IV.

Quadro 2: Caracterização dos DMC's e VRP's para o sistema Santa Maria

Zona de Pressão	Áreas de atendimento	Extensão de rede (km)	Número de ligações
ZB	DMC Araguaia I	8,71	508

	DMC Araguaia III	5,87	433
	DMC Araguaia IV	5,66	364
	VRP Flórida	11,25	893
	VRP Prosperidade	12,07	958
	VRP Maceió	8,23	912
ZA	VRP Araguaia II	27,97	2.061
	VRP Campos Sales	10,9	1.115
	VRP Xingu	2,05	200
Setor Santa Maria		92,71	7.444

A extensão da rede leva em conta as redes primárias de Ferro Fundido e as redes de distribuição de PVC no passeio, que se mostraram uma resposta muito eficiente no combate aos vazamentos, por eliminar a ligação direta por ferrule na rede primária.

### 3.2 RESERVATÓRIO OSWALDO CRUZ

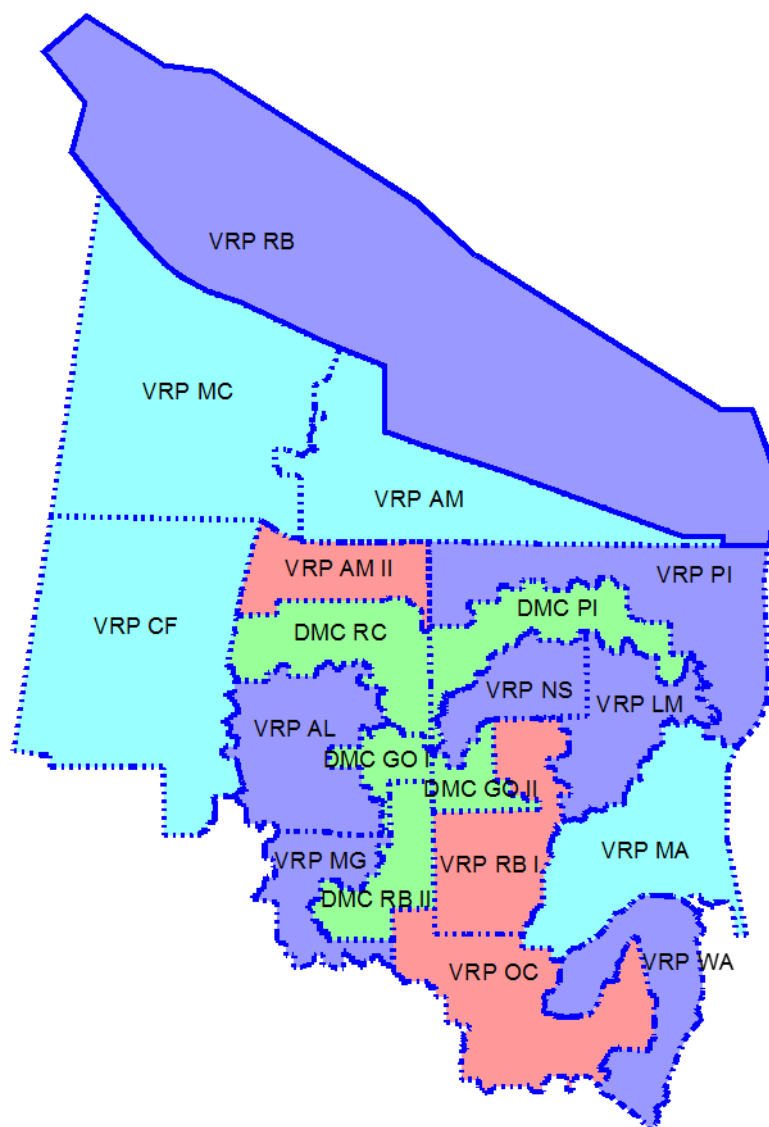


Figura 6: Configuração proposta para o sistema Oswaldo Cruz.

Este é o reservatório central do município e atende cerca de 46% da população, não sendo, paradoxalmente, o maior deles. Após a análise dos resultados e a sua capacidade de gerar redução de perdas, foi aprovada a seguinte

distribuição, composta pelas já existentes VRP's Amazonas, Manoel Coelho, Clemente Ferreira, Maranguá e Mangueiras, além das VRP's Piauí, Rebouças I, Nossa Senhora de Fátima, Walter Tomé, Arnaldo Locoselli e Lemos Monteiro. Foram também adicionadas as DMC's Rafael Correia, Piauí, Rebouças II, Gonzaga I e Gonzaga II. Como meio ainda de reduzir alguns pontos de alta pressão serão instaladas futuramente VRP's Amazonas II e Oswaldo Cruz.

Quadro 3: Caracterização dos DMC's e VRP's para o sistema Oswaldo Cruz

Zona de Pressão	Áreas de atendimento	Extensão de rede (km)	Número de ligações
ZB	VRP Antônio Prado	20,96	1.844
	VRP Amazonas II	4,82	424
	VRP Amazonas	12,53	1.103
	VRP Coelho Manoel	36,96	3.252
	VRP Clemente Ferreira	17,21	1.514
	VRP Piauí	11,45	1.008
	VRP Maranguá	11,34	998
	DMC Rafael Correia	29,48	3.392
	DMC Piauí	18,4	2.417
ZA	VRP Rebouças I	19,22	2.490
	VRP Oswaldo Cruz	19,16	2.484
	VRP Walter Tomé	6,29	554
	VRP Mangueiras	5,7	502
	DMC Rebouças II	8,9	1.581
	DMC Gonzaga I	11,5	1.810
	DMC Gonzaga II	6,85	1.401
	VRP N. S <sup>a</sup> Fátima	4,5	396
	VRP Arnaldo Locoselli	9,64	848
	VRP Lemos Monteiro	8,66	762
Setor Oswaldo Cruz		263,57	28.780

### 3.3 RESERVATÓRIO VILA GERTY

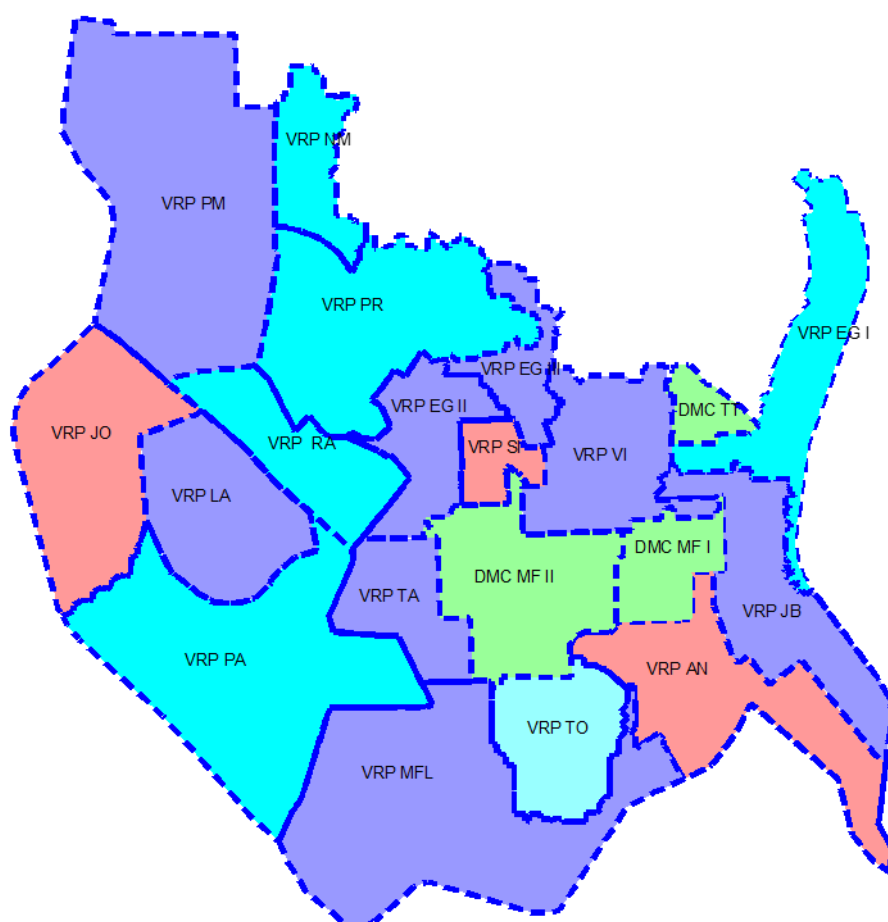


Figura 7: Configuração proposta para o sistema Vila Gerty.

Este é o maior reservatório do município, atendendo a maior área e os novos polos residenciais. Após a análise dos resultados e a sua capacidade de gerar redução de perdas, foi aprovada a seguinte distribuição, composta pelas já existentes VRP's Nestor Moreira, Radialista, Paraíso, Paz e Tocantins, além da adição das VRP's Manoel Fernandes Lopes, Ernesto Giuliano I, II e III, Primeiro de Maio, Lágrimas, Giovanni Moretti e José Bonifácio. Foram também adicionadas as DMC's Tomaso Tomé, Adelaide e Manoel Augusto Ferreirinha. Como meio ainda de reduzir alguns pontos de alta pressão serão instaladas futuramente as VRP's João XXIII, Padre Anchieta, Sílvia e Tamandaré.

Quadro 4: Caracterização dos DMC's e VPR's para o sistema Vila Gerty

Zona de Pressão	Áreas de atendimento	Extensão de rede (km)	Número de ligações
ZB	VRP Manoel Fernandes Lopes	15,31	1.554
	VRP João XXIII	8,09	363
	VRP Ernesto Giuliano III	3,19	371
	VRP Nestor Moreira	4,46	472
	VRP Ernesto Giuliano I	5,97	688
	VRP Radialista	3,47	185
	VRP Primeiro de Maio	14,78	824
	VRP Paraíso	30,16	2.198
	VRP da Paz	21,66	1.067
	VRP Lágrimas	8,91	615
	DMC Tomaso Tomé	1,53	194
ZA	VRP Padre Anchieta	14,74	837
	VRP Sílvia	2,10	278
	VRP Tamandaré	4,12	383
	DMC Adelaide	26,57	1.905
	DMC Manoel Augusto Ferreirinha	22,75	2.948
	VRP Giovani Moretti	9,11	1.164
	VRP José Bonifácio	8,51	723
	VRP Ernesto Giuliano II	5,97	641
	VRP Tocantins	5,75	758



#### 4. PROCEDIMENTOS

A implementação das áreas estão sendo realizadas com os seguintes projetos, todos equipados com sensores de inundação:

4.1 VRP – Configuração tradicional, com abertura do diafragma controlada por solenoides.

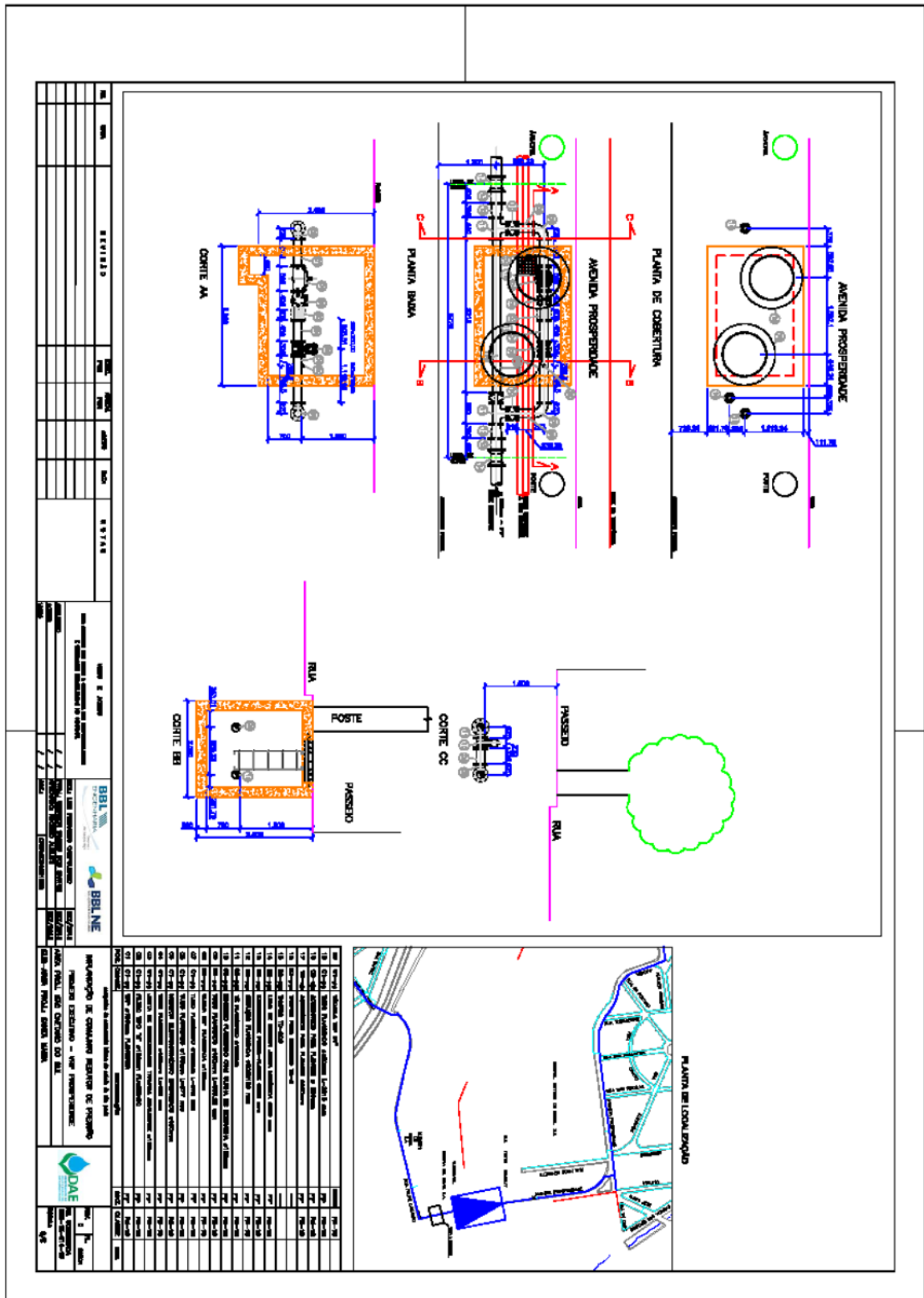


Figura 8: Projeto executivo de uma VRP.

4.2 DMC: Equipada atuador elétrico acoplado em válvula gaveta, para fechamento remoto.

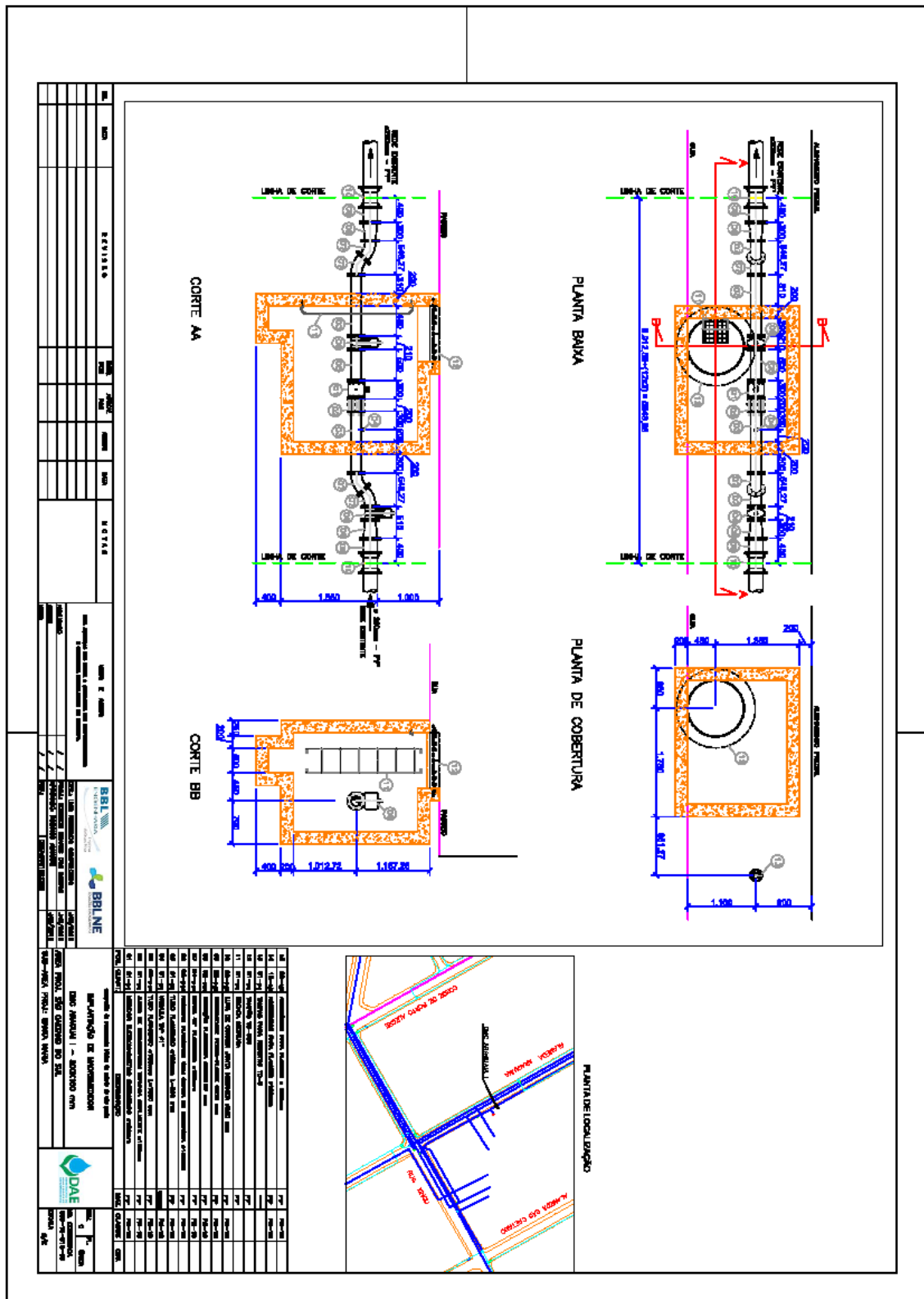


Figura 9: Projeto executivo de um DMC.

4.3 Instalação de postes padrão CT51 com cobrança por avença e base de apoio para instalação de PEA-VRP e PEA-DMC, com ligações bifásicas.



Figura 10: Poste para instalação dos painéis elétricos.

- 4.4 Verificação de vazamentos não visíveis com Geofone. O objetivo é o de localizar vazamentos que apresentem ruídos de alta frequência e baixa amplitude nas redes de distribuição primária e secundária.
- 4.5 Verificação de vazamentos não visíveis com Correlacionador de Ruídos. O objetivo é o de localizar vazamentos que apresentem ruídos de baixa frequência e alta amplitude nas redes primária e secundária de distribuição, e será utilizado caso a vazão mínima noturna não seja explicada por consumos internos à área estudada.
- 4.6 Após 30 dias de coleta de dados, proceder a análise de mínima vazão noturna e refinamento dos parâmetros de controle. Nesta fase é de grande importância a análise dos consumidores internos à área, para identificar consumos em horários fora de pico.
- 4.7 A Programação das CLP's será feita com base nas medições acima descritas, com o cuidado de se estabelecer uma queda ou aumento de pressão em um gradiente de não mais que 2 mca a cada 15 minutos, para se evitar a criação de transiente hidráulico, que possa danificar a rede.

## 5. EQUIPAMENTOS

**5.1 PEA-VRP (Painel Elétrico de Automação):** composto de fonte 24VCC, Gerador de sinal GPRS, sensor de abertura de porta, CLP, proteção anti-surto de 2 e 3º níveis e caixa interna IP67 para instalação dos pressostato e solenoides, para receber as ligações de pressão de montante e jusante vindas da VRP. Receberá também o conversor do medidor de vazão eletromagnético.

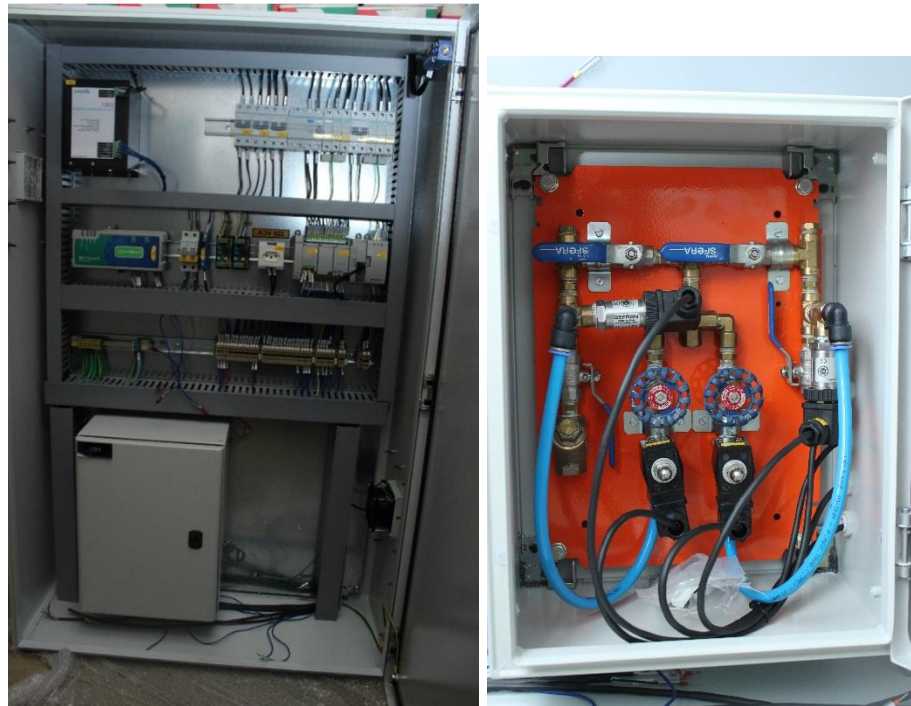


Figura 11: Componentes dos painéis elétricos de automação para VRP.

**5.2 PEA-DMC:** composto de fonte 24VCC, Gerador de sinal GPRS, sensor de abertura de porta, CLP, proteção anti-surto de 2 e 3º níveis e caixa interna IP67 para instalação do pressostato, para receber a ligação de pressão de jusante vinda da DMC. Além disso, está equipado com inversor de frequência para acionar o atuador elétrico de controle da válvula gaveta interna à caixa. Receberá também o conversor do medidor de vazão eletromagnético.

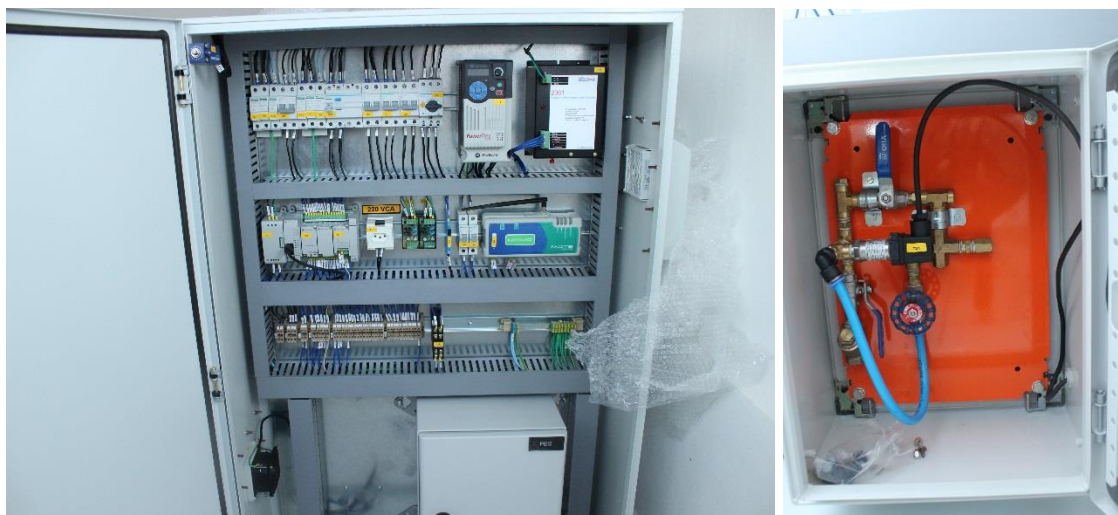


Figura 12: Componentes dos painéis elétricos de automação para DMC.

**5.3 Ponto Crítico (PC):** composto de fonte 24VCC, Gerador de sinal GPRS, sensor de abertura de porta e caixa interna IP67 para instalação do pressostato, para receber a ligação vinda do ramal domiciliar.



Figura 13: Componentes do painel localizado no Ponto Crítico.

## 6. RESULTADOS

Estamos em processo de coleta de dados para definição dos parâmetros de controle. A maior restrição até o momento é o do procedimento de instalação de energia elétrica por parte da operadora, que tem nos ocasionado um enorme atraso na coleta e controle de dados.

No momento, as áreas controladas por VRP têm a seguinte programação de controle:

Nome	DN	Pressão da Montante	Horário de Atuação (máxima)	Pressão da Jusante (máxima)	Horário de Atuação (mínima)	Pressão da Jusante (mínima)	Pressão no PC (máxima)
VRP Manoel Coelho	250	44 mca	06:00:00 hrs	15 mca	00:00 hrs	7 mca	13 mca
VRP Clemente Ferreira	200	40 mca	06:00:00 hrs	13 mca	00:00 hrs	6 mca	13 mca
VRP Amazonas	200	44 mca	06:00:00 hrs	20 mca	00:00 hrs	6 mca	13 mca
VRP Maranguá	150	28 mca	06:00:00 hrs	23 mca	00:00 hrs	8 mca	13 mca
VRP Florida	200	27 mca	06:00:00 hrs	12 mca	00:00 hrs	5 mca	13 mca
VRP Campos Salles	150	32 mca	06:00:00 hrs	21 mca	00:00 hrs	7 mca	13 mca
VRP Maceió	150	30 mca	06:00:00 hrs	16 mca	00:00 hrs	7 mca	13 mca
VRP Tocantins	100	29 mca	06:00:00 hrs	17 mca	00:00 hrs	6 mca	13 mca
VRP Nestor Moreira	75	27 mca	06:00:00 hrs	24 mca	00:00 hrs	8 mca	13 mca
VRP da Paz	200	48 mca	06:00:00 hrs	33 mca	00:00 hrs	12 mca	13 mca
VRP Paraíso	200	44 mca	06:00:00 hrs	26 mca	00:00 hrs	10 mca	13 mca
VRP Ernesto Giuliano	100	44 mca	06:00:00 hrs	30 mca	00:00 hrs	10 mca	13 mca
VRP Radialistas	100	46 mca	06:00:00 hrs	17 mca	00:00 hrs	6 mca	13 mca

Figura 14: Controle de programação das VRP's existentes.

### VRP Campos Sales

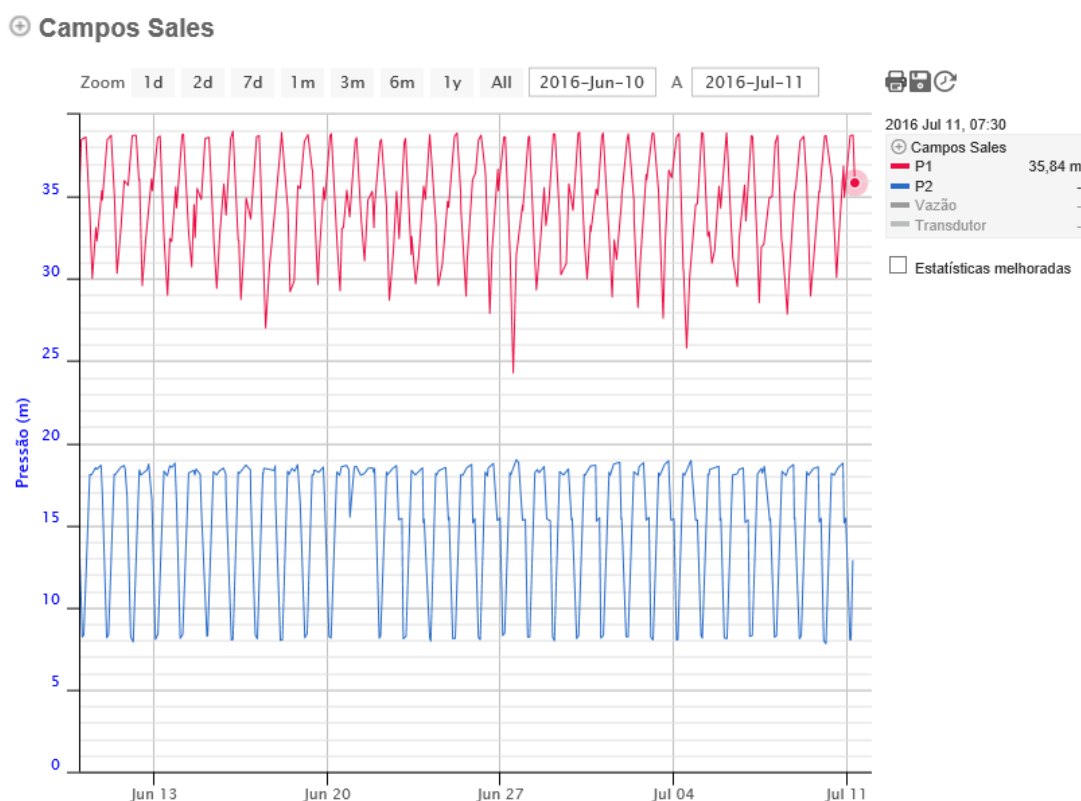


Figura 15: Controle da pressão na VRP Campos Sales.

## Ponto Crítico

### PC\_Campos Sales - ponto critico

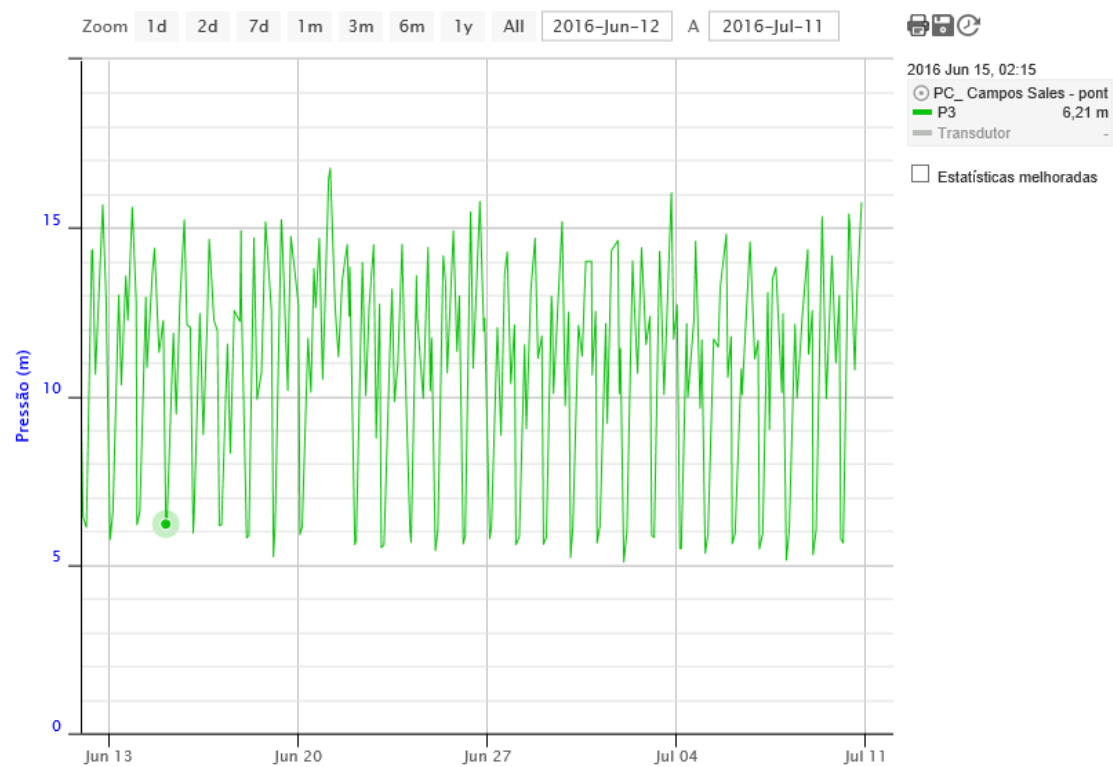


Figura 16: Controle de pressão no ponto crítico Campos Sales.