

**PLANO DIRETOR DE COMBATE E REDUÇÃO DE  
PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO  
DE ÁGUA DE VARGEM GRANDE DO SUL - SP**



**RELATÓRIO DE ATIVIDADES – R4, R5 e R6 -  
Final**

**Julho/2011**

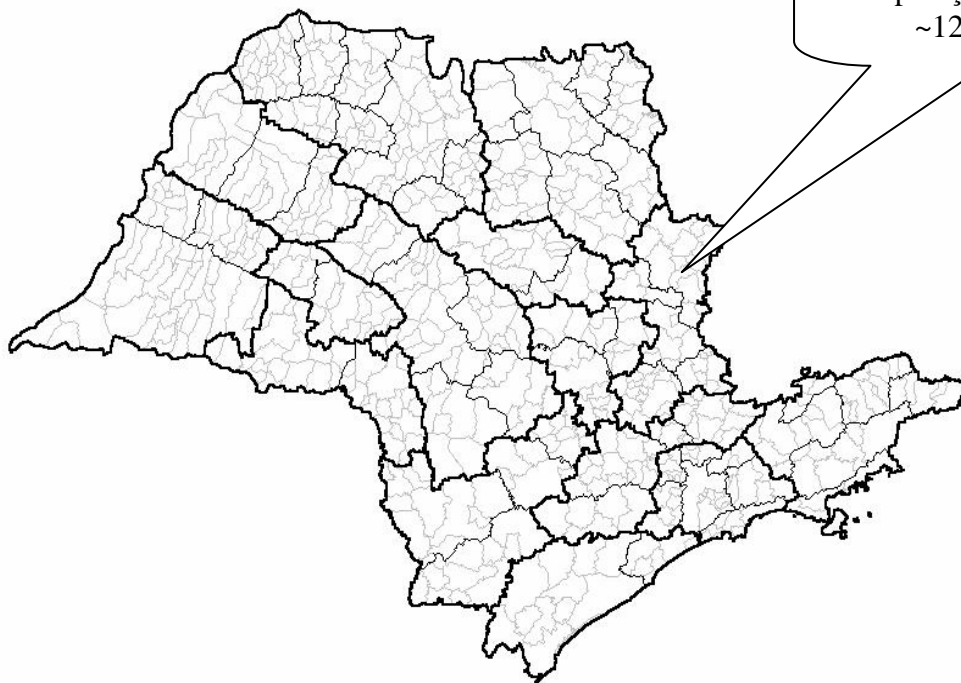
## INDÍCE

DESCRIÇÃO	PÁG
1. Apresentação.....	03
2. Considerações Gerais.....	04
3. Descrição do Município.....	05
3.1. História de Vargem Grande do Sul.....	05
3.2. Dados Gerais.....	05
4. Descrição Geral do Empreendimento.....	07
5. Descrição do Sistema de Abastecimento de Água.....	08
5.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	08
5.2. Rede de Distribuição.....	19
5.3. Ligações.....	19
6. Atividades Desenvolvidas.....	20
6.1. Confecção e Digitalização do Cadastro das redes.....	20
6.2. Mapeamento de Pressões.....	20
6.3. Setorização.....	38
6.3.1. Estudos para Elaboração de Setores de Abastecimento.....	38
6.3.2. Considerações Iniciais.....	38
6.3.3. Delimitação dos Setores.....	39
6.3.4. Estimativa do Número de Ligações e Vazão de Abastecimento dos Setores.....	40
6.3.5. Análise dos reservatórios.....	41
6.3.6. Lista dos Materiais Hidráulicos.....	42
6.3.7. Setores de Distribuição de Água.....	42
6.3.8. Modelagem Matemática Hidráulica.....	64
6.3.9. Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão com Pitometria.....	65
6.3.10. Projeto de Macromedição de Vazão e Nível com Transmissão Telemetria.....	107
6.4. Procedimentos para Elaboração dos Índices de Perdas Setoriais e Global.....	145
6.5. Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos.....	164
6.6. Estudos para melhoria da gestão da micromedição.....	179
6.7. Substituição das redes de ferro fundido e cimento amianto.....	190
7. Resumo dos Investimentos.....	191
8. Resultados Esperados.....	194
Anexos.....	195

## 1. APRESENTAÇÃO

A THESIS ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA. apresenta a seguir, o **Relatório de Atividades – R4, R5 e R6**, com todas as atividades desenvolvidas durante o período de 03/02/11 à 20/07/11 para a elaboração do Plano Diretor de Combate e Redução de Perdas Totais no Sistema de Distribuição de Água do Município de Vargem Grande do Sul – SP conforme os termos do CONTRATO ADMINISTRATIVO n°. 098/2010 firmado em 20 de setembro de 2010.

A Ordem de Serviço emitida pela Prefeitura Municipal de Vargem Grande do Sul autoriza a Thesis Engenharia e Construções Ltda. a iniciar os serviços a partir do dia 30/09/2010.



**Vargem Grande do Sul**  
População: ~ 39.266 hab.  
~12.184 ligações

## 2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Após a emissão da Autorização de Serviços, foi dado o início aos trabalhos, onde foram realizadas reuniões com a equipe técnica do Serviço de Água e Esgoto de Vargem Grande do Sul - SP, com a participação das equipes a seguir relacionadas.

### ***GRUPO TÉCNICO***

#### **Prefeitura Municipal de Vargem Grande do Sul – SP**

Amarildo Duzi Moraes – Prefeito Municipal

#### **Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Vargem Grande do Sul - SAE**

Edson Nardine Sbardelini – Diretor do SAE

Ricardo Luis Bisco – Diretor de Obras

### ***AGENTE TÉCNICO DO FEHIDRO***

Leni Moreninho de Araujo - CETESB

### ***THESIS ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA..***

Luciano Farias de Novaes – Engenheiro Responsável

Marcos Antonio Moretti – Engenheiro Consultor

Felipe Pereira Honda – Engenheiro Ambiental

Thiago Bueno de Oliveira - Engenheiro Agrícola

Gisele Martins – Desenhista Cadista

Guilherme Melegari – Desenhista Cadista

## 3. DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO

### 3.1. História de Vargem Grande do Sul

Vargem Grande do Sul originou-se de um antigo povoado, surgido à margem da rota bandeirante - a antiga estrada Boiadeira ou Francana - percorrida pelas Bandeiras no século XVII, em busca das minas de ouro de Goiás.

A primeira alusão à existência desse povoado data de 1832, denominando-se o local de Várzea Grande, situado em terras da sesmaria do sargento-mor José Garcia Leal, residente em Mogi Mirim. Esta sesmaria abrangia a Serra da Fatura até Pirassununga e de Casa Branca até São João da Boa Vista e Aguai.

Entre os anos de 1825 e 1874 a sesmaria dos Garcia Leal sofreu diversas divisões, dando origem a dezenas de fazendas e sítios, fazendas estas que se transformaram em povoados, um deles, o Bairro da Porteira, futura Vargem Grande do Sul.

A data oficial de fundação do município remonta a 26 de setembro de 1874. Em 1906, Vargem Grande do Sul é elevada à categoria de Vila. É também nesse período (fim do século XIX e início do século XX) que começam a chegar os imigrantes, os quais viriam a compor a maior parte de sua população. Sua emancipação política se dá em 24 de fevereiro de 1922, com a eleição do primeiro prefeito municipal, Capitão Belarmino Rodrigues Peres.

Em 1969 é instalada a Comarca de Vargem Grande do Sul.

O nome de Vargem Grande do Sul foi dado ao município em 1944, pelo Decreto Lei 14.344.

No dia 16 de Janeiro de 1934, a Câmara Municipal de Vargem Grande do Sul prestou homenagem póstuma, decretando luto oficial e denominando de "Praça Capitão João Pinto Fontão" a praça central que era até então chamada de "Praça da Matriz" Decreto nº 1, 16 de janeiro de 1934.

### 3.2. População

A maior parte da população de Vargem Grande do Sul é composta por descendentes de imigrantes, principalmente os da Itália. Ainda hoje, a maior parte dos sobrenomes lá encontrados

são italianos. O clube da cidade, onde os moradores ainda se encontram em jantares e bailes, começou como funerária a serviço dos imigrantes, em sua maioria humildes. Seu nome, que era italiano, foi trocado na Segunda Guerra Mundial pelo governo de Getúlio Vargas para "Sociedade Beneficente Brasileira". Mais ainda, os moradores sempre foram, em sua maioria, de classe média, a segregação social era inexpressiva e a cidade assumia um perfil pacato.

Desde final do século XX, assim como ocorre em várias outras cidades do Sul e Sudeste que têm a agricultura como um dos principais eixos da economia local, e em especial naquelas em que há cultivo da cana-de-açúcar, Vargem Grande do Sul recebe muitos migrantes em épocas de safra, principalmente das regiões Norte e Nordeste do país.

Alguns migrantes retornam aos seus estados de origem, entretanto, outros acabam fixando residência na cidade, o que pode explicar o aumento na estimativa populacional local nas décadas de 1990 e 2000. Fora da época de colheita, muitos desses novos habitantes ficam desempregados, o que ajuda a explicar o aumento da violência na cidade.

Na Tabela 01 é apresentado a evolução população do município de Vargem Grande do Sul, a qual possui uma extensão territorial igual a 267 km<sup>2</sup>.

Tabela 01. Evolução populacional do município de Vargem Grande do Sul.

Ano	População
1992	31.946
1995	34.615
1998	35.355
2001	37.229
2004	39.047
2007	38.925

## 4. DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

O Plano Diretor de Combate e Redução de Perdas de Água da cidade de Vargem Grande do Sul tem por objetivo a elaboração de serviços de consultoria e projeto que apresentem com produto final diversas atividades que possam auxiliar na implantação desse Plano Diretor, com uma sequência de ações a curto, médio e longo prazo que venham a permitir a redução permanente dos índices de perdas atual, com metas pré-estabelecidas, basicamente como segue:

4.1- Confecção e Digitalização do Cadastro das Redes de Distribuição de Água;

4.2- Mapeamento de Pressões;

4.3- Setorização;

4.4- Relatórios e Plano de Ação global com viabilidade econômica para pedido de financiamento.

## 5. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

### 5.1. Sistema de Abastecimento de Água

O Sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul possui 100% dos domicílios ligados à rede de abastecimento de água, sendo que esse mesmo percentual dos domicílios são atendidos. A captação é feita na represa “Eduino Sbardelini” alimentada pelo rio Verde, e a sua atual Estação de Tratamento de Água é composta por dois (02) módulos com capacidade total de 200l/s.

A Figura 1 ilustra a represa “Eduino Sbardelini” onde é feita a captação de água bruta para o abastecimento da cidade de Vargem Grande do Sul



Figura 1: Vista da represa “Eduino Sbardelini”

A água bruta é recalçada para a ETA que esta situada no mesmo local através de três (03) conjuntos motor bomba submersíveis, por meio de uma adutora com diâmetro de Ø450mm em ferro fundido.

A Figura 2 apresenta o recalque de água bruta na captação da represa “Eduino Sbardelini” para a Estação de Tratamento de Água.





Figura 2: Vista geral da casa de bombas de água bruta e adutoras.

A chegada da água bruta é feita numa caixa de mistura onde são aplicados os produtos químicos, sendo feita também a divisão da vazão de 200l/s, daí as vazões de 100l/s cada, são encaminhadas para cada módulo de tratamento.

A Figura 3 apresenta a chegada de água bruta na caixa de mistura da ETA.

Figura 3: Vista da câmara de mistura de água bruta.



Após a chegada de água bruta na câmara de mistura dos produtos químicos ela é dividida igualmente para as duas calhas Parshall existentes em cada módulo de tratamento da água bruta.

A Figura 4 apresenta a chegada da água bruta na calha Parshall do Módulo de tratamento nº01.



Figura 4: Vista da calha Parshall no Módulo nº 01 do tratamento.

A Figura 5 apresenta a chegada da água bruta na calha Parshall do Módulo de tratamento nº02.



Figura 5: Vista da calha Parshall no Módulo nº 2 do tratamento.

A Figura 6 apresenta uma visão geral da estação de tratamento de água.



Figura 6: Vista geral da Estação de Tratamento de Água.

Após a realização do processo de floculação, decantação e filtração a água tratada é encaminhada para dois reservatórios apoiados de concreto similares com capacidade de 500m<sup>3</sup> cada, totalizando 1.000m<sup>3</sup>.

A Figura 7 ilustra as duas câmaras de reservação com 500m<sup>3</sup> cada uma.

Figura 7: Vista geral das duas câmaras de reservação de água tratada.



Junto à represa existe também uma casa de bombas composta por três (03) conjuntos motor bomba iguais, com as seguintes características:

Bomba: KSB – Meganorm 150-400 – Q=360m<sup>3</sup>/h – AMT = 67mca – 1750 rpm

Motor: WEG – potencia: 125 cv

A Figura 8 ilustra o interior da casa de bombas apresentando os conjuntos motor bomba com o recalque de água tratada.



Figura 8: Vista do interior da casa de bombas com os conjuntos motor bomba.

Toda água tratada é recalçada para um centro de reservação (antiga ETA) no Jardim Pacaembu, através de uma adutora de 400mm em ferro fundido, que alimenta dois (02) reservatórios apoiados de concreto, sendo um com capacidade de 1.000m<sup>3</sup> e outro com capacidade de 500m<sup>3</sup>.

A Figura 9 apresenta uma visão geral dos reservatórios apoiados de concreto do Jd. Pacaembu.

Figura 9: Vista geral dos reservatórios apoiados no Jd. Pacaembu.



A Figura 10 apresenta o reservatório apoiado de concreto com volume de 500m<sup>3</sup>.

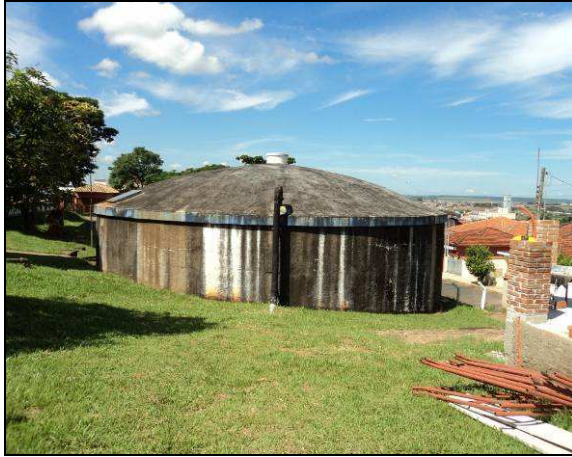
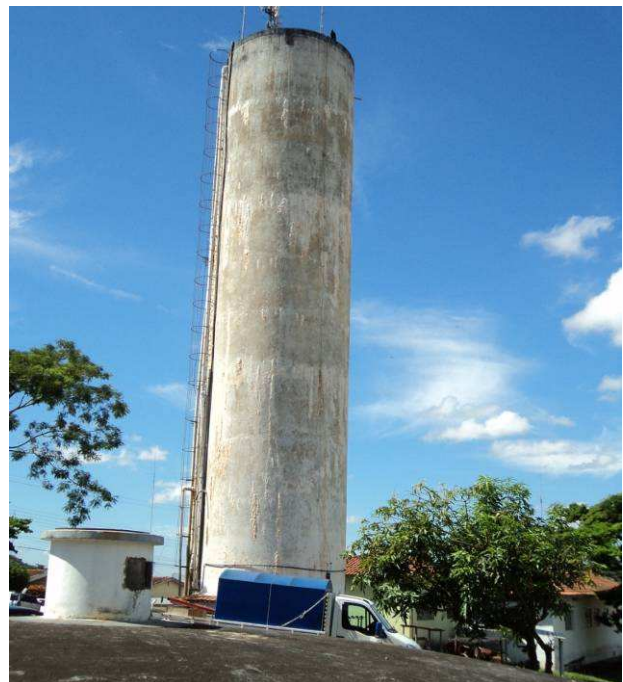


Figura 10: Vista geral do reservatório apoiado de concreto com 500m<sup>3</sup>.

Parte da água tratada é recalçada para o reservatório elevado de concreto através de uma casa de bombas situada na base desse reservatório que faz a sua distribuição para a rede da Vila Santana.

A Figura 11 apresenta uma visão geral do reservatório elevado de concreto com 150m<sup>3</sup>.

Figura 11: Vista geral do reservatório elevado de concreto de 150m<sup>3</sup>.



Nesse centro de reservação existe uma casa de bombas composta por dois (02) conjuntos motor-bomba que faz o recalque para o centro de reservação do Jd. Paulista, através de uma adutora de Ø250mm em ferro fundido.

A Figura 12 apresenta uma visão geral da casa de bombas com o recalque para o Jd. Paulista.



Figura 12: Vista da casa de bombas com os dois conjuntos motor-bomba.

Existe também no centro de reservação do Jd. Pacaembu uma série de conjuntos motor bombas que fazem o recalque para diversos bairros da cidade.

As Figuras 13, 14 e 15 apresentam uma visão geral dos conjuntos motor bomba que fazem o recalque para a rede de distribuição.

Figura 13: Vista dos conjuntos motor bomba com recalque para os bairros Vila Polar e São Joaquim





Figura 14: Vista do conjunto motor bomba com recalque para V. Santa Terezinha.

Figura 15: Vista do conjunto motor bomba com recalque para V. Polar de Fora.



No centro de reservação do Jardim Paulista existe um reservatório de concreto apoiado com capacidade de 1.000m<sup>3</sup> que faz a distribuição para o próprio bairro. Esta sendo construído mais um reservatório de concreto apoiado com capacidade de 500m<sup>3</sup> nesse local.



Figura 16: Vista geral do reservatório apoiado de concreto de 1.000m<sup>3</sup>.

A foto 17 apresenta a fase atual de construção do reservatório apoiado de concreto de 500m<sup>3</sup>.

Figura 17: Vista geral da construção do reservatório apoiado de concreto e casa de bomba ao fundo.



Na foto 18 é apresentado o interior da casa de bombas com o conjunto motor bomba que alimenta a parte alta do Jardim Paulista.



Figura 18: Vista geral do conjunto motor bomba do Jd. Paulista.



No Jardim Santa Marta existe um reservatório apoiado em Fibra de Vidro com capacidade de  $50\text{m}^3$ , que recebe água de sobra da rede de distribuição que vem do reservatório apoiado do Jd. Paulista e auxilia no abastecimento nas horas de maior consumo.

Na Figura 19 é ilustrado o reservatório elevado do Jd. Santa Marta com  $50\text{m}^3$ .



Figura 19: Vista geral do reservatório elevado do Jd. Santa Marta.

Na Vila Polar existe um reservatório elevado de Fibra de Vidro com capacidade de  $50\text{m}^3$ , que recebe água de sobra da rede de distribuição e auxilia no abastecimento nas horas de maior consumo.

Na Figura 20 é ilustrado o reservatório elevado da Vila Polar com  $50\text{m}^3$ .

Figura 20: Vista geral do reservatório elevado da Vila Polar.



No Jardim São Cristovão existem dois reservatórios, sendo um enterrado com capacidade de 500m<sup>3</sup> e outro elevado com capacidade de 150m<sup>3</sup>, que se encontram desativados devido profundo estado de decomposição de suas estruturas.

Nas Figuras 21 e 22 são apresentados os reservatórios apoiado e elevado desativados.



Figura 21: Vista geral do reservatório apoiado desativado.

Figura 22. Vista do reservatório elevado desativado



Na Tabela 02 são apresentados os dados referentes aos reservatórios existentes e em construção existentes no sistema de abastecimento de Vargem Grande do Sul.

Tabela 02. Reservação existente no sistema de abastecimento.

<b>Local</b>	<b>Reservatório</b>	<b>Capacidade (m<sup>3</sup>)</b>
Represa Rio Verde	Concreto Apoiado	1.000
Jd. Pacaembu	Concreto Apoiado	1.000
	Concreto Apoiado	500
	Concreto Elevado	150
	Concreto Apoiado	1.000
Jd. Paulista	Concreto Apoiado	500 (em construção)
	Concreto Apoiado	500 (em construção)
Jd. Santa Marta	Fibra de Vidro Elevado	50
Vila Polar	Fibra de Vidro Elevado	50
<b>Total:</b>		<b>3.750m<sup>3</sup></b>

## 5.2. Rede de Distribuição

A rede de distribuição apresenta diversos diâmetros entre 50mm e 300mm com materiais de PVC, FoFo, Cimento Amianto e Ferro Galvanizado, com extensão total estimada em 150.000 metros.

## 5.3. Ligações

O sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul é composto por 12.184 ligações, sendo estas classificadas como:

- Residenciais:
- Comerciais:
- Industriais:

## 6. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste relatório de acompanhamento R1 são apresentadas as atividades como segue abaixo:

### 6.1- Confeção e Digitalização do Cadastro das Redes de Distribuição de Água

Foram realizadas pesquisas nos arquivos existentes no SAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Vargem Grande do Sul e consultas de campo com auxílio dos encanadores, sendo então elaborado o cadastro de rede de distribuição de água.

Assim a Thesis Engenharia está gerando uma planta digital da cidade numa escala apropriada 1:2000 onde estão sendo armazenados os dados básicos do sistema de abastecimento, tais como: as captações de água bruta, as adutoras de água bruta, a estação de tratamento, casas de bombas e os reservatórios de água tratada. Nessa planta geral será incluso também as informações da rede de distribuição, que estão sendo coletadas junto ao setor de água e esgoto e repassadas para o arquivo digital em côres e escalas apropriadas.

Foi feito também a atualização do levantamento topográfico planialtimétrico com a apresentação de curvas de nível na planta geral da cidade.

Nos anexos são apresentados as plantas na escala 1:2.000 impressas em papel no formato A1 e em arquivo digital tipo CD-rom.

### 6.2- Mapeamento de Pressões

Através da planta geral da cidade de Vargem Grande do Sul foram definidos os pontos para medição de pressão. A análise das diferenças de cotas entre os reservatórios e dos pontos do sistema de distribuição determinou os locais onde irão ser realizadas as medidas de pressão para a realização do mapeamento de pressões objeto desta atividade.

É apresentado também anexo a este Relatório de Acompanhamento R2 uma planta geral do sistema de distribuição com os pontos definidos para as medições de pressões.

Na sequência são apresentados as variações de pressões monitoradas em 15 pontos distintos no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul. Ressalta-se que a definição destes pontos para monitoramento de pressão foi realizada em função das suas cotas geométricas, pois devem-se controlar as pressões no sistema de abastecimento para que as pressões estática e

dinâmica devem obedecer a limites prefixados, segundo a Norma Técnica NBR 12.218/1994 onde a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa (50,0 mca), e a pressão dinâmica mínima, não deve ser inferior a 100 kPa (10,0 mca).

Na Figura 23, é apresentada fotografia do equipamento data-logger de pressão que foi utilizado para medir as pressões nos 15 pontos definidos no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

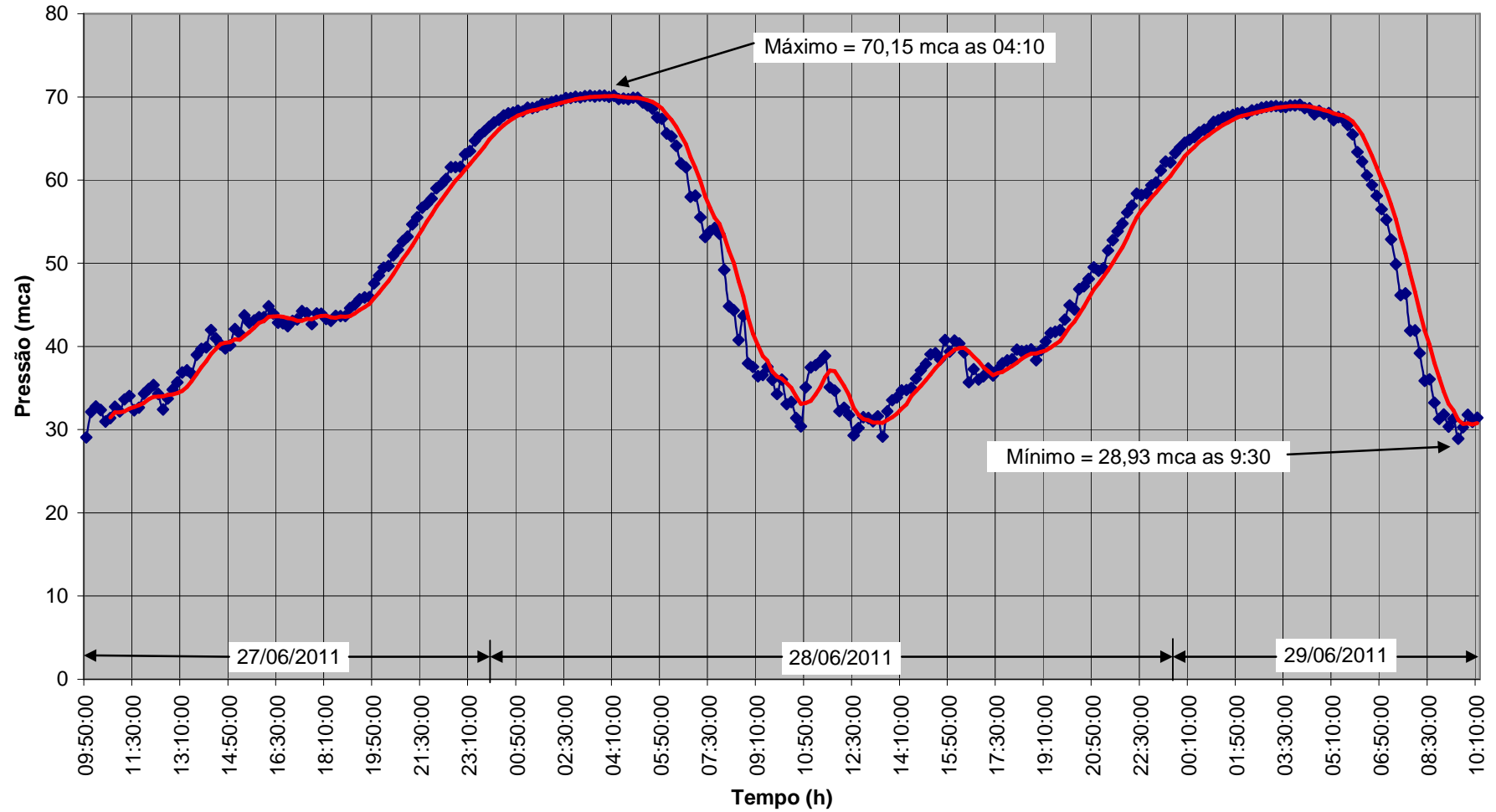


Figura 23. Equipamento data-logger de pressão que foi utilizado para medir pressão no sistema de abastecimento do município de Vargem Grande do Sul.

Na sequência são apresentadas as pressões monitoradas nos quinze (15) pontos do sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

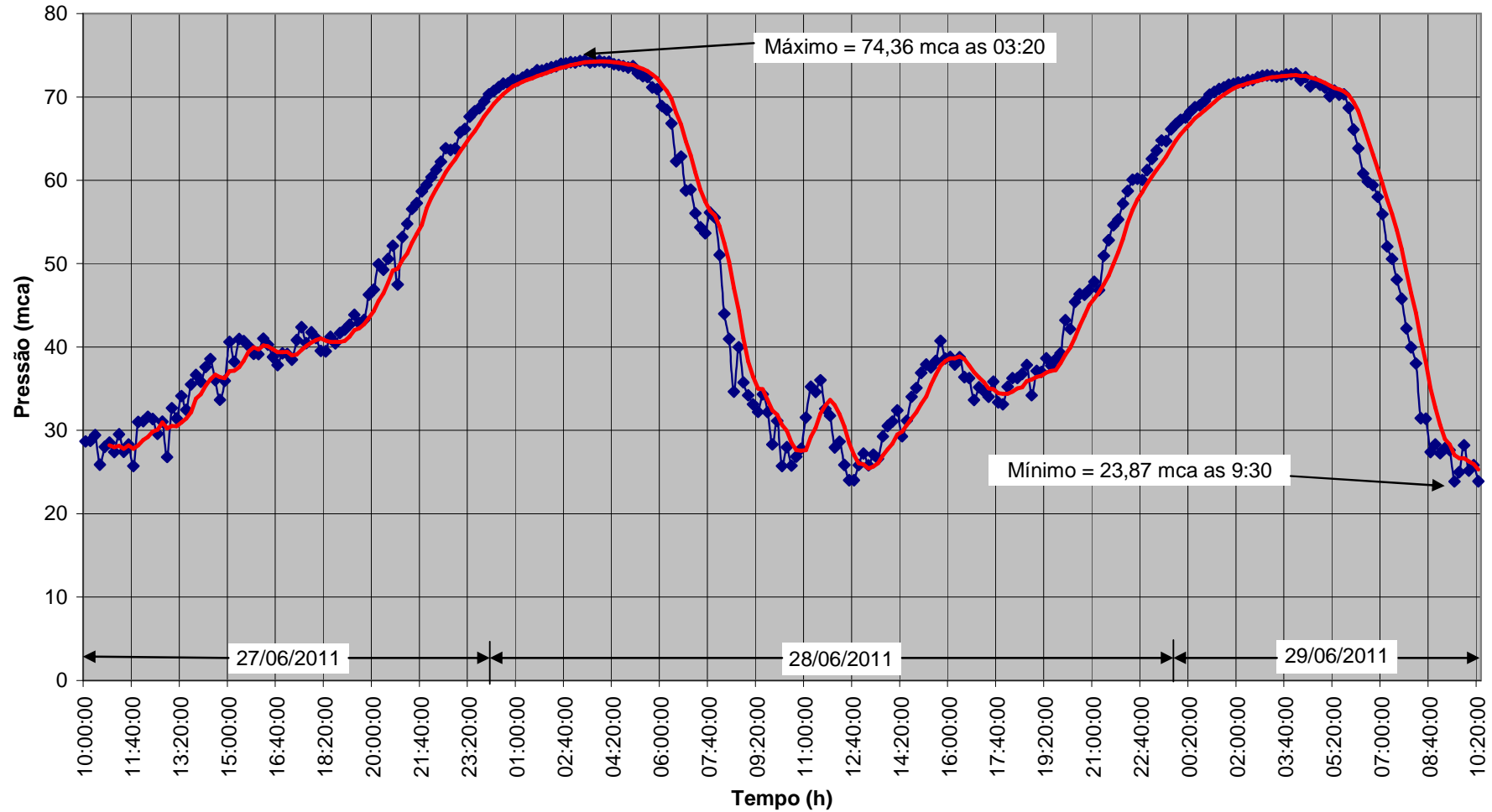
### Gráfico de Pressão - Data 27/06/11 a 29/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 1 - Endereço: Rua João da Silva Ribeiro, nº492 - Jardim Redento r



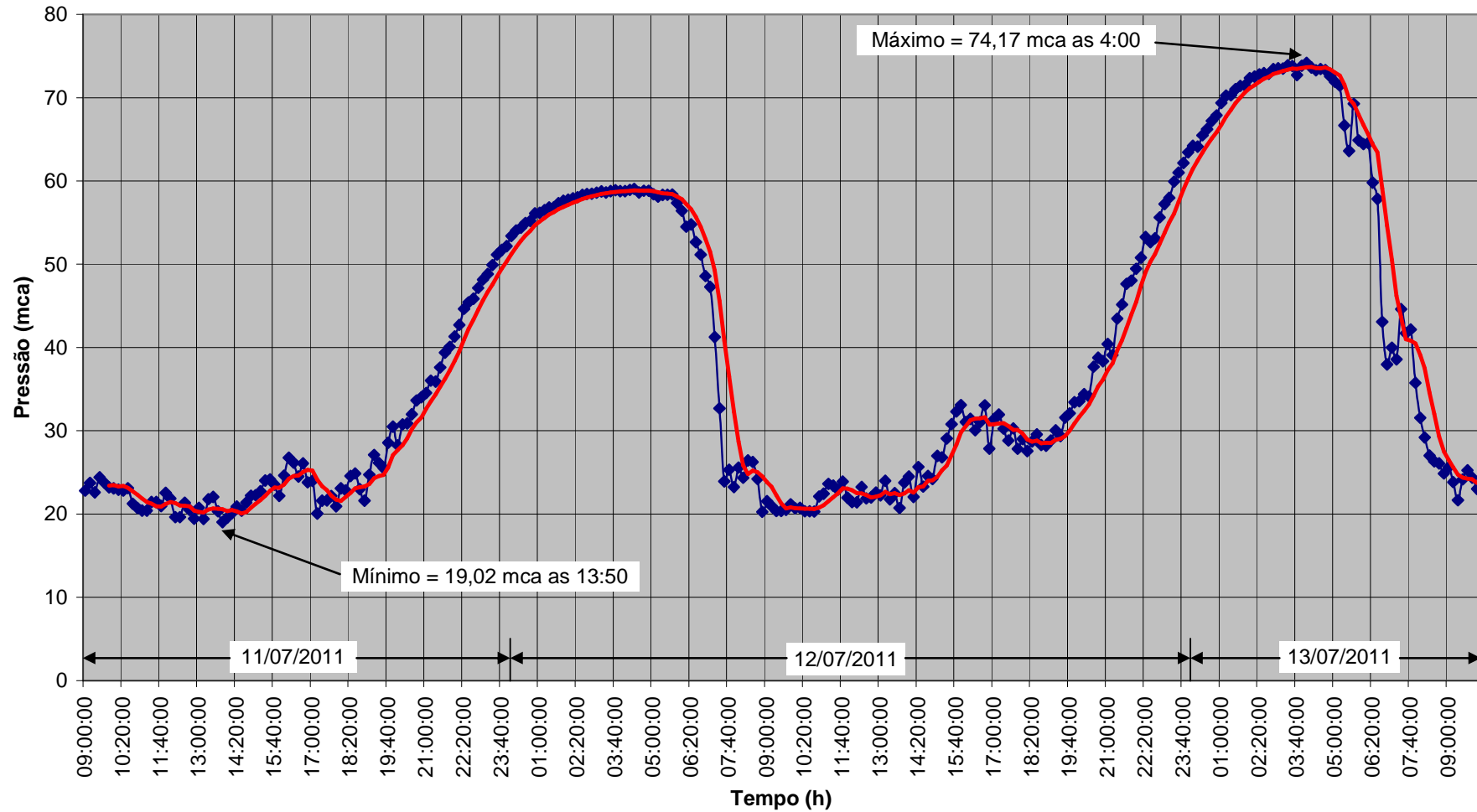
### Gráfico de Pressão - Data 27/06/11 a 29/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 2 - Endereço: Rua João Batista Toesca, nº55 - Conjunto Hab. Ant onio C. Filho



### Gráfico de Pressão - Data 11/07/11 a 13/07/11 - Vargem Grande do Sul - SP

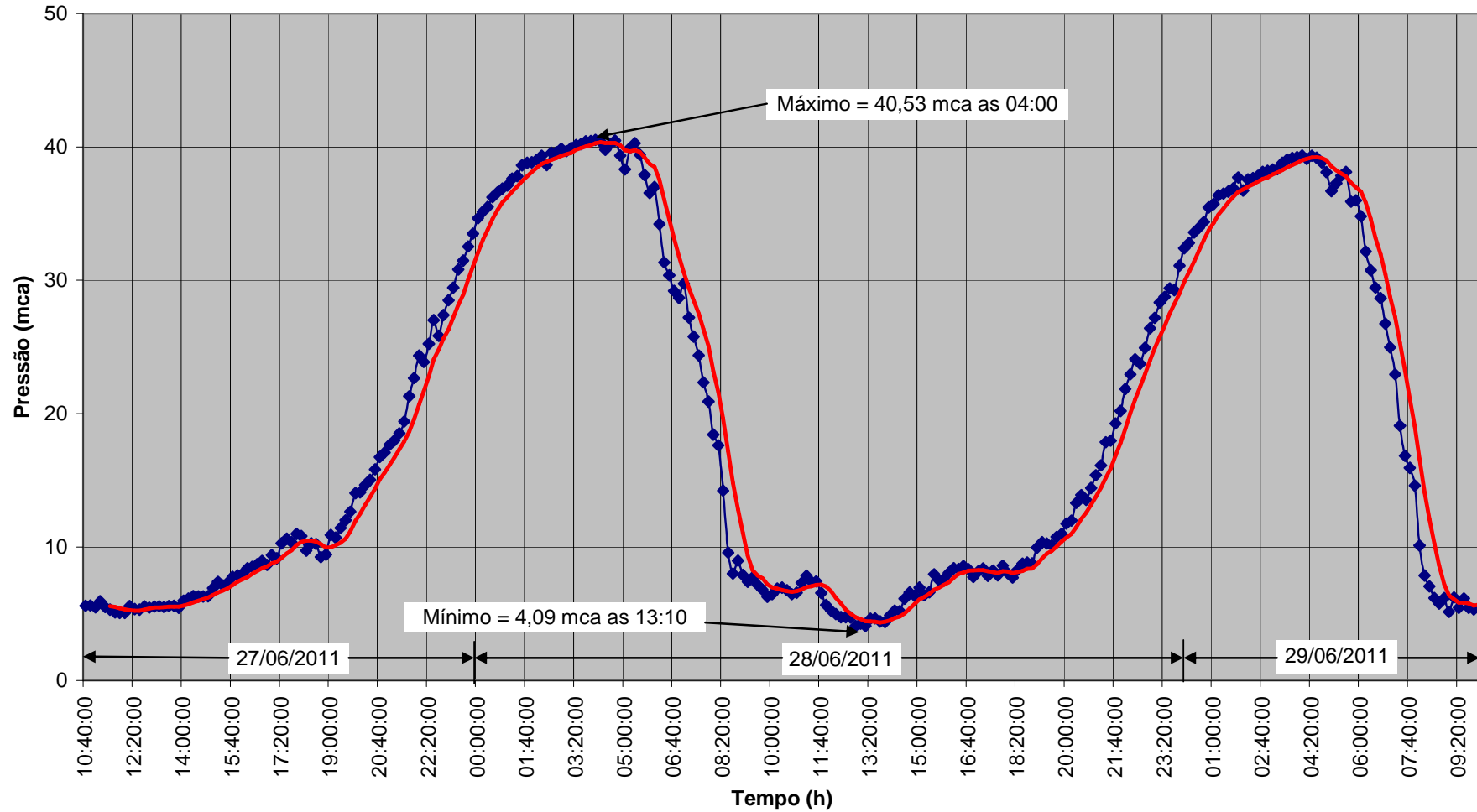
Ponto 3 - Endereço: Rua Paraíba, nº56 - Jardim São Lucas





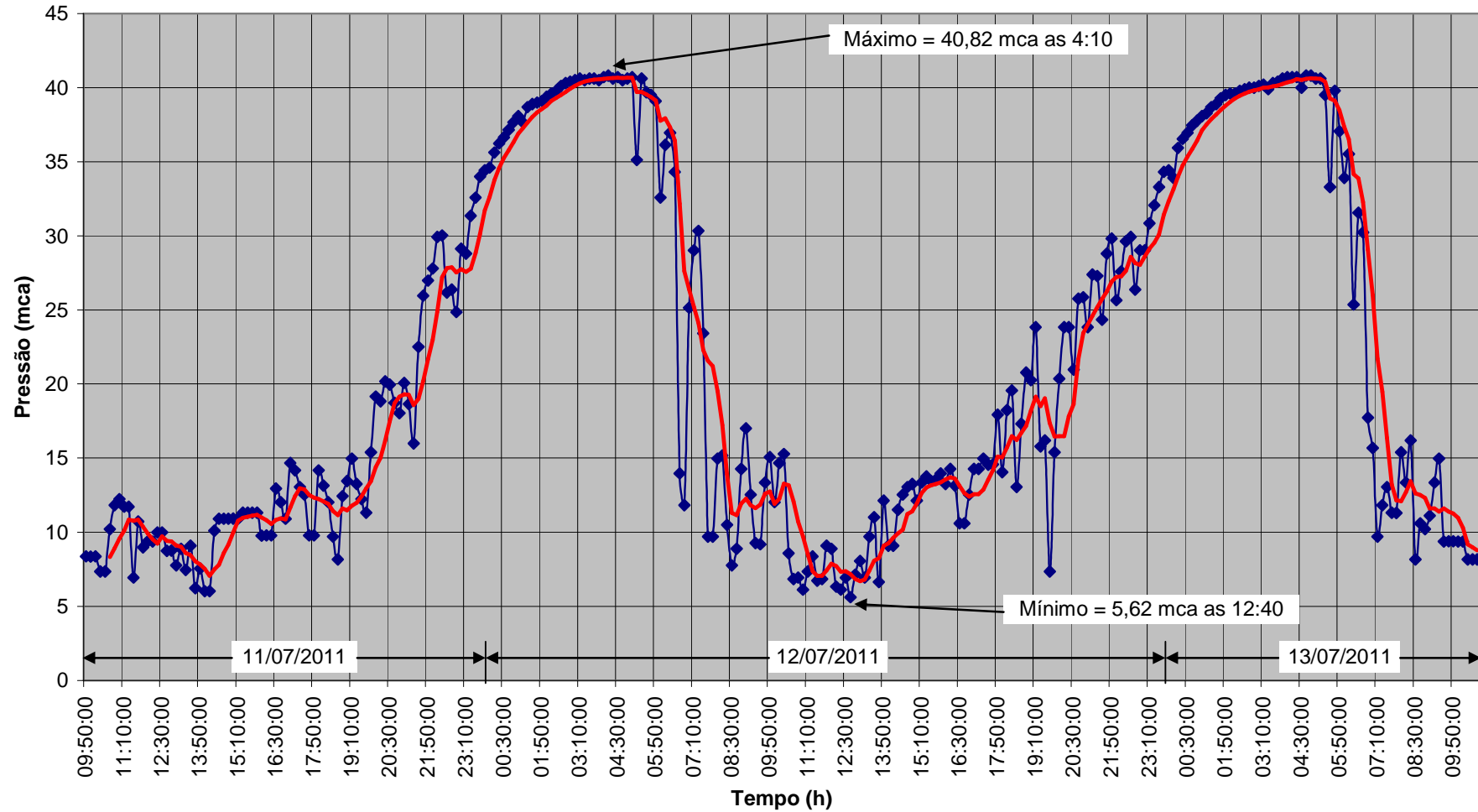
### Gráfico de Pressão - Data 27/06/11 a 29/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 4 - Endereço: Rua Santana, nº412 - Centro



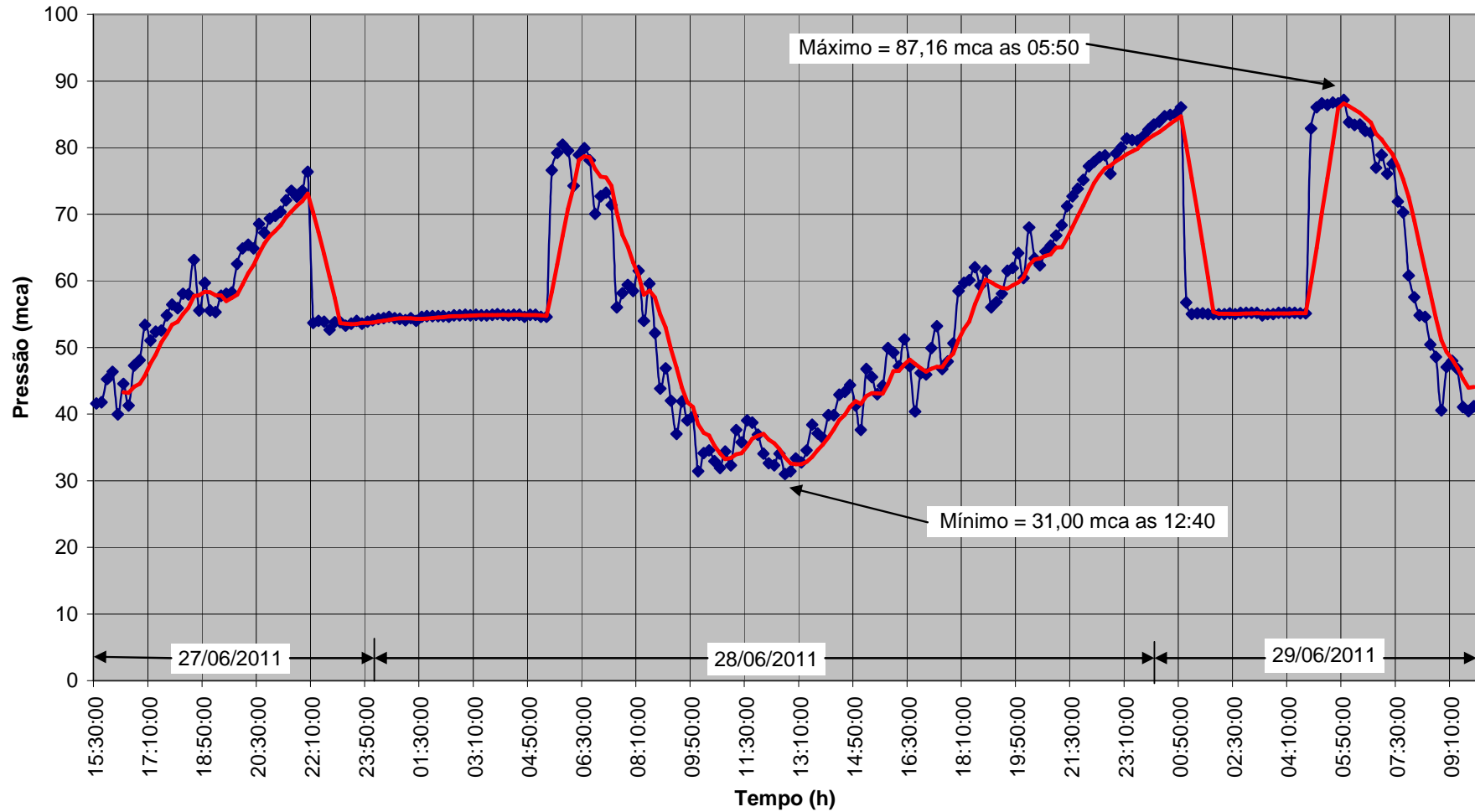
**Gráfico de Pressão - Data 12/07/11 a 14/07/11 - Vargem Grande do Sul - SP**

**Ponto 5 - Endereço: Rua Coronel Lucio, nº120 - Centro**



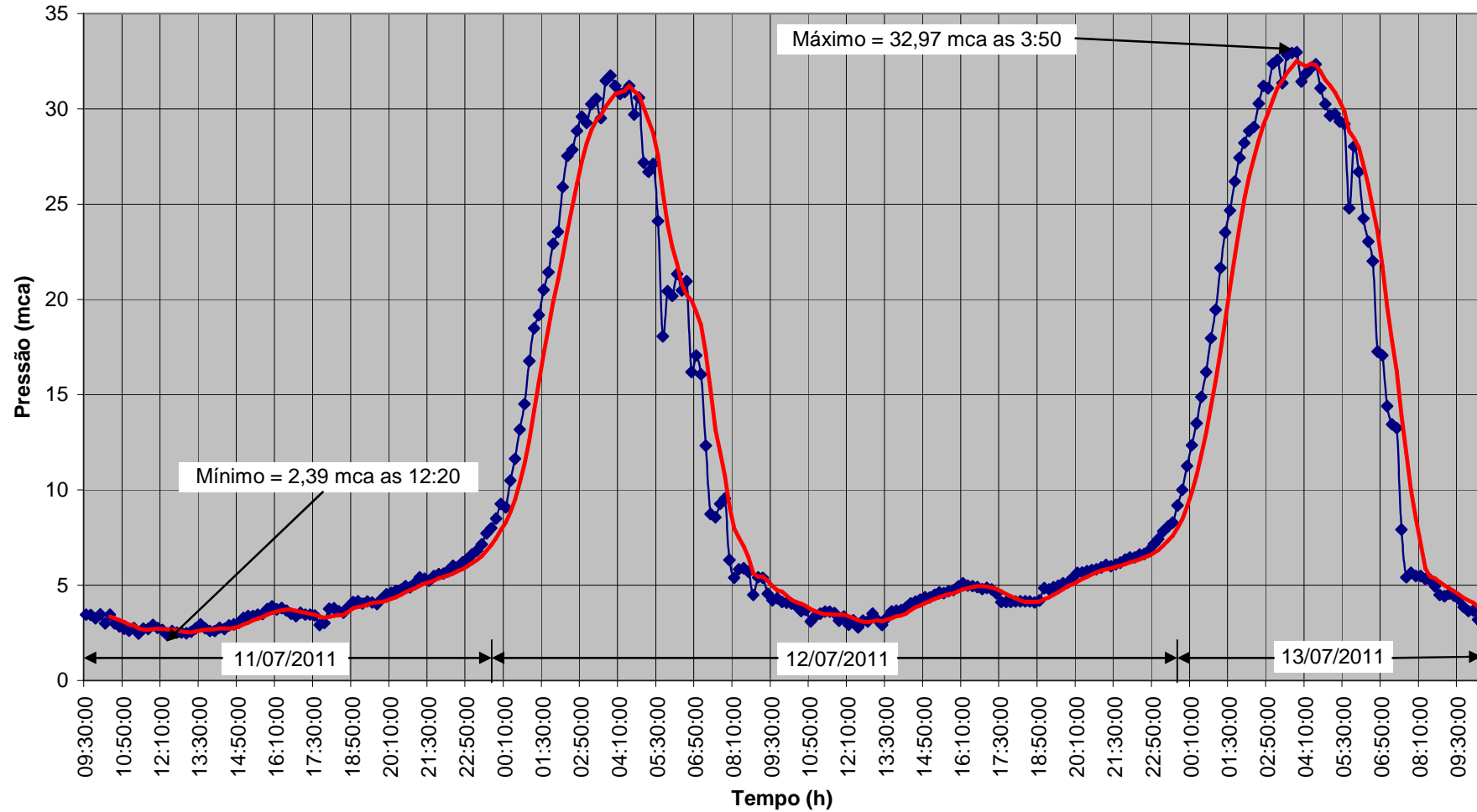
### Gráfico de Pressão - Data 27/06/11 a 29/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 6 - Endereço: Rua Santana, nº1650 - Jardim Morumbi



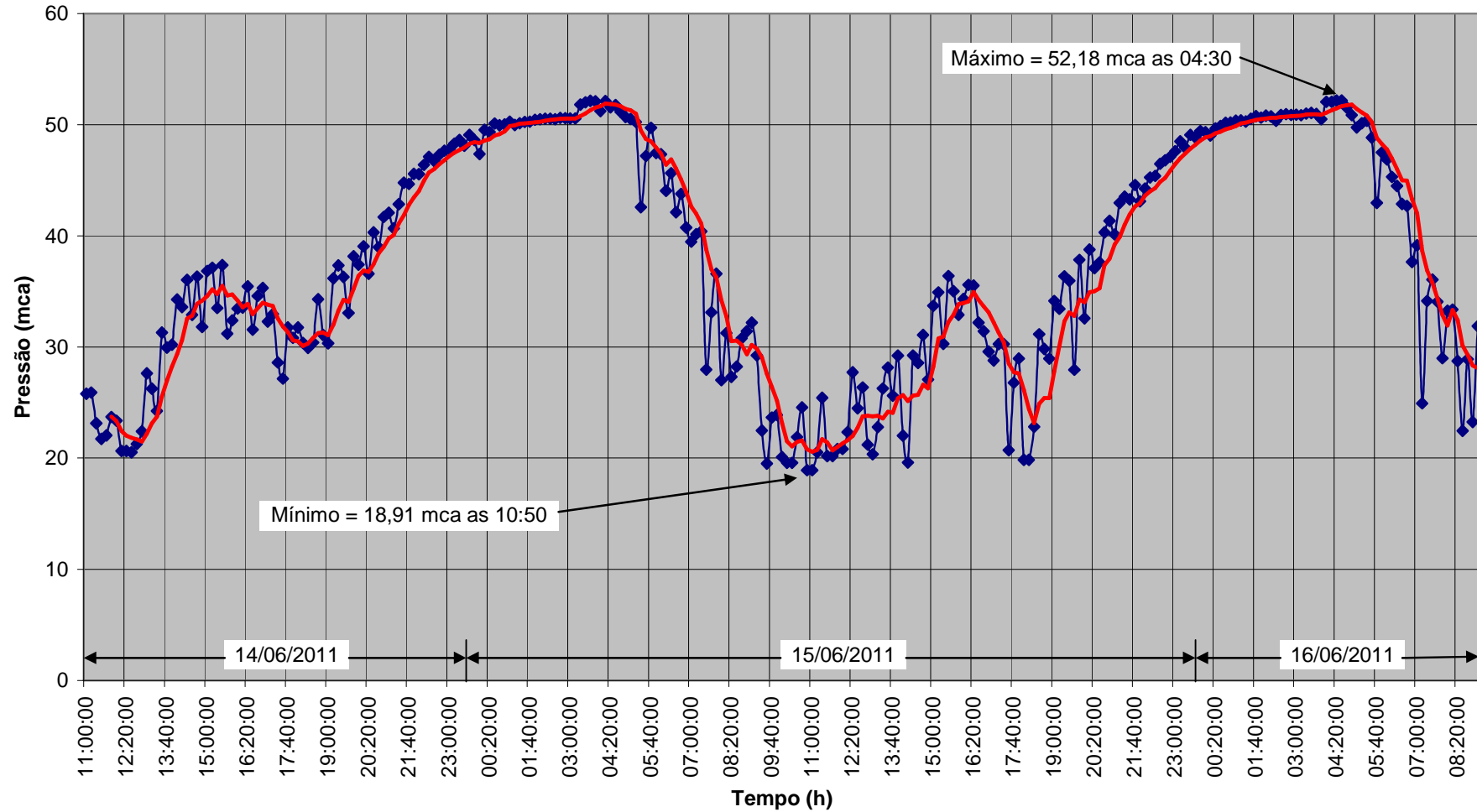
### Gráfico de Pressão - Data 11/07/11 a 13/07/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 7 - Endereço: Rua Carlos R. Menossi da Silva, nº103 - Jardim Paraíso II



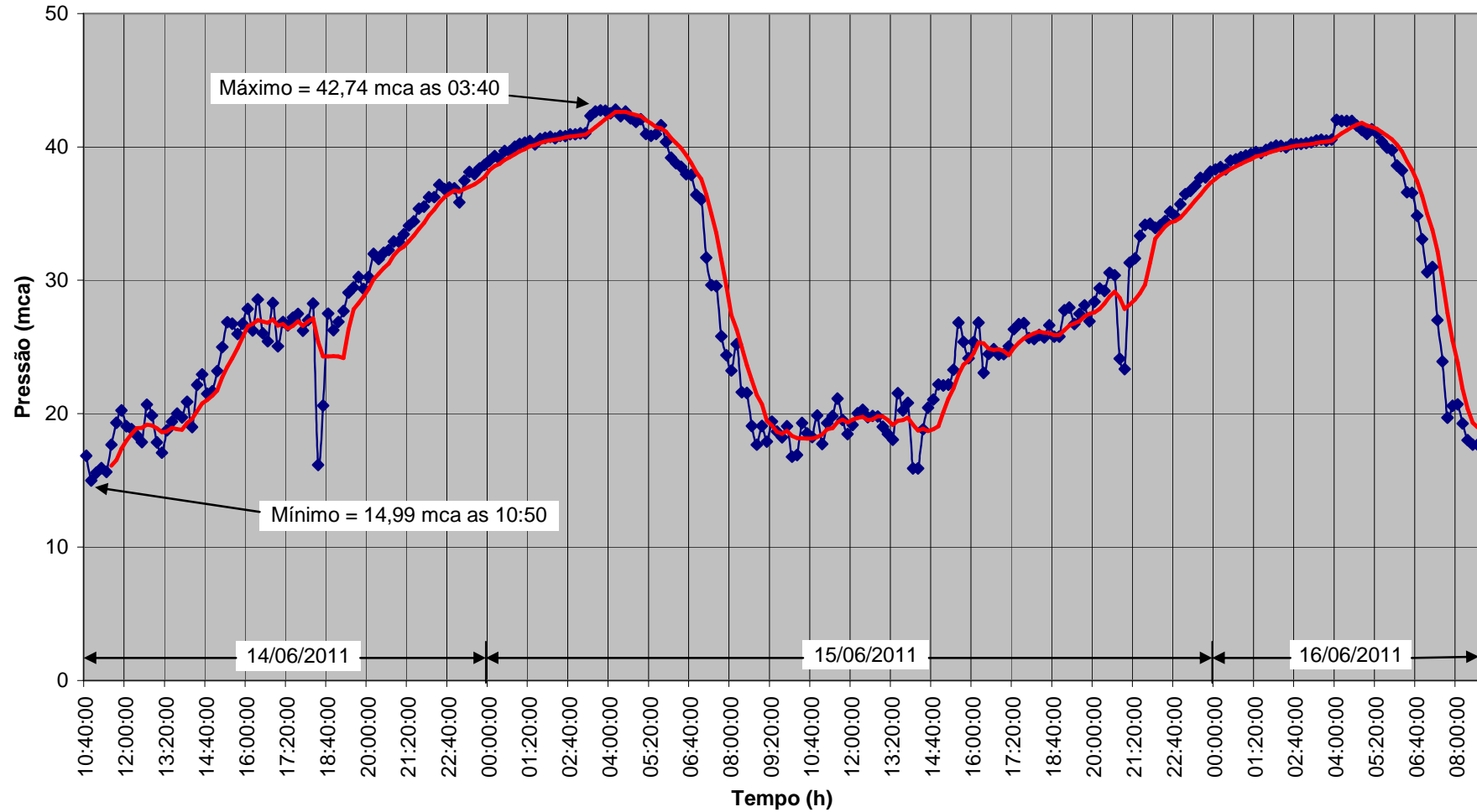
**Gráfico de Pressão - Data 14/06/11 a 16/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP**

**Ponto 8 - Endereço:** Rua Professora Hercília Ramos, nº87 - Vila Santana



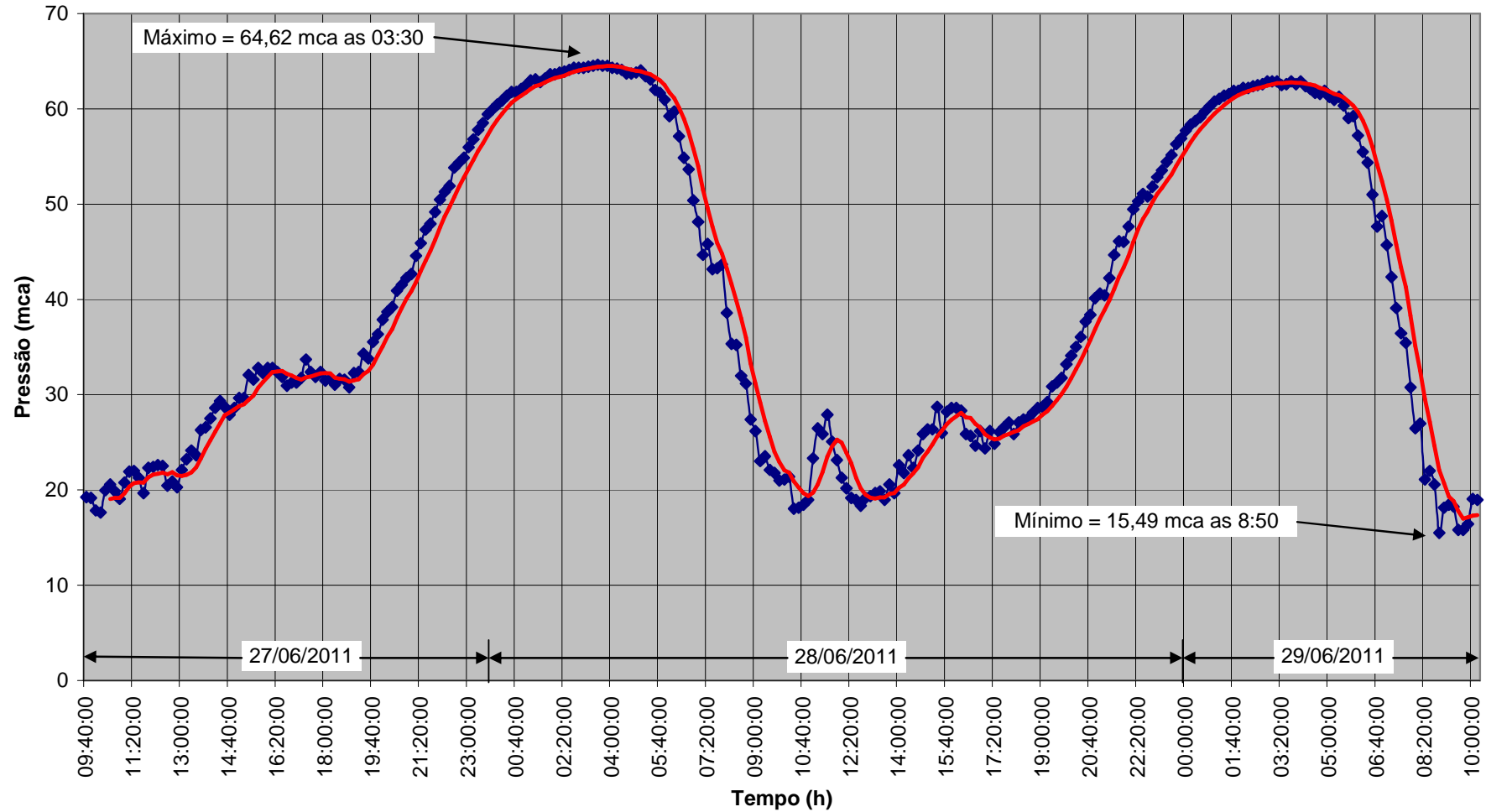
### Gráfico de Pressão - Data 14/06/11 a 16/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 9 - Endereço: Rua Ricardo Zonta, nº471 - Jardim São Joaquim



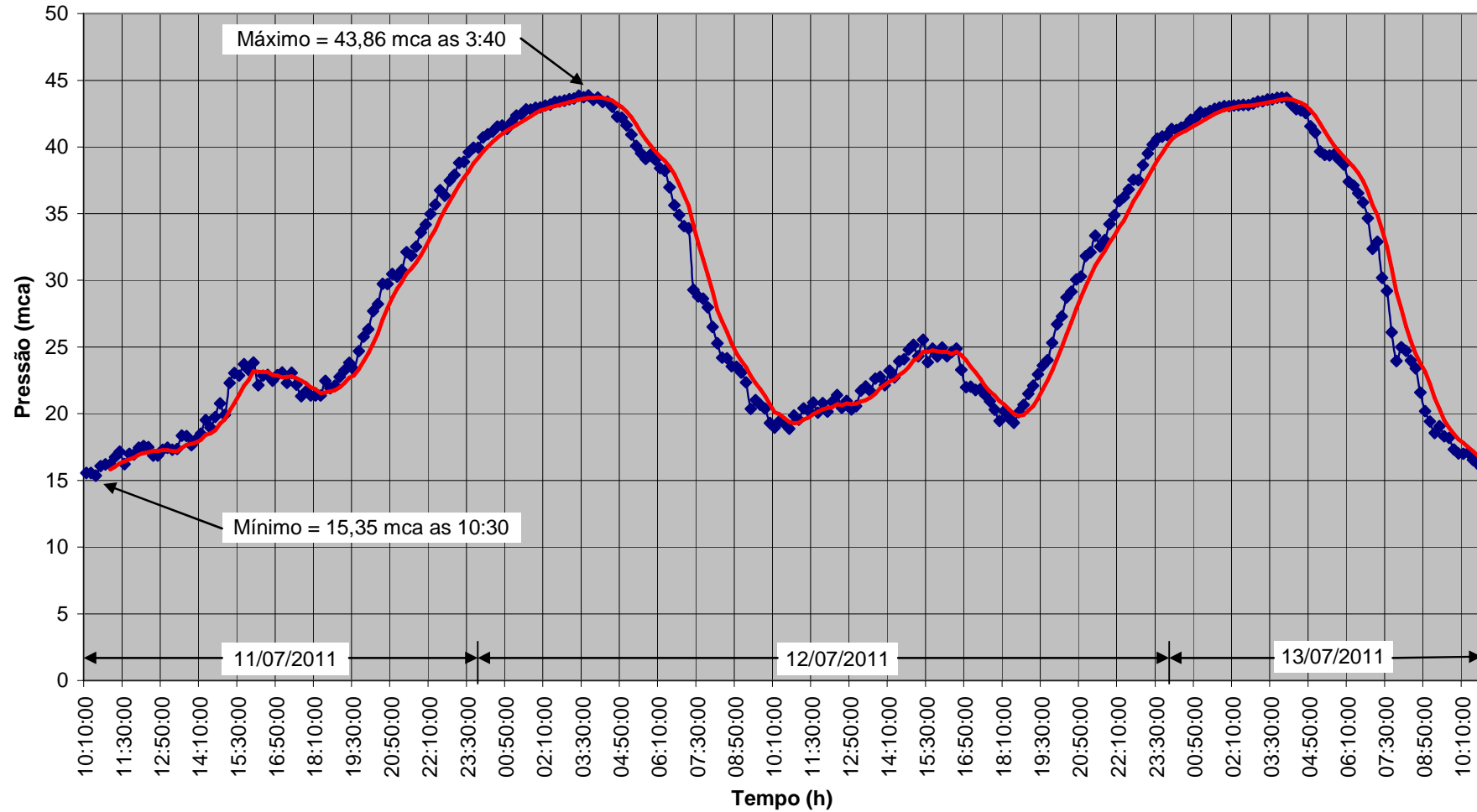
### Gráfico de Pressão - Data 27/06/11 a 29/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 10 - Endereço: Rua Mato Grosso, nº142 - Jardim Bela Vista



### Gráfico de Pressão - Data 11/07/11 a 13/07/11 - Vargem Grande do Sul - SP

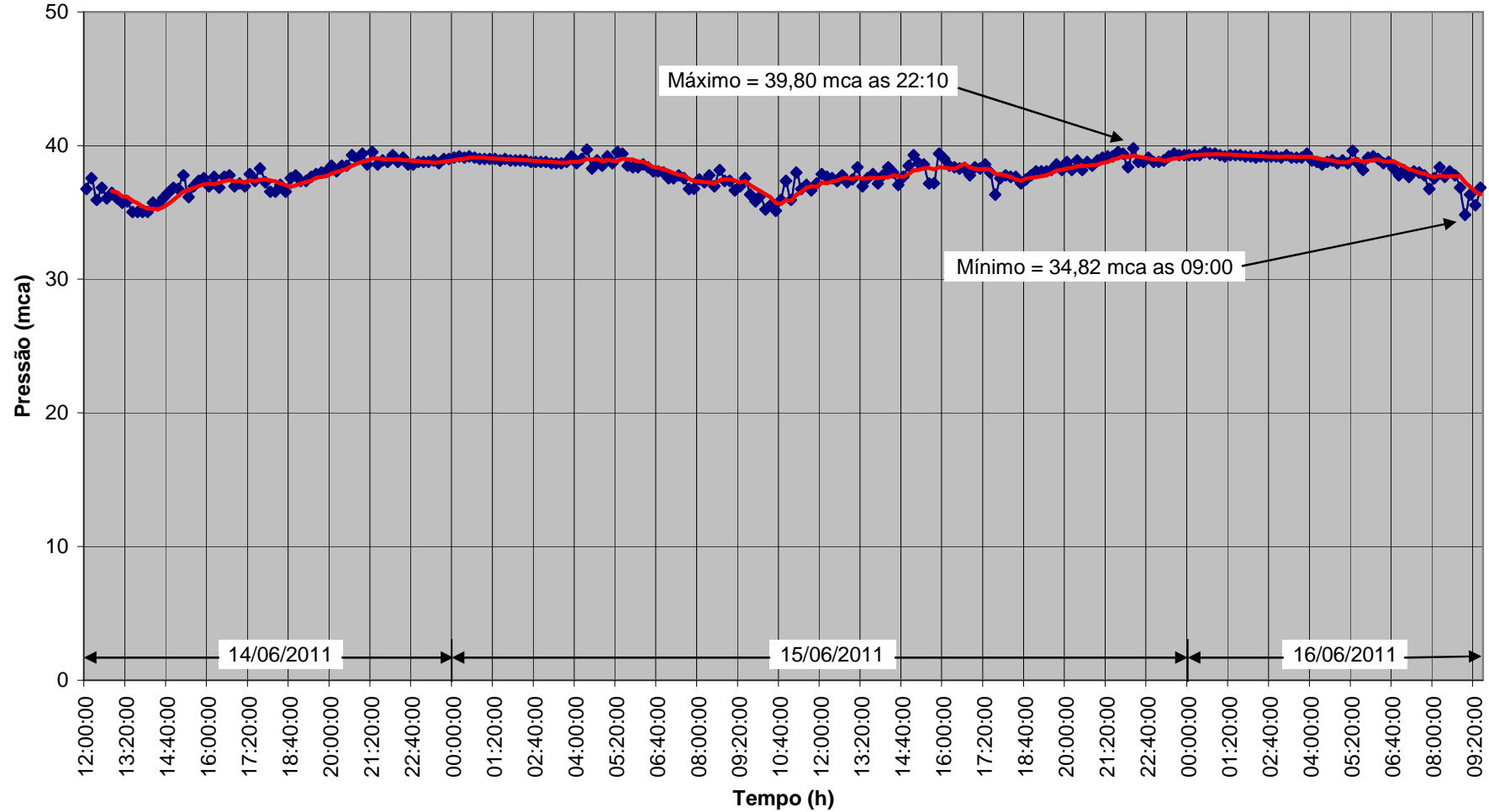
Ponto 11 - Endereço: Rua Vitório Sati, nº262





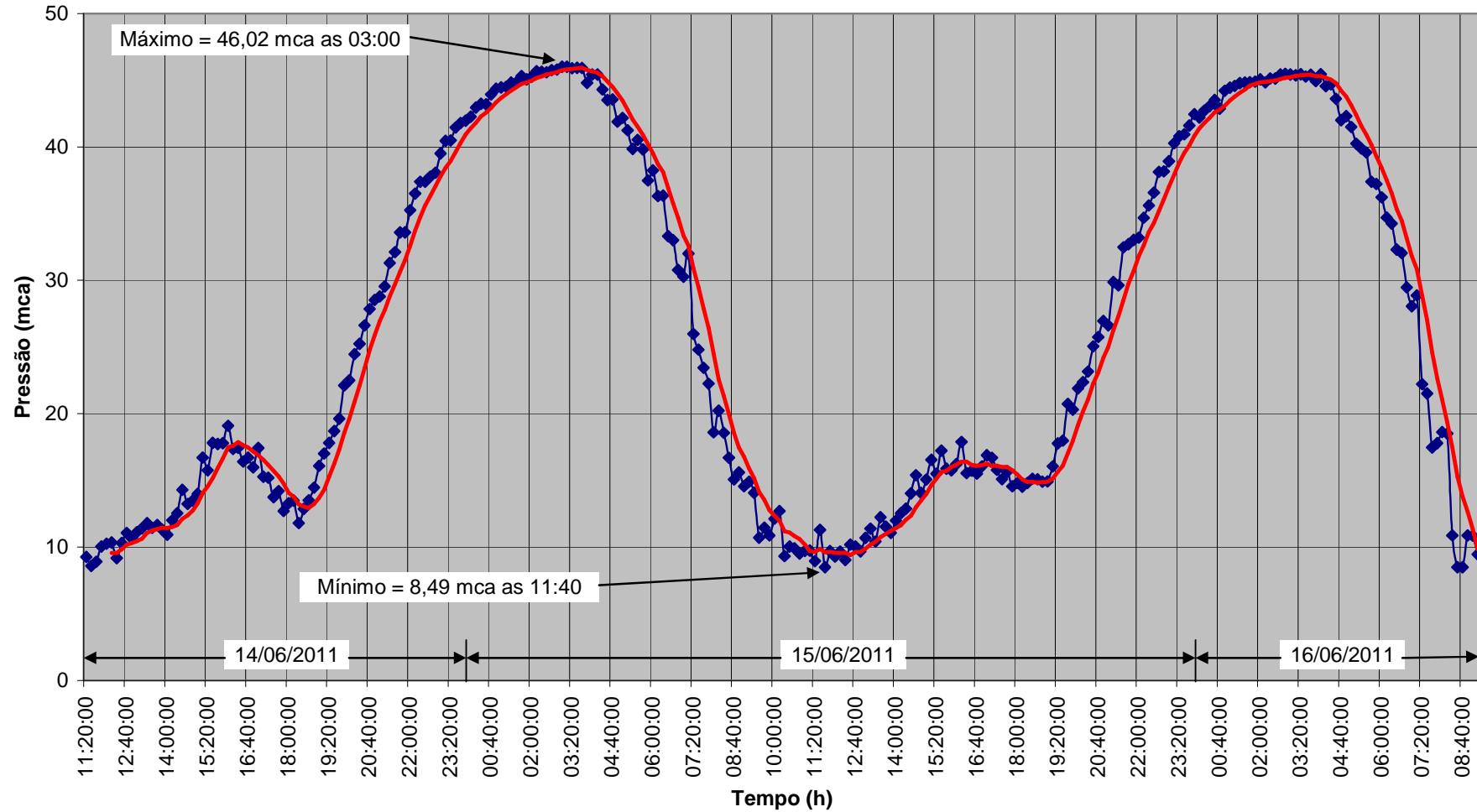
### Gráfico de Pressão - Data 14/06/11 a 16/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 12 - Endereço: Rua Vitório Cancelier, nº69 - Jardim Santa Marta



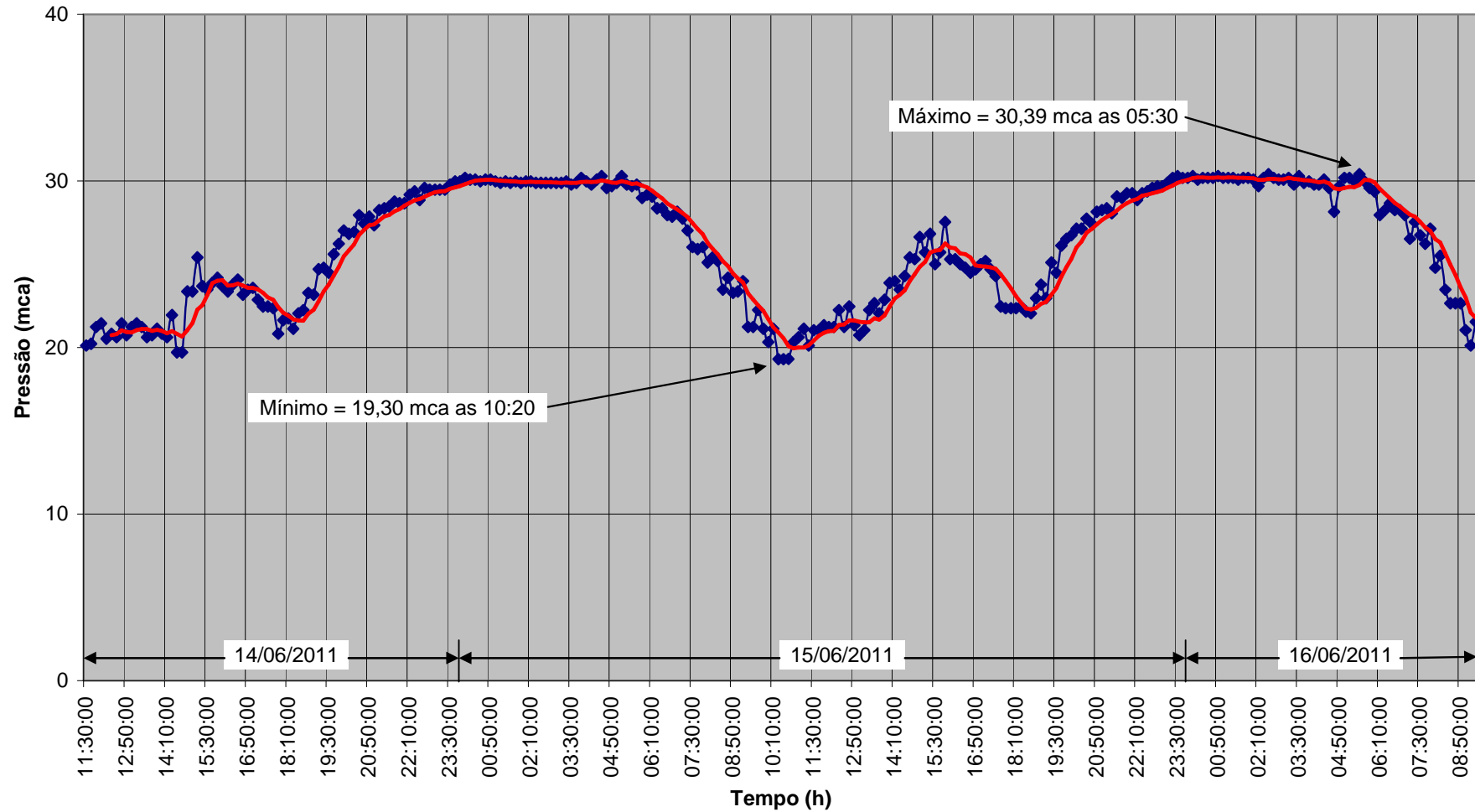
### Gráfico de Pressão - Data 14/06/11 a 16/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 13 - Endereço: Avenida José Aleixo, nº610 - Jardim Ferri



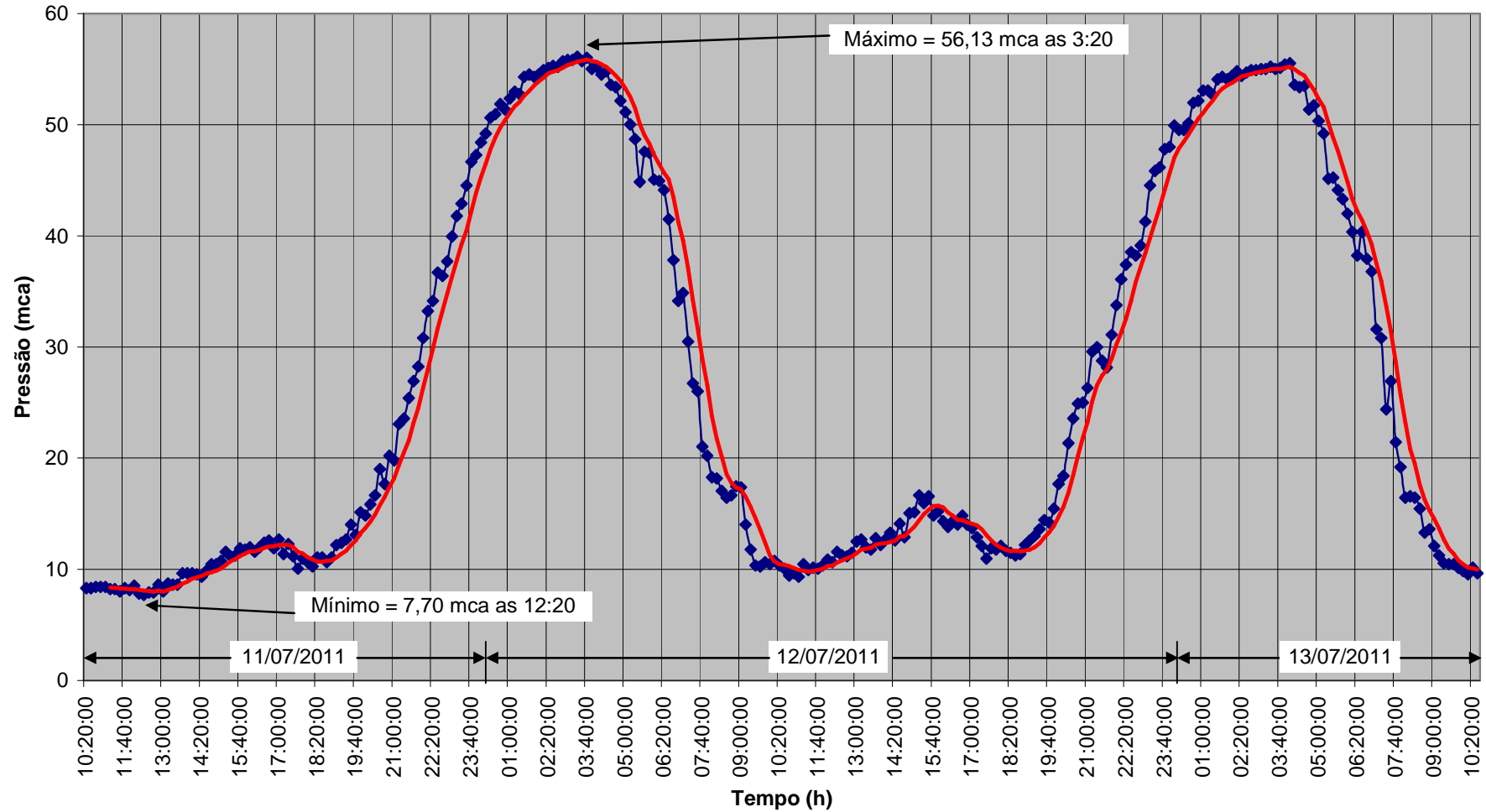
**Gráfico de Pressão - Data 14/06/11 a 16/06/11 - Vargem Grande do Sul - SP**

**Ponto 14 - Endereço:** Rua César Cossi, nº278 - Jardim Dolores



### Gráfico de Pressão - Data 11/07/11 a 13/07/11 - Vargem Grande do Sul - SP

Ponto 15 - Endereço: Avenida Mons. Celestino C. Garcia, nº38 - Cj. Hab. Homero C. Leite



Na Tabela 3 são apresentados as pressões máximas e mínimas monitoradas nos quinze pontos do sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul. Observa-se a ocorrência de pressões dinâmicas inferiores a 10mca e estáticas superiores a 50mca em alguns pontos do sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul. Este fato mostra a necessidade de implantar a setorização na rede de distribuição de água, a qual tem o objetivo de equalizar as pressões na rede, conforme a Norma Técnica NBR 12.218/1994 onde a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa (50,0 mca), e a pressão dinâmica mínima, não deve ser inferior a 100 kPa (10,0 mca).

Tabela 3. Pressões máximas e mínimas monitoradas nos quinze pontos do sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

<b>Ponto</b>	<b>Endereço</b>	<b>Pressão Min. (mca)</b>	<b>Horário</b>	<b>Pressão Max. (mca)</b>	<b>Horário</b>
P1	Rua João da Silva Ribeiro, 492	28,93	09:30	70,15	04:10
P2	Rua João Batista Toesca, 55	23,87	09:30	74,36	03:20
P3	Rua Paraíba, 76	19,02	13:50	74,17	04:00
P4	Rua Santana, 412	4,09	13:10	40,53	04:00
P5	Rua Cel. Lucio	5,62	12:40	40,82	04:10
P6	Rua Santana, 1650	31	12:40	87,16	05:10
P7	Rua Carlos R. Menossi da Silva, 103	2,39	12:20	32,97	03:50
P8	Rua Profa. Hercília Ramos, 87	18,91	10:50	52,18	04:30
P9	Rua Ricardo Zonta, 471	14,99	10:50	42,74	03:40
P10	Rua Mato Grosso, 142	15,49	08:50	64,62	03:30
P11	Rua Vítório Sati, 262	15,35	10:30	43,86	03:40
P12	Rua Vítório Cancelier, 69	34,82	09:00	39,8	22:10
P13	Av. José Aleixo, 610	8,49	11:40	46,02	03:00
P14	Rua Cesar Cossi, 278	19,30	10:20	30,39	05:30
P15	Av. Mons. Celestino C. Garcia, 38	7,7	12:20	56,13	03:20

## 6.3- SETORIZAÇÃO

### 6.3.1. – Estudos para Elaboração de Setores de Abastecimento

Para análise da situação hidráulica dos setores existentes e dos futuros setores de distribuição foram utilizadas as plantas da rede de distribuição com os locais dos reservatórios existentes, sendo também utilizadas as curvas de nível do levantamento topográfico.

Foi coletado junto ao SAE as áreas de expansão com projeção demográfica e de demandas de água para os próximos anos e também as áreas com problemas de falta de água atualmente.

É apresentado anexo a este Relatório de Acompanhamento R1 uma planta geral do sistema de distribuição com os limites dos setores atuais.

### 6.3.2. Considerações Iniciais

Cada setor de abastecimento é definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (apoiado, semi-enterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede. O abastecimento da rede por derivação direta de adutora que possui recalque com bomba de rotação fixa é condenável, pois o controle de pressões torna-se praticamente impossível diante das grandes oscilações de pressão decorrentes de tal situação.

Desta forma o projeto da setorização da rede de distribuição do município de Vargem Grande do Sul será na medida do possível baseada na setorização clássica, ou seja, será adotado um reservatório elevado, cuja principal função é condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (principal), normalmente situados nas ETAs. Assim, os setores de abastecimento serão considerados como setor clássico, ou seja, deverá ser dividido em zonas de pressão, cujas pressões estática e dinâmica devem obedecer a limites prefixados, segundo a Norma Técnica NBR 12.218/1994 onde a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa (50,0 mca), e a pressão dinâmica mínima, não deve ser inferior a 100 kPa (10,0 mca).

Para o desenvolvimento desta atividade foi realizada análise de toda a rede de distribuição do Sistema de Abastecimento de Água de Vargem Grande do Sul, sendo considerado as plantas cadastrais, curvas de nível, diâmetros da rede de distribuição, pressões dinâmicas e estáticas em cada zona de abastecimento para a delimitação efetiva do setor.

Assim, serão realizadas as seguintes ações:

- Delimitação nas plantas cadastrais dos setores com suas respectivas zonas de pressão;
- Estimativa do número de ligações de cada setor delimitado, obtendo assim a vazão (demanda) de água pertinente a cada setor;
- Análise dos reservatórios de distribuição com as respectivas áreas de abrangência, referente às redes de distribuição;
- Cálculo das velocidades nas tubulações primárias que abastecem cada setor, diagnosticando se estão ou não subdimensionadas;
- Adequação dos limites dos setores de abastecimento em plantas cadastrais; e
- Gerar uma lista de materiais hidráulicos necessários para as intervenções físicas do setor.

### 6.3.3. Delimitação dos setores

Entende-se por setor a área perfeitamente delimitada, por meio de fechamento de registros e intervenções hidráulicas, ou naturalmente por acidentes geográficos, avenidas, linhas férreas, ou outros, cuja fonte de alimentação é conhecida e mensurável por meio de processos de macromedição.

A implantação dos setores além de apresentar benefícios diretos, tais como a indicação de vazamentos não visíveis e de ligações clandestinas, gera benefícios indiretos, como manutenção preventiva de peças especiais, melhor adequação da rede, permitindo o isolamento de pequenas áreas para serviços de reparos, maior flexibilidade nos fluxos d'água e levantamentos sistemáticos de dados operacionais e de projeto (vazões e pressões).

O tamanho de um setor deve levar em conta os seguintes fatores:

- homogeneidade do consumo: tanto quanto possível, o setor deve conter consumidores de mesma classe (residencial, comercial ou industrial);
- rede de alimentação: a dimensão da rede ou redes de alimentação do setor deve ser suficiente para abastecer a área sem afetar as demandas necessárias e ter velocidades de água compatíveis com os limites de precisão dos aparelhos de medição de vazão. É preferível ter apenas uma rede alimentadora, bastando para a medição global a instalação de um único macromedidor, que deve se localizar em média a uma distância equivalente a 3 diâmetros a montante e 10 diâmetros a jusante de qualquer singularidade na tubulação, tais como curvas, válvulas, etc. Ressalta-se que tais distâncias são indicadas pelo fabricante dos equipamentos de macromedição de vazão; e

- fechamento de registros: é recomendado que a quantidade de registros a serem fechados para isolar o setor não deve ser superior a 20.

#### 6.3.4. Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores

Uma vez delimitado o setor deve-se quantificar o número de ligações presentes na sua área de abrangência, para então quantificar a sua vazão ou demanda de água. Para quantificar o número de ligações deve-se fazer um relatório contendo as ruas presentes no setor, bem como os bairros correspondentes e junto ao departamento de micromedição quantificar as ligações existentes nos respectivos endereços delimitados. De posse das ligações também deve ser solicitado ao departamento de micromedição à série histórica do consumo mensal das respectivas ligações de água.

A vazão pode ser obtida pela média histórica do volume micromedido das ligações listadas do setor. Desta forma a vazão de um setor seria a soma dos consumos micromedidos da sua área delimitada. No entanto existem as perdas de água nos vazamentos que devem ser quantificadas como volume de água que entra no setor. Costuma-se adotar este volume de água perdida nos vazamentos como sendo igual a 10% do volume total micromedido.

Porém como os hidrômetros apresentam erros consideráveis para algumas faixas de vazões, costumam-se também adotar estes erros como sendo igual a 10% do total medido. Assim, a vazão no setor seria igual a:

$$Q_{setor} = \sum Q_{Lig} \cdot 1,1 \cdot 1,1 \quad (01)$$

Em que:

$$\begin{aligned} Q_{setor} &= \text{vazão média do setor (m}^3/\text{mês); e} \\ Q_{lig.} &= \text{vazão média mensal de uma residência (m}^3/\text{mês).} \end{aligned}$$

Outra forma de se obter a vazão média do setor é pelo consumo per capita de água dos habitantes. Assim, a vazão média do setor também pode ser obtida pela seguinte equação:

$$Q_{setor} = \frac{Lig. \cdot H_{al} \cdot C_{percapita}}{86.400} \quad (02)$$

Em que:

$$Q_{setor} = \text{vazão média do setor (l/s);}$$



- Lig. = número de ligações no setor;  
 $H_{al}$  = número de habitantes por ligação (4 habitantes/ligação); e  
 $C_{percapata}$  = consumo per capita ( $l \text{ hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ).

Para os setores que possuem classificação da micromedição como residencial adota-se o consumo per capita igual a  $200 \text{ l/hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

### 6.3.5. Análises dos Reservatórios

Para a análise das capacidades dos reservatórios de distribuição com as respectivas áreas de abrangência, referente às redes de distribuição, os seguintes procedimentos serão adotados.

Para os cálculos do consumo diário do setor ( $C_m$ ) será adotada a seguinte equação:

$$C_m = C_{mi} \cdot H \cdot P \quad (03)$$

$$C_m = C_{mi} \cdot 1,1 \cdot 1,1 \quad (04)$$

$$C_m = C_{mi} \cdot 1,21 \quad (05)$$

Em que:

- $C_m$  = consumo diário do setor ( $\text{m}^3/\text{dia}$ );  
 $C_{mi}$  = consumo médio micromedido real no setor ( $\text{m}^3 / \text{dia}$ );  
 $H$  = consumo não totalizado no hidrômetro (Adotado – 10%); e  
 $P$  = perda de água na rede distribuidora (Adotado – 10%).

Uma vez definido o consumo diário de água ( $C_m$ ) do setor é obtida a capacidade requerida de reservação de água ( $C_r$ ) do setor através da seguinte fórmula:

$$C_r = \frac{1}{3} \cdot C_m \cdot K_1 \quad (06)$$

$$C_r = \frac{1}{3} \cdot C_{mi} \cdot 1,21 \cdot 1,25 \quad (07)$$

$$C_r = 0,504 \cdot C_{mi} \quad (08)$$

Em que:

- $C_m$  = consumo diário do setor ( $\text{m}^3/\text{dia}$ );  
 $C_{mi}$  = consumo médio micromedido real no setor ( $\text{m}^3 / \text{dia}$ );  
 $K_1$  = coeficiente do dia de maior Consumo (1,25); e  
 $C_r$  = capacidade requerida de reservação ( $\text{m}^3$ ).

Assim, será analisado se a capacidade de reservação de água existente no setor (ex: reservatório que irá abastecer o setor) é maior ou igual a capacidade requerida de reservação ( $C_r$ ) no setor calculada pela Equação 08. Desta forma é possível diagnosticar a necessidade de construção ou ampliação de reservatórios de água para atender o setor.

Assim, foram calculados para cada setor dois índices de capacidade requerida de reservação ( $C_r$ ) sendo um considerando os dados micromedidos nos hidrômetros ( $C_{r_{hidro}}$ ) e outro considerando o consumo médio da quota per capita de habitantes por ligação, equação 02, denominado de  $C_{r_{teórico}}$ . Adotou-se aquele em que apresentava o maior valor, sendo a favor da segurança.

De posse destes dados é interessante obter o índice médio de consumo por ligação ( $I_m$ ) o qual é utilizado para caracterização do consumo micromedido do setor, ou seja, para nortear se o consumo micromedido é pequeno ou alto, indicando tendência de sub-medição ou não.

$$I_m = \frac{C_{mi} \cdot H}{Lig} \quad (09)$$

Em que:

- $C_{mi}$  = consumo médio micromedido real no setor ( $m^3 / dia$ );
- $H$  = consumo não totalizado no hidrômetro (Adotado 10%);
- $Lig$  = nº de ligações no setor.

### 6.3.6. Lista de materiais hidráulicos

Uma vez delimitado os setores será elaborada uma lista de materiais hidráulicos com os quantitativos de peças, conexões e acessórios, necessários para as obras a serem executadas com a finalidade de separar fisicamente as redes de água para delimitação dos setores.

### 6.3.7. Setores do sistema de distribuição de água

De posse das plantas da Base Cadastral foram determinados e planejados os setores de abastecimento de água, levando-se em conta os critérios principais de curvas de nível, pressão e áreas de abrangência dos reservatórios existentes.

A rede de distribuição de água de Vargem Grande do Sul foi subdividida em 05 (cinco) setores de abastecimento, sendo a relação destes apresentados na Tabela 04. A extensão de rede de cada setor é estimada, uma vez que a base cadastral realizou uma compilação de tubulações estimadas através das diversas plantas dos loteamentos que possibilitaram a digitalização dentro deste estudo, poderá sofrer revisão e adequação.

Deverá ser executada a compatibilização dos setores de abastecimento com os setores de leitura para comparação entre os volumes produzidos (macromedidos) e os volumes micromedidos, quando os setores de distribuição estiverem implantados, inclusive com o Projeto de Macromedição, ocorrendo então à continuidade dos trabalhos para identificação dos índices de perdas setoriais.

**Tabela 04. Relação dos setores de abastecimento de água.**

SETOR	DESCRIÇÃO	BAIRROS	NÚMERO DE LIGAÇÕES	EXTENSÃO DE REDE (m)
01	VILA POLAR	Jd. São Lucas, Vila Polar, Jd. Bela Vista, Jd. Fortaleza.	1.433	15.763
02	JD. REDENTOR	Jd. Fortaleza, Jd. Redentor, Cj. Hab. Antonio C. Filho	1.170	12.870
03	CENTRO	Centro	2.244	24.684
04	JD. PACAEMBU	Jd. Pacaembu, Jd. Morumbi	1.110	12.210
05	JD. PARAISO II	Vila Iracema, Jd. Paraíso II	229229	2.519
06	VILA STA. TEREZINHA	Vila Sta. Terezinha, Jd. Paraíso, Jd. América, Vila Santana	1.995	21.945
07	JD. ITÁLIA	Jd. São Luiz, Jd. Brasília, Jd. Mariucha, Jd. São Joaquim e Jd. Itália	564	7.304
08	JD. SANTA MARTA	Jd. Santa Marta e Jd. Estancia das Flores.	882	9.702
09	CJ. HAB. CRISTIANO O. FILHO	Jd. São Cristovão, Parque Industrial, Cj. Hab. Cristiano O. Filho, Jd. Dolores	832	9.152
10	JD. PAULISTA	Jd. São José, Jd. Ferri, Jd. Paulista, Jd. Primavera, Jd. Sto Hécio, Cj. Habitacional, Cj. Hab. Homero O. Leite	1.625	17.875
		<b>TOTAL:</b>	12.184	134.024

Nos anexos é apresentada uma planta digitalizada com a nova delimitação revisada dos setores de abastecimento,

### 6.3.7.1. SETOR 01 – VILA POLAR

Este setor é alimentado pelo Reservatório Elevado situado no próprio bairro Vila Polar, que é alimentado através do recalque realizado para a rede de distribuição, existente no centro de reservação Jd. Pacaembu. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 100mm. Na Tabela 05 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 01.

**Tabela 05. Dados referentes ao setor Vila Polar.**

Parâmetro	Valor
Vazão micromedida (l/s)	10,03
Vazão Média* (l/s)	13,27
Vazão (dmc) (l/s)	16,59
Vazão (hmc) (l/s)	24,88
$C_{\text{hidro}}$ (m <sup>3</sup> )	289,0
$C_{\text{teórico}}$ (m <sup>3</sup> )	477,7
Abastecimento	Elevado Vila Polar
Cota geométrica máxima	741m
Cota geométrica mínima	697m
Número de ligações	1.433
Comprimento total de tubulação	15.763

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido pelo reservatório elevado do próprio bairro Vila Polar com capacidade de 50 m<sup>3</sup>. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 477,7 m<sup>3</sup> de reservação. Como a capacidade existente é inferior a necessária, constata-se que o setor necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada, em pelo menos 450 m<sup>3</sup>, que será suficiente para atender ao crescimento populacional nos próximos 10 anos.

Na Tabela 06 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 01.

**Tabela 06. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 01.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 1 - Vila Polar</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>Preço unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	1.574,00	m	R\$ 1,95	R\$ 3.069,30
1.2	Locação das intervenções in loco	1,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 120,00
1.3	Locação de adutoras in loco	1.566,00	m	R\$ 0,65	R\$ 1.017,90
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 4.207,20</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubo PVC PBA JEI CL20 - Dn = 100mm	1.566,00	m	R\$ 25,91	R\$ 40.575,06
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.157,10
2.3	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 100mm	1,00	unid.	R\$ 32,14	R\$ 32,14
2.4	Curva 90°PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	6,00	unid.	R\$ 48,83	R\$ 292,98
2.5	Curva 45°PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	4,00	unid.	R\$ 43,12	R\$ 172,48
2.6	Curva 22°30 PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	1,00	unid.	R\$ 41,89	R\$ 41,89
2.7	Cruzeta redução BBB JE PVC PBA - Dn = 100 x 50mm	5,00	unid.	R\$ 38,96	R\$ 194,80
2.8	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 100mm	4,00	unid.	R\$ 18,33	R\$ 73,32
2.9	Reservatório Metálico - Volume= 450m <sup>3</sup> - H = 20,0m	1,00	unid.	-	R\$430.000,00
2.9	Pontaletes de Madeira	11,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 42,35
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 472.582,12</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	2.512,00	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 9.872,16
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	2.512,00	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 32.605,76
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	78,30	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 12.530,35
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 55.008,27</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	17.032,85	R\$ 17.032,85
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 17.032,85</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	3,00	m	769,96	R\$ 2.309,88
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	78,50	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 27.389,44
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	1.570,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 6.939,40
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 36.638,72</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$585.469,15</b>

### 6.3.7.2. SETOR 02 – JD. REDENTOR

Este setor é alimentado atualmente diretamente pelo recalque existente na Reservação do Jd. Pacaembu, assim qualquer variação no consumo ou alguma falta de energia elétrica, pode prejudicar a grande maioria da rede de distribuição pela interrupção repentina do bombeamento. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 100mm. Na Tabela 7 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 02.

**Tabela 7. Dados referentes ao setor Jd. Redentor.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Vazão micromedida (l/s)	8,19
Vazão Média* (l/s)	10,83
Vazão (dmc) (l/s)	13,54
Vazão (hmc) (l/s)	20,31
$Cr_{hidro}$ (m <sup>3</sup> )	236,0
$Cr_{teórico}$ (m <sup>3</sup> )	390,0
Abastecimento	Elevado. Jd. Redentor
Cota geométrica máxima	738 m
Cota geométrica mínima	696 m
Número de ligações	1170
Comprimento total de tubulação	12.870

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido diretamente pelo recalque da reservação do Jd. Pacaembu. A análise desse setor demonstrou a necessidade da implantação de um reservatório para realizar o armazenamento e o abastecimento de água para a rede de distribuição. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade atual de 390,0 m<sup>3</sup> de reservação, portanto deverá ser construído um reservatório com a capacidade de 400m<sup>3</sup> em local apropriado, que será suficiente para atender ao crescimento populacional nos próximos 10 anos. Deverá ser executada também uma adutora entre o centro de reservação do Jd. Pacaembu e o futuro reservatório do Jd. Redentor. (Ver Croqui anexo com indicação de local).

Na Tabela 8 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 02.

**Tabela 8. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 02.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 2 - Jardim Redentor</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>Preço unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública p/segurança)	400,00	m	R\$ 1,95	R\$ 780,00
1.2	Locação das intervenções in loco	1,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 120,00
1.3	Locação de adutoras in loco	792,00	m	R\$ 0,65	R\$ 514,80
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 1.414,80</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubo PVC PBA JEI CL20 - Dn = 100mm	792,00	m	R\$ 25,91	R\$ 20.520,72
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha-Dn = 100mm	3,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.735,65
2.3	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 32,14	R\$ 64,28
2.4	Curva 90°PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	3,00	unid.	R\$ 48,83	R\$ 146,49
2.5	Curva 45°PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 43,12	R\$ 86,24
2.6	Tê redução BBB JE PVC PBA - Dn = 100 x 50mm	1,00	unid.	R\$ 26,46	R\$ 26,46
2.7	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 7,66	R\$ 7,66
2.8	Cap JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 2,50	R\$ 2,50
2.9	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 100mm	5,00	unid.	R\$ 18,33	R\$ 91,65
2.10	Pontaletes de Madeira	7,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 26,95
2.11	Reservatório Metálico - Volume = 400m <sup>3</sup> - H=20,0 m	1,00	unid.	R\$ -	R\$ 390.000,00
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 412.708,60</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	1.273,60	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 5.005,25
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	1.273,60	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 16.531,33
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	39,60	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 6.337,19
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 27.873,76</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	9.083,44	R\$ 9.083,44
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 9.083,44</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	4,50	m	769,96	R\$ 3.464,82
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	39,80	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 13.886,62
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	796,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 3.518,32
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 20.869,76</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$ 471.950,36</b>

### 6.3.7.3. SETOR 03 – CENTRO

Este setor é alimentado pelo centro de Reservação do Jd. Pacaembu através dos Reservatórios Apoiados. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 150mm. Na Tabela 9 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 03.

**Tabela 9. Dados referentes ao setor Centro.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Vazão micromedida (l/s)	15,71
Vazão Média* (l/s)	20,78
Vazão (dmc) (l/s)	25,97
Vazão (hmc) (l/s)	38,96
Cr <sub>hidro</sub> (m <sup>3</sup> )	452,5
Cr <sub>teórico</sub> (m <sup>3</sup> )	748,0
Abastecimento	Apoiado Jd. Pacaembu
Cota geométrica máxima	731 m
Cota geométrica mínima	697 m
Número de ligações	2.244
Comprimento total de tubulação	24.684

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido pelos reservatórios apoiados do bairro Jd. Pacaembu com capacidade total de 1.500 m<sup>3</sup>. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 1.200m<sup>3</sup> de reservação.

Como a capacidade existente nesse centro de reservação é superior a necessária, constata-se que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

Na Tabela 10 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 03.



**Tabela 10. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 03.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 3 - Centro</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>Preço unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	690,00	m	R\$ 1,95	R\$ 1.345,50
1.2	Locação das intervenções in loco	0,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ -
1.3	Locação de adutoras in loco	690,00	m	R\$ 0,65	R\$ 448,50
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 1.794,00</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubo Defofo JEI - Dn = 150mm	690,00	m	R\$ 34,38	R\$ 23.722,20
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 150mm	1,00	unid.	R\$ 988,32	R\$ 988,32
2.3	Curva 90° BB JE FoFo - Dn = 150mm	2,00	unid.	R\$ 221,51	R\$ 443,02
2.4	Redução BB JE PVC PBA - Dn = 100 x 50mm	1,00	unid.	R\$ 11,79	R\$ 11,79
2.5	Redução BB JE FoFo - Dn = 150 x 100mm	1,00	unid.	R\$ 111,72	R\$ 111,72
2.6	Pontaleta de Madeira	2,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 7,70
2.7	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 7,66	R\$ 7,66
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 25.292,41</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	1.104,00	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 4.338,72
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	1.104,00	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 14.329,92
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	34,50	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 5.521,04
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 24.189,68</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	10.116,96	R\$ 10.116,96
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 10.116,96</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	1,50	m	769,96	R\$ 1.154,94
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	34,50	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 12.037,40
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	690,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 3.049,80
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 16.242,14</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$ 77.635,18</b>

#### 6.3.7.4. SETOR 04 – JD. PACAEMBÚ

Este setor é alimentado pelo Reservatório Elevado situado no próprio bairro Jd. Pacaembu, que por sua vez é alimentado através do recalque realizado pelos dois (02) reservatórios apoiados, existentes no centro de reservação Jd. Pacaembu.

A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 100mm. Na Tabela 11 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 04.

**Tabela 11. Dados referentes ao setor Jd. Pacaembú.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Vazão micromedida (l/s)	7,77
Vazão Média* (l/s)	10,28
Vazão (dmc) (l/s)	12,85
Vazão (hmc) (l/s)	19,27
$C_{r_{hidro}}$ (m <sup>3</sup> )	223,9
$C_{r_{teórico}}$ (m <sup>3</sup> )	370,0
Abastecimento	Elevado Jd. Pacaembú
Cota geométrica máxima	753 m
Cota geométrica mínima	697 m
Número de ligações	1.110
Comprimento total de tubulação	12.210

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido pelo reservatório elevado do próprio bairro Jd. Pacaembu com capacidade de 150 m<sup>3</sup>. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 813 m<sup>3</sup> de reservação.

Uma vez que o reservatório elevado conta também com a reservação de dois (02) reservatórios apoiados com capacidade total de 1.500 m<sup>3</sup>, constata-se que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

Na Tabela 12 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 04.

**Tabela 12. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 04.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 4 - Jardim Pacaembu</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	32,00	m	R\$ 1,95	R\$ 62,40
1.2	Locação das intervenções in loco	4,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 480,00
1.3	Locação de adutoras in loco	0,00	m	R\$ 0,65	R\$ -
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 542,40</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Curva 90° PB JE PVC PBA - Dn = 50mm	5,00	unid.	R\$ 9,67	R\$ 48,35
2.2	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 50mm	5,00	unid.	R\$ 4,41	R\$ 22,05
2.3	Pontaletes de Madeira	8,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 30,80
2.4	Cap JE PVC PBA - Dn = 50mm	3,00	unid.	R\$ 2,50	R\$ 7,50
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 108,70</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	25,60	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 100,61
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	25,60	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 332,29
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	0,00	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ -
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 432,90</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	43,48	R\$ 43,48
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 43,48</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	0,00	m	769,96	R\$ -
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	0,80	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 279,13
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	16,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 70,72
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 349,85</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$1.477,32</b>

### 6.3.7.5. SETOR 05 – JD. PARAÍSO II

Este setor é alimentado atualmente diretamente pelo recalque existente na Reservação do Jd. Pacaembu, assim qualquer variação no consumo ou alguma falta de energia elétrica, pode prejudicar a grande maioria da rede de distribuição pela interrupção repentina do bombeamento. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 100mm. Na Tabela 13 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 05.

**Tabela 13. Dados referentes ao setor Jd. Paraíso II.**

Parâmetro	Valor
Vazão micromedida (l/s)	1,60
Vazão Média* (l/s)	2,12
Vazão (dmc) (l/s)	2,65
Vazão (hmc) (l/s)	3,98
$C_{\text{hidro}}$ (m <sup>3</sup> )	46,2
$C_{\text{teórico}}$ (m <sup>3</sup> )	76,3
Abastecimento	Elevado (a construir)
Cota geométrica máxima	720 m
Cota geométrica mínima	697 m
Número de ligações	229
Comprimento total de tubulação	2.519

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido diretamente pelo recalque da reservação do Jd. Pacaembu. A análise desse setor demonstrou a necessidade da implantação de um reservatório para realizar o armazenamento e o abastecimento de água para a rede de distribuição. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 76,3m<sup>3</sup> de reservação, portanto deverá ser construído um reservatório com a capacidade de 100m<sup>3</sup> em local apropriado, que atenderá também ao crescimento populacional com duração de 10 anos. Deverá ser executada também uma adutora interligando o centro de reservação do Jd. Pacaembu e o futuro reservatório do Jd. Paraíso II. (Ver Croqui anexo com indicação de local).

Na Tabela 14 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 05.

**Tabela 14. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 05.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 5 - Jardim Paraíso</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	840,00	m	R\$ 1,95	R\$ 1.638,00
1.2	Locação das intervenções in loco	1,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 120,00
1.3	Locação de adutoras in loco	840,00	m	R\$ 0,65	R\$ 546,00
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 2.304,00</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubeo PVC PBA JEI CL20 - Dn = 100mm	840,00	m	R\$ 25,91	R\$ 21.764,40
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha-Dn = 100mm	3,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.735,65
2.3	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 100mm	1,00	unid.	R\$ 32,14	R\$ 32,14
2.4	Curva 90° PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	4,00	unid.	R\$ 48,83	R\$ 195,32
2.5	Curva 45° PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	1,00	unid.	R\$ 43,12	R\$ 43,12
2.6	Tê redução BBB JE PVC PBA - Dn = 100 x 50mm	1,00	unid.	R\$ 26,46	R\$ 26,46
2.7	Pontaleta de Madeira	5,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 19,25
2.8	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 100mm	5,00	unid.	R\$ 18,33	R\$ 91,65
2.9	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 336,84	R\$ 336,84
2.10	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 7,66	R\$ 7,66
2.11	Redução BB JE PVC PBA - Dn = 100 x 50mm	1,00	unid.	R\$ 11,79	R\$ 11,79
2.12	Reservatório Metálico - Volume = 100m <sup>3</sup> - H = 20,0 m	1,00	unid.	R\$ -	R\$ 90.000,00
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 114.264,28</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	1.350,40	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 5.307,07
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	1.350,40	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 17.528,19
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	42,00	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 6.721,26
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 29.556,52</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	9.705,71	R\$ 9.705,71
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 9.705,71</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	6,00	m	769,96	R\$ 4.619,76
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	42,20	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 14.724,00
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	844,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 3.730,48
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 23.074,24</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$ 178.904,76</b>

### 6.3.7.6. SETOR 06 – VILA TEREZINHA

Este setor é alimentado pelo recalque do Reservatório Apoiado existente no Jd. Pacaembu realizado para a rede de distribuição.

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações de diâmetro igual a 100mm cada uma. Na Tabela 15 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 06.

**Tabela 15. Dados referentes ao setor Vila Terezinha.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Vazão micromedida (l/s)	13,97
Vazão Média* (l/s)	18,47
Vazão (dmc) (l/s)	23,09
Vazão (hmc) (l/s)	34,64
$C_{r_{hidro}}$ (m <sup>3</sup> )	402,3
$C_{r_{teórico}}$ (m <sup>3</sup> )	665,0
Abastecimento	Elevado Vila Polar
Cota geométrica máxima	748 m
Cota geométrica mínima	693 m
Número de ligações	1.995
Comprimento total de tubulação	21.945

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido pelo recalque do reservatório apoiado existente no bairro Jd. Pacaembu com capacidade de 1.500 m<sup>3</sup>. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 800m<sup>3</sup> de reservação.

Como a capacidade existente abastece os dois setores, o setor 02 com 1.200m<sup>3</sup> e o setor 03 com 800m<sup>3</sup>, é necessário um volume total de 2.000m<sup>3</sup>, e a capacidade existente é inferior a necessária, constata-se que esses setores necessitam ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada, em pelo menos 500 m<sup>3</sup>.

Na Tabela 16 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 06.

**Tabela 16. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 06.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 6 - Vila Santa Terezinha</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>Preço unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	946,00	m	R\$ 1,95	R\$ 1.844,70
1.2	Locação das intervenções in loco	6,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 720,00
1.3	Locação de adutoras in loco	898,00	m	R\$ 0,65	R\$ 583,70
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 3.148,40</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubo PVC PBA JEI CL20 - Dn = 100mm	70,00	m	R\$ 25,91	R\$ 1.813,70
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.157,10
2.3	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 32,14	R\$ 64,28
2.4	Tubo Defofo JEI - Dn = 150mm	828,00	m	R\$ 34,38	R\$ 28.466,64
2.5	Curva 90°BB JE FoFo - Dn = 150mm	2,00	unid.	R\$ 221,51	R\$ 443,02
2.6	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 150mm	2,00	unid.	R\$ 988,32	R\$ 1.976,64
2.7	Pontalete de Madeira	6,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 23,10
2.8	Tê redução BBB JE FoFo x PBA - Dn = 150 x 50mm	1,00	unid.	R\$ 279,51	R\$ 279,51
2.9	Redução BB JE FoFo - Dn = 150 x 100mm	1,00	unid.	R\$ 111,72	R\$ 111,72
2.10	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 7,66	R\$ 7,66
2.11	Tê redução BBB JE FoFo x FoFo - Dn = 200x100mm	1,00	unid.	R\$ 407,94	R\$ 407,94
2.12	Cap JE PVC PBA - Dn = 50mm	4,00	unid.	R\$ 2,50	R\$ 10,00
2.13	Tê redução BBB JE FoFo x FoFo - Dn = 200x150mm	1,00	unid.	R\$ 500,10	R\$ 500,10
2.14	Cruzeta redução BBB JE PVC PBA - Dn = 100x50mm	2,00	unid.	R\$ 38,96	R\$ 77,92
2.15	Junção 45°BBB JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 8,61	R\$ 8,61
2.16	Reservatório Metálico - Volume = 500m <sup>3</sup> - H = 20,0 mca	1,00	unid.	R\$ -	R\$ 490.000,00
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 525.347,94</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	1.475,20	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 5.797,54
3.2	Aterro/recobrimento valas após assentamento	1.475,20	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 19.148,10
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	44,90	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 7.185,35
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 32.130,98</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	14.139,18	R\$ 14.139,18
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 14.139,18</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa alvenaria p/passagens e registros Prof.= 1,5 m	6,00	m	769,96	R\$ 4.619,76
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	46,10	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 16.084,75
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	922,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 4.075,24
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 24.779,75</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$599.546,25</b>

### 6.3.7.7. SETOR 07 – JD. ITÁLIA

Este setor é alimentado atualmente diretamente pelo recalque existente na Reservação do Jd. Pacaembu, assim qualquer variação no consumo ou alguma falta de energia elétrica, pode prejudicar a grande maioria da rede de distribuição pela interrupção repentina do bombeamento. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 100mm.

Na Tabela 17 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 07.

**Tabela 17. Dados referentes ao setor Jd. Itália.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Vazão micromedida (l/s)	4,65
Vazão Média* (l/s)	6,15
Vazão (dmc) (l/s)	7,69
Vazão (hmc) (l/s)	11,53
Crhidro (m <sup>3</sup> )	133,9
Crteórico (m <sup>3</sup> )	221,3
Abastecimento	Elevado Vila Polar
Cota geométrica máxima	m
Cota geométrica mínima	m
Número de ligações	664
Comprimento total de tubulação	7304

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido diretamente pelo recalque da reservação do Jd. Pacaembu. A análise desse setor demonstrou a necessidade da implantação de um reservatório para realizar o armazenamento e o abastecimento de água para a rede de distribuição. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 221,3 m<sup>3</sup> de reservação, portanto deverá ser aproveitado o reservatório com a capacidade de 100m<sup>3</sup> existente e deverá ser construído outro reservatório com capacidade de 150m<sup>3</sup> para o atendimento dos bairros adjacentes ao Jd. Itália. Deverá ser aproveitada também a adutora de recalque existente, interligando-a a uma nova adutora com diâmetro de 110mm de PVC-PBA até o reservatório do Jd. Itália. (Ver Croqui anexo com indicação de local).

Na Tabela 18 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 07.



**Tabela 18. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 07.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 7 - Jardim Itália</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública p/segurança)	3.128,00	m	R\$ 1,95	R\$ 6.099,60
1.2	Locação das intervenções in loco	1,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 120,00
1.3	Locação de adutoras in loco	3.120,00	m	R\$ 0,65	R\$ 2.028,00
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 8.247,60</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubo PVC PBA JEI CL20 - Dn = 100mm	3.120,00	m	R\$ 25,91	R\$ 80.839,20
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn =100mm	3,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.735,65
2.3	Tê BBB JE PVC PBA - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 32,14	R\$ 64,28
2.4	Curva 90°PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	4,00	unid.	R\$ 48,83	R\$ 195,32
2.5	Curva 45°PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 43,12	R\$ 86,24
2.6	Pontalete de Madeira	7,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 26,95
2.7	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 100mm	6,00	unid.	R\$ 18,33	R\$ 109,98
2.8	Tê redução BBB JE PVC PBA - Dn = 100 x 50mm	1,00	unid.	R\$ 26,46	R\$ 26,46
2.9	Curva 45°PB JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 8,58	R\$ 8,58
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 83.092,66</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	4.998,40	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 19.643,71
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	4.998,40	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 64.879,23
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	156,00	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 24.964,68
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 109.487,62</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	33.237,06	R\$ 33.237,06
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 33.237,06</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	4,50	m	769,96	R\$ 3.464,82
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	156,20	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 54.499,74
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	3.124,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 13.808,08
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 71.772,64</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$305.837,59</b>

### 6.3.7.8. SETOR 08 – JD. SANTA MARTA

Este setor é alimentado pelo Reservatório Elevado situado no próprio bairro Jd. Santa Marta, que é alimentado através da rede de distribuição existente no centro de reservação do Jd. Paulista. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 100mm. Na Tabela 19 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 08.

**Tabela 19. Dados referentes ao setor Jd. Santa Marta.**

Parâmetro	Valor
Vazão micromedida (l/s)	6,18
Vazão Média* (l/s)	8,17
Vazão (dmc) (l/s)	10,21
Vazão (hmc) (l/s)	15,31
$C_{r_{hidro}}$ (m <sup>3</sup> )	177,9
$C_{r_{teórico}}$ (m <sup>3</sup> )	294,0
Abastecimento	Elevado Vila Polar
Cota geométrica máxima	718 m
Cota geométrica mínima	710 m
Número de ligações	882
Comprimento total de tubulação	9.702

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor é abastecido pelo reservatório elevado do próprio bairro Jd. Santa Marta com capacidade de 50 m<sup>3</sup>. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 294,0 m<sup>3</sup> de reservação. Como a capacidade existente é inferior a necessária, constata-se que o setor necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada, em pelo menos 250 m<sup>3</sup>, que deverá atender ao crescimento populacional desse setor 08.

Na Tabela 20 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 08.

**Tabela 20. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 08.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 8 - Jardim Santa Marta</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública p/segurança)	1.940,00	m	R\$ 1,95	R\$ 3.783,00
1.2	Locação das intervenções in loco	1,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 120,00
1.3	Locação de adutoras in loco	1.940,00	m	R\$ 0,65	R\$ 1.261,00
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 5.164,00</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubeo PVC PBA JEI CL20 - Dn = 100mm	1.932,00	m	R\$ 25,91	R\$ 50.058,12
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn =100mm	2,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.157,10
2.3	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn =150mm	1,00	unid.	R\$ 988,32	R\$ 988,32
2.4	Curva 90° PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	8,00	unid.	R\$ 48,83	R\$ 390,64
2.5	Curva 45° PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	1,00	unid.	R\$ 43,12	R\$ 43,12
2.6	Pontaete de Madeira	11,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 42,35
2.7	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 100mm	9,00	unid.	R\$ 18,33	R\$ 164,97
2.8	Cap JE PVC PBA - Dn = 50mm	2,00	unid.	R\$ 2,50	R\$ 5,00
2.9	Tê BBB FoFo - Dn = 150mm	1,00	unid.	R\$ 309,12	R\$ 309,12
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 53.158,74</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	3.097,60	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 12.173,57
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	3.097,60	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 40.206,85
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	96,60	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 15.458,90
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 67.839,31</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	21.263,50	R\$ 21.263,50
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 21.263,50</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	7,50	m	769,96	R\$ 5.774,70
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	96,80	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 33.774,49
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	1.936,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 8.557,12
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 48.106,31</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$195.531,86</b>

### 6.3.7.9. SETOR 09 – CJ. HAB. CRISTIANO O. FILHO

Este setor é alimentado atualmente pelo centro de reservação do Jd. Paulista através da própria rede de distribuição. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 100mm. Na Tabela 21 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 09.

**Tabela 21. Dados referentes ao setor Cj. Hab. Cristiano O. Filho.**

Parâmetro	Valor
Vazão micromedida (l/s)	5,83
Vazão Média* (l/s)	7,70
Vazão (dmc) (l/s)	9,63
Vazão (hmc) (l/s)	14,44
$C_{r_{hidro}}$ (m <sup>3</sup> )	167,8
$C_{r_{teórico}}$ (m <sup>3</sup> )	277,3
Abastecimento	Elevado (a construir)
Cota geométrica máxima	740 m
Cota geométrica mínima	719 m
Número de ligações	832
Comprimento total de tubulação	9.152

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

Este setor possui uma área onde existem um reservatório apoiado e outro elevado que estão em péssimas condições estruturais, não havendo a possibilidade de serem utilizados. Assim será necessário a construção de um reservatório elevado para o abastecimento do setor 09. O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 277,3 m<sup>3</sup> de reservação. Portanto será necessário a implantação de um reservatório de armazenamento de água tratada, em pelo menos 300m<sup>3</sup>.

Na Tabela 22 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 09.

**Tabela 22. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 09.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 9 - Conj. Habitacional Cristiano O. Filho</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>Preço unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	1.890,00	m	R\$ 1,95	R\$ 3.685,50
1.2	Locação das intervenções in loco	0,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ -
1.3	Locação de adutoras in loco	1.890,00	m	R\$ 0,65	R\$ 1.228,50
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 4.914,00</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tubo PVC PBA JEI CL20 - Dn = 100mm	1.890,00	m	R\$ 25,91	R\$ 48.969,90
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.157,10
2.3	Curva 90° PB JE PVC PBA - Dn = 100mm	7,00	unid.	R\$ 48,83	R\$ 341,81
2.4	Pontalete de Madeira	7,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 26,95
2.5	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 100mm	7,00	unid.	R\$ 18,33	R\$ 128,31
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 50.624,07</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	3.024,00	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 11.884,32
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	3.024,00	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 39.251,52
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	94,50	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ 15.122,84
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 66.258,68</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	20.249,63	R\$ 20.249,63
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 20.249,63</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria passagens/registros Prof.= 1,5 m	3,00	m	769,96	R\$ 2.309,88
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	94,50	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 32.972,00
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	1.890,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 8.353,80
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 43.635,68</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$185.682,05</b>

### 6.3.7.10. JD. PAULISTA

Este setor é alimentado pelo Reservatório Apoiado existente no Jd. Paulista. A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação de diâmetro igual a 200mm.

Na Tabela 23 abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 10.

**Tabela 23. Dados referentes ao setor Jd. Paulista.**

Parâmetro	Valor
Vazão micromedida (l/s)	11,38
Vazão Média* (l/s)	15,05
Vazão (dmc) (l/s)	18,81
Vazão (hmc) (l/s)	28,21
$C_{r_{hidro}}$ (m <sup>3</sup> )	327,7
$C_{r_{teórico}}$ (m <sup>3</sup> )	541,7
Abastecimento	Apoiado Jd. Paulista
Cota geométrica máxima	m
Cota geométrica mínima	m
Número de ligações	1.625
Comprimento total de tubulação	17.875

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capita.

Este setor é abastecido pelo reservatório apoiado do bairro próprio bairro Jd. Paulista com capacidade de 1.000m<sup>3</sup>, sendo no momento realizada a construção de mais um reservatórios apoiado com capacidade para 500m<sup>3</sup>, totalizando um volume de 1.500m<sup>3</sup>.

O estudo do cálculo da capacidade requerida de armazenamento de água tratada do setor mostrou a necessidade de 541,7m<sup>3</sup> de reservação. Como a capacidade existente será superior a necessária, constata-se que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

Na Tabela 24 são apresentadas as quantidades e os custos dos materiais hidráulicos necessários para implantação do setor 10.

**Tabela 24. Materiais hidráulicos necessários para delimitar o setor 10.**

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
<b>Obra: Implantação do Setor 10 - Jardim Paulista</b>					
<b>Local: Município de Vargem Grande do Sul - SP</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>Preço unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares</b>				
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	32,00	m	R\$ 1,95	R\$ 62,40
1.2	Locação das intervenções in loco	4,00	unid.	R\$ 120,00	R\$ 480,00
1.3	Locação de adutoras in loco	0,00	m	R\$ 0,65	R\$ -
	<b>Sub-Total 01</b>				<b>R\$ 542,40</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 200mm	1,00	unid.	R\$1.462,98	R\$ 1.462,98
2.2	Registro Gaveta BB c/ cunha borracha - Dn = 100mm	2,00	unid.	R\$ 578,55	R\$ 1.157,10
2.6	Pontaletes de Madeira	2,00	unid.	R\$ 3,85	R\$ 7,70
2.7	Curva 90° PB JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 9,67	R\$ 9,67
2.8	Cap JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 2,50	R\$ 2,50
2.9	Luva de Correr JE PVC PBA - Dn = 50mm	1,00	unid.	R\$ 4,41	R\$ 4,41
	<b>Sub-Total 02</b>				<b>R\$ 2.644,36</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas e compactação</b>				
3.1	Escavação de valas, qualquer terreno, exceto rocha, para intervenções c/ 1,60m de profundidade	25,60	m <sup>3</sup>	3,93	R\$ 100,61
3.2	Aterro e recobrimento das valas após assentamento das intervenções	25,60	m <sup>3</sup>	12,98	R\$ 332,29
3.3	Lastro de areia para assentamento da tubulação	0,00	m <sup>3</sup>	160,03	R\$ -
	<b>Sub-Total 03</b>				<b>R\$ 432,90</b>
<b>4</b>	<b>Assentamento e montagem hidráulica</b>				
4.1	Mão de Obra para Montagem Hidráulica	1,00	unid.	1.057,74	R\$ 1.057,74
	<b>Sub-Total 04</b>				<b>R\$ 1.057,74</b>
<b>5</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
5.1	Caixa de alvenaria para passagens e registros Profundidade = 1,5 m	4,50	m	769,96	R\$ 3.464,82
5.2	Asfalto (base de macadame betuminoso) = e = 5 cm	0,80	m <sup>3</sup>	348,91	R\$ 279,13
5.3	Asfalto (imprimadura ligante)	16,00	m <sup>2</sup>	4,42	R\$ 70,72
	<b>Sub-Total 05</b>				<b>R\$ 3.814,67</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$8.492,07</b>

### 6.3.7.11. Resumo Geral dos Investimentos

Na tabela 25 é apresentado o resumo geral dos investimentos para a execução de todas as obras e intervenções necessárias à implantação do Projeto de Setorização.

Tabela 25. Resumo geral dos investimentos no Projeto de Setorização.

<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>		
<b>Obra: Implantação Geral da Setorização</b>		
<b>Local: Município de Garça - SP</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>1</b>	<b>Setores</b>	
1.1	Implantação do Setor 1 - Vila Polar	R\$ 585.469,15
1.2	Implantação do Setor 2 - Jardim Redentor	R\$ 471.950,36
1.3	Implantação do Setor 3 - Centro	R\$ 77.635,18
1.4	Implantação do Setor 4 - Jardim Pacaembu	R\$ 1.477,32
1.5	Implantação do Setor 5 - Jardim Paraíso	R\$ 178.904,76
1.6	Implantação do Setor 6 - Vila Santa Terezinha	R\$ 599.546,25
1.7	Implantação do Setor 7 - Jardim Itália	R\$ 305.837,59
1.8	Implantação do Setor 8 - Jardim Santa Marta	R\$ 195.531,86
1.9	Implantação do Setor 9 - Conj. Habitacional Cristiano O. Filho	R\$ 185.682,05
1.10	Implantação do Setor 10 - Jardim Paulista	R\$ 8.492,07
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>R\$ 2.610.526,59</b>

### 6.3.8. Modelagem Hidráulica Matemática na Rede de Distribuição

Após a implantação do Projeto de Setorização no Sistema de Abastecimento de Água de Vargem Grande do Sul, deverá ser realizada a modelagem hidráulica matemática com a utilização do software EPANET. Assim, com o projeto de setorização e com o cadastro apresentado, a Prefeitura Municipal de Vargem deverá contratar uma Empresa especializada em engenharia hidráulica para realizar a modelagem matemática.

Desta forma, será possível estimar as condições hidráulicas do sistema após a delimitação física que está sendo proposta na setorização.



Deverão ser apresentadas as tabelas com os resultados obtidos que conterão a modelagem nos diversos trechos do sistema de abastecimento de água, sendo obtidas as pressões e velocidades de água nas tubulações ao longo do sistema de distribuição.

Ressalta-se que as vazões utilizadas na modelagem matemática deverão ser baseadas nos números de ligações existentes nos setores, sendo utilizada a vazão em marcha ao longo da tubulação.

Os coeficientes C de “Hazen-Williams” também deverão ser adotados de acordo com o tipo de material da tubulação existente no cadastro, sendo considerados valores próximos do recomendado para o modelo operar a favor da segurança. Para estimar as pressões na rede deverão ser utilizadas as plantas planialtimétricas existentes para o município de Vargem Grande do Sul.

Na Tabela 26 é apresentado o orçamento para realizar a modelagem matemática na rede de distribuição de água de Vargem Grande do Sul utilizando o software EPANET.

Tabela 26. Orçamento para realizar modelagem matemática na rede de distribuição de água de Vargem Grande do Sul.

Descrição	Unid.	Quant.	Valor Unitário	Valor Total
Realização de modelagem matemática na rede de distribuição de Água utilizando o Software EPANET	Km	150	R\$ 500,00	75.000,00
Total				75.000,00

### 6.3.9. Determinação de parâmetros de Vazão e Pressão com a Pitometria

#### 6.3.9.1. Procedimentos para implantação de Estação Pitométrica.

Na seqüência são apresentados os procedimentos para a implantação de uma Estação Pitométrica (EP). Ressalta-se que a estação pitométrica tem a finalidade de permitir a introdução do tubo Pitot dentro da tubulação, desta forma, sendo possíveis as medições de vazão e pressão do líquido que está fluindo dentro da tubulação.

Na Figura 24 é apresentada uma Estação Pitométrica, que nada mais é que um registro de derivação de 1”.



Figura 5.1. Estação Pitométrica (EP).

A Figura 24 ilustra um registro de derivação de 1" denominado Estação Pitométrica (EP) que é instalado nas tubulações onde serão feitas medições de vazão e pressão.

Na sequência é apresentado o procedimento utilizado para a colocação das EPs com a máquina Miller.



Figura 25. Colocação do anel de borracha.

Para colocar a máquina Miller deve-se em primeiro lugar colocar um anel de borracha na base da máquina o qual tem como função vedar a passagem da água (Figura 25).

Em cima do anel de borracha é colocado o suporte da máquina Miller (no qual entrará a broca e posteriormente a EP). Este suporte é fixado por uma corrente de metal que passa por baixo da tubulação e é preso com auxílio de braçadeiras ao lado do suporte (Figura 26).



Figura 26. Colocação do suporte da máquina Miller.



Figura 27. Broca encaixada na base da máquina

Uma vez colocado o suporte é inserido dentro deste a máquina, a qual na base possui um encaixe para colocar a broca que fura (com rosca) a tubulação (Figura 27).



Figura 28. Colocação da máquina no suporte.



Figura 29. Máquina Miller instalada em uma tubulação.

Após colocar a máquina, contendo na base a broca, dentro do suporte é inserida uma catraca na parte superior da máquina que por um sistema hidráulico ao ser girada faz com que a broca fure a tubulação (Figura 30). Ao furar a tubulação é também feito simultaneamente a rosca neste furo, na qual será rosqueada a EP (Estação Pitométrica).



Figura 30. Momento em que a tubulação é furada.

Após a perfuração da tubulação a máquina é retirada do suporte e a broca é substituída por um copo no qual é encaixada a EP (Figura 31).

Vale ressaltar que neste momento em que a máquina é retirada do suporte não ocorre transbordamento de água, pois um dispositivo na base do suporte (flap) interrompe a passagem de água para dentro do suporte da máquina.



Figura 31. EP encaixada na base da máquina.



Figura 32. Momento em que a EP está sendo rosqueada na tubulação.

Após encaixar a EP na base da máquina, esta é inserida no suporte e novamente é encaixada a catraca na parte superior da máquina. Ao girar a catraca a EP vai sendo rosqueada na tubulação (Figura 32).

Na Figura 33 é apresentada uma Estação Pitométrica instalada em uma tubulação de água.



Figura 33. Estação Pitométrica (EP) instalada em uma tubulação de água.



Figura 34. Equipamento Calibre.



Figura 35. Medição do diâmetro real da adutora com o equipamento Calibre.

Após a instalação da EP é feita a medição do diâmetro real das adutoras utilizando o aparelho Calibre (Figuras 34 e 35), com o intuito de obter a área real da seção transversal da tubulação.

Após a obtenção dos diâmetros reais das adutoras, foi colocado em cada tubulação, através das EPs, o equipamento Pitot. Neste aparelho são conectadas duas mangueiras que serão acopladas a um equipamento que contém um sensor diferencial de pressão. Através desta diferença de pressão é possível calcular a velocidade com que a água passa no tubo através da pitometria.



Figura 36. Tubo Pitot utilizado para medição de vazão e pressão em tubulação de água.

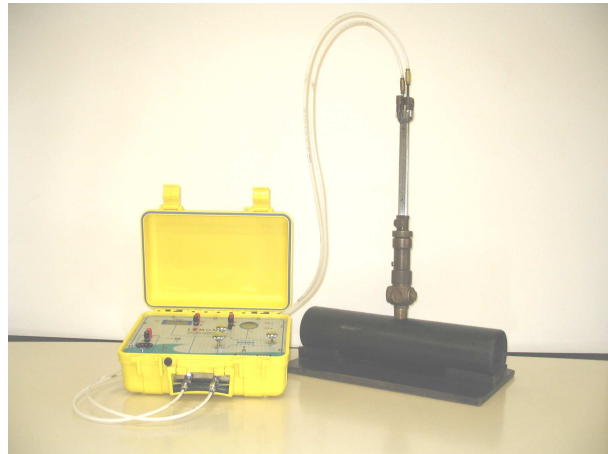


Figura 37. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão.



Figura 38. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão.

Figura 39. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão.





Figura 40. Equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão.

Estas leituras de diferença de pressão foram realizadas para diferentes cotas da seção transversal da adutora em relação a sua base. Assim, as leituras foram realizadas em dez intervalos proporcionais ao diâmetro das adutoras, obtendo a curva da velocidade em relação às cotas da seção transversal da adutora.

### 6.3.9.2 Implantação das Estações Pitométricas (EP's)

Foram realizadas algumas visitas no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul para identificação dos pontos onde serão instaladas as estações pitométricas. Foi analisada a situação das unidades operacionais e como o sistema de abastecimento tem algumas tubulações com diâmetros menores ou iguais a 100mm optou-se pela realização de medições por meio do medidor de vazão Ultrassônico.

Nas tubulações com diâmetros acima de 100mm será utilizado o processo pitométrico com medições através do Tubo Pitot com data-logger de diferencial de pressão (medição de vazão) e nas tubulações com diâmetros menores de 100mm será utilizado o medidor de vazão ultrassônico.

Foi elaborado um esquema hidráulico (ver esquema anexo) apresentando todas as unidades operacionais referentes às captações de água superficial e os respectivos reservatórios e casas de bombas com os recalques.

Nesse esquema hidráulico são indicados os pontos onde foram instaladas as estações pitométricas para realização das medições de vazão e pressão.

É importante ressaltar também que o Projeto de Setorização aqui estudado irá apresentar os locais onde serão necessários a implantação dos equipamentos de medição de vazão (Macromedidores), os sensores de nível e as estações remotas para automação via Telemetria, para a controle e monitoramento dos reservatórios, que irão compor o Sistema de Macromedição do SAE de Vargem Grande do Sul.

Foram instaladas quatro (04) estações pitométricas em locais distintos, sendo estes:

- Estação Pitométrica N<sup>o</sup>. 01 – situada na chegada de Água Bruta na ETA – Diâmetro 400mm
- Estação Pitométrica N<sup>o</sup>. 02 – situada na saída da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu (Central) – Diâmetro 400mm
- Estação Pitométrica N<sup>o</sup>. 03 – situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu (Central) – Diâmetro 400mm
- Estação Pitométrica N<sup>o</sup>. 04 – situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista – Diâmetro 200mm

Nas Figuras 41 a 44 são apresentadas fotografias das Estações Pitométricas instaladas no Sistema de Abastecimento de Água de Vargem Grande do Sul.



Figura 41. Estação Pitométrica 01 instalada na adutora de água bruta situada na entrada da ETA.



Figura 42. Estação Pitométrica 02 instalada no recalque de água tratada da ETA para o Reservatório do Jardim Pacaembu (Central).



Figura 43. Estação Pitométrica 03 situada na adutora de água tratada na entrada do Reservatório apoiado do Jardim Pacaembu (Central) vinda da ETA.



Figura 44. Estação Pitométrica 04 situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista.



### 6.3.9.3. Resultados Obtidos com as medições de vazão e pressão

Na sequência são apresentados os dados de vazão e pressão monitoradas nas quatro estações pitométricas instaladas no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

#### 6.3.9.3.1. Estação Pitométrica N<sup>o</sup>. 01 – Chegada de Água Bruta na ETA – Diâmetro 400mm

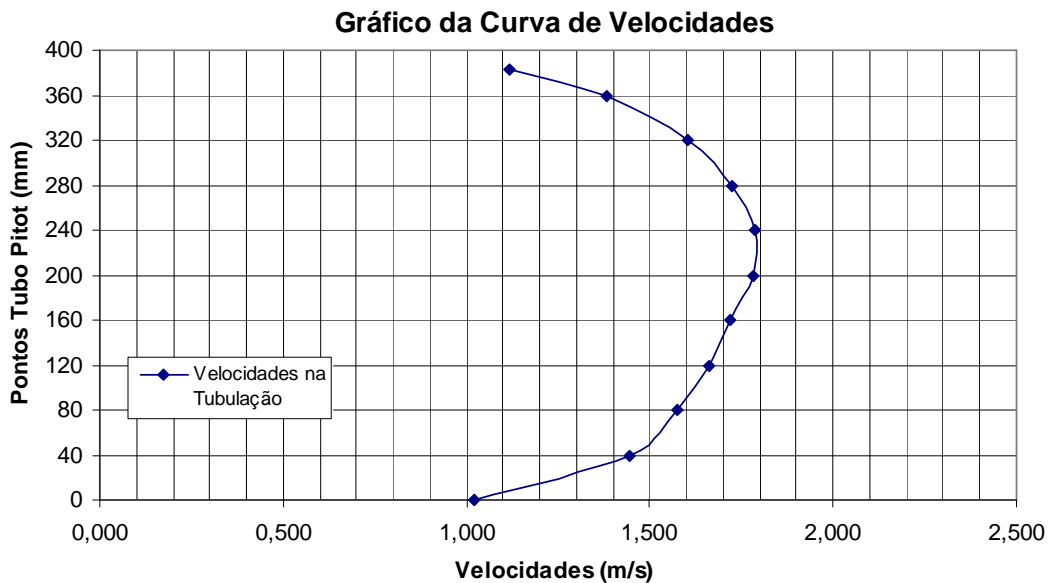


Figura 45. Perfil de velocidade na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA.

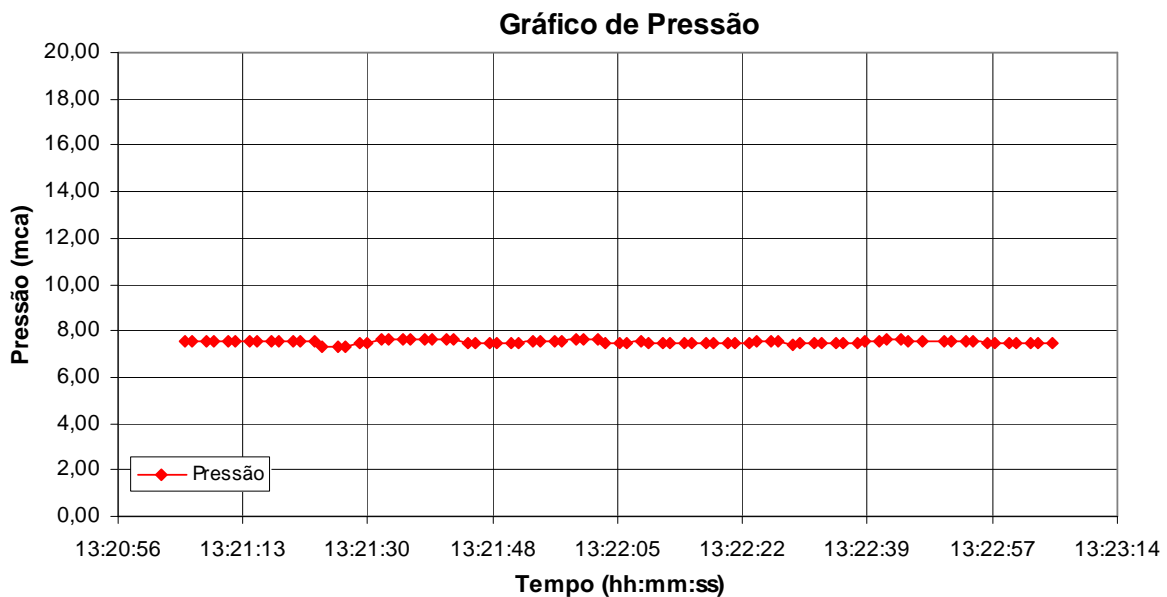


Figura 46. Variação da pressão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $P_{m\acute{e}dia} = 7,51$  mca).

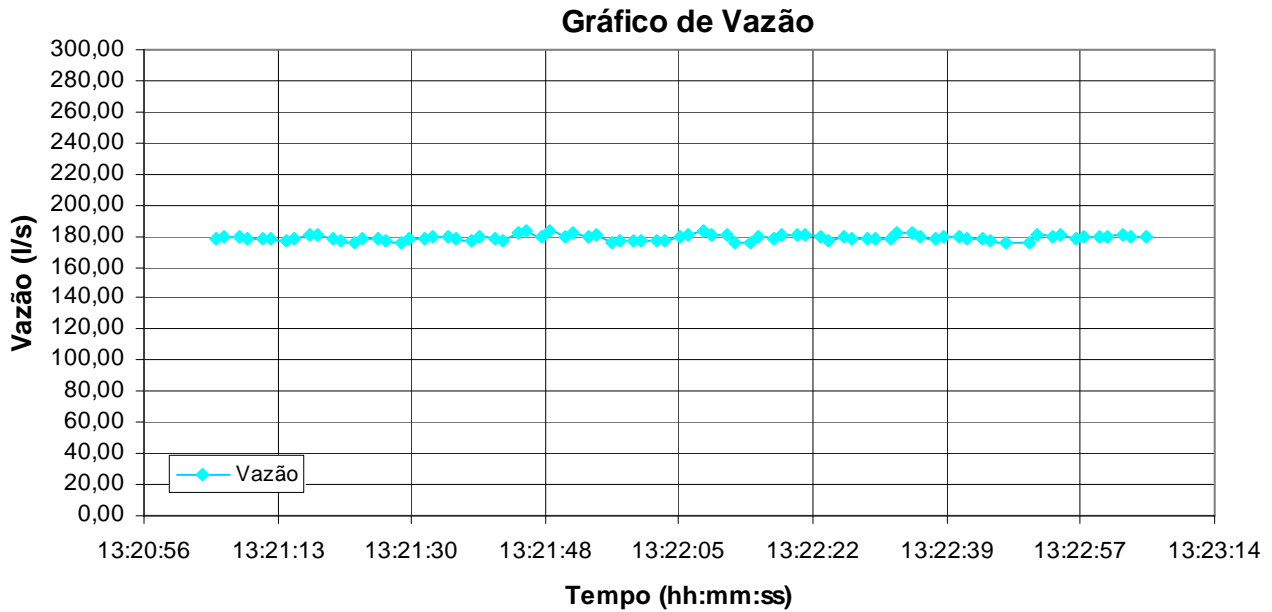


Figura 47. Variação da vazão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $Q_{média} = 178,9 \text{ L/s}$ ).

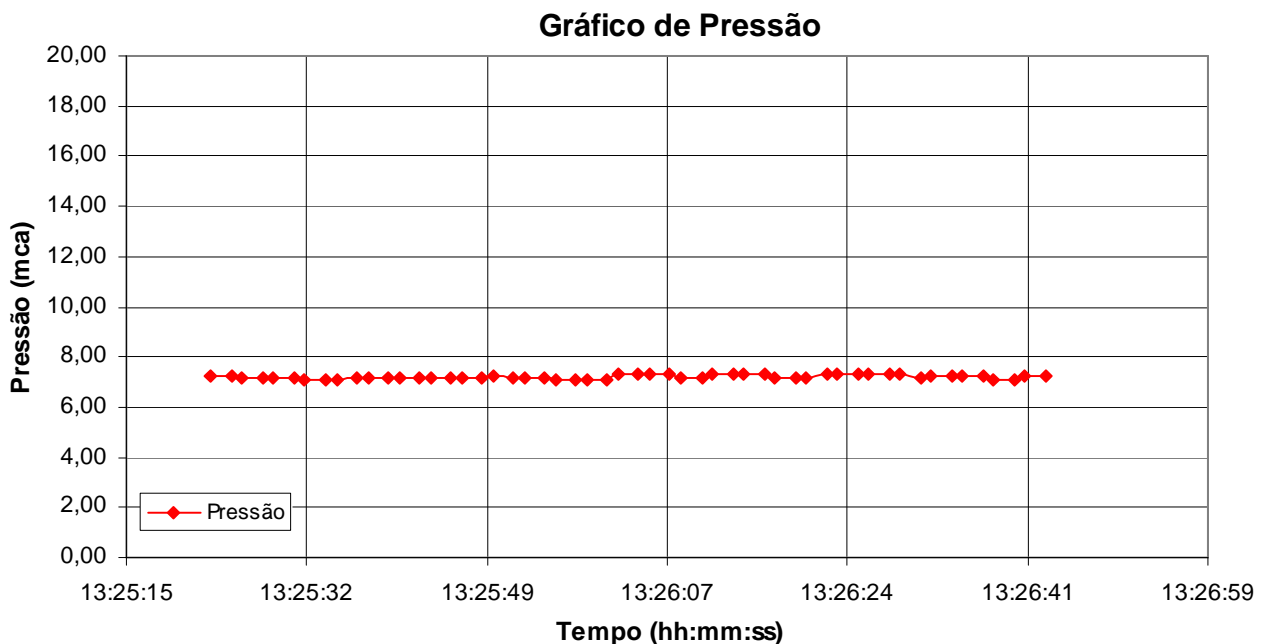


Figura 48. Variação da pressão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição da Bomba 02 operando isoladamente ( $P_{média} = 7,21 \text{ mca}$ ).

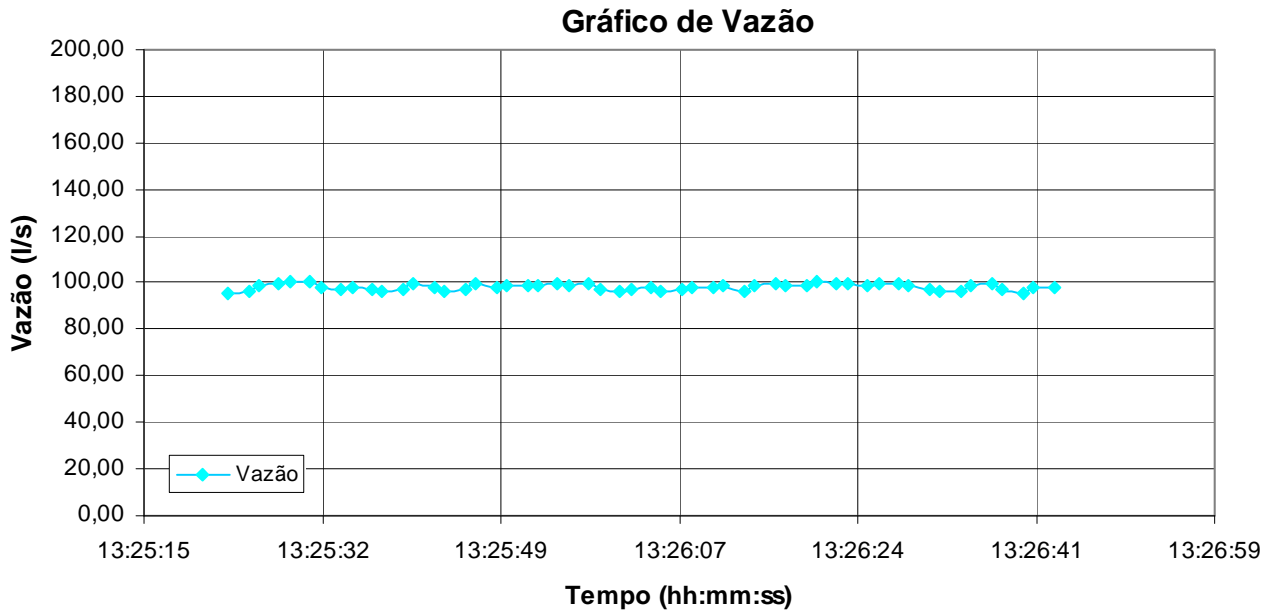


Figura 49. Variação da vazão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição da Bomba 02 operando isoladamente ( $Q_{m\acute{e}dia} = 98,1$  L/s).

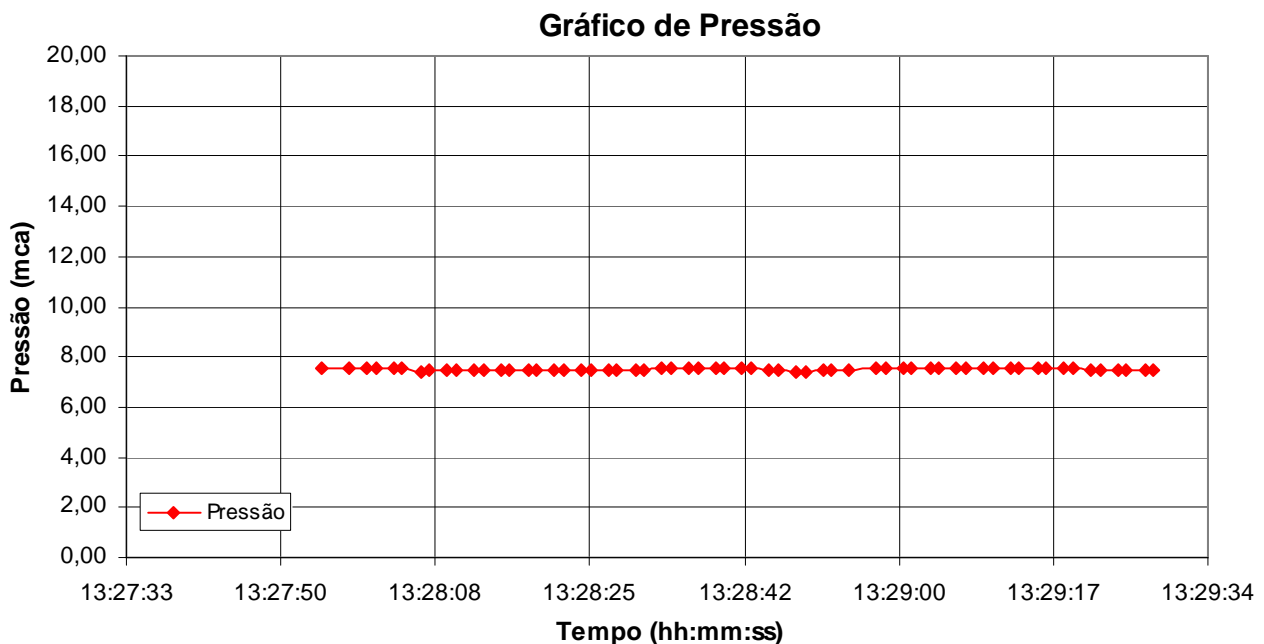


Figura 50. Variação da pressão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $P_{m\acute{e}dia} = 7,50$  mca).

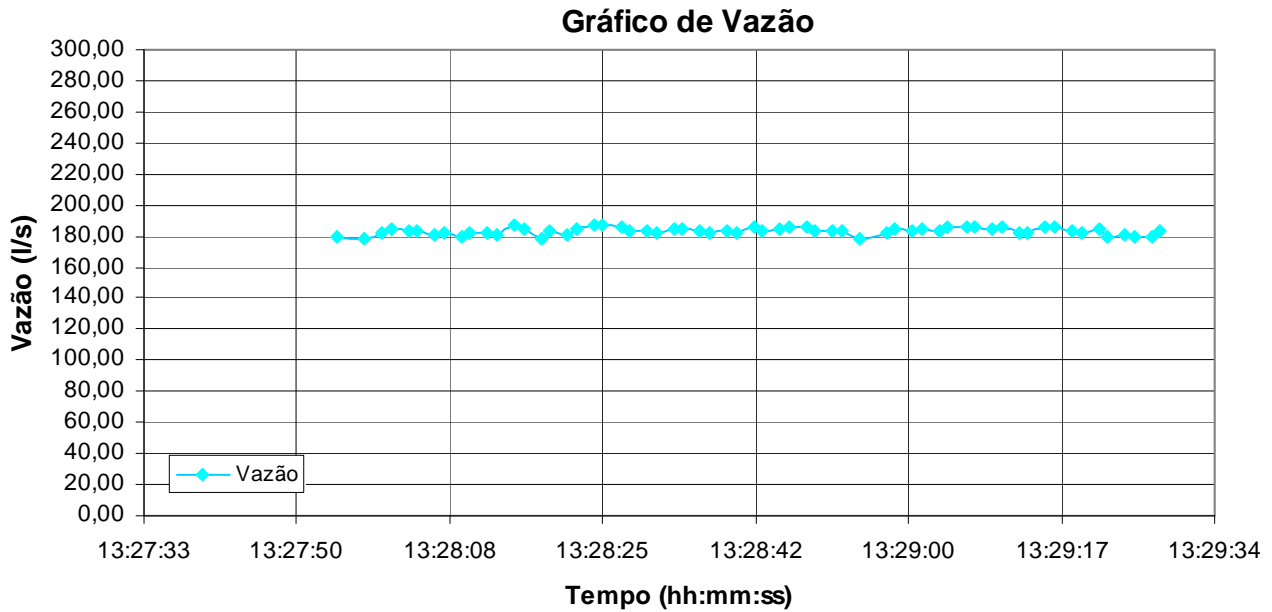


Figura 51. Variação da vazão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $Q_{média} = 183,1 \text{ L/s}$ ).

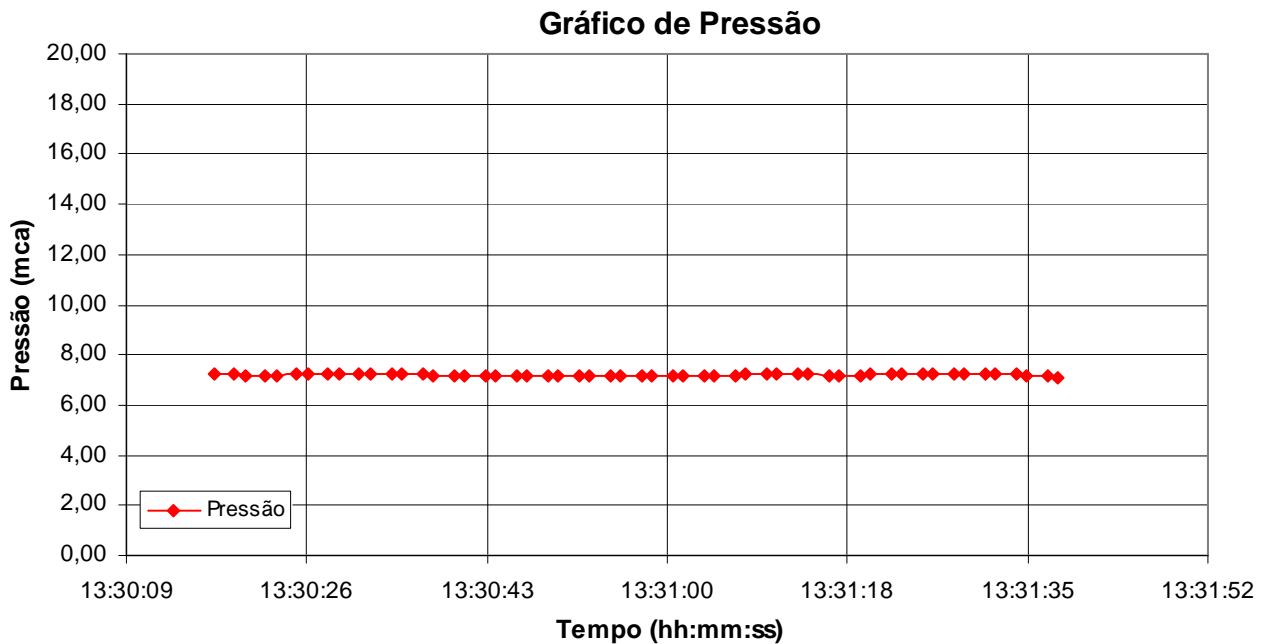


Figura 52. Variação da pressão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição da Bomba 1 operando isoladamente ( $P_{média} = 7,20 \text{ mca}$ ).

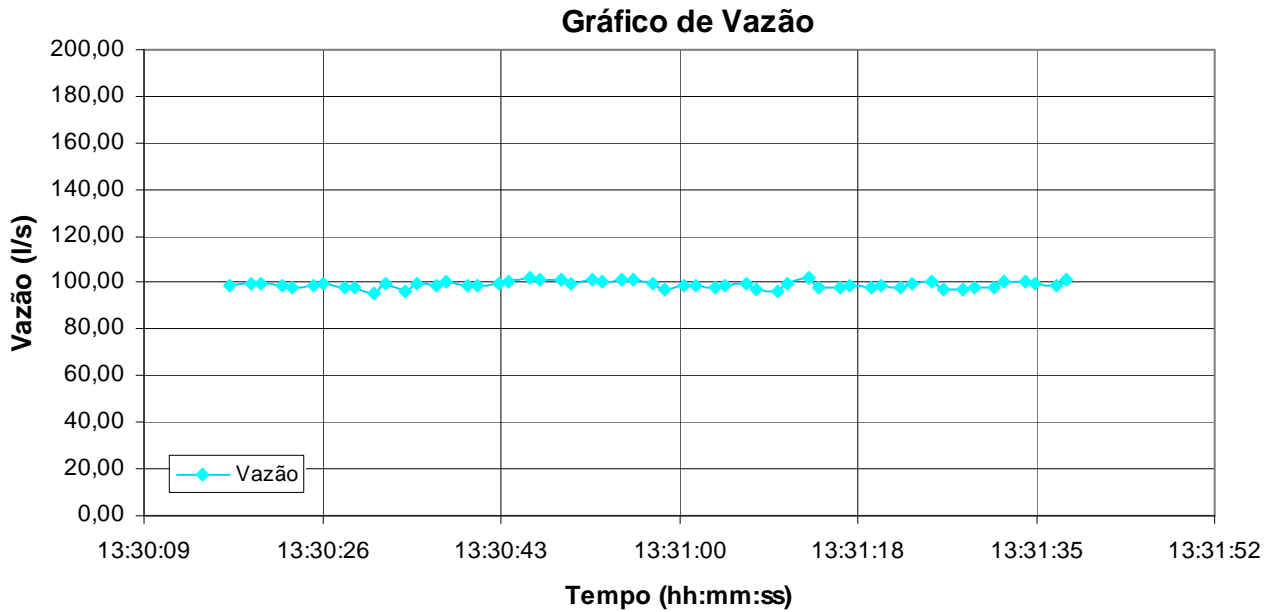


Figura 53. Variação da vazão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição da Bomba 01 operando isoladamente ( $Q_{m\u00e9dia} = 99,0$  L/s).

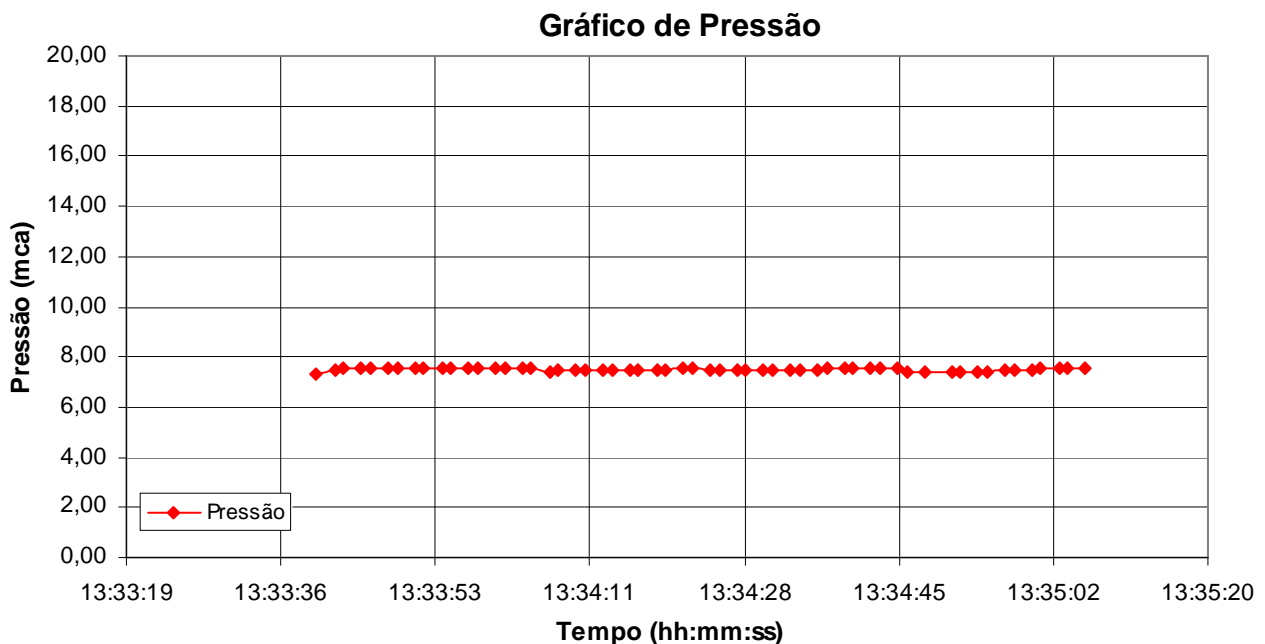


Figura 54. Variação da pressão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $P_{m\u00e9dia} = 7,50$  mca).

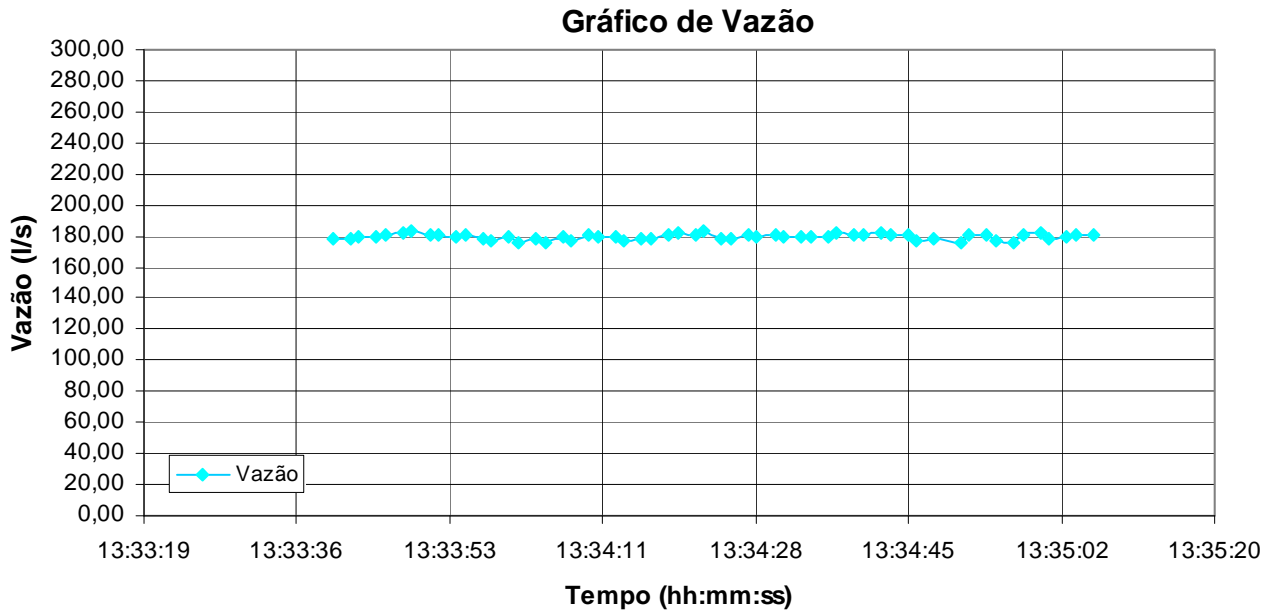


Figura 55. Variação da vazão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $Q_{média} = 179,4$  L/s).

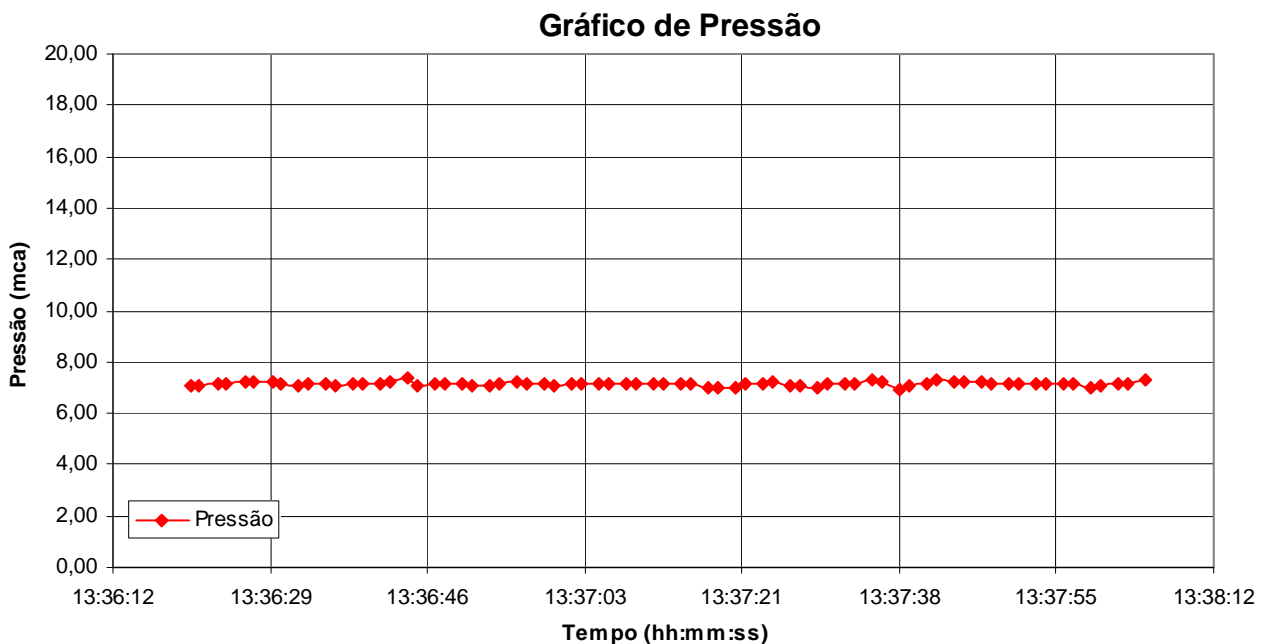


Figura 56. Variação da pressão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição da Bomba 03 operando isoladamente ( $P_{média} = 7,15$  mca).

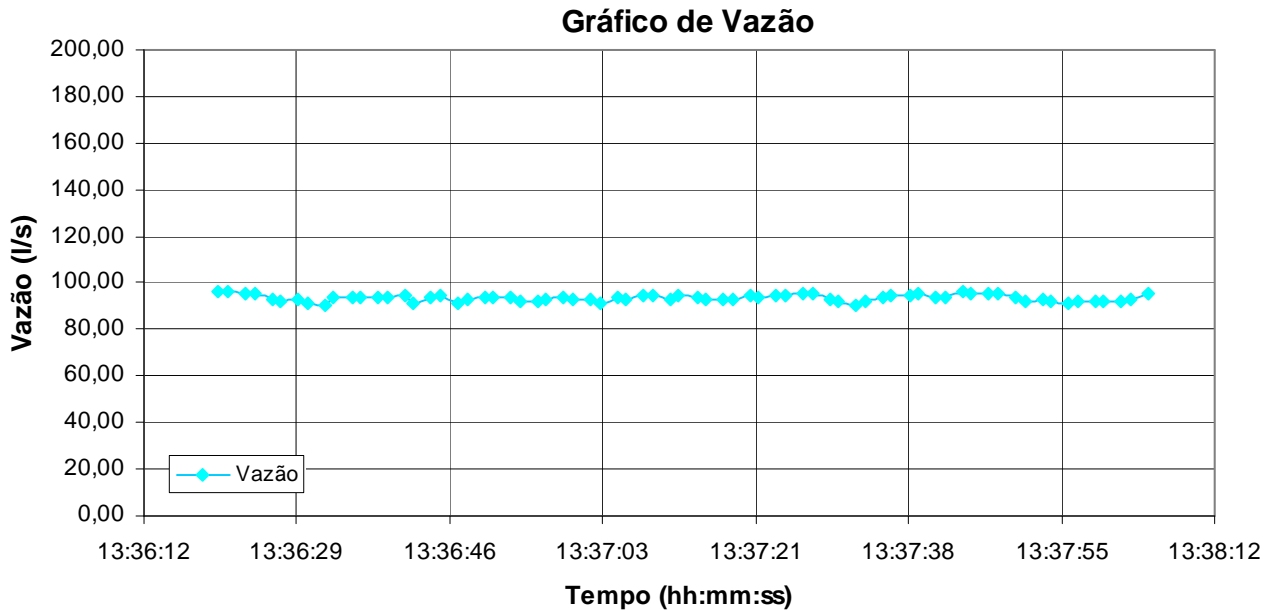


Figura 57. Variação da vazão na adutora de água bruta de diâmetro 400mm situada na entrada da ETA, na condição da Bomba 03 operando isoladamente ( $Q_{média} = 93,5$  L/s).

### 6.3.9.3.2. Estação Pitométrica Nº. 02 – Saída da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu (Central) – Diâmetro 400mm

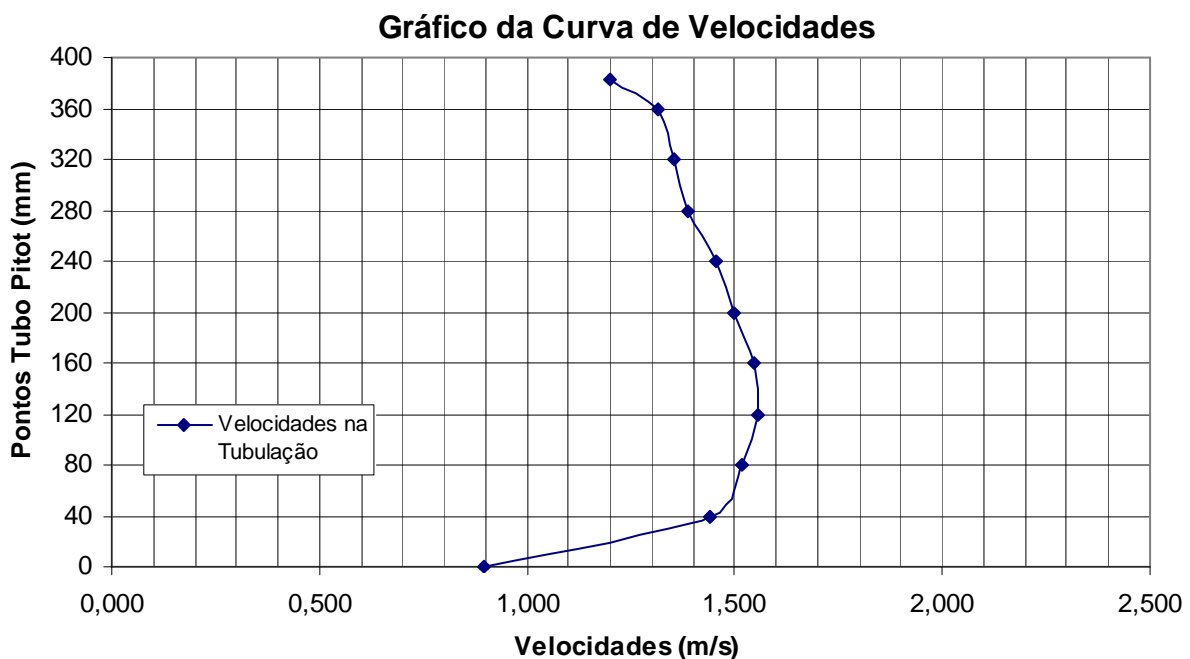


Figura 58. Perfil de velocidade na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu.



Figura 59. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $P_{média} = 56,8$  mca) com amperagem máxima (175A).

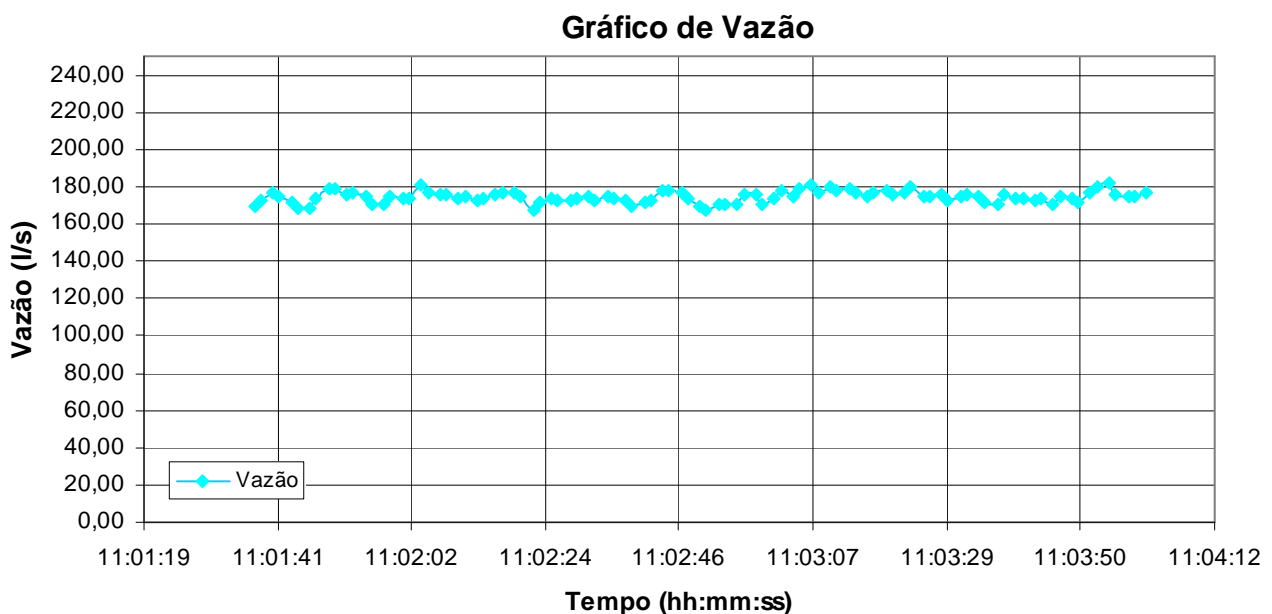


Figura 60. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $Q_{média} = 174,4$  L/s) com amperagem máxima (175A).



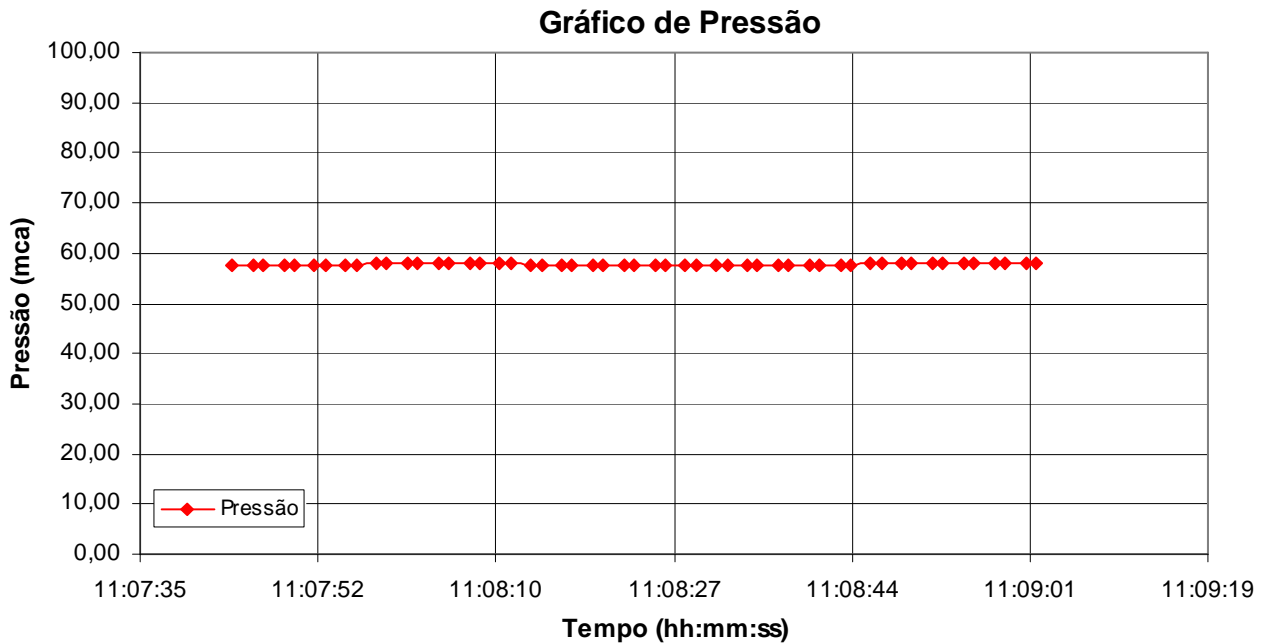


Figura 61. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $P_{m\u00e9dia} = 57,7$  mca) com amperagem máxima (175A).

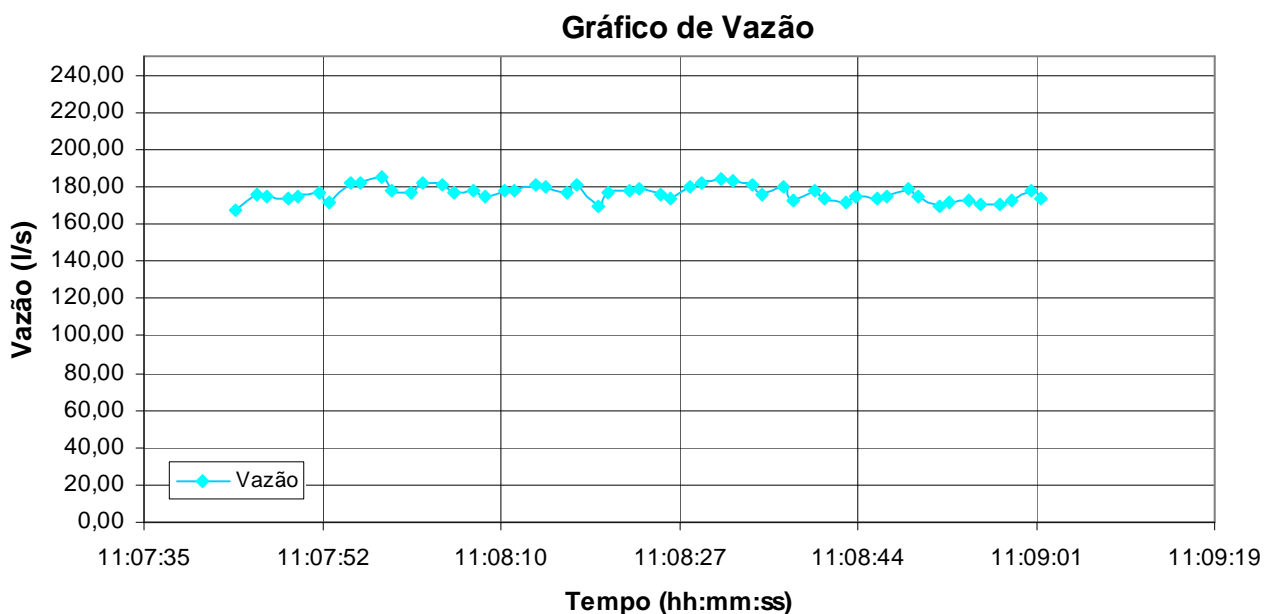


Figura 62. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $Q_{m\u00e9dia} = 176,5$  L/s) com amperagem máxima (175A).



Figura 63. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $P_{m\acute{e}dia} = 57,1$  mca) com amperagem máxima (175A).

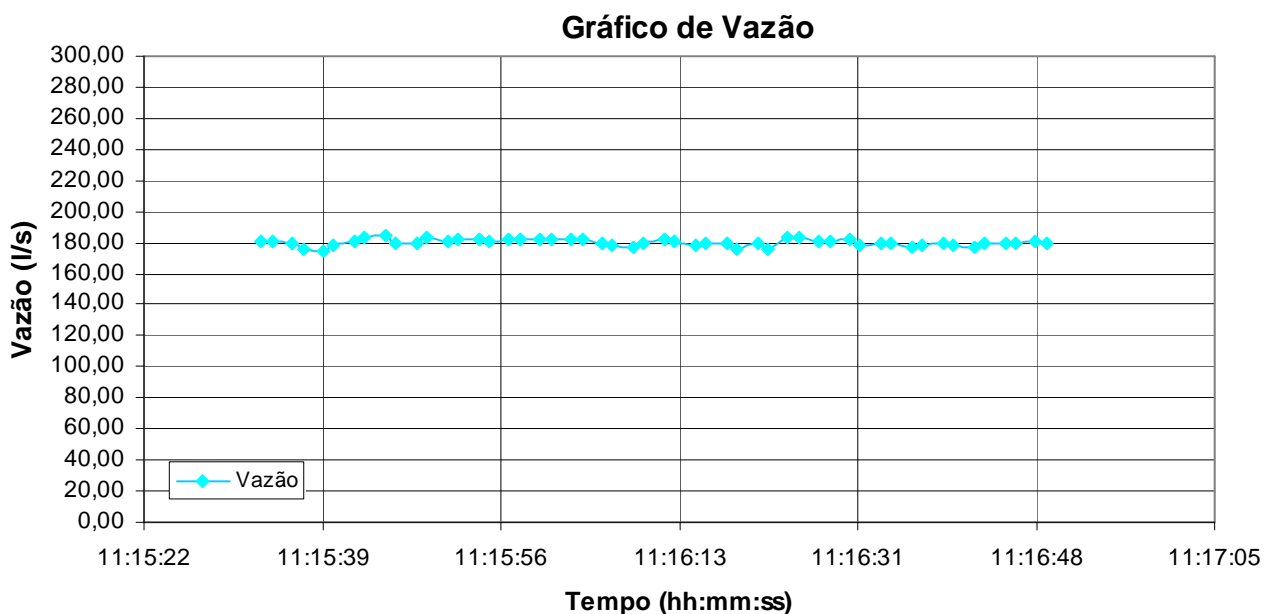


Figura 64. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $Q_{m\acute{e}dia} = 180,1$  L/s) com amperagem máxima (175A).

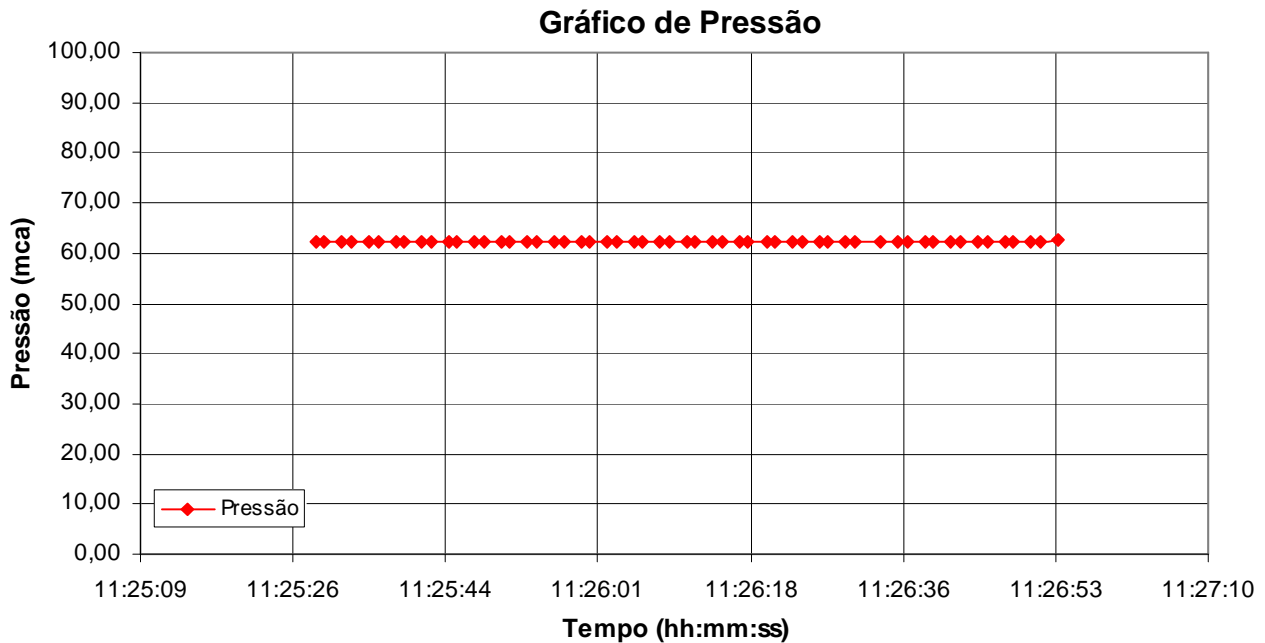


Figura 65. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 01, 02 e 03 operando em conjunto ( $P_{média} = 62,3$  mca) com amperagem máxima (175A).

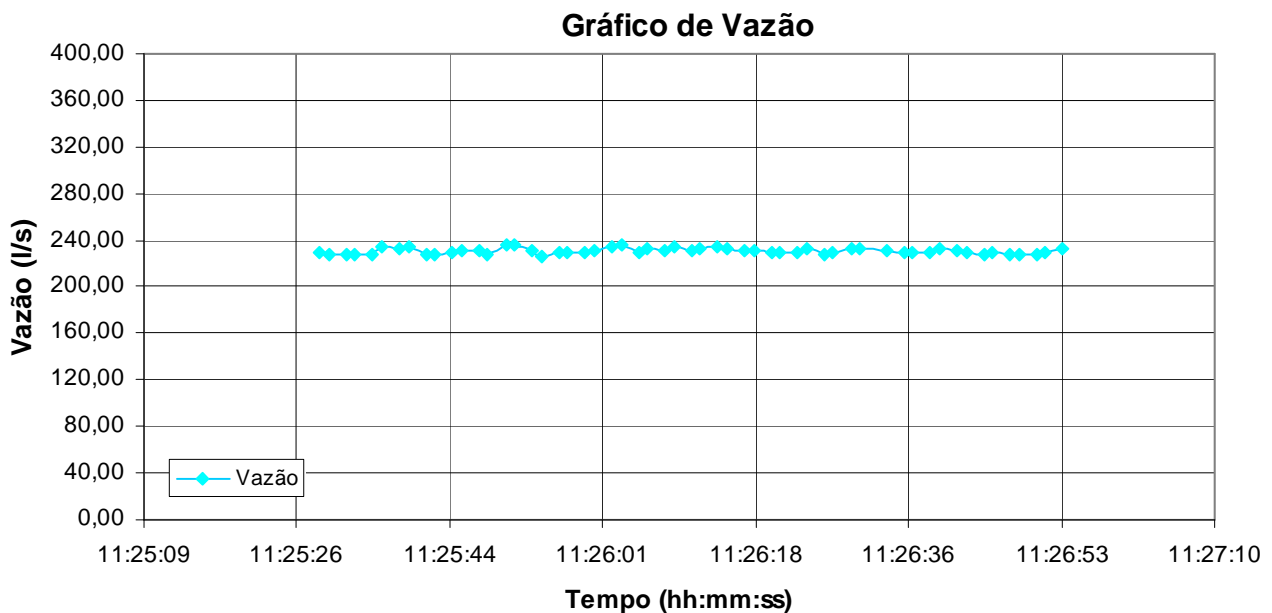


Figura 66. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição das Bombas 01, 02 e 03 operando em conjunto ( $Q_{média} = 230,6$  L/s) com amperagem máxima (175A).

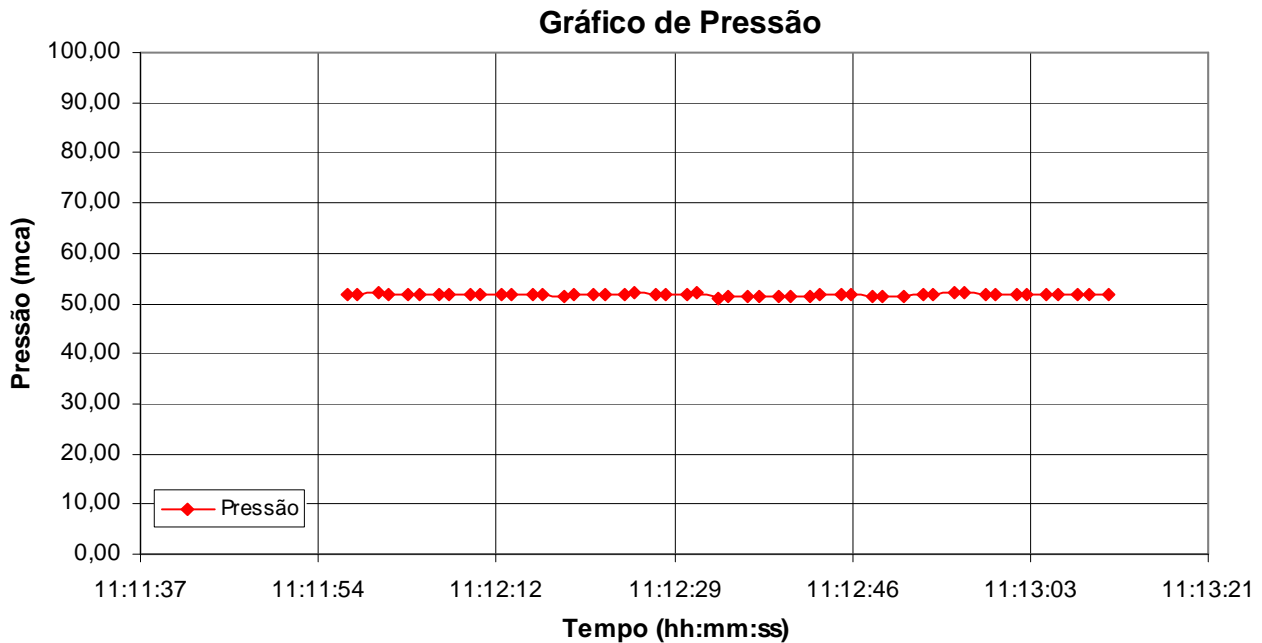


Figura 67. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição da Bomba 01 operando isoladamente (Pmédia = 51,7 mca) com amperagem máxima (175A).

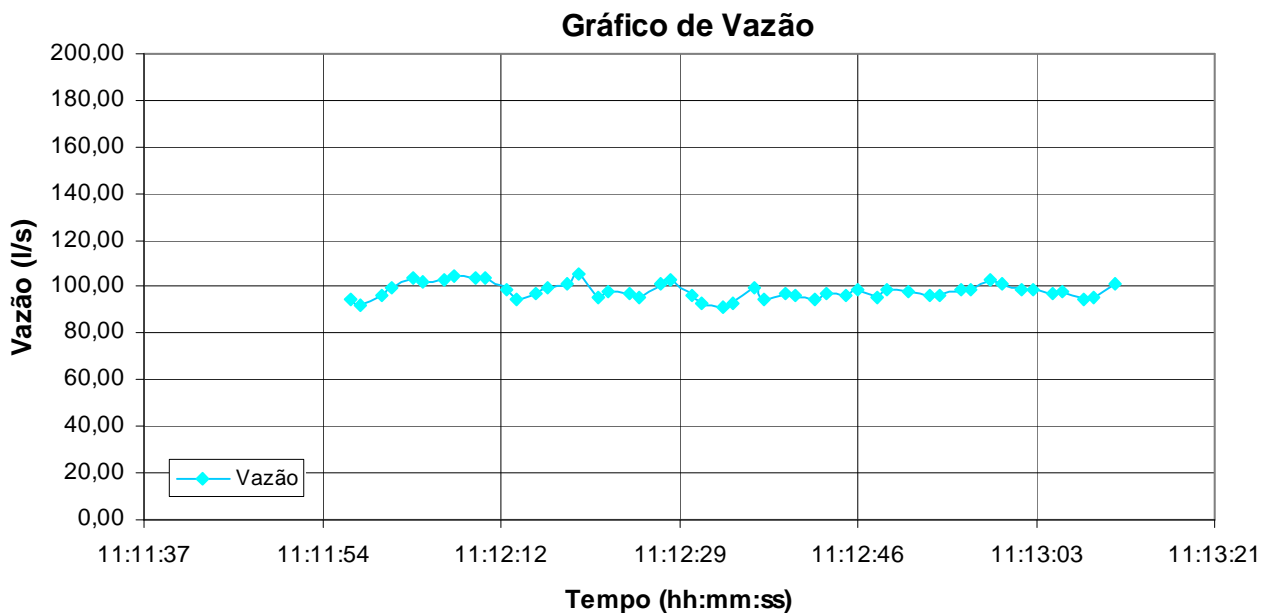


Figura 68. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição da Bomba 01 operando isoladamente (Pmédia = 98,1 L/s) com amperagem máxima (175A).

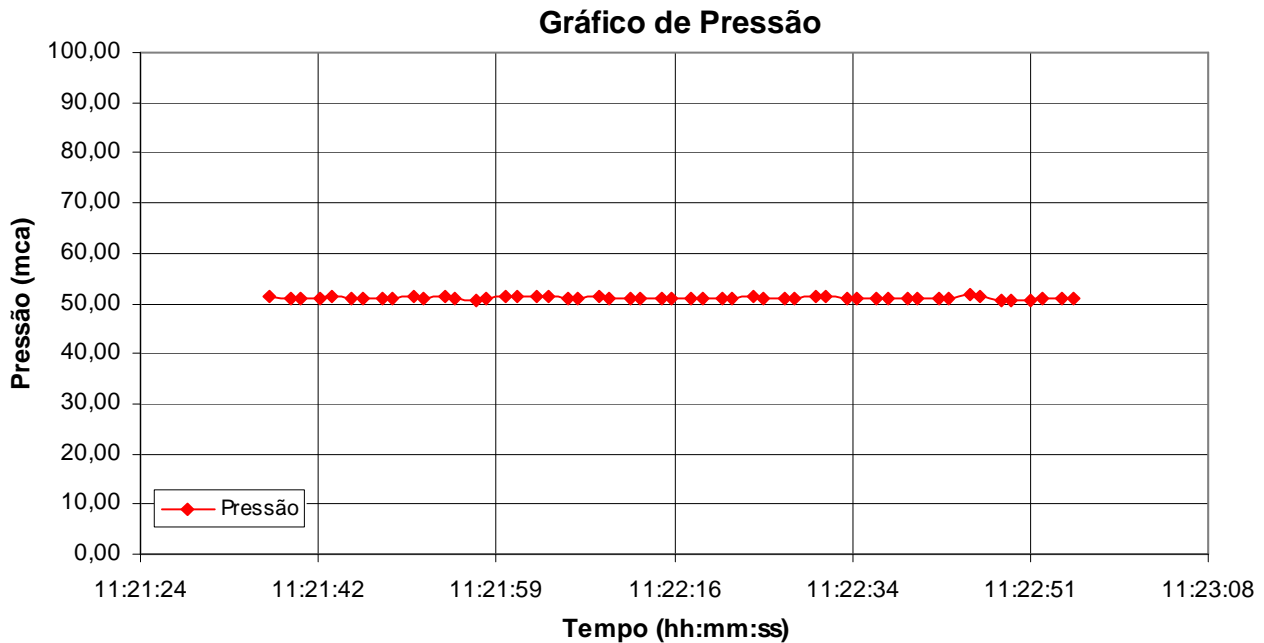


Figura 69. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição da Bomba 03 operando isoladamente (Pmédia = 51,1 mca) com amperagem máxima (175A).

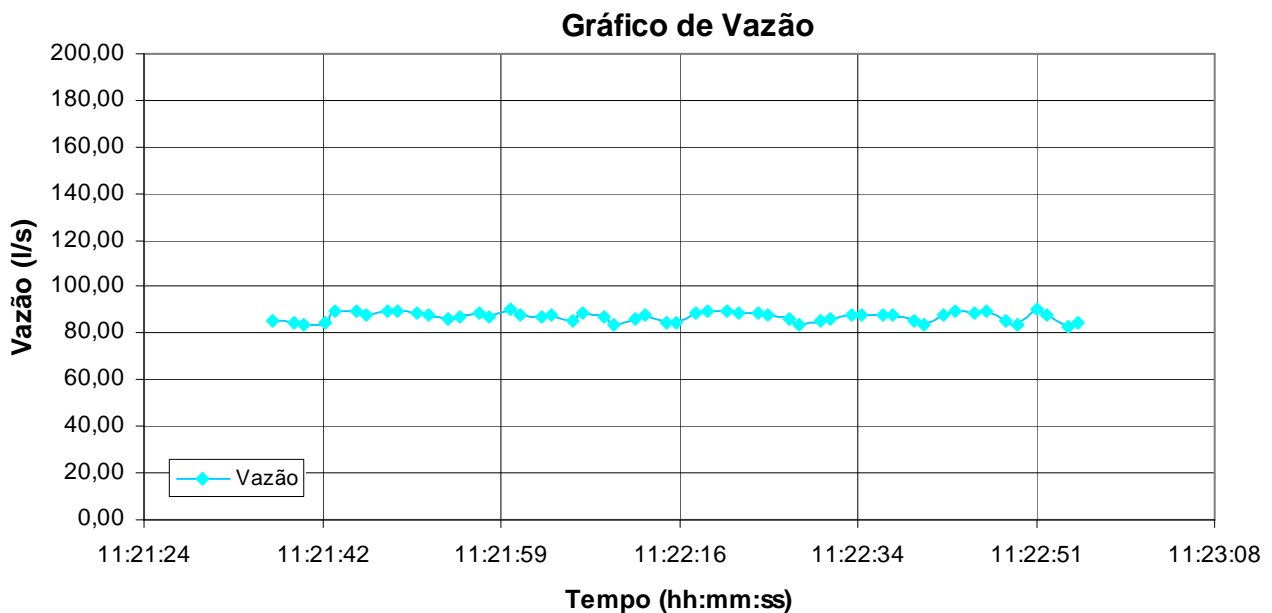


Figura 70. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada no recalque da ETA para o Reservatório Jardim Pacaembu, na condição da Bomba 03 operando isoladamente (Pmédia = 87,2 L/s) com amperagem máxima (175A).

**6.3.9.3.3. Estação Pitométrica N°. 03 – Chegada do Reservatório Jardim Pacaembu (Central)  
– Diâmetro 400mm**

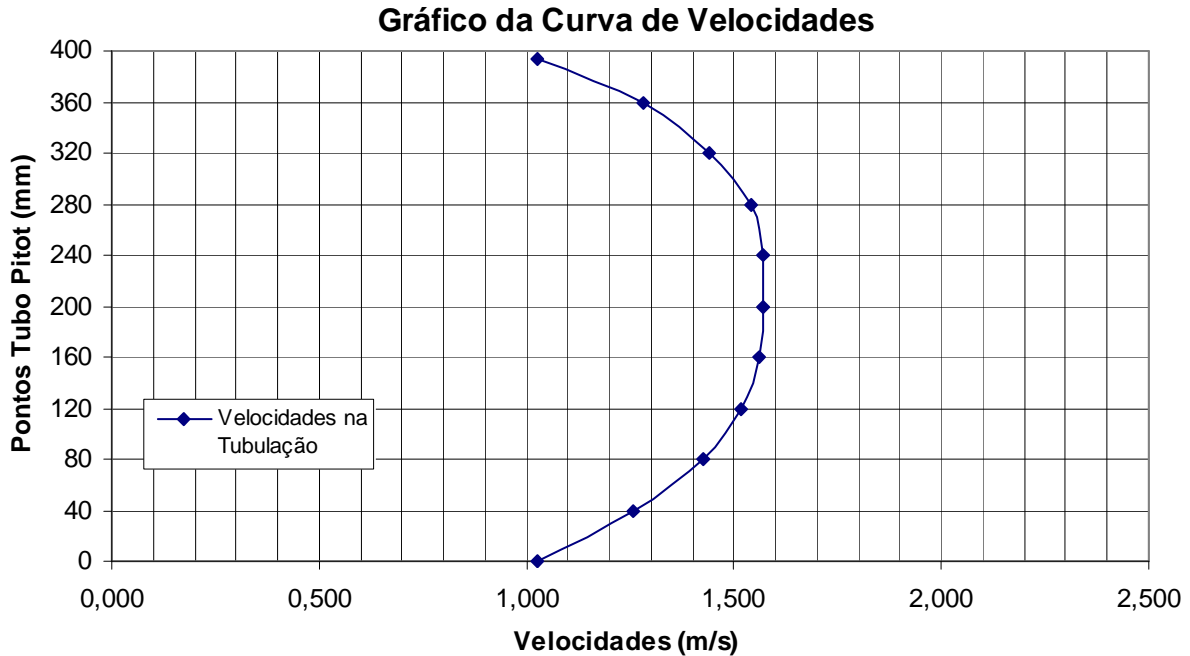


Figura 71. Perfil de velocidade na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA.

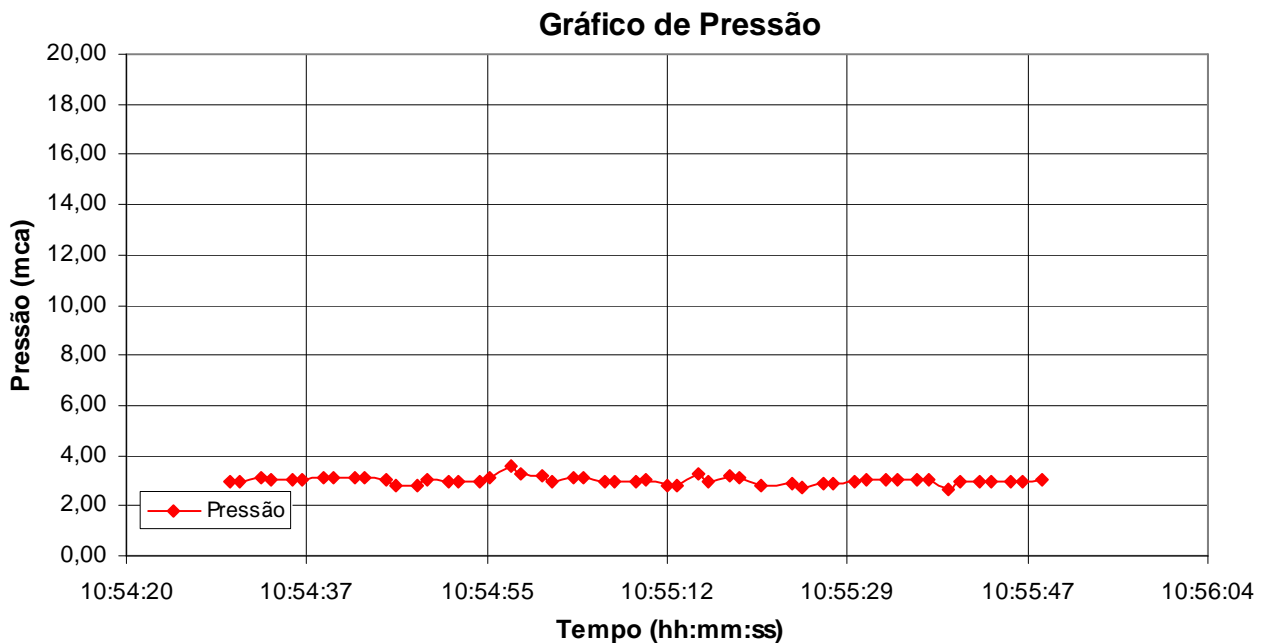


Figura 72. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $P_{média} = 3,3$  mca) com amperagem máxima (175A).

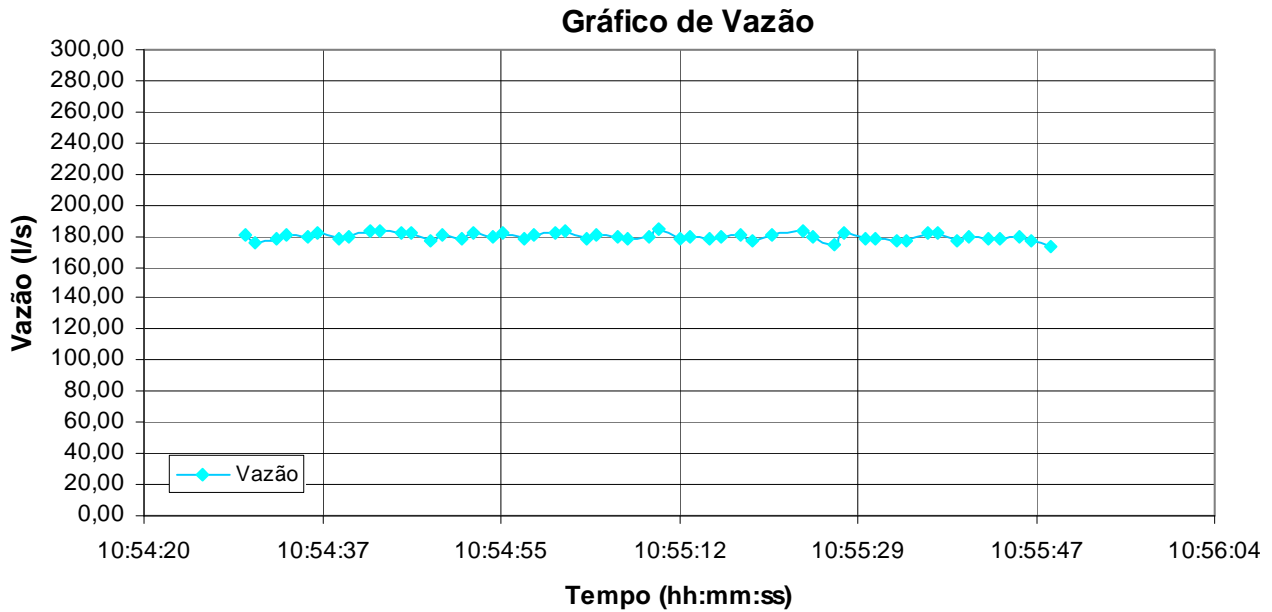


Figura 73. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $Q_{m\acute{e}dia} = 187,4$  L/s) com amperagem máxima (175A).

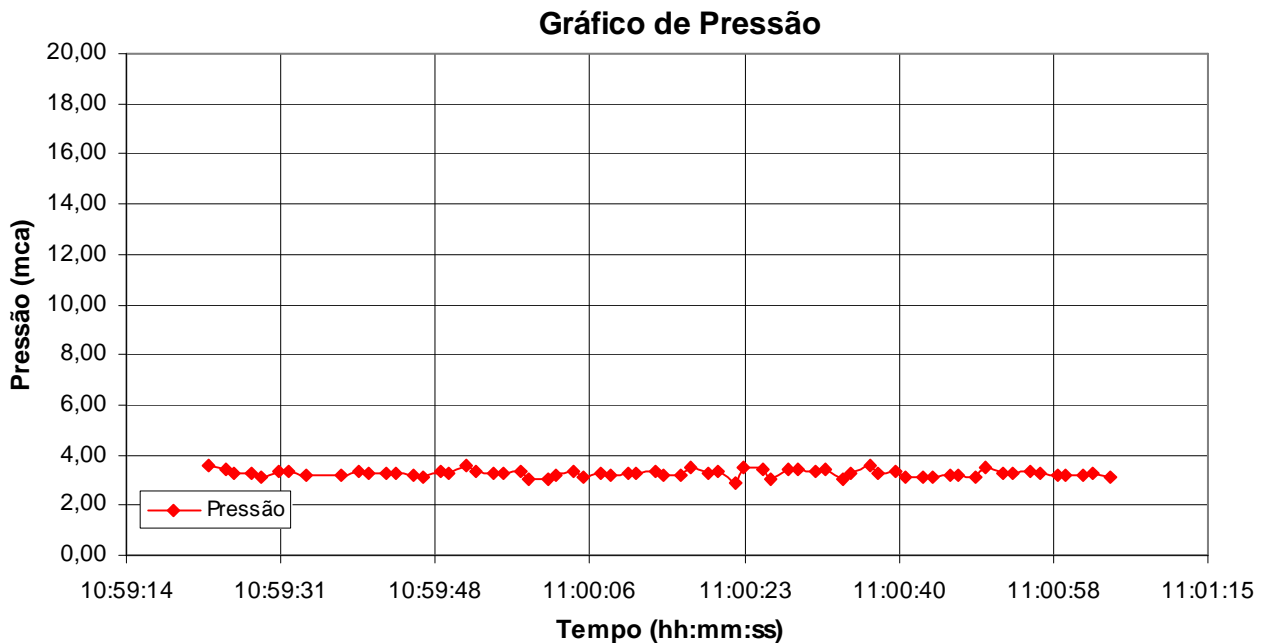


Figura 74. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $P_{m\acute{e}dia} = 1,8$  mca) com amperagem (150A).

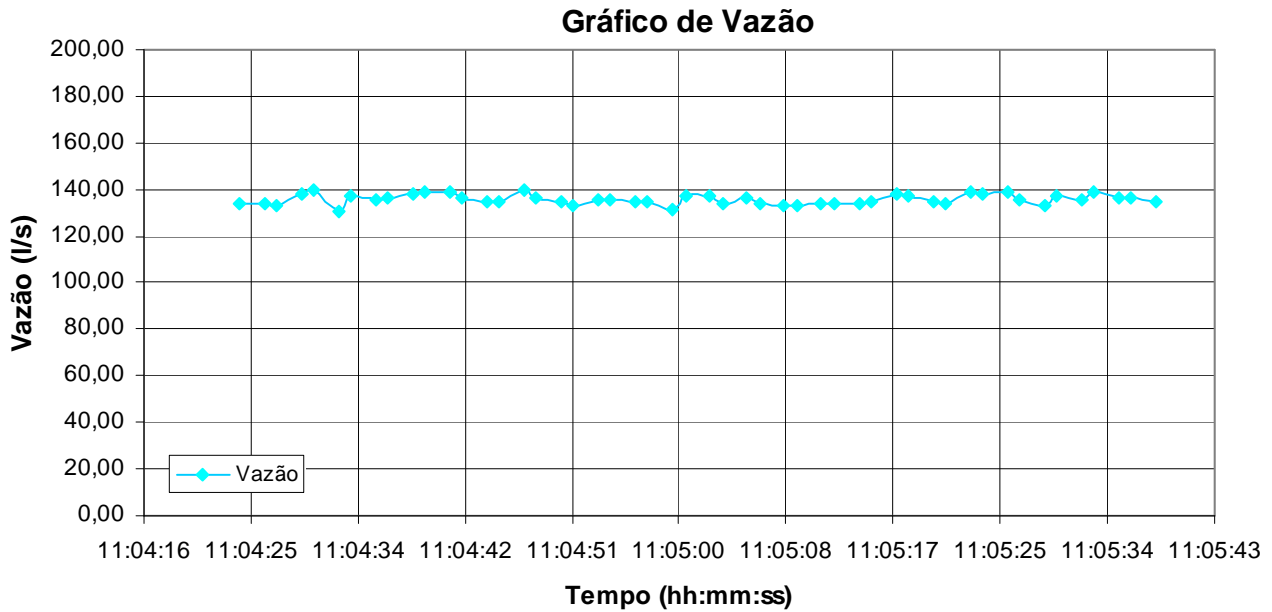


Figura 75. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $Q_{m\acute{e}dia} = 135,7 \text{ L/s}$ ) com amperagem (150A).

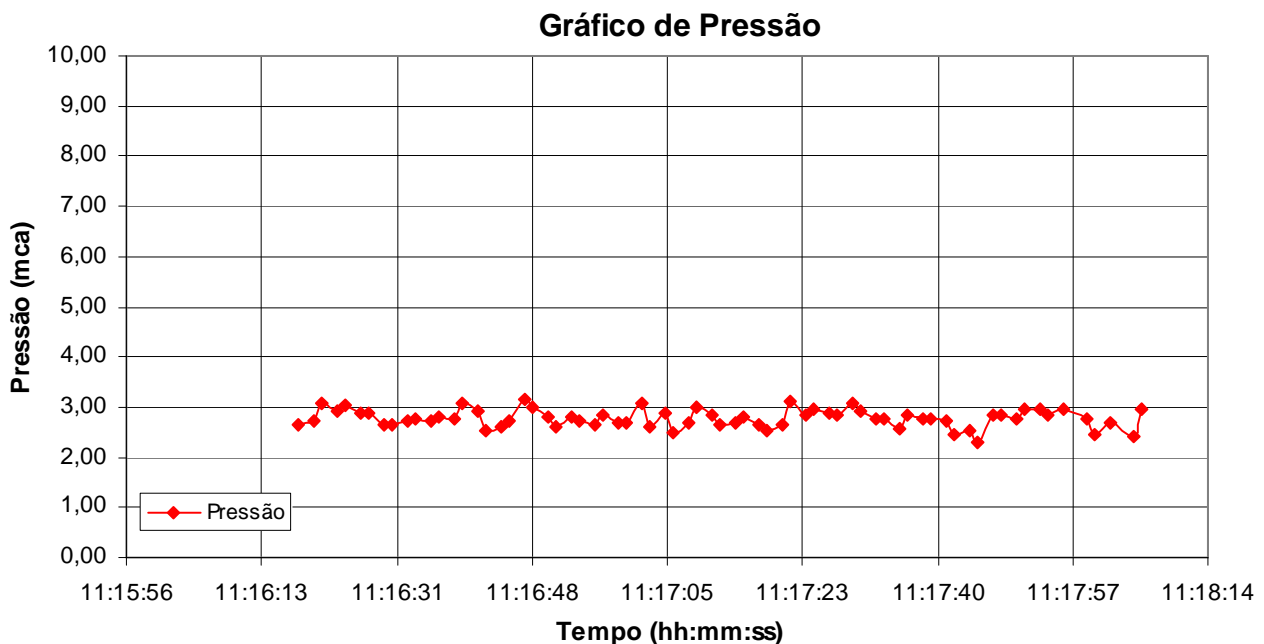


Figura 76. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $P_{m\acute{e}dia} = 2,8 \text{ mca}$ ) com amperagem (175A).



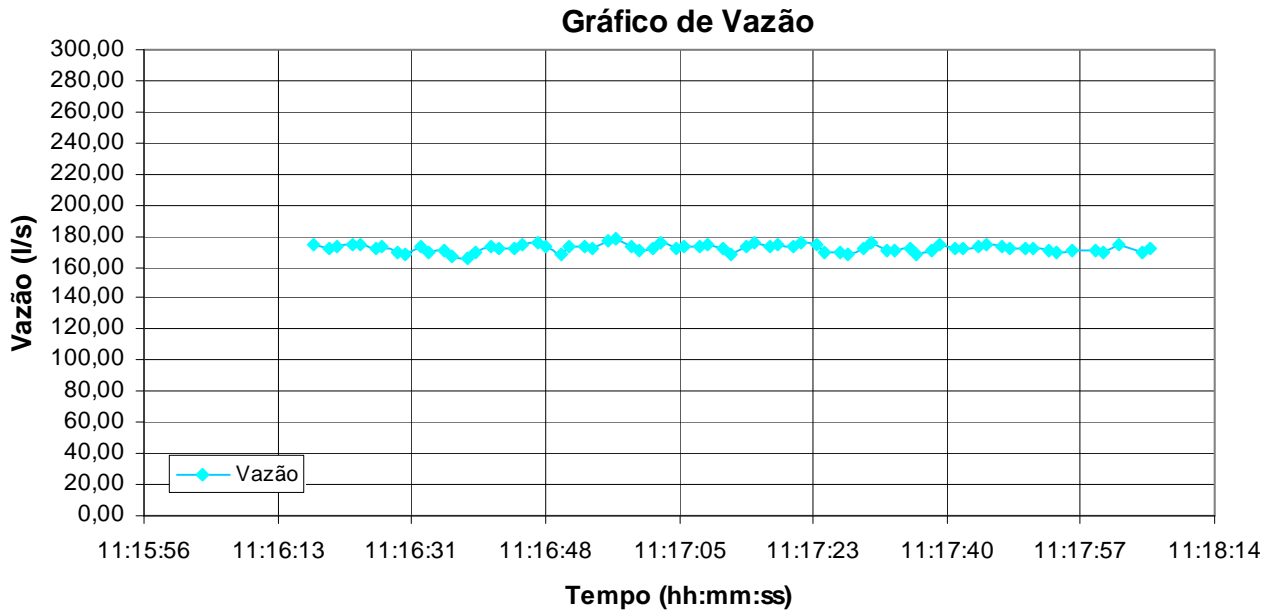


Figura 77. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $Q_{m\u00e9dia} = 172,1$  L/s) com amperagem (175A).

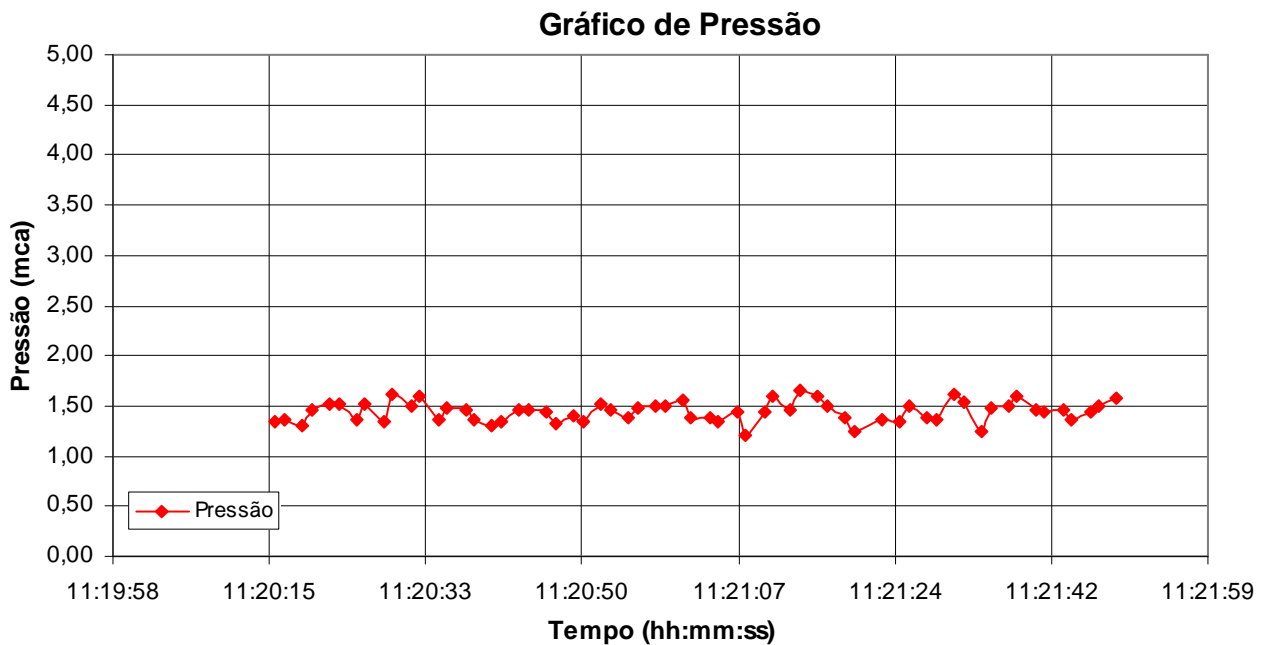


Figura 78. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $P_{m\u00e9dia} = 1,4$  mca) com amperagem (150A).

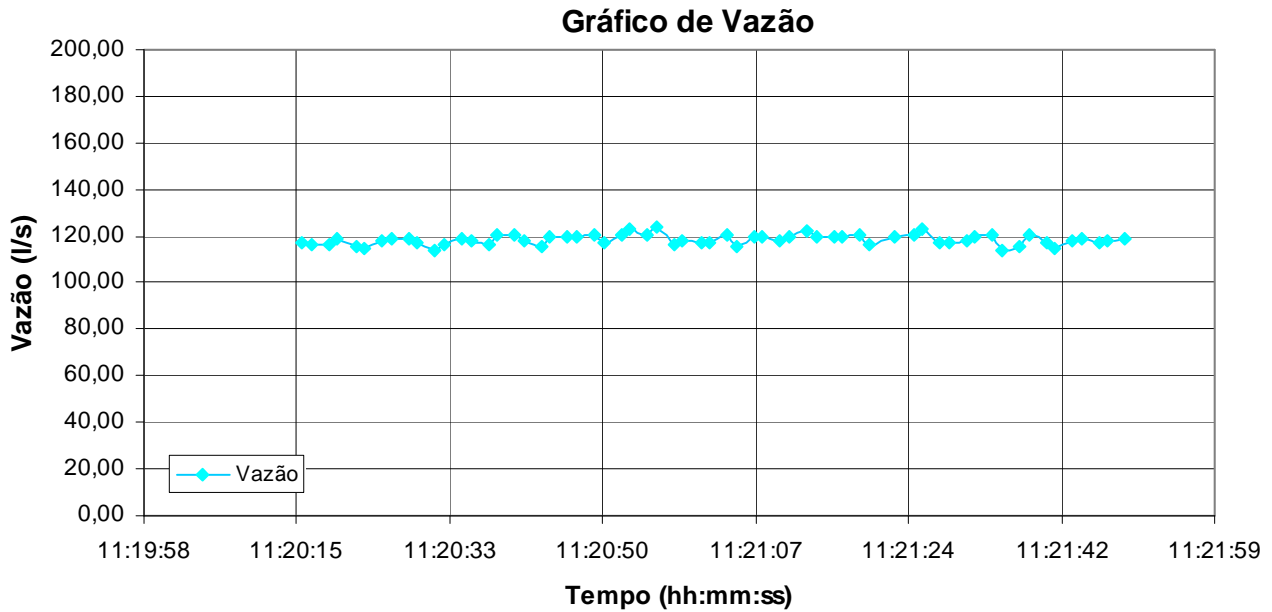


Figura 79. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01 e 03 operando em conjunto ( $Q_{m\acute{e}dia} = 118,4$  L/s) com amperagem (150A).

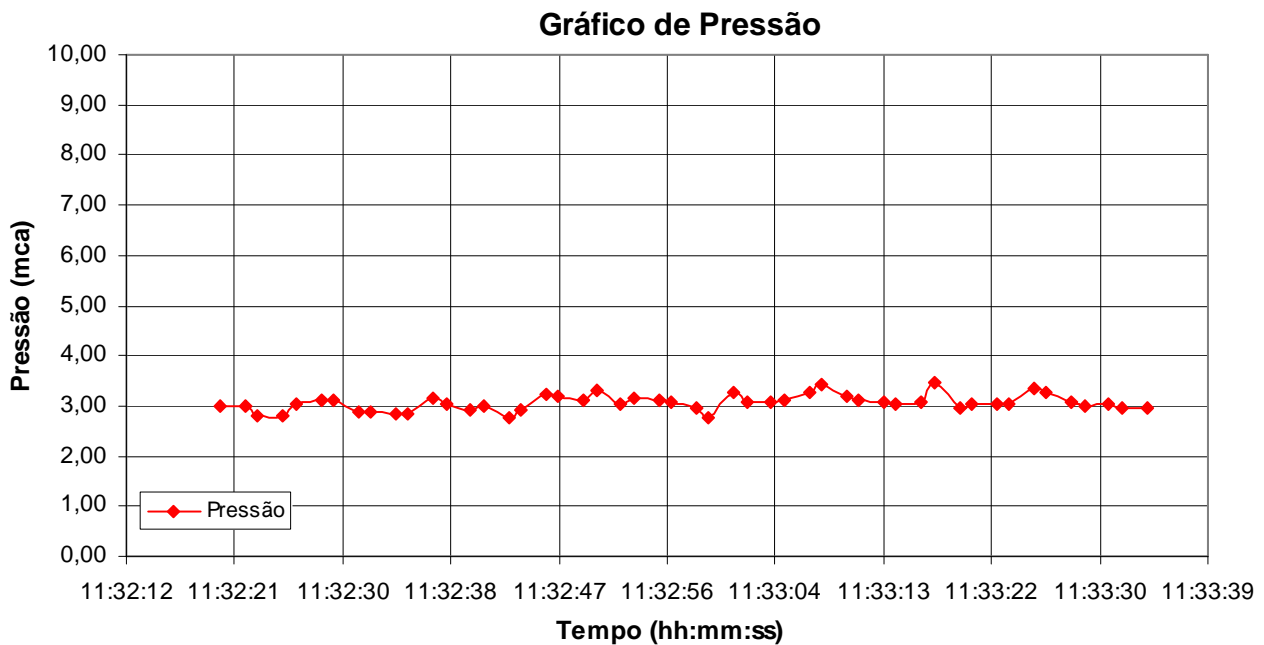


Figura 80. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $P_{m\acute{e}dia} = 3,1$  mca) com amperagem (175A).

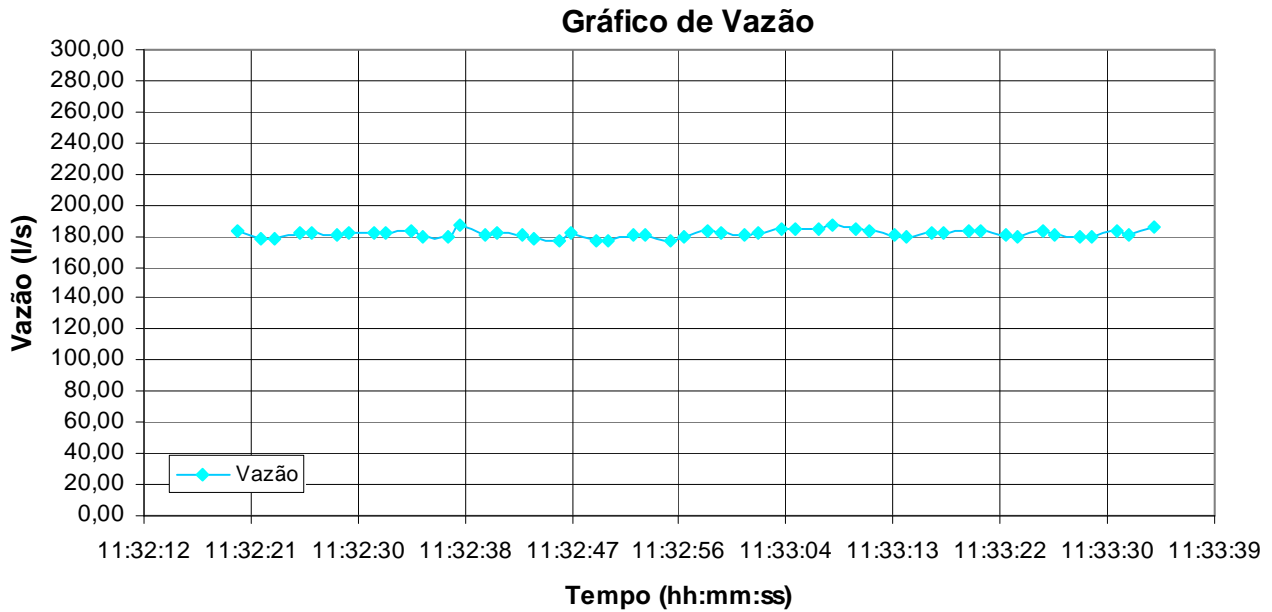


Figura 81. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $Q_{média} = 181,4 \text{ L/s}$ ) com amperagem (175A).



Figura 82. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $P_{média} = 1,7 \text{ mca}$ ) com amperagem (150A).

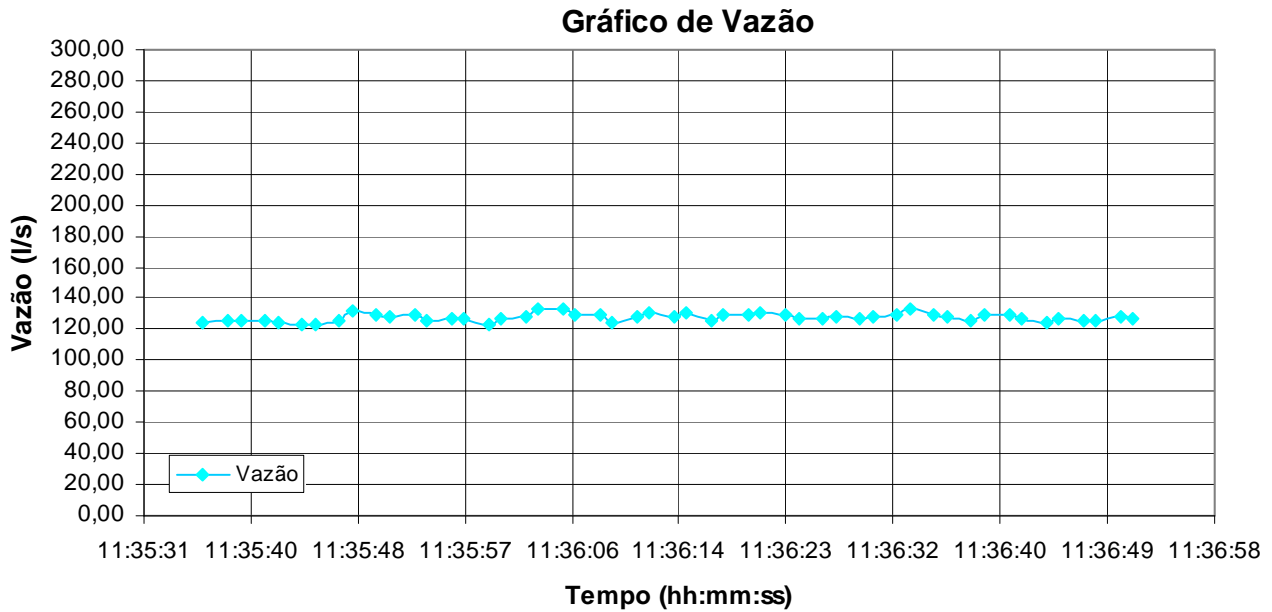


Figura 83. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 02 e 03 operando em conjunto ( $Q_{m\u00e9dia} = 127,5$  L/s) com amperagem (150A).

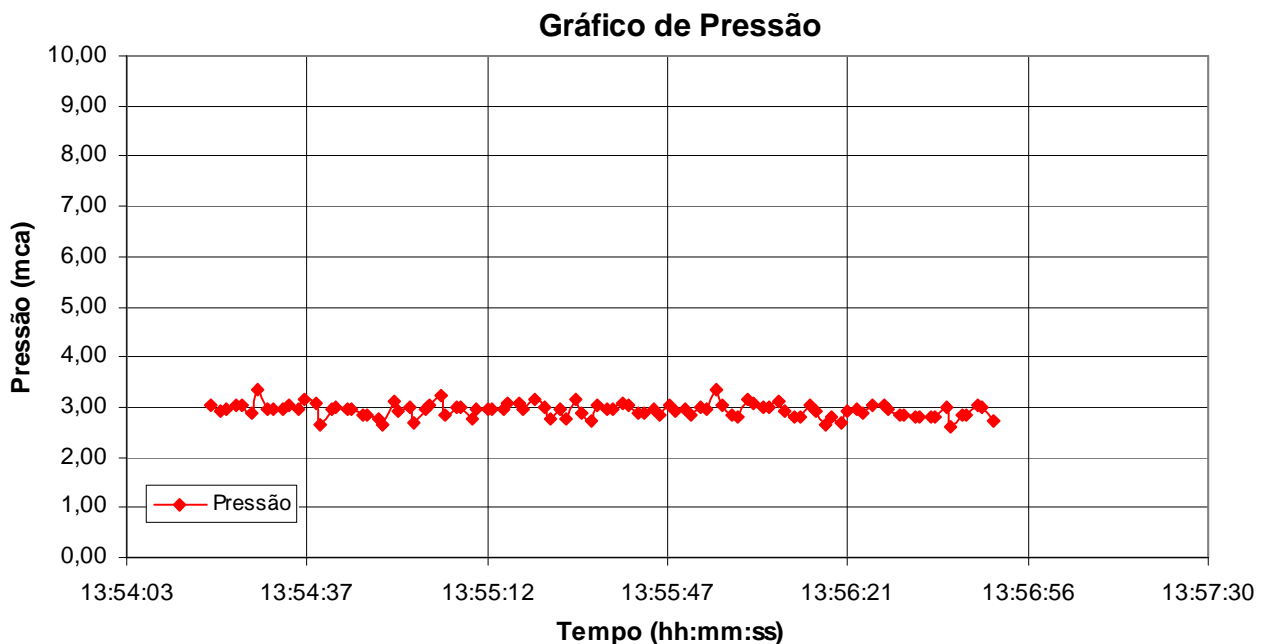


Figura 84. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01, 02 e 03 operando em conjunto ( $P_{m\u00e9dia} = 2,9$  mca) com amperagem (175A).

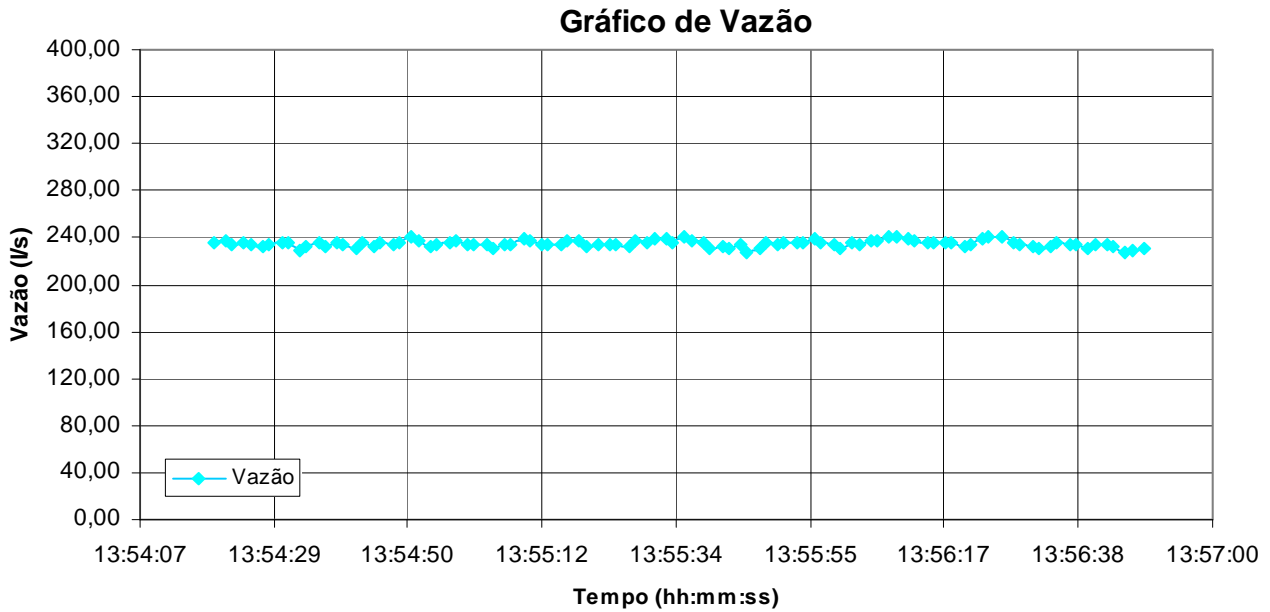


Figura 85. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição das Bombas 01, 02 e 03 operando em conjunto ( $Q_{média} = 234,8 \text{ L/s}$ ) com amperagem (175A).

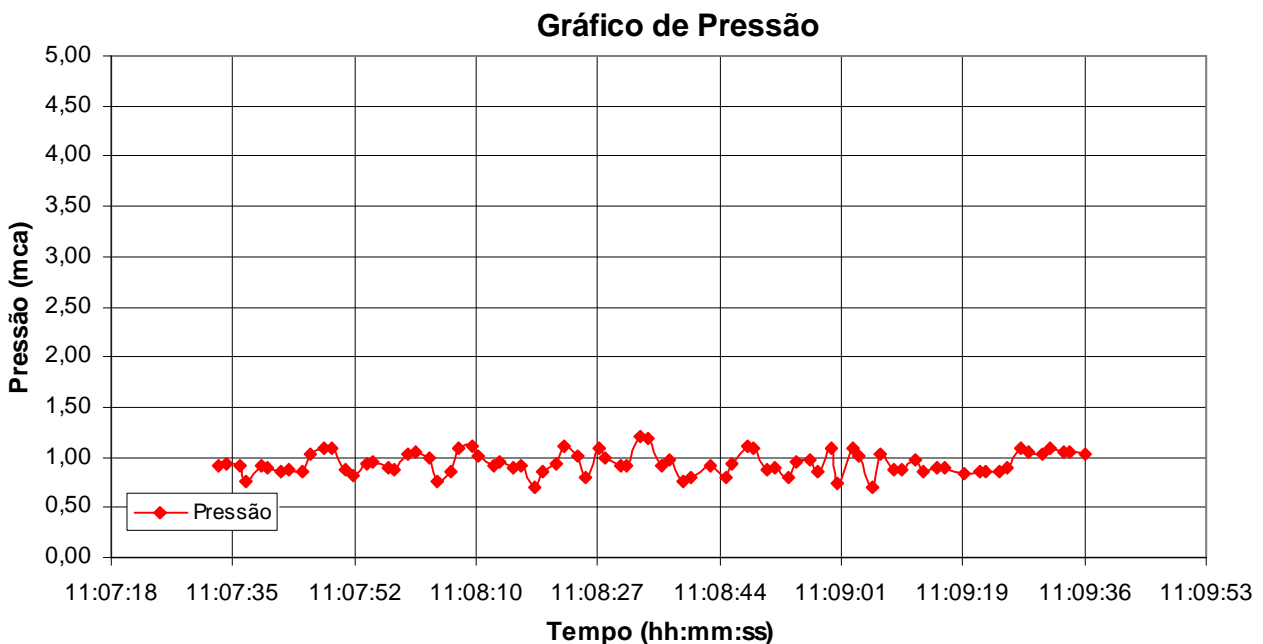


Figura 86. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 01 operando isoladamente ( $P_{média} = 0,9 \text{ mca}$ ) com amperagem (150A).

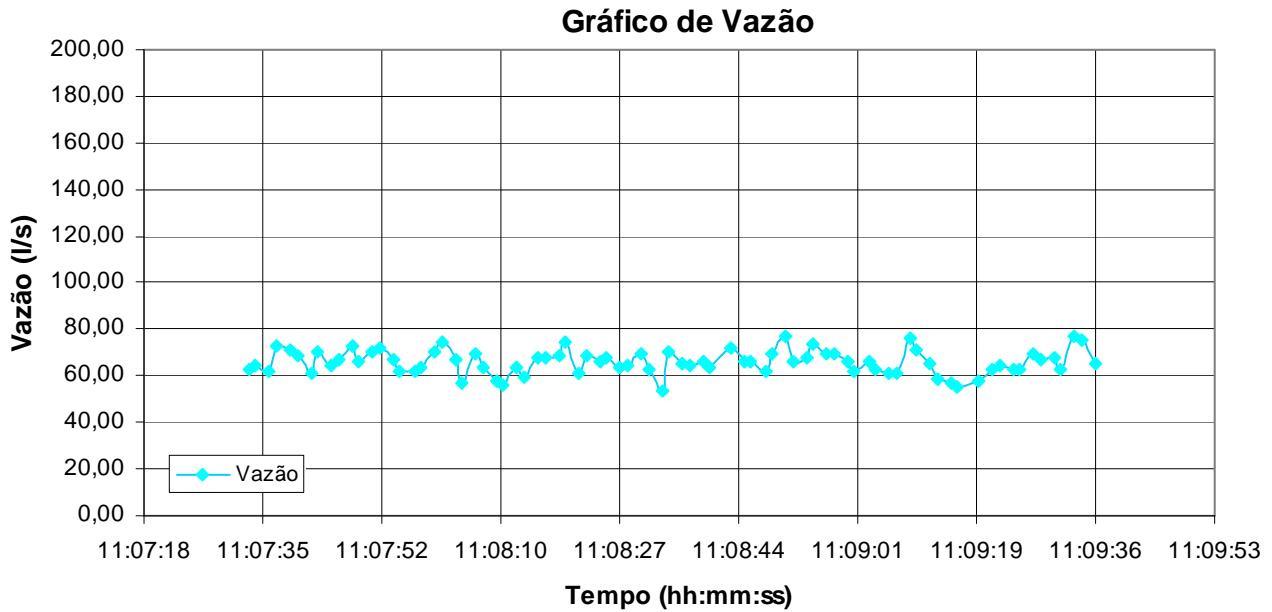


Figura 87. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 01 operando isoladamente (Qmédia = 65,9 L/s) com amperagem (150A).

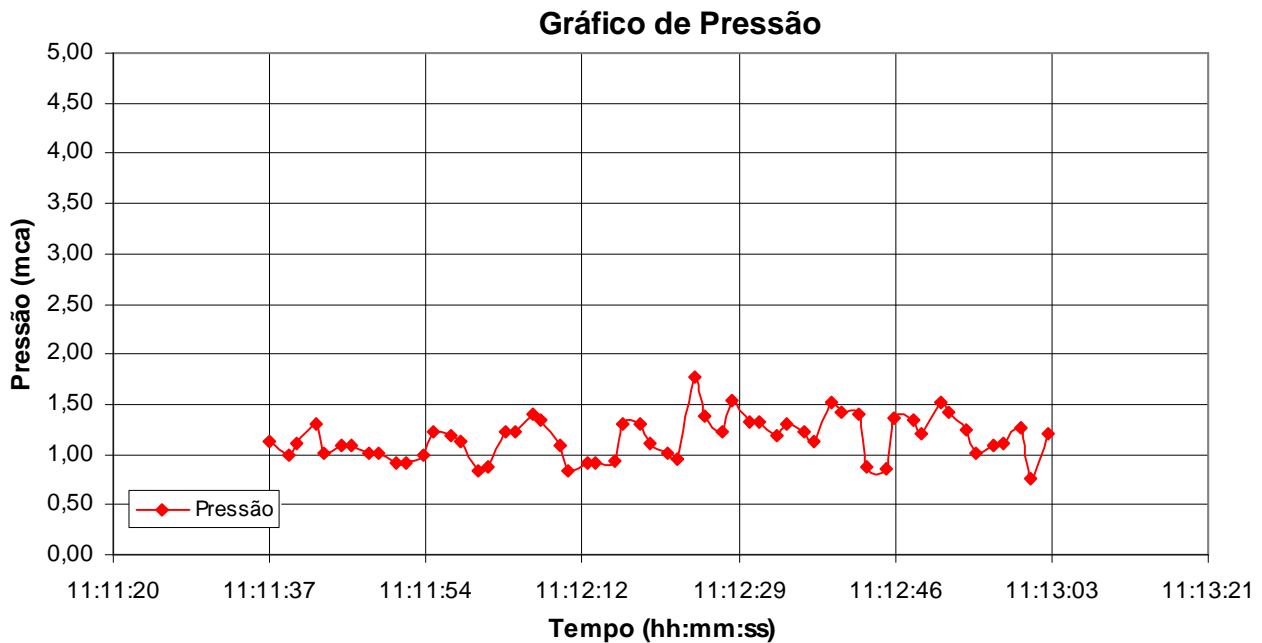


Figura 88. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 01 operando isoladamente (Pmédia = 1,2 mca) com amperagem (175A).

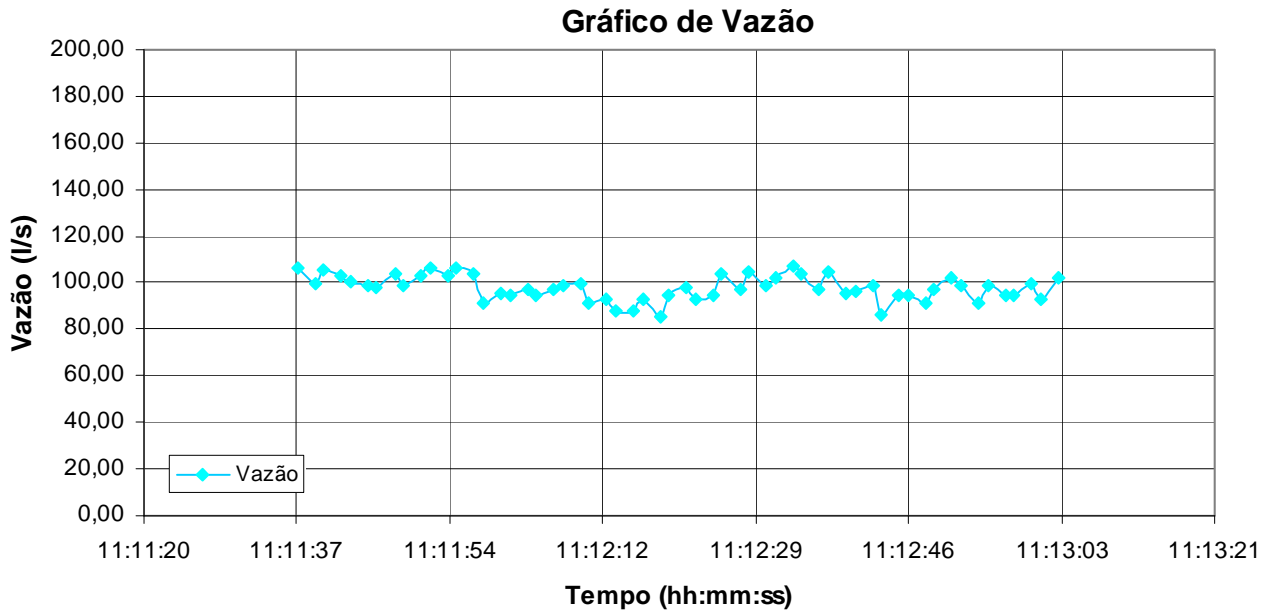


Figura 89. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 01 operando isoladamente (Qmédia = 97,7 L/s) com amperagem (175A).

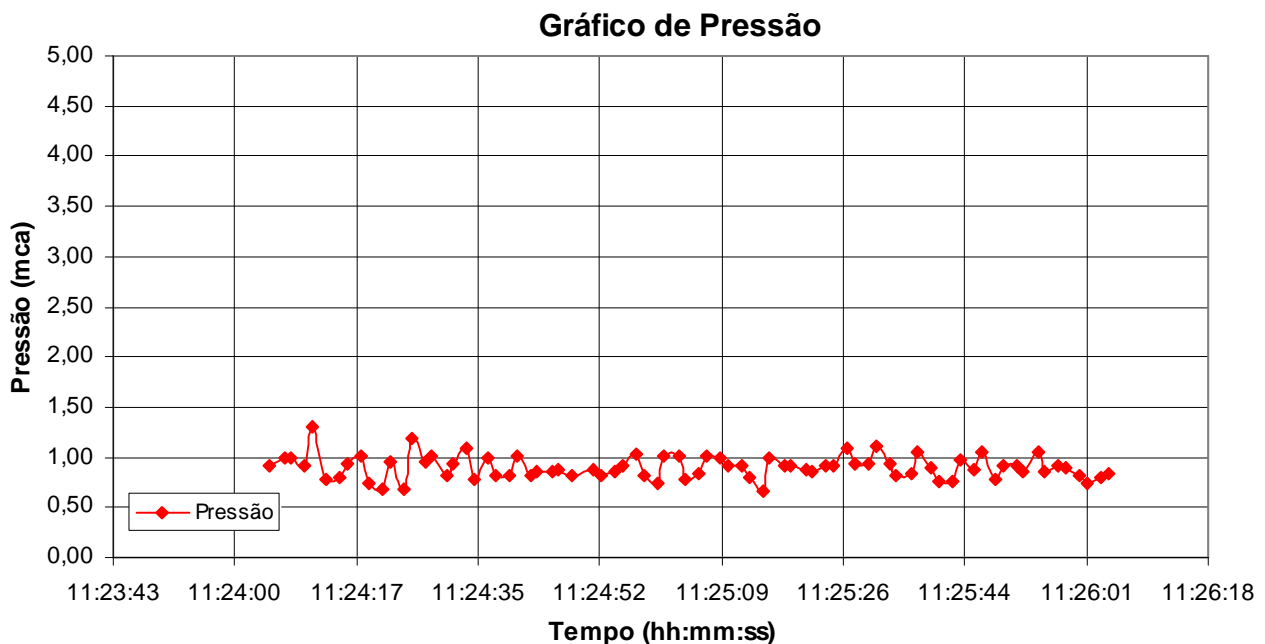


Figura 90. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 03 operando isoladamente (Pmédia = 0,9 mca) com amperagem (150A).

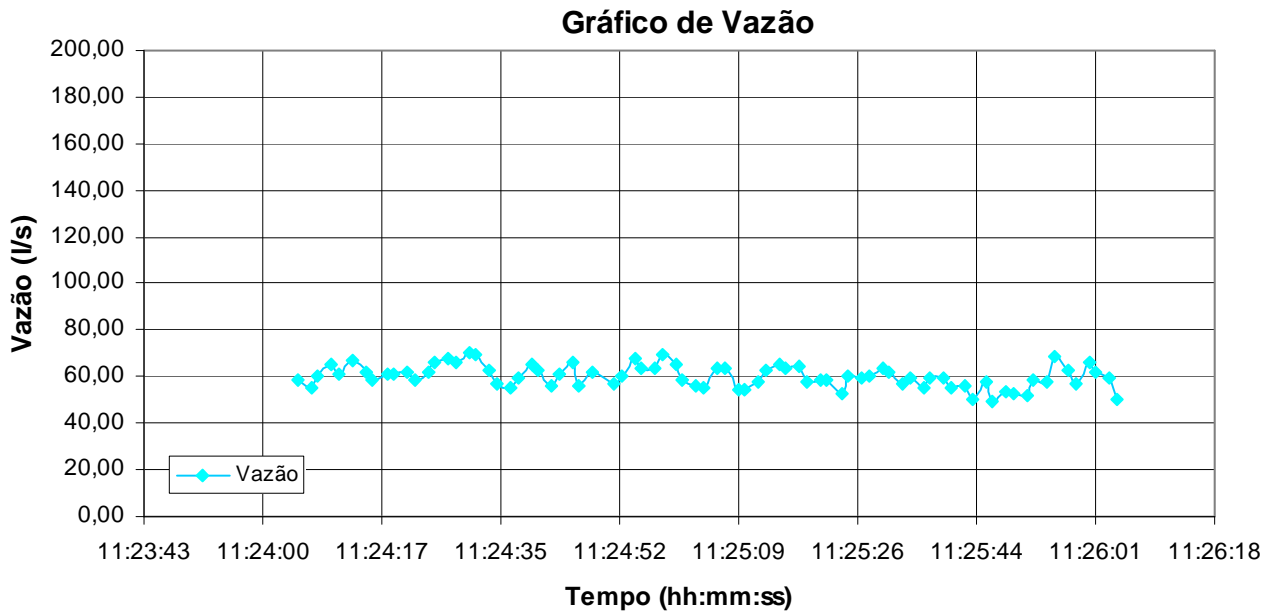


Figura 91. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 03 operando isoladamente (Q<sub>média</sub> = 60,2 L/s) com amperagem (150A).

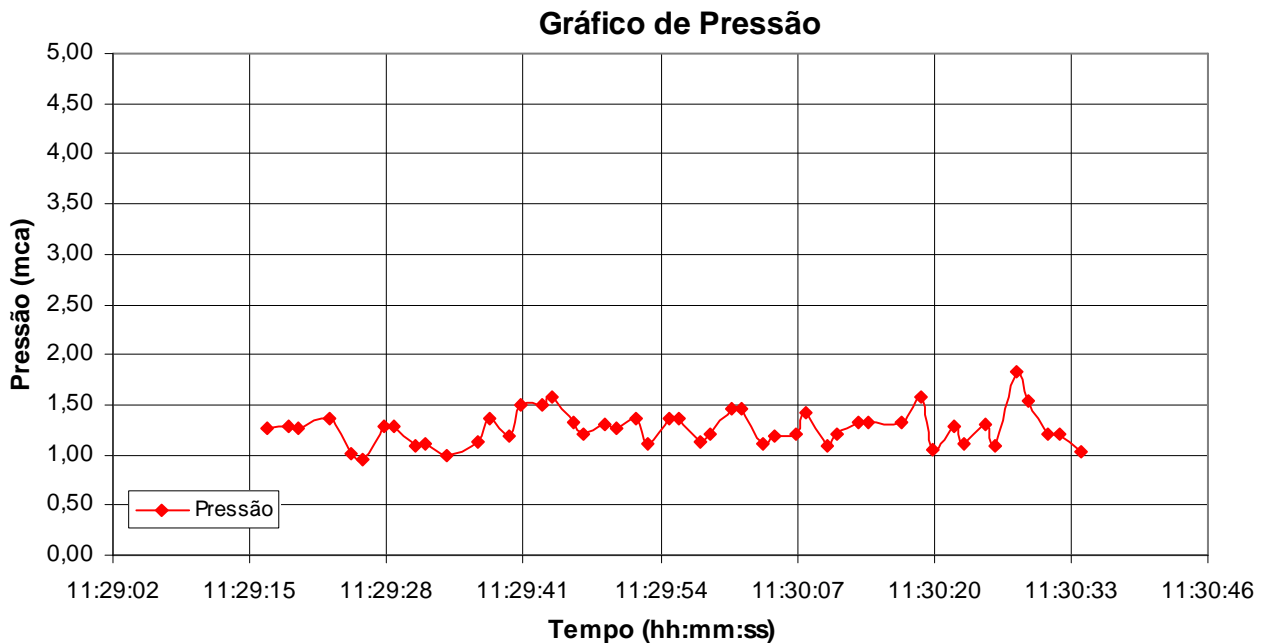


Figura 92. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 03 operando isoladamente (P<sub>média</sub> = 1,3 mca) com amperagem (175A).



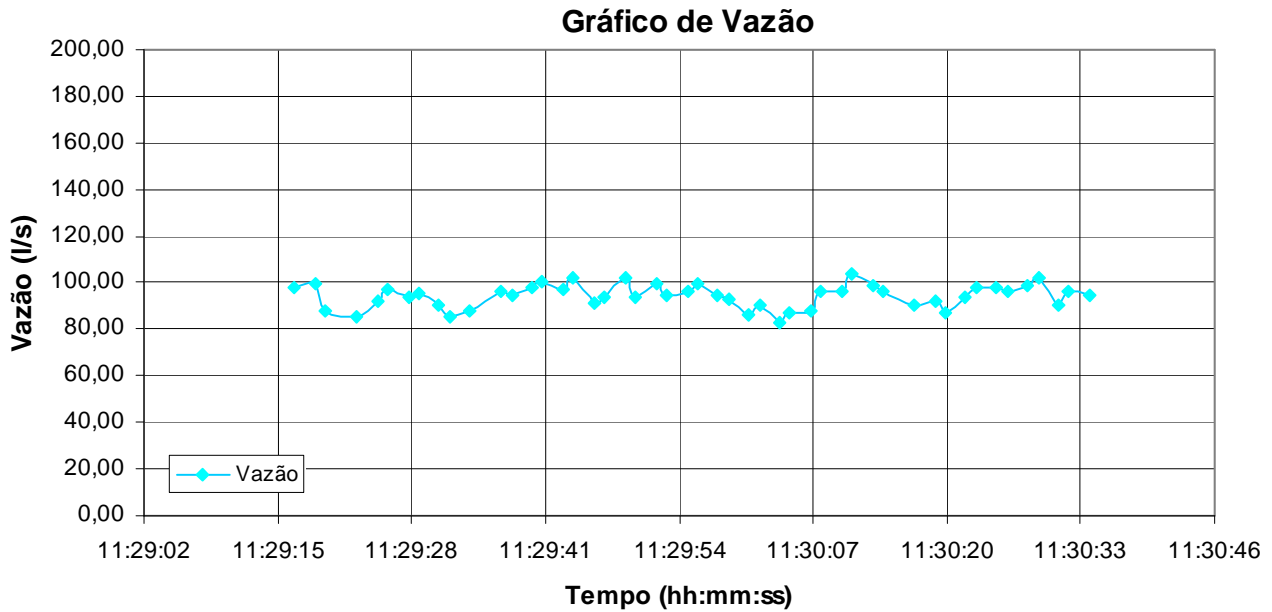


Figura 93. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 03 operando isoladamente (Qmédia = 94,3 L/s) com amperagem (175A).

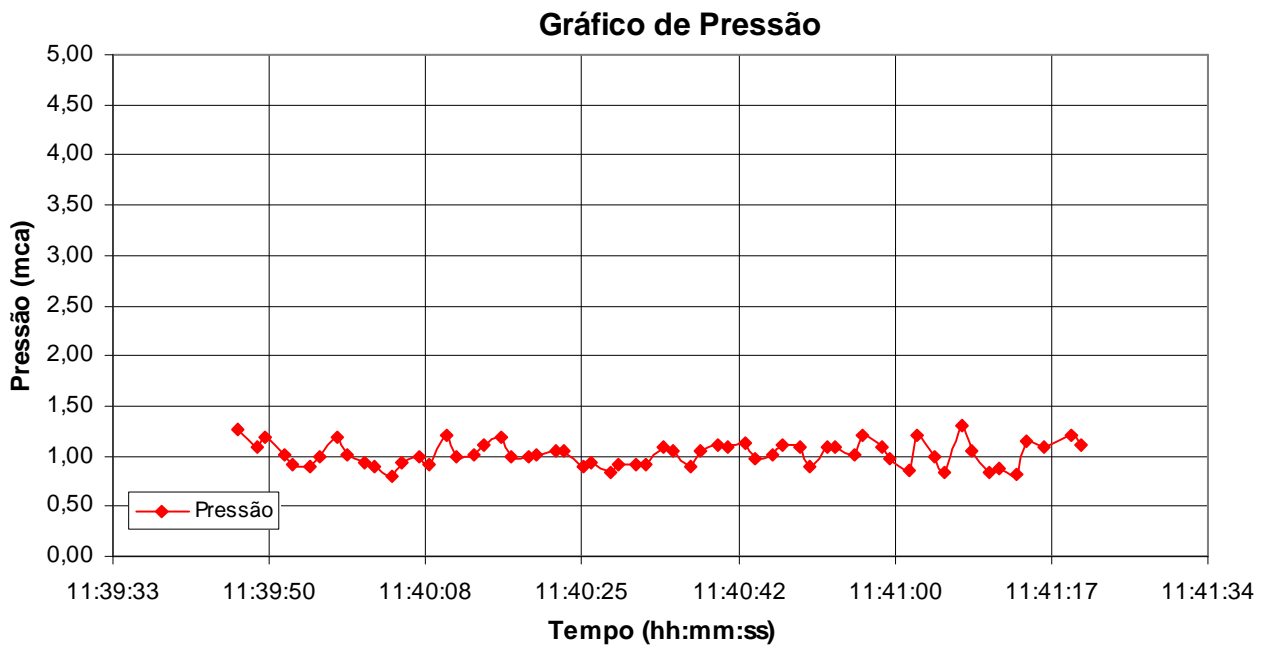


Figura 94. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 02 operando isoladamente (Pmédia = 1,0 mca) com amperagem (150A).

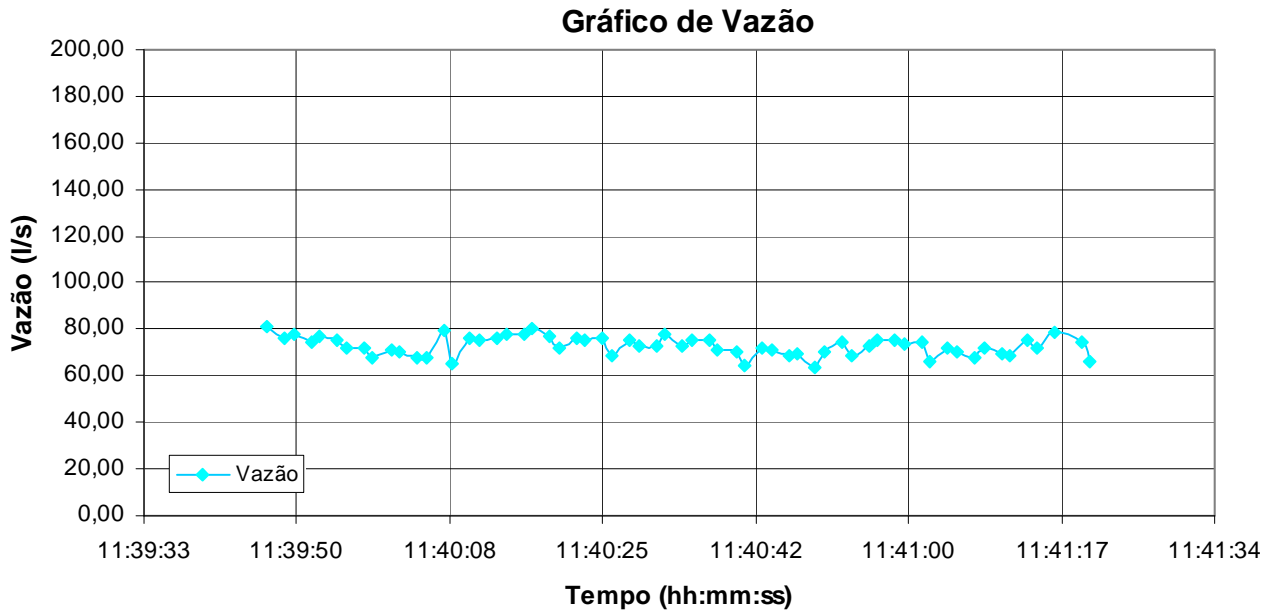


Figura 95. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 02 operando isoladamente (Qmédia = 72,8 L/s) com amperagem (150A).

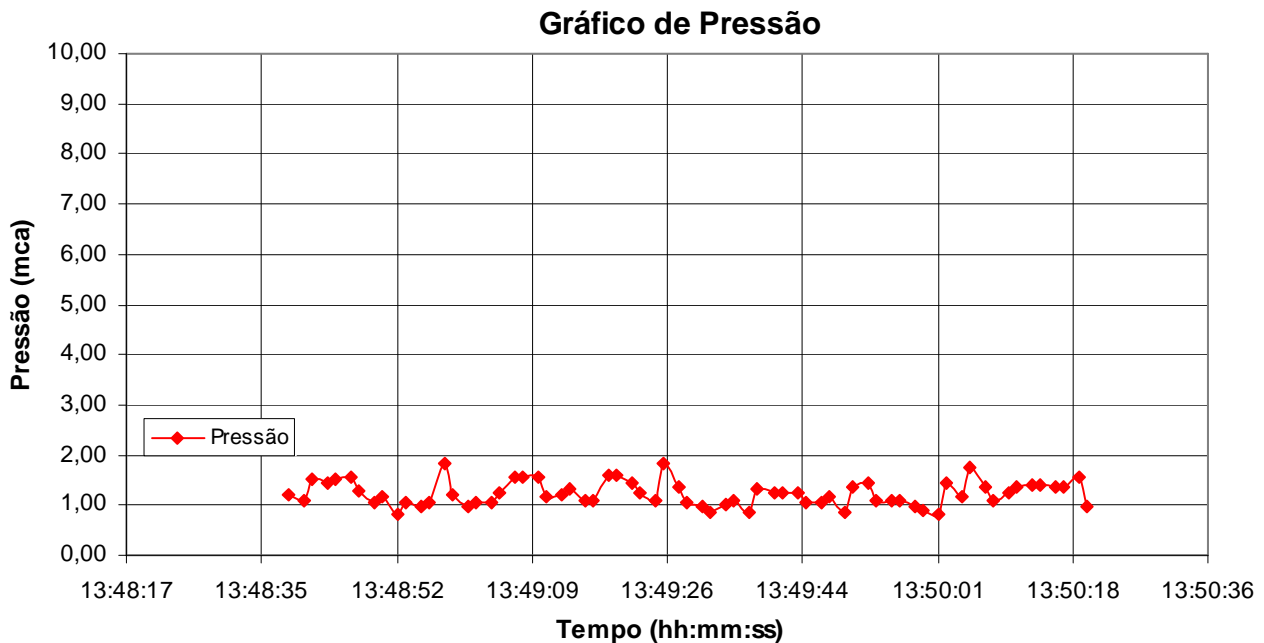


Figura 96. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 02 operando isoladamente (Pmédia = 1,2 mca) com amperagem (175A).

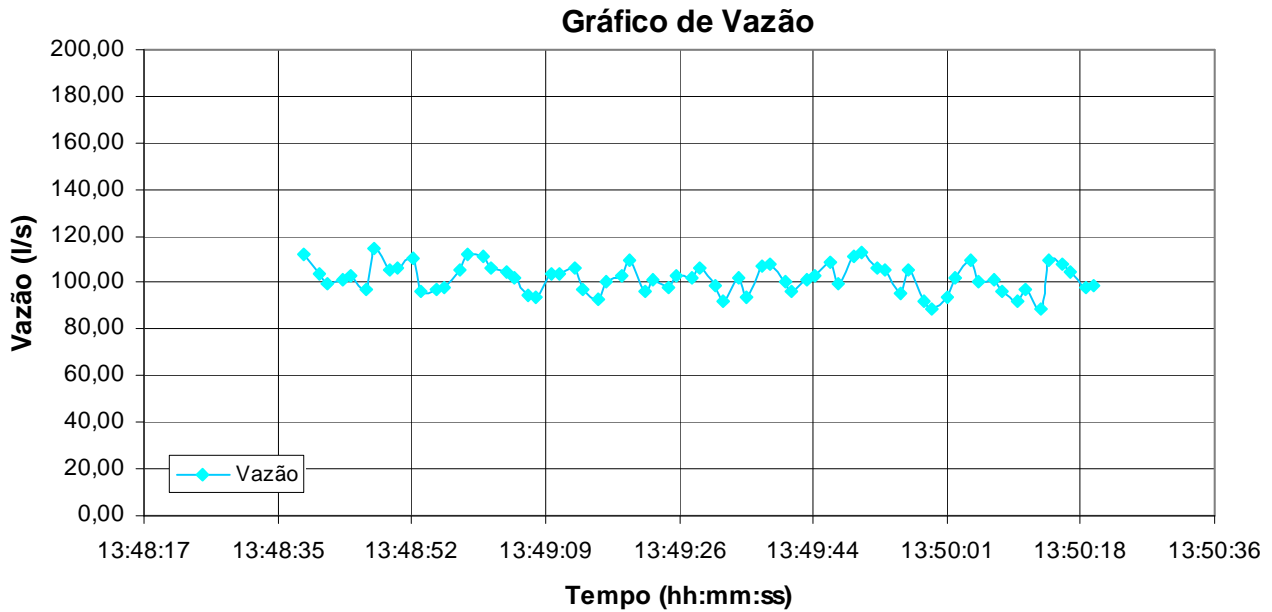


Figura 97. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 400mm situada na chegada do Reservatório Jardim Pacaembu vinda da ETA, na condição da Bomba 02 operando isoladamente (Qmédia = 101,8 L/s) com amperagem (175A).

#### 6.3.9.3.4. Estação Pitométrica N°. 04 – Recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista – Diâmetro 200mm

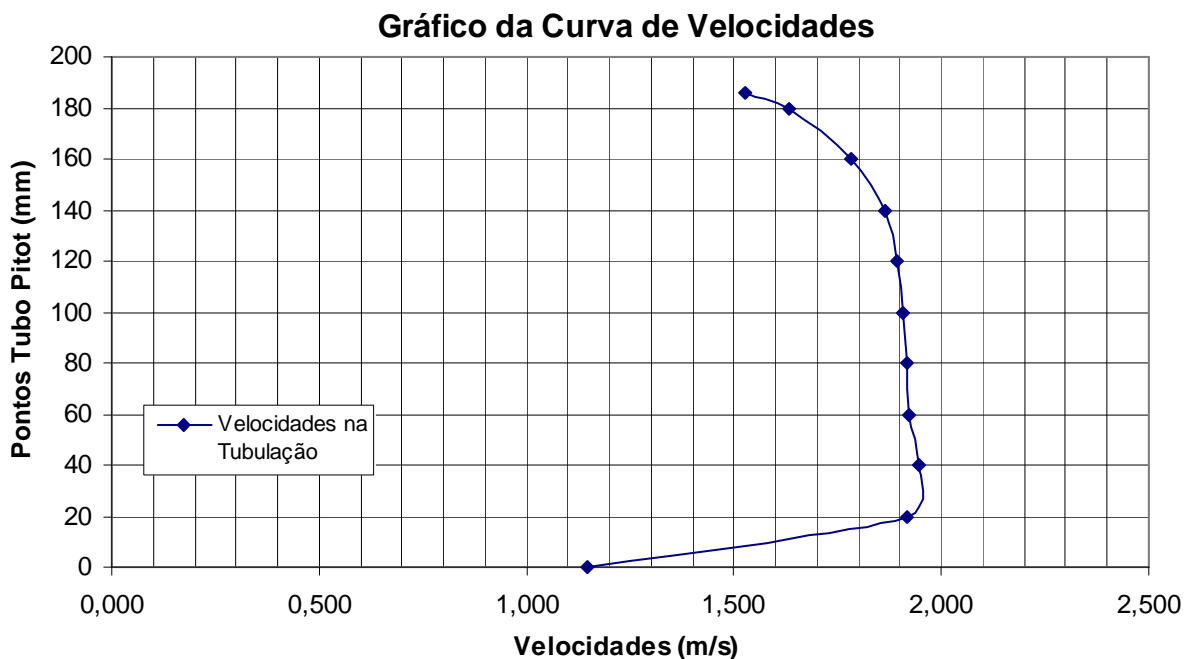


Figura 98. Perfil de velocidade na adutora de água tratada de diâmetro 200mm situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista.



Figura 99. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 200mm situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista, na condição da Bomba 01 operando isoladamente ( $P_{m\acute{e}dia} = 26,6\text{mca}$ ).

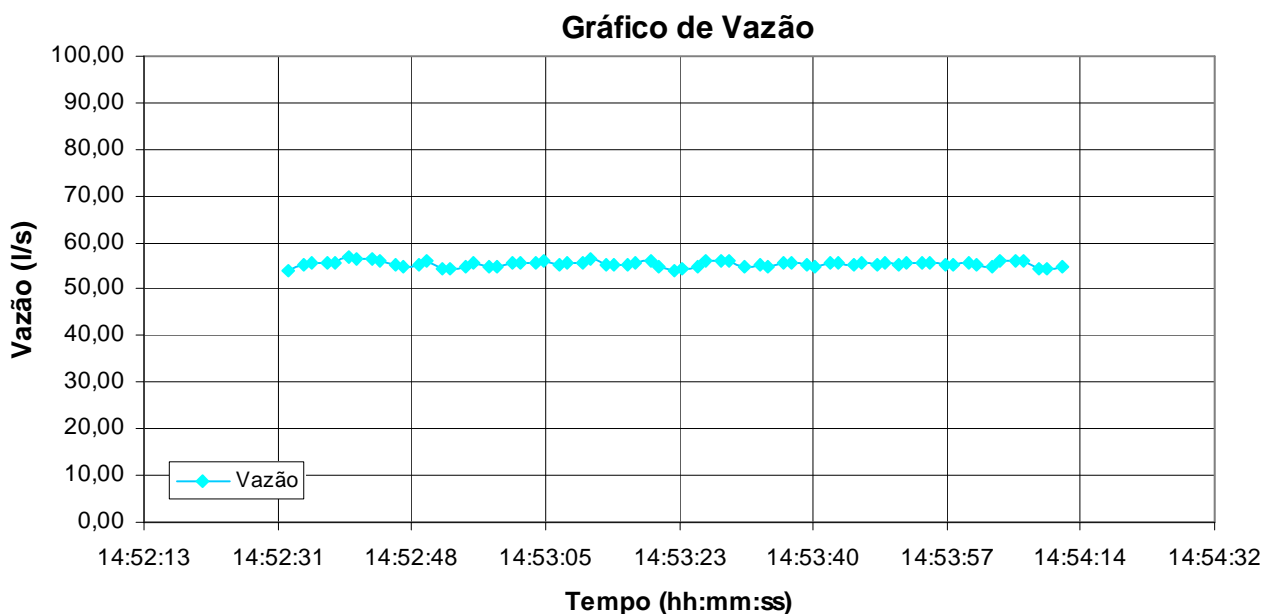


Figura 100. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 200mm situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista, na condição da Bomba 01 operando isoladamente ( $Q_{m\acute{e}dia} = 55,4\text{ L/s}$ ).

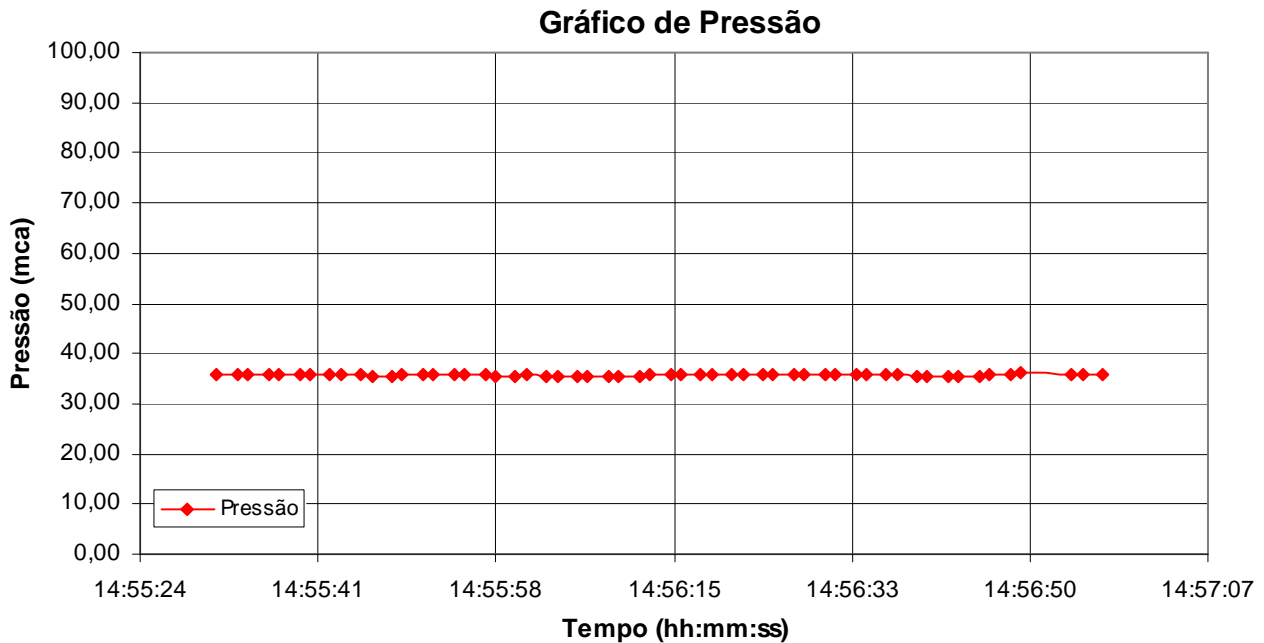


Figura 101. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 200mm situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $P_{m\acute{e}dia} = 35,6mca$ ).

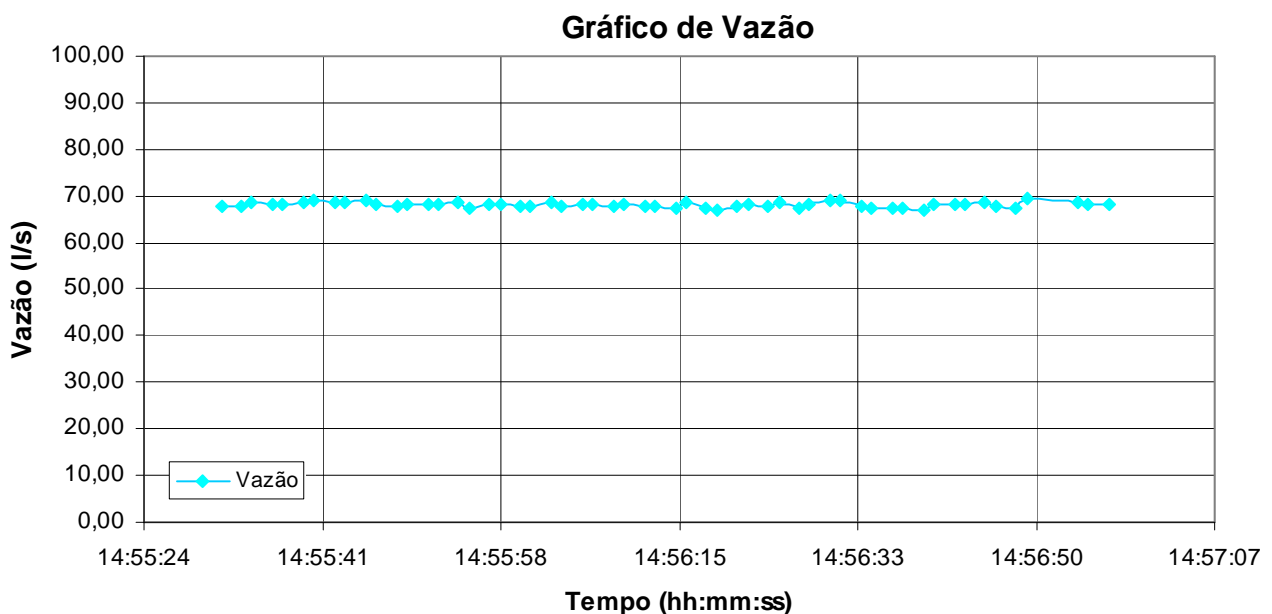


Figura 102. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 200mm situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista, na condição das Bombas 01 e 02 operando em conjunto ( $Q_{m\acute{e}dia} = 68,1 L/s$ ).

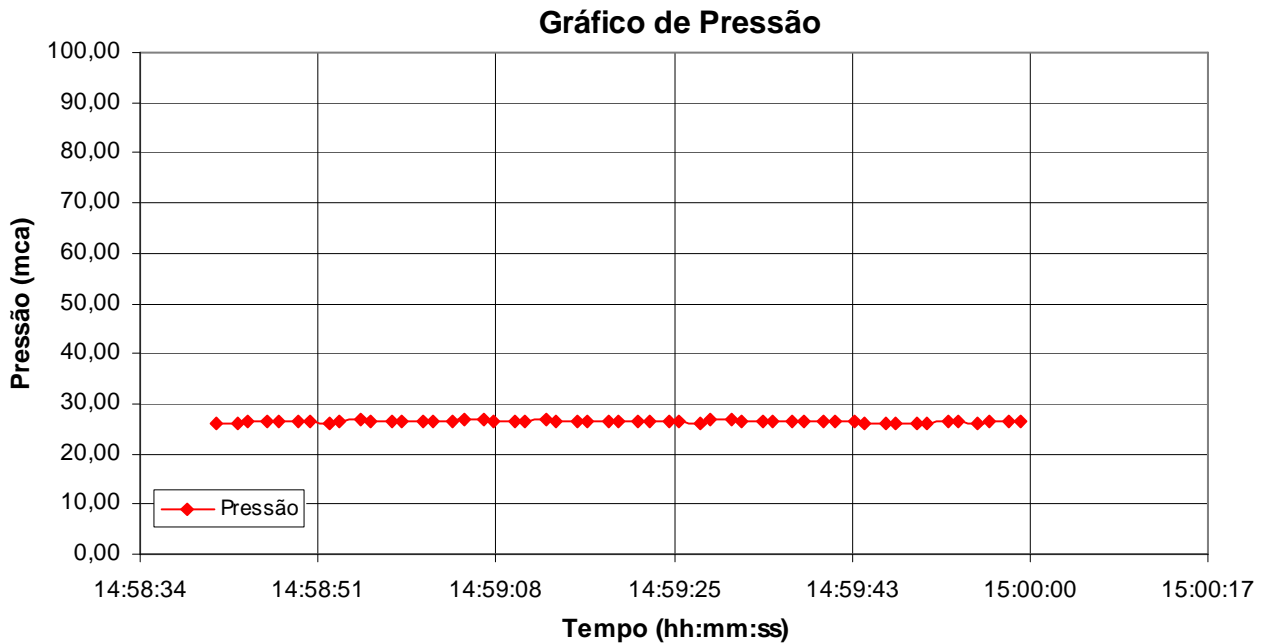


Figura 103. Variação da pressão na adutora de água tratada de diâmetro 200mm situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista, na condição da Bomba 02 operando isoladamente ( $P_{m\acute{e}dia} = 26,4\text{mca}$ ).

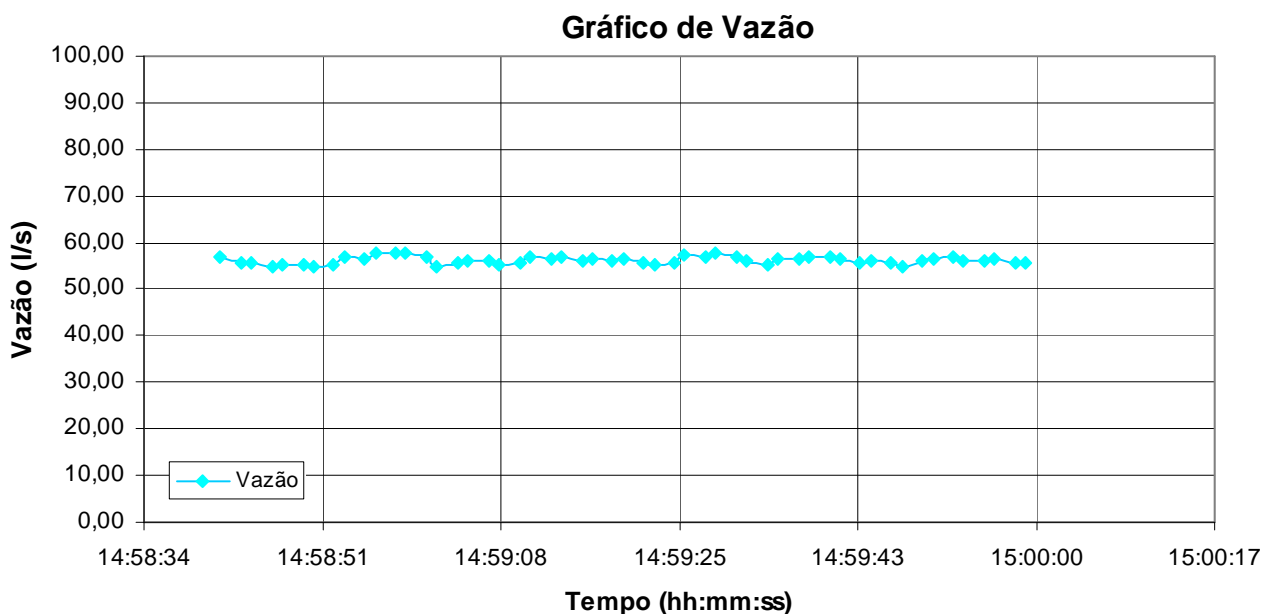


Figura 104. Variação da vazão na adutora de água tratada de diâmetro 200mm situada no recalque do Jardim Pacaembu (Central) para o Jardim Paulista, na condição da Bomba 02 operando isoladamente ( $Q_{m\acute{e}dia} = 56,2\text{ L/s}$ ).

Na Tabela 27 são apresentados os valores de vazão e pressão monitorados nas Estações Pitométricas instaladas no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul. Verifica-se na Estação Pitométrica nº 03 que quando a amperagem da bomba aumenta de 150A para 175A há um aumento significativo na vazão de recalque.

Tabela 27. Valores de vazão e pressão monitoradas nas Estações Pitométricas instaladas em Vargem Grande do Sul.

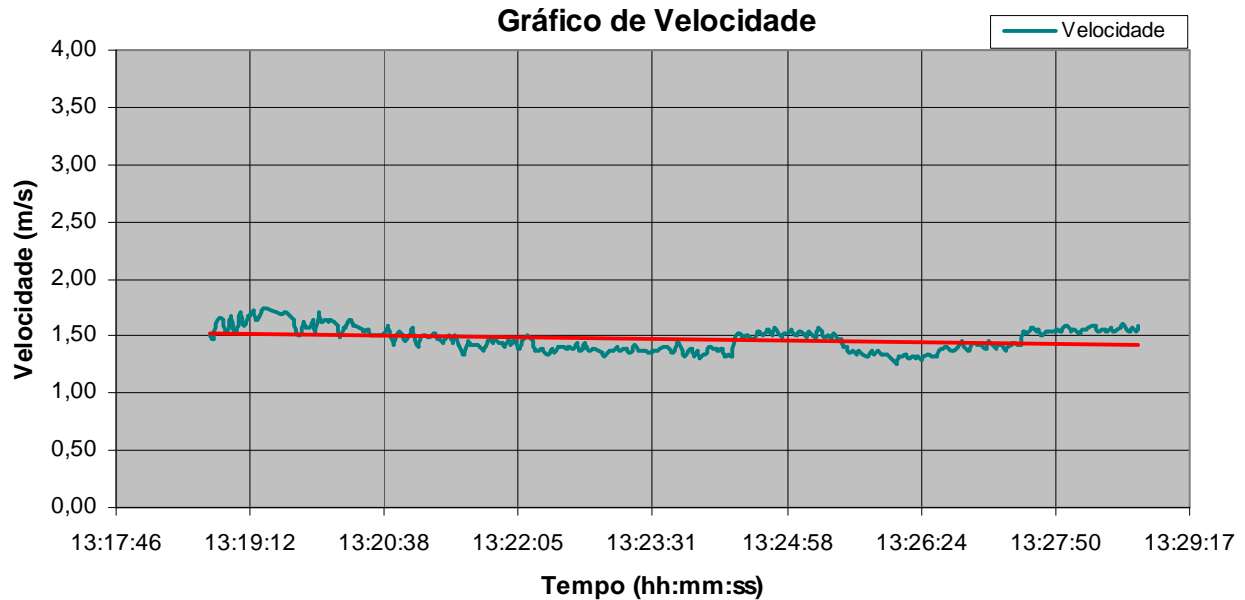
Estação Pitométrica	Condição	Pressão (mca)	Vazão (L/s)
EP01	Bomba 2 + Bomba 3	7,51	178,9
	Bomba 2	7,21	98,1
	Bomba 1 + Bomba 2	7,50	183,1
	Bomba 1	7,20	99,0
	Bomba 1 + Bomba 3	7,50	179,4
	Bomba 3	7,15	93,5
EP02	Bomba 2 + Bomba 3 (175A)	56,8	174,4
	Bomba 1 + Bomba 2 (175A)	57,7	176,5
	Bomba 1 + Bomba 3 (175A)	57,1	180,1
	Bomba 1 + Bomba 2 + Bomba 3 (175A)	62,3	230,6
	Bomba 1 (175A)	51,7	98,1
	Bomba 3 (175A)	51,1	87,2
EP03	Bomba 1 + Bomba 2 (175A)	3,3	187,4
	Bomba 1 + Bomba 2 (150A)	1,8	135,7
	Bomba 1 + Bomba 3 (175A)	2,8	172,1
	Bomba 1 + Bomba 3 (150A)	1,4	118,4
	Bomba 2 + Bomba 3 (175A)	3,1	181,4
	Bomba 2 + Bomba 3 (150A)	1,7	127,5
	Bomba 1 + Bomba 2 + Bomba 3 (175A)	2,9	234,8
	Bomba 1 (150A)	0,9	65,9
	Bomba 1 (175A)	1,2	97,7
	Bomba 3 (150A)	0,9	60,2
	Bomba 3 (175A)	1,3	94,3
	Bomba 2 (150A)	1,0	72,8
Bomba 2 (175A)	1,2	101,8	
EP04	Bomba 1	26,6	55,4
	Bomba 1 + Bomba 2	35,6	68,1
	Bomba 2	26,4	56,2

Também foram monitoradas as vazões em três (03) pontos distintos através de medidor ultrassônico. Na sequência são apresentados os resultados do monitoramento nos seguintes pontos:

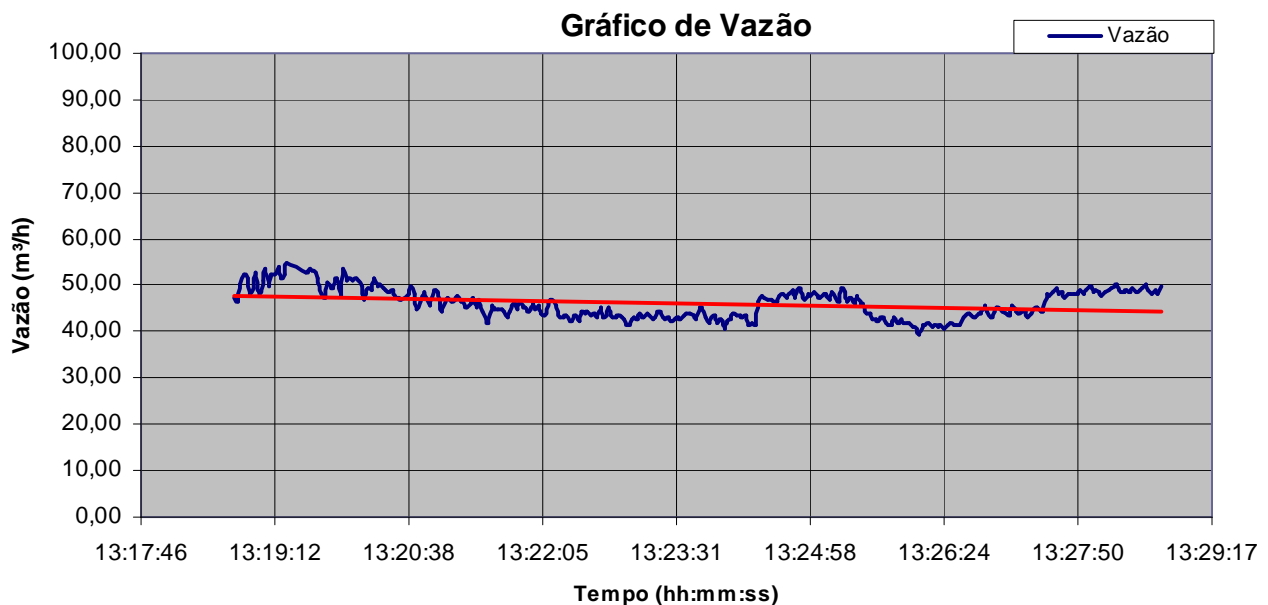
- Recalque do Reservatório da Central para o Bairro Jardim Polar – Rede de Dentro;
- Recalque do Reservatório da Central para o Bairro Jardim Polar – Rede de Fora;
- Recalque do Reservatório da Central para o Bairro Jardim São Joaquim.

## MEDIÇÃO 01 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque do Reservatório da Central para o Bairro Jardim Polar – Rede de Dentro –  
Diâmetro 100mm e Aço Galvanizado



Vel. Mínima=	1,25	m/s
<b>Vel. Média=</b>	<b>1,47</b>	<b>m/s</b>
Vel. Máxima=	1,75	m/s

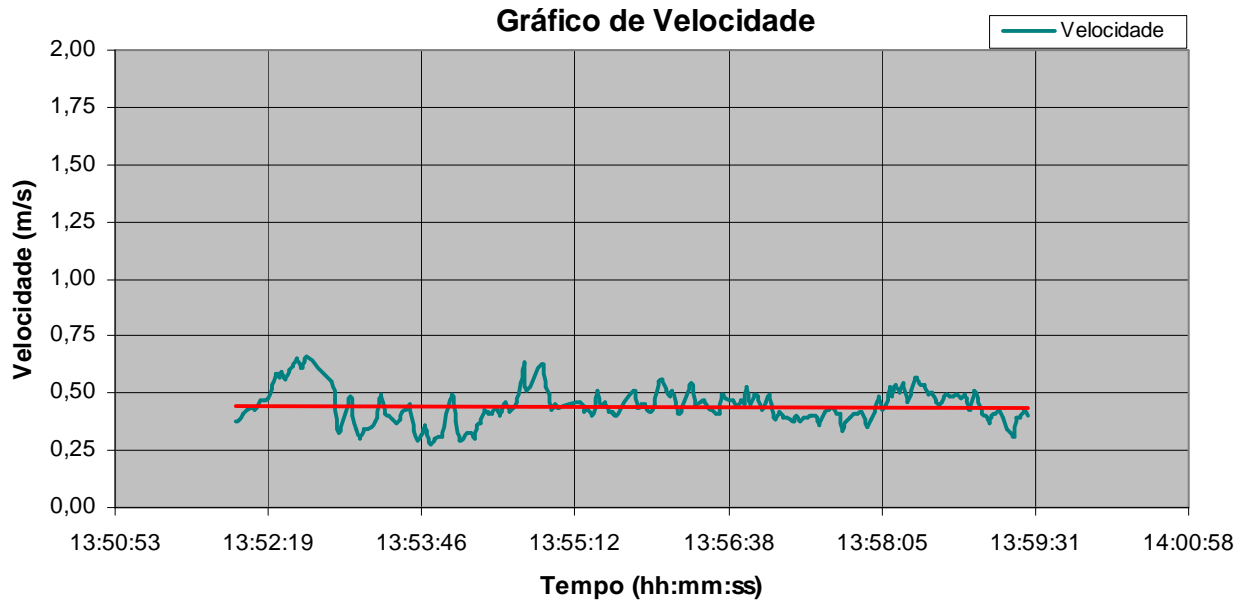


Vazão mín=	39,34	m³/h
<b>Vazão méd.=</b>	<b>46,01</b>	<b>m³/h</b>
Vazão máx=	54,77	m³/h

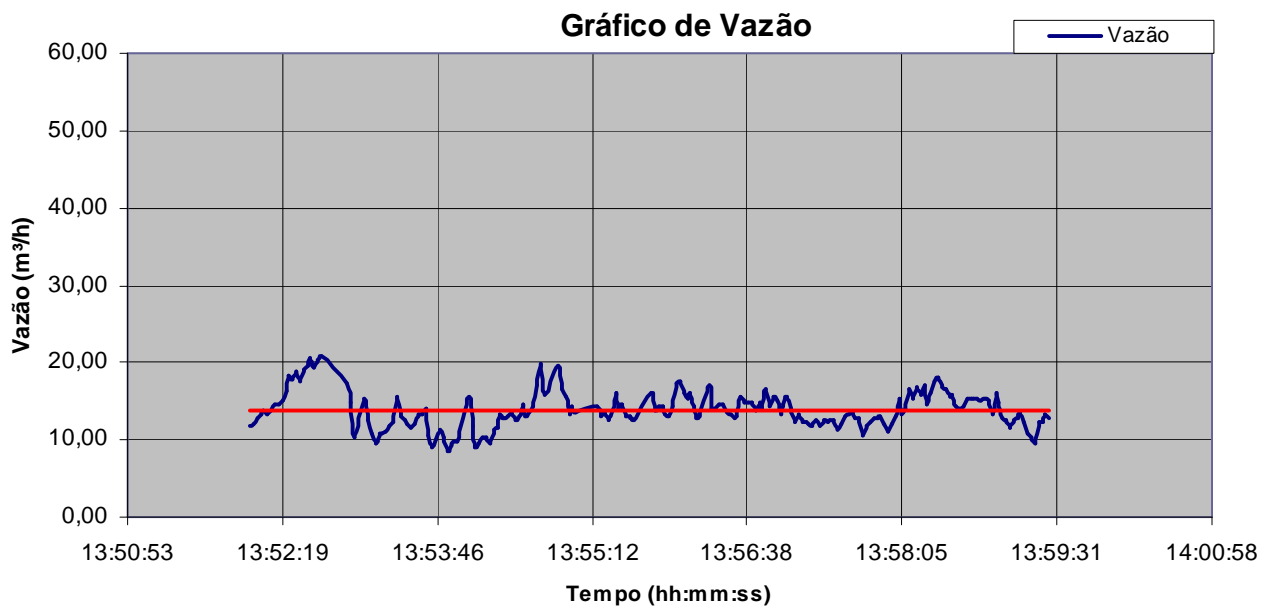


## MEDIÇÃO 02 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque do Reservatório da Central para o Bairro Jardim Polar – Rede de Fora – Diâmetro 100mm e Aço Galvanizado



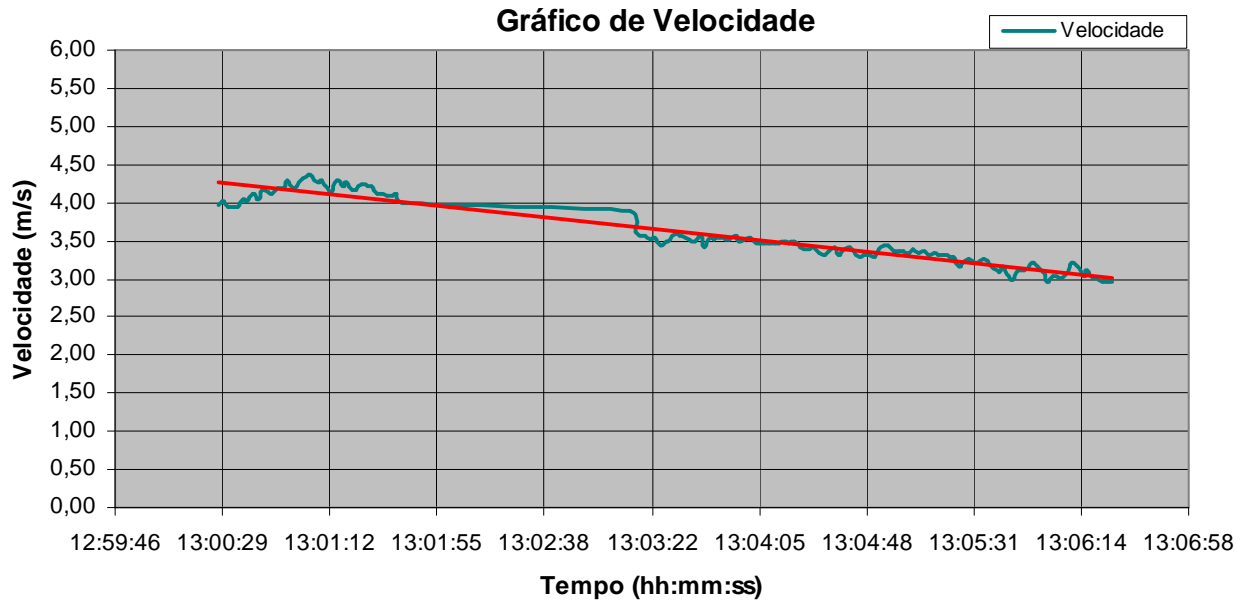
Vel. Mínima=	0,27	m/s
<b>Vel. Média=</b>	<b>0,44</b>	<b>m/s</b>
Vel. Máxima=	0,66	m/s



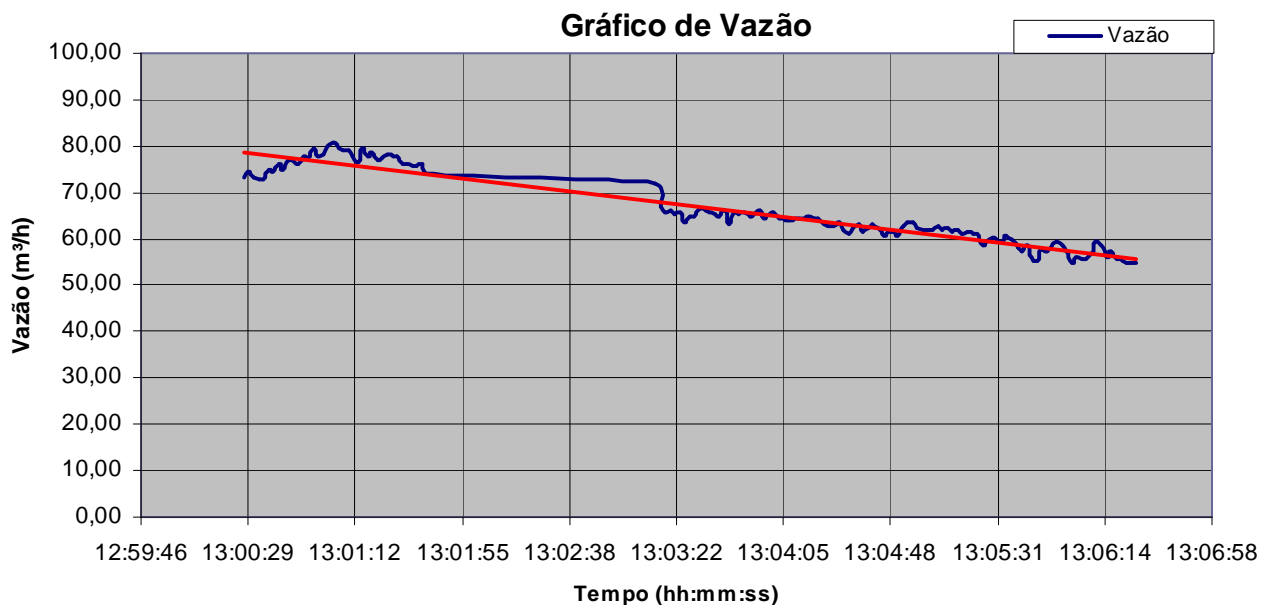
Vazão mín=	8,61	m³/h
<b>Vazão méd.=</b>	<b>13,79</b>	<b>m³/h</b>
Vazão máx=	20,74	m³/h

### MEDIÇÃO 03 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque do Reservatório da Central para o Bairro Jardim São Joaquim – Diâmetro 100mm e Aço Galvanizado



Vel. Mínima=	2,96	m/s
<b>Vel. Média=</b>	<b>3,56</b>	<b>m/s</b>
Vel. Máxima=	4,37	m/s



Vazão mín=	54,72	m³/h
<b>Vazão méd.=</b>	<b>65,91</b>	<b>m³/h</b>
Vazão máx=	80,95	m³/h

### **6.3.10. PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL COM TRANSMISSÃO VIA TELEMETRIA.**

#### **6.3.10.1. Apresentação**

O Sistema de Macromedição tem a função de realizar o gerenciamento do sistema de abastecimento através de controle e monitoramento das unidades operacionais como segue:

Os sistemas de medição se constituem num instrumento indispensável à operação de sistemas públicos de distribuição de água.

Quanto às suas aplicações os sistemas de medição se constituem em ferramental para o aumento da eficiência da operação, permitindo conhecer o funcionamento do sistema e subsidiando o controle de parâmetros, tais como: vazão, pressão, volume, etc.

De forma genérica os sistemas de medição englobam os sistemas de macromedição e de micromedição.

Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independente de sua categoria ou faixa de consumo.

Macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água.

Como exemplo cita-se: medições de água bruta captada ou medições na entrada de setores de distribuição, ou ainda medições de água tratada entregue por atacado a outros sistemas públicos. Esses medidores são normalmente de maior porte.

Deve-se, no entanto, ter em mente que a avaliação de todo um sistema de abastecimento requer um sistema de medição envolvendo macro e micromedição.

Em programas de conservação de água a abordagem integral do sistema de abastecimento, incluindo macro e micromedição, é indispensável.

Como exemplo básico, tem-se que as perdas no sistema público de abastecimento são calculadas pela diferença dos volumes disponibilizados (medidos pelos sistemas de macromedição) menos a soma dos volumes consumidos (medidos através dos micromedidores).

O texto abaixo procura abordar as questões básicas, os conceitos principais que orientam os sistemas de macromedição, sem perder de vista, sempre, os objetivos de cada sistema, sub-sistema ou mesmo medição isolada e as condições e circunstâncias que delimitam o grau de confiabilidade, os procedimentos a serem adotados, etc.

### 6.3.10.2. Objetivo

*Em termo simples e direto, coloca-se aqui a pergunta: por que medir?*

O PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água) no seu DTA, Documento Técnico de Apoio á Macromedição enseja uma primeira resposta a esta pergunta. A partir daí, medidas podem ser tomadas para evitar ou minimizar perdas e desperdícios. Portanto, no âmbito do PNCDA, a macromedição tem por objetivo oferecer o ferramental necessário à avaliação dos volumes de água aprovada pelos sistemas públicos de abastecimento.

De uma maneira mais geral, no entanto, a macromedição tem outros campos de aplicação. As necessidades de cada caso orientam o papel preponderante da macromedição. Entre essas aplicações, citam-se:

- controle de produção: neste caso a macromedição permite medir os volumes e vazões aportados durante determinado período de interesse. Tais elementos são essenciais para um acompanhamento da evolução dos diversos subsistemas (adução de água bruta, tratamento, reservação, adução de água tratada e distribuição), dando margem ao estabelecimento de séries históricas de desempenho do sistema;

- operação do sistema: neste caso a macromedição permite medir parâmetros técnicos importantes. De posse desses valores é possível intervir de forma a controlá-los visando adequar a operação a níveis de eficiência desejáveis;

- planejamento: a expansão do sistema, as readequações de setores de distribuição e os remanejamentos, são ações inseridas em planejamento e que requerem projetos detalhados. Neste caso, a macromedição oferece subsídios importantes, na medida em que os parâmetros medidos permitem estabelecer margens de disponibilidades existentes, demandas não atendidas, limites de exploração do sistema, dentre outros aspectos;

- fornecimento de água por atacado: uma particular aplicação da macromedição é a medição de água tratada fornecida por atacado. É o caso, por exemplo, das regiões metropolitanas, onde ocorre com freqüência o fornecimento de água de sistemas produtores centralizados para diversos municípios da região que possuem serviços autônomos, mas que não contam com produção própria de água potável;

- controle de gastos com energia: deve-se ter em conta que grande parte da adução, da distribuição e do próprio tratamento, depende de equipamentos e instalações elétricas. Portanto, o perfil de abastecimento se reflete diretamente nas despesas com energia elétrica. Para se evitar o consumo nos períodos mais caros em termos da tarifa elétrica, é possível deslocar-se o consumo utilizando-se a capacidade de reservação e mesmo a postergação de picos de grandes consumidores;

e

- a dosagem de produtos químicos: outra aplicação particular que requer a utilização da macromedição ocorre quando deseja-se adicionar produtos químicos, cloro ou flúor, por exemplo.

Nestes casos normalmente são requeridas medições precisas visando obter graus de concentração pré-estabelecidos.

### **6.3.10.3. Controle de Perdas**

O trabalho do pessoal que efetua a macromedição é responsável por definir o volume disponibilizado a uma determinada área objeto de controle e medição. Esse valor, por diferença com o volume micromedido, por exemplo, conduz ao valor das perdas a serem controladas.

Para que haja a efetiva mensuração das perdas é necessário que não só os volumes macromedidos sejam consistentes mas também os volumes micromedidos sejam compatibilizados . Aparentemente tarefa simples, mas de difícil efetivação dada às características de carga de trabalho e enfoque das áreas comercial e operacional. O principal impedimento é a baixa aceitação de controles como o índice de perdas, principalmente quando estes índices são elevados.

Quanto às perdas físicas, internacionalmente a sua mensuração é feita com base nos valores apurados em macromedições de distritos pitométricos ou áreas controladas. São usualmente feitas por equipes de pitometria a partir da utilização de medidores portáteis de inserção (pitot's, micromolinetes) ou não invasivos (ultra-sônicos). Nestes casos toda preparação dos distritos ou áreas dependem do cadastro, engenharia e operação para fechamento hidráulico da área.

### **6.3.10.4. Aquisição e Tratamento dos Dados**

Os dados obtidos constituem-se no principal produto do sistema. Não só na sua utilização imediata é importante, mas também sua preservação organizada é fundamental, de forma a configurar um banco de informações.

A forma como são coletados, processados e arquivados pode ser considerada como a parte mais relevante de todo sistema de macromedição. Devidamente tratados podem preservar e aperfeiçoar a aplicação de recursos e fornecer informações fundamentais para o planejamento do serviço de saneamento.

#### **6.3.10.5. Registro Histórico - Banco de Dados**

O fator mais importante a destacar é o sistemático registro dos dados e das informações que são pertinentes, como por exemplo, a data e a instalação do medidor, os dados cadastrais, dentre outros. É possível, com certo rigor, resgatar informações importantes sobre a operação. Mesmo que os dados sejam obtidos por um determinado tipo de medidor, e posteriormente o medidor seja substituído por outro mais adequado ou tecnologicamente mais avançado, a série obtida, apesar da troca realizada, pode ser utilizada.

#### **6.3.10.6. Sistema Informatizado**

A informatização da macromedição permite obter dados, desenvolver estudos e apresentar soluções de forma mais rápida e mais elaborada. Se o sistema de macromedição é desorganizado, possui baixa exatidão e é deficiente em cobertura não haverá melhora apenas com a sua informatização. É mito corrente que a tecnologia de ponta e os computadores organizam, controlam e resolvem todos os problemas.

Em realidade, há apenas a melhoria na velocidade com que transitam as informações, pois caso não haja um sistema de controle de informações, os sistemas informatizados apenas aperfeiçoam o que já existe.

#### **6.3.10.7. Central de Controle Operacional**

A partir de informações da ETA e captação, dos pontos de medição, do nível de reservatórios e de outros dados é organizada a Central de Controle Operacional - CCO. É previsível que pequenos sistemas prescindam de uma central, mas para as grandes cidades é praticamente impossível operar-se sem o auxílio de pelo menos uma central de controle.

Sob o ponto de vista de controle de perdas, a correta operação evita que haja sobrecarga ou sobre pressão em determinado setor e falta d'água em outro. Em situações extremas o descontrole sobre a operação pode levar, por exemplo, a extravasamentos de certos reservatórios enquanto que em outros há falta d'água. O papel da central, nesses casos, é da maior importância para a organização e aperfeiçoamento da operação.

#### **6.3.10.8. Transmissão de Dados**

São diversas as possibilidades hoje disponíveis para transmissão de dados de campo para uma central de controle, a saber:

- sistema telefônico direto, ou seja, ligação direta do leiturista para a área de controle (sistema convencional mais utilizado);
- sistema telefônico com linha privativa para transmissão exclusiva de dados;
- sistema telefônico de linha convencional e linha especial compartilhadas (sistema scada);
- transmissão direta por cabo (normalmente recomendada para pequenas distâncias);
- sistema de rádio-transmissão (tem apresentado dificuldades devido à organização do sistema de frequências); e
- transmissão via canal de satélite (apresenta o inconveniente de ser bastante caro).

#### **6.3.10.9. Estudos, Controle, Acompanhamento e Planejamento Operacional**

Conforme exposto inicialmente, entre os papéis da macromedição figura o de se constituir em importante ferramenta para o planejamento e projeto de modificações numa determinada área sob estudo.

Ocorre com frequência na prática de planejamento e projeto no Brasil que os dados existentes, em geral, são constituídos por levantamentos padrões e médias genéricas. Desta forma,

todas as projeções são balizadas por estes números, a maioria majorada por coeficientes de desconhecimento.

Percebe-se, então, que os dados da macromedição, sistemática e historicamente constituídos em conjunto com outras informações complementares, permitem orientar melhor a parametrização dos projetos e do planejamento, construindo horizontes de projetos assentados mais proximamente à realidade.

Uma aplicação particular da macromedição como ferramenta orientadora para o planejamento ocorre em locais com intermitência de abastecimento, situação bastante comum em diversos sistemas públicos no Brasil. Quando da recuperação do sistema, após um certo período de intermitência que tenha se caracterizado pelo rodízio no abastecimento, ou pelo racionamento ou falta d'água temporária, os dados de vazão de recuperação podem mascarar a demanda real. Este fenômeno ocorre porque a capacidade de reservação do sistema, incluindo a reservação predial, em períodos de retorno ao abastecimento, supera em muito os valores médios vigentes quando da operação em regime normal. Há casos em que o valor estimado de demanda superava em 200% o valor final aduzido. A macromedição, ao descrever os valores reais vigentes em regime normal, permite o manejo correto do sistema para a recuperação da operação até que se atinja os padrões correntes em regime normal.

#### **6.3.10.10. Monitoramento das Perdas**

Os indicadores e o controle visando a redução das perdas dependem da macromedição.

As atividades e ações devem ser sistemáticas e compreendem a análise e consistência de dados, compatibilização, resolução de não conformidades, solicitação de calibração dos medidores e sistemas.

Na seqüência são apresentadas as diversas ações que irão possibilitar o efetivo monitoramento das perdas:

##### **a) Volumes Macromedidos**

A verificação das leituras feitas deve ser diária. Para tanto é necessário que haja uma referência de volumes ou vazões para comparação e avaliação de possíveis desvios. O processo



ideal é o do acompanhamento horário que, no entanto, somente é possível com a automação dos processos.

### **b) Volume Micromedido**

Em sistemas de pequeno e médio porte onde as leituras de hidrômetros são feitas mais ou menos rapidamente, é possível totalizar o volume macromedido para comparação direta com os valores da macromedição e avaliação das perdas.

Em sistemas maiores o procedimento de leitura de hidrômetros se desenvolve segundo um período longo e com sistemática própria. Neste caso não é possível aguardar a conclusão das leituras para efetuar a totalização. Deve-se então trabalhar com amostragem estatística para prever, na seqüência das leituras, a evolução do volume micromedido. Com base no volume médio ou sazonal é possível prever o resultado em termos de perdas.

### **c) Setor de Abastecimento**

A garantia de correção dos resultados só pode existir com a informação correta e atualizada de fechamento do setor de abastecimento.

Toda credibilidade do sistema de controle fica abalada quando surge um indicador de perdas negativo ou uma anomalia de resultados. Pressupondo-se que a exatidão dos medidores esteja em níveis adequados, estas ocorrências podem ser devidas a dois problemas: registros abertos nos limites da rede de abastecimento entre setores abertos e equação de macromedição desatualizada ou incorreta.

### **d) Aferições**

A periodicidade de calibração dos medidores pode, em princípio, ser anual. O período necessário entre calibrações, na verdade, é função do tipo de instrumento e outras características locais. Alguns instrumentos específicos podem requerer calibração em período menor e outros em períodos maiores.

Normalmente a mesma periodicidade de um ano é usada para limpeza e lavagem de reservatórios.

Como esta intervenção é feita no inverno, aproveitando a redução de consumo sazonal, a calibração pode, com alguns ajustes de atividades, ser feita simultaneamente.

As calibrações definem o ponto de trabalho do medidor. Caso este apresente erro acima da faixa estabelecida deve ser acionado o pessoal de instrumentação para calibração do elemento secundário.

#### **e) Perdas da Adução e Reservação - Redes Primárias**

Em sistemas pequenos, dotados de uma só ETA com uma única adução, as perdas podem ser avaliadas pela soma dos volumes aduzidos de água tratada aos reservatórios setoriais menos o volume produzido.

Em sistemas maiores ocorre a situação de uma mesma ETA abastecer diversos setores segundo diferentes ramos de adução. Nestes casos a diferença dos volumes somados dos setores em relação ao totalizador ou medidor de controle define as perdas no ramo, ou no sistema de adução água tratada quando se avalia o volume produzido.

As perdas aqui referidas podem ser definidas como perda total dos trechos considerados, pois a diferença calculada refere-se às perdas propriamente ditas (perda física) mais a inexatidão e deficiências no sistema de macromedição.

#### **f) Vazões Mínimas Noturnas**

A forma mais usual de avaliação de perdas físicas é pela medição sistemática das vazões mínimas noturnas no interior de distritos pitométricos.

O tamanho da rede contida na área chamada distrito pitométrico varia. Pode-se admitir que, em média, ele tenha cerca de 20 km.

A medição da vazão mínima noturna parte do princípio que o consumo durante a noite chega a zero, exceto em determinadas ligações bem identificadas. De fato, verifica-se na prática que a grande maioria das instalações prediais não consome água durante a madrugada após estarem seus reservatórios cheios. Dessa forma, a grosso modo, as vazões medidas na rede de distribuição devem-se a ligações pontuais, identificáveis (indústrias, etc) e às perdas físicas na rede. Deduzindo-se os consumos noturnos identificados torna-se assim possível chegar às vazões noturnas devidas às perdas.

É importante no processo de medição da vazão mínima noturna ter conhecimento de todas as singularidades de consumo que podem influenciar nos dados e ajustar ou subtrair essas singularidades. Por exemplo, no caso de uma indústria com consumo noturno, pode-se medir sua vazão de consumo durante o período de medição e deduzi-lo do valor macromedido. Alternativamente pode ser possível manter essa ligação fechada durante o ensaio.

A avaliação dos dados permite aperfeiçoar as ações de combate a vazamentos. A partir da média define-se a faixa máxima admitida para a vazão mínima noturna.

Caso a medida passe deste limite aciona-se a pesquisa e reparo dos vazamentos encontrados.

### **g) Pressões**

Os dados de pressão registrados podem ser utilizados em modelagem matemática que torne possível avaliar as discrepâncias na rede primária e de distribuição. Modelos adequados podem indicar a presença de singularidades que podem ser derivações desconhecidas e não medidas, descargas de pontas de redes, etc .

Na calibração de sistemas complexos é imprescindível a modelagem e conseqüentemente o registro da pressão e vazão em cada ponto singular.

### **h) Venda de Água por Atacado**

O mesmo ponto de medição tem duas óticas diferenciadas, a relação de parceria não implica em perda e pode resolver situações de potencial conflito. Todas as ações devem ser avaliadas neste duplo sentido de interesses. Se por um lado a operação deve ser acompanhada pelo comprador, este

também deve informar as características de seu consumo horosazonal. As aferições e calibrações devem ser de conhecimento do comprador, sendo facultado a este o seu acompanhamento. E na hipótese de falha ou quebra do medidor a solução de continuidade adotada deve ser aceita por ambas as partes.

Todas as informações e dados relativos e do sistema de macromedição devem ser franqueadas ao consumidor como parte do serviço prestado.

### 6.3.10.11. Tipos de Modelos de Medidores de Vazão Permanente

Os macromedidores, conforme orientação dos fabricantes possui faixas ideais para trabalhar mantendo a precisão na leitura da vazão, conforme a seguinte descrição:

**Medidor eletromagnético** Faixa de velocidades: => de 0,3 a 10,0 m/s

**Medidor ultrassônico** Faixa de velocidades: => de 0,1 a 6,0 m/s

**Medidor woltmann** Faixa de vazões: Ø 50=> 0,3 a 15 m<sup>3</sup>/h  
 Ø 75=> 0,5 a 40 m<sup>3</sup>/h  
 Ø 100=> 0,6 a 60 m<sup>3</sup>/h  
 Ø 150=> 1,6 a 150 m<sup>3</sup>/h  
 Ø 200=> 7,5 a 250 m<sup>3</sup>/h  
 Ø 250=> 10,0 a 400 m<sup>3</sup>/h

#### a) Medidor de vazão eletromagnético de Inserção

O Quadro a seguir apresenta Vantagens e Desvantagens para o medidor eletromagnético de inserção:

TIPO DE MEDIDOR	VANTAGENS	DESVANTAGENS
ELETRO-MAGNÉTICO	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada. -Baixo índice de manutenção	-Necessário parar a canalização para instalação

Obs: O medidor tipo conexão hot-tap não precisa parar a operação da canalização para instalação.

Na seqüência são apresentadas fotos do medidor de vazão eletromagnético de inserção direta na tubulação e com inserção através do Hot-tap.



Figura 01. Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção- diâmetros de até 200mm.



Fig. 02. Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção para diâmetros acima de 200mm. (Tipo Hot-tap).

## b) Medidor de vazão eletromagnético tipo Carretel

### b.1-Medidor com conexão tipo Wafer

**Aplicação:** Especificado para todas as aplicações. Resistente a abrasão, corrosão e vácuo.



Fig. 03. Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer.

<b>Precisão</b>	< $\pm 0.5\%$ do valor medido
<b>Diâmetro Nominal</b>	DN 2,5 ... 200 (1/10" ... 8")
<b>Conexões</b> DIN ANSI JIS	DN 15 ... 200 / PN 16 1/2" ... 8" / 150 lb / RF DN 10 ... 200 / 10K e 20K
<b>Temperatura</b> Processo	Até 120 °C (revestimento de Teflon FEP/PFA) Até 80 °C (revestimento de Borracha) Até 60 °C (revestimento de Poliuretano) Até 80 °C (revestimento de Polipropileno) Até 60 °C (conversor compacto)
Ambiente	Até 65 °C
<b>Condutividade Elétrica</b> Líquidos em geral Água	Mínimo de 20 $\mu\text{S/cm}$ Mínimo de 20 $\mu\text{S/cm}$
<b>Materiais</b>	
Revestimento	Teflon FEP/PFA, Borracha, Poliuretano e Polipropileno
Eletrodos	AISI 316 L (opção HC, HB, Tântalo, Titânio, Platina)
Tubo de medição	Aço Inox AISI 304
Invólucro do sensor	Aço Carbono com pintura de acabamento
Caixa de bornes	Alumínio com pintura de acabamento

**b) Medidor com conexão tipo Flanges**

**Aplicação:**

Para aplicações em saneamento (água e esgoto). Resistente aos produtos químicos utilizados no tratamento da água.



Fig.04. Medidor Eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges.

<b>Precisão</b>	< ±0.5% do valor medido
<b>Diâmetro Nominal</b>	DN 10 ... 1500 (3/8" ... 60")
<b>Temperatura</b> Processo Ambiente	Até 80 °C Até 60 °C (conversor compacto) Até 65 °C
<b>Condutividade Elétrica</b> Água	Mínimo de 20 µS/cm
<b>Materiais</b>	
Revestimento Eletrodos Tubo de medição Invólucro do sensor	Borracha AISI 316 L (opção Hastelloy e Titânio) Aço Inox AISI 304 DN 2,5 - 40 ... 1/10" - 1 1/2" Ferro fundido nodular GG 40 com pintura DN 50 - 1000 ... 2" - 40"
Caixa de bornes	Aço carbono SAE 1008 com pintura Alumínio com pintura de acabamento
<b>Categoria de Proteção</b> Standard Opcional	IP 66 / 67 equivalente a NEMA 4/4X / 6 IP 68 equivalente a NEMA 6

### . c) Medidor de vazão ultrassônico

#### Aplicações

O equipamento é um sistema transmissor de vazão ultrassônico não-intrusivo, com alimentação de loop. Contém recursos completos para a medição de vazão de:

- Água potável
- Efluentes
- Água de processo
- Água tratada
- Água de refrigeração e aquecimento
- Outros líquidos



Fig. 05. Medidor Ultrassônico de vazão.

#### Características:

- Alimentação de loop
- Baixo consumo de energia
- Adequado para tamanhos de tubo de 15 mm a 200 mm (1/2 pol. a 8 pol.) de diâmetro
- Teclado totalmente externo
- Amplo display integral
- Simples instalação e configuração do transdutor e do medidor
- Velocidade da vazão, vazão volumétrica e vazão totalizada
- Medição de vazão não-intrusiva econômica



#### **d) Medidor de vazão hidrômetro tipo Woltmann**

**Aplicação:** - Os hidrômetros Woltmann são indicados para instalações industriais, prediais de grande consumo e sistemas de abastecimento de água. Sua robusta construção garante uma grande vida útil e sua alta exatidão, uma extrema confiabilidade.



Fig. 06. Medidor de vazão tipo Woltmann com conexão em flanges.

#### **Características do Produto**

##### **Sistema de Regulagem:**

- Regulagem no kit permitindo ajuste em campo com tubulação à plena carga.

##### **Câmara Hidráulica**

- Turbina integrada com sistema de transmissão magnética direta.
- Mancal com safira para alta sensibilidade em vazão mínima e início de funcionamento.
- Eixos em Carbureto de Tungstênio, proporcionando maior durabilidade inclusive em condições críticas de aplicação (águas abrasivas, areia, etc).

##### **Fácil Manutenção**

- Conjunto completo (kit) fixado no flange superior o que permite uma fácil substituição sem remover a carcaça da rede. - Peças de reposição de fácil substituição.

### Temperaturas

- Temperatura Máxima Admissível (TMA), especificada para Woltmann linha 9000 para "água fria", 40°C, conforme norma brasileira NBR 14005 para medidores velocimétricos para água fria de 15 até 1500 m<sup>3</sup>/h de vazão nominal.
- Temperatura Máxima Admissível (TMA), para Woltmann linha 9000 para "água quente" até 90°C.

### Intercambialidade

- Os kits Woltmann linha 9000 são intercambiáveis em todos os antigos modelos de carcaças WV.
- Esta intercambialidade permite transformar antigos Woltman's em medidores com eletrônica padrão linha 9000 possibilitando monitorar grandes consumidores através de data-logger com transmissão de dados via modem.

#### 6.3.10.12. Relação de Fornecedores

A tabela 01 abaixo apresenta alguns fornecedores dos macromedidores de vazão:

Tabela 01: Relação de fornecedores de macromedidores de vazão.

TIPO DE MEDIDOR	FORNECEDOR
HIDRÔMETRO WOLTMANN	LAO/SENSUS/FAE
ELETROMAGNÉTICO	CONAUT/NIVETEC/ ENCONTROL/VIKA
ULTRASSÔNICO	GE/VIKA

#### 6.3.10.13. Comparação entre os tipos de Macromedidores

A tabela 02 a seguir apresenta Vantagens e Desvantagens para cada tipo de medidor analisado

Tabela 02: Vantagens e Desvantagens dos tipos de Macromedidores.

TIPO DE MEDIDOR	VANTAGENS	DESVANTAGENS
HIDRÔMETRO Woltmann	-Com saída pulsante permite a transmissão à distância. -Vem calibrado de fábrica.	-Não indicado para água bruta -Necessário o corte da tubulação para instalação. -Apresenta desgaste de seus componentes girantes com o tempo.
ELETRO-MAGNÉTICO Tipo carretel	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada. -Baixo índice de manutenção	-Necessário o corte da canalização para instalação.
ELETRO- MAGNÉTICO Tipo inserção Hot-Tap	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada.	-Necessário o corte da canalização para instalação.no modelo não Hot-Tap - índice médio de manutenção
ULTRASSÔNICO	-Permite a instalação e manutenção sem a interrupção da operação. -Permite a transmissão à distância.	-Alto Custo.

#### 6.3.10.14. Caixa Típica de Proteção de Medidores de Vazão

Em anexo é apresentado sugestão de desenho explicativo com as peças e acessórios necessários para a instalação dos macromedidores.

### 6.3.10.15. Tipos de Modelos de Medidores de Nível

#### 6.3.10.15.1. Transmissores Ultra-Sônicos de Nível



Fig.10. Sensor de nível para reservatórios.

#### a) Características:

Desenvolvimento e fabricação com tecnologia 100% brasileira. Medição confiável e precisa com alcance de até 20 metros.

- Baixo custo de instalação
- Sem contato com o produto (imune a incrustações)
- Facilidade de instalação e calibração
- Sensor com resolução de até 0,2 mm
- Compensação automática de temperatura
- Sensor encapsulado e robusto (IP65 / IP67)
- Medição e controle com indicação local (**EchoSound**) ou remota (**EchoTrol**)
- Medição múltipla de níveis utilizando-se dois sensores com apenas um módulo eletrônico
- Medição diferencial de nível
- Até cinco relés/alarmes para acionamento de bombas, válvulas etc.
- Manutenção simples
- Alarme de falha integral (falta de Eco)
- Medição de nível em tanques dos mais variados formatos
- Medição de vazão em calhas / vertedouros

- Medição de líquido, sólidos e granulados, com ou sem material em suspensão
- Software com compensação para medição em tanques com agitadores ou ondulações
- Software protegido por senha de segurança
- Medição de sólidos em esteiras
- Ganho auto-ajustável em função das condições do processo

Os instrumentos utilizam a tecnologia do ultra-som para a realização da medição, o que os tornam um dos equipamentos mais versáteis para a medição e controle de nível, distância ou vazão existentes no mercado.

### **b)Princípio de Funcionamento**

A medição pela tecnologia do ultra-som baseia-se no tempo de trânsito (transit time) que uma onda sonora leva para se deslocar em um meio.

Um sensor ultra-sônico (transmissor/receptor) emite uma onda na frequência do ultra-som, que se desloca pelo ambiente até atingir a superfície do material que se quer medir; ao atingir a superfície do material, o sinal é refletido de volta ao sensor. Pelo tempo decorrido desde a emissão do sinal até o seu retorno pode-se obter a distância percorrida pelo mesmo. Assim, o sinal ultra-sônico refletido será enviado a um módulo eletrônico para ser processado, e através de um algoritmo será convertido em nível, vazão, distância ou outra variável associada. O módulo eletrônico é responsável não somente pelo cálculo, mas também pelas outras funções inerentes ao equipamento, tais como: linearização de sinal, saída 4-20 mA, indicação da variável do processo em unidade de engenharia, totalização de vazão, alarme, comunicação digital etc.

Os módulos eletrônicos podem ter a configuração integral ou remota, sendo que em ambos os casos o usuário poderá realizar a parametrização de forma extremamente simples.

### **c)Aplicações**

Uma vez que os medidores ultra-sônicos têm como principal característica a ausência de contato físico com o processo, os sensores das linhas **EchoSound/ EchoTrol** podem ser utilizados em um vasto campo de aplicações desde processos com ambientes insalubres e agressivos até aqueles com produtos incrustantes ou com sólidos em suspensão.

**Tratamento de água e esgoto:** estações de tratamento de água, produtos químicos, lama, esgoto, controle de bombas.

Para medições de vazão a aplicação se estende a todos os tipos de calhas como Parshall, P&B, Leopold Lagco, ou vertedouros como triangular, retangular etc.

#### **d) Vantagens**

Os medidores ultra-sônicos desenvolvidos no Brasil, por profissionais brasileiros que conhecem as dificuldades e vantagens de nosso país, e assim desenvolveram os equipamentos para as condições ambientais e técnicas brasileiras específicas, podendo trabalhar nos mais variados processos.

Aplicando o estado da arte da tecnologia, os medidores das linhas **EchoSound/EchoTrol** apresentam além de um hardware elaborado em uma mecânica robusta e à prova de tempo (grau de proteção IP65), um grande diferencial de desempenho com um software que foi elaborado para trabalhar nas mais difíceis aplicações, o que virtualmente elimina os problemas enfrentados pelos outros medidores de mesma tecnologia.

Algumas das vantagens do software são:

- Sensibilidade automática, que ajusta o ganho automaticamente conforme a necessidade do processo, isto é, distância, vapores, e outras condições ambientais que afetam a medição.
- Os ruídos do ambiente ou ecos falsos fora de uma janela programada de leitura são descartados para não causar erros na medição.
- Compensação automática de temperatura.
- Parametrização de todas as funções em português.
- Configuração dos alarmes em todo o range, e possibilidade de parametrização para falha segura etc.
- O software possibilita a linearização e a conversão em volume mesmo em aplicações onde o tanque não tenha formato regular (tanques cônicos, abaulados etc).
- O software tem a proteção de seus parâmetros de configuração através de senha de segurança que impedirá a alteração de parâmetros por pessoas não autorizadas a manusear o equipamento.

#### **e) Características de instalação - Localização do sensor**

Como em qualquer aplicação, para se obter um bom resultado deve ser realizada uma análise criteriosa no local da instalação com relação não somente à localização do sensor no processo, mas também com relação a outros fatores impactantes, que irão minimizar os problemas potenciais da aplicação, tais como:

- Tanques com estrutura interna
- Sensor localizado próximo ao ponto de admissão do produto no processo
- Presença de alguns tipos específicos de agitadores
- Distância mínima exigida pelo sensor em relação ao processo
- Tanques com formato cônico ou abaulado etc.

Em todos os casos, o sensor ultra-sônico deve ser posicionado verticalmente no topo do tanque (ver exemplos), em caso de líquidos, ou sobre a linha central da calha de vazão/ esteira.

Para medição de nível de sólidos, o direcionamento do sensor deve ser sempre o mais perpendicular possível à superfície do produto.

#### **f) Cuidados para especificação/seleção do sensor**

Para selecionar o sensor mais apropriado à aplicação o usuário deve levar em consideração alguns parâmetros do processo que são indispensáveis, tais como:

- Altura/distância do processo.
- Faixa "morta" exigida pelo sensor.
- Temperatura de operação.
- Pressão de operação.
- Presença de sólidos em suspensão no meio.
- Vapores existentes na superfície do material em medição.
- Compatibilidade química do processo com o material construtivo do sensor.

### 6.3.10.15.2. Transdutores / Transmissores de Pressão

#### TRANSMISSOR DE PRESSÃO TP-ST18



Fig.11. Transmissor de pressão para reservatórios.

#### a) CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS:

- Corpo Aço Inoxidável AISI 316
- Soquete: Aço Inoxidável AISI 316
- Terminal Elétrico: **DIN 43650** (outros sob encomenda)
- Conexão Elétrica: Prensa Cabos Pg9;
- Classe de exatidão: +/- 0,25 do total da escala
- Repetibilidade: < 0,15% do total da escala;
- Deriva anual < 0,15% do valor da escala
- Campo de temperatura compensada: -25+85°C
- Campo de temperatura de fluido: -25/+75°C
- Temperatura ambiente: -25+75°C
- Sinal de Saida: 4@20mA standard, outros sob especificação
- Alimentação: 11@30VCC;
- Tempo de resposta entre 10 e 90% faixa, < 1ms;
- Proteção eletrônica: inversão de polaridade, sobretensão, curto circuito, rádio frequência,

induzida e conduzida, com eletrônica recoberta.

- Conexão elétrica: em conformidade com **DIN 43650**

#### b) OPÇÃO DE CONSTRUÇÃO

- Conexão rosca, com célula sensora embutida no corpo (standard)
- Conexão rosca, com diafragma aflorante;
- Conexões sanitárias, em conformidade com **DIN 11851, SMS681, RJT E IDF**
- Conexão ao processo: conforme especificação;



- Acessórios: todos os aplicáveis em instrumentos de pressão

### c) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

#### Aplicações

- Para todos Ambientes Industriais
- Todos fluídos;
- Faixas de 0/1000mmCA a 0/1600BAR;
- Grau de proteção Ip65;
- Precisão de 0,25%F.E
- Elemento sensor tipo piezoresistivo;
- Diafragma em AISI 316L.

Tipo de Sensor.....Piezoresistivo

Faixas de pressão (bar).....0...100mBAR até 0...1600BAR

Sobrepessão.....Conforme tabela “ESCALA DE SOBREPRESSÃO”

Diafragma.....Aço Inoxidável AISI 316L

Conector.....Aço Inoxidável AISI316

Corpo.....Aço Inoxidável AISI304

Range de Temperatura Compensada.....-10...+80°C.

Range de Temperatura de operação.....-55...+120°C

Repetibilidade + Histerese + Linearidade.....  $\pm$  +/-0,25%FE (+/-0,1% FE opcional).

Sinal de Saída.....4...20mA,2 fios / 0...10vcc,3 fios / 1...5vcc,3 fios /0...20mA,3 fios

Alimentação.....24Vcc (8...28Vcc)

Carga máxima resistiva .....5 K .

Efeito da temperatura no zero.....FE>1bar - máximo 0,005% FE/°C.

FE<1bar - máximo 0,1% FE/°C.

Grau de proteção.....IP65

Proteção.....Contra sobretensão / contra inversão de polaridade.

Proteção adicional opcional contra surtos (descargas

Atmosféricas) de acordo com EM 61000-4-5.

Compatibilidade Eletromagnética.....EN50081-1:1992 (EN55022:1994); EN50082-2:1995

Corrente de Consumo.....máx 25mA (2fios), máx 6mA (3 fios)

Tempo de Resposta..... $\leq$  1ms.

Ajustes de Zero e Span (opcional).....Ajustaveis 20%F.E

#### d) Vantagens

- Faixa e saída sob encomenda
- Montagem compacta com invólucro em Aço Inoxidável
- Montagem SMD - alta resistência à vibração
- Grande variedade de conexão ao processo
- Possibilidade de selo para alimentícia
- Baixa histerese e vida útil prolongada
- Elemento Piezoresistivo
- Imunidade a ruídos e interferência eletromagnéticas.
- Fabricação nacional

#### 6.3.10.15.3. Transmissores de Nível Hidrostático

Os transmissores de Nível Hidrostático operam pelo princípio de Pascal ( $P=y.h$ ). Utilizam elemento sensor piezoresistivo que converte a pressão aplicada pela coluna de fluido em sinal elétrico. Este sinal elétrico é amplificado, linearizado e disponibilizado em sinal padronizado por uma eletrônica de alta confiabilidade construída com componentes em SMD, possuem proteção contra surto e cabo especial com compensação de pressão atmosférica, também pode ser utilizado na medição de nível de líquidos corrosivos.



Fig. 12. Transmissor de nível hidrostático para reservatórios.

**a)Características Construtivas:**

Construção: Invólucro em aço inoxidável ou PTFE.

- Faixas de Pressão: desde 0,1mCA de FE.
- Sinal de saída: 4 a 20mA 2 fios ou 0/10VCC(opcional)
- Temperatura do fluido: 0 a 70°C;
- Conexão elétrica: cabo especial;
- Acessórios: proteção adicional contra surtos;
- Cabo fabricado em PUR ou Teflon;
- Precisão: 0,25% FE ou 0,1%FE (opcional)

**b)Vantagens:**

- Compensação da pressão atmosférica;
- Imunidade a ruídos e interferências eletromagnéticas.
- Proteção contra surtos de até 10kA.
- Faixa de trabalho sob encomenda
- Baixa histerese e vida útil prolongada
- Facilidade de instalação, suportada pelo próprio cabo
- Fabricação nacional

**c)Aplicações:**

- Para leitura de profundidade / nível em reservatórios de qualquer natureza.
- Opcionalmente pode ser fornecido com revestimento em PTFE o que o torna quimicamente resistente a maioria dos agentes tais como: fluidos agressivos, produtos químicos, águas servidas, etc.

**d)Características Técnicas:**

Sensor.....Piezoresistivo  
Faixas de pressão (bar).....0...0,1mCA até 0...250mCA.  
Sobrepessão.....Conforme tabela “ESCALA DE SOBREPRESSÃO”  
Material em contato com o fluido.....Aço inoxidável AISI316L.  
Range de Temperatura Compensada.....-10...+80°C.  
Range de Temperatura de operação.....-55...+120°C  
Repetibilidade+Histerese+Linearidade..£+/-0,25% FE(+/-0,1% FE opcional).

Sinal de Saída: 4...20mA, 2 fios/0...10Vcc, 3 fios 1...5Vcc, 3 fios/0...20mA, 3 fios  
Alimentação.....24Vcc (8...28Vcc)  
Carga máxima resistiva .....5 K .  
Efeito da temperatura no zero.....FE>1bar - máximo 0,005% FE/°C.  
FE<1bar - máximo 0,1% FE/°C.  
Grau de proteção.....IP68  
Proteção: Contra sobretensão / contra inversão de polaridade.  
Proteção adicional opcional contra surtos (descargas Atmosféricas).  
Compatibilidade Eletromagnética.....EN50081-1:1992 (EN55022:1994); EN50082-2:1995  
Corrente de Consumo.....máx 25mA (2fios), máx 6mA (3 fios)  
Tempo de Resposta.....£ 1ms.

#### 6.3.10.16. Localização dos Medidores de Vazão

No Sistema de Macromedição de vazão e nível para o Plano Diretor de Combate e Redução de Perdas no Sistema de Abastecimento Público do Município de Vargem Grande do Sul serão considerados os volumes de água principais produzidos na ETA, e entregues aos reservatórios de distribuição, sendo projetado o menor número de medidores de vazão para a totalidade de volume de água do sistema de abastecimento.

Foram considerados medidores de vazão tipo Woltmann para todos os poços profundos e medidores de vazão do tipo eletromagnético de inserção – modelo com Hot-tap, uma vez que são de fácil instalação, com excelente precisão e poderão ser aferidos e calibrados através do processo de Pitometria, sempre que houver a incerteza nos dados obtidos, sendo feita sua imediata aferição e posterior calibração, sem interromper a operação do sistema, evitando grandes transtornos de abastecimento, com grande facilidade de retirada e recolocação dos equipamentos de medição.

Assim os medidores de vazão são apresentados no volume II – Anexos com os desenhos com os pontos de instalação dos medidores de vazão a serem implantados, e também a seguir apresentamos a relação com a localização e seus respectivos diâmetros e valores para sua aquisição.

Na Tabela 03 apresenta os macromedidores de vazão com os locais de instalação e o tipo de medidor especificado.

Tabela 03: Relação dos locais para implantação dos macromedidores de vazão

M.M.	LOCAL	ADUTORA	Ø(mm )	MATERIA L	MEDIDOR	PREÇO (R\$)
MM01	ETA	Recalque Adutora Água Bruta	450	FoFo	Eletromagnético Inserção	9.140,00
MM02	Res. Jd. Pacaembu	Chegada recalque água tratada ETA	400	FoFo	Eletromagnético inserção	9.140,00
MM03	Res. Jd. Pacaembu	Saída recalque água tratada para Res. Jd. Paulista	200	FoFo	Eletromagnético inserção	9.140,00
MM04	Res. Jd. Pacaembu	Saída gravidade água tratada para rede Centro Zona Baixa	200	FoFo	Eletromagnético inserção	9.140,00
MM05	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. Elevado Jd. Pacaembu	150	FoFo	Eletromagnético Inserção	9.140,00
MM06	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. Jd. Itália	100	C.A.	Woltmann	2.357,00
MM07	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para REs. Jd. Redentor	100	C.A.	Woltmann	2.357,00
MM08	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. VilaPolar	100	PVC	Woltmann	2.357,00
MM09	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. Vila Polar	100	PVC	Woltmann	2.357,00
MM10	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. Sta. Terezinha	100	PVC	Woltmann	2.357,00
MM11	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. Sta. Terezinha	100	PVC	Woltmann	2.357,00
MM12	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. Jd. Paraíso II	100	C.A	Woltmann	2.357,00
MM13	Res. Jd. Pacaembu	Recalque água tratada para Res. Jd. Paulista	100	PVC	Woltmann	2.357,00
MM14	C.H. Cristiano Filho	Chegada Água Tratada para Res. Cristiano Filho	150	PVC	Eletromagnético Inserção	9.140,00
MM15	Jd. Sta. Marta	Chegada água tratada do Res. Sta. Marta	100	PVC	Woltmann	2.357,00
<b>SUB-TOTAL:</b>						<b>76.053,00</b>
<b>PEÇAS E CONEXÕES</b>						<b>15.210,00</b>
<b>MÃO DE OBRA DE INSTALAÇÃO</b>						<b>27.379,00</b>
<b>BDI+TAXAS+IMPOSTOS</b>						<b>41.525,00</b>
<b>TOTAL:</b>						<b>160.167,00</b>

### 6.3.10.17. Definição e Localização dos Sensores de Nível

Para o Sistema de Macromedição de nível foi adotado o modelo tipo sensor de nível hidrostático submergível por ser um medidor de fácil instalação, baixa manutenção e excelente precisão, além de seu custo estar na média dos preços orçados.

Também foi levado em consideração que nos locais onde existem dois ou mais reservatórios com o mesmo nível de água, será instalado somente um sensor, e nos locais onde houver um reservatório apoiado e outro elevado, deverão ser instalados dois sensores de nível individuais.

Na Tabela abaixo é apresentada a relação dos reservatórios com os respectivos sensores de nível. No final deste documento também é apresentado orçamento com os equipamentos e a mão de obra para a instalação dos mesmos. Está incluso também na Tabela os locais para instalação das

Unidades Remotas (UR's) para transmissão dos dados de Nível e de Vazão para uma Central de Controle da Operação (CCO) com uma Unidade Central (UC) para Supervisão Geral e processamento dos dados transmitidos.

Tabela 04. Reservatórios de água tratada com sensores de nível e unidades remotas para transmissão dos dados por telemetria e automação.

Local	Tipo	Capacidade (m <sup>3</sup> )	SENSOR DE NÍVEL	UNIDADE REMOTA
ETA	Apoiado	1.000	N01	ER01
Res. Jd. Pacaembu	Apoiado	1.000	N02	-
	Apoiado	500	N03	ER02
	Elevado	150	N04	-
Res. Jd. Itália	Apoiado	50	N05	ER03
Res. Jd. Redentor	Apoiado (a construir)	500	N06	ER04
Res. Vila Polar	Elevado	50	N07	ER05
Res. Sta. Terezinha	Apoiado (a construir)	700	N08	ER06
Res. Jd. Paraíso II	Apoiado (a construir)	100	N09	ER07
Res. Jd. Paulista	Apoiado I	1.000	N10	ER08
	Apoiado II	500	-	-
Res. Cristiano O. Filho	Apoiado (a construir)	300	N11	ER09
	Elevado (a reformar)	150	N12	-
Res. Jd. Sta. Marta	Elevado	50	N13	ER10
Res. Jd. Pacaembu	-	-		EC01
			<b>13 sensores</b>	<b>11 unidades</b>

Tabela 05. Orçamento dos equipamentos e mão de obra para a instalação dos medidores de níveis no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

Descrição	Unid.	Quant.	Unitário (R\$)	Total (R\$)
Sensor de nível	Un.	13	1.800,00	24.440,00
Peças, acessórios e conexões	Vb.	1	-	4.888,00
Mão de Obra	Vb,	1	-	11.731,00
BDI +Encargos + Taxas	Vb.	1	-	12.317,00
			<b>Total:</b>	<b>53.376,00</b>

### 6.3.10.18. Especificação técnica dos macro medidores de vazão

Conforme já descrito serão instalados no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul, dezesseis (16) macromedidores de vazão. Deste, dois (02) serão do tipo ultrassônico, três (03) serão do tipo eletromagnético de inserção e onze (11) serão do tipo Hidrômetro Woltmann. Assim, na seqüência estão descritas as especificações técnicas dos macromedidores do tipo ultrassônico, eletromagnético de inserção e Woltmann.

Os macros medidores do tipo eletromagnético de inserção a serem fornecidos e instalados deverão obedecer à seguinte especificação técnica:

- Medidor composto de elemento primário (medidor eletromagnético de inserção - tipo Hot-tap) e secundário (conversor)
- Fornecimento completo incluindo todos os acessórios e ferramentas especiais para montagem e manuseio, inclusive instalação em carga

#### 6.3.10.18.1. Elemento Primário

O elemento primário deverá possuir no mínimo as seguintes características:

- Grau de proteção = IP 68
- Corpo em aço inoxidável
- Diâmetro de tubulação = Ø 50 a Ø 1200mm
- Faixa de velocidade = 0,3 a 9,0m/seg
- Alimentação = 24 Vcc
- Exatidão = ± 1,0%
- Terminal para aterramento
- Cabos de interligação com o elemento secundário = 50m mínimo

#### 6.3.10.18.2. Elemento Secundário

O elemento secundário – conversor deverá possuir no mínimo as seguintes características:

- IHM – interface em lcd (display digital)
- Totalizador de vazão sem reset externo
- Indicador de vazão instantânea em diversas unidades de engenharia
- Data logger com memória não volátil (retenção dos dados mesmo com falta de energia)
- Parametrização via teclado local

- Relógio de tempo real com bateria autônoma
- Parametrização via supervisor central - telemetria
- Acessibilidade local por software via computador portátil (note book ou palm top)
- Exatidão melhor ou igual a 1,0%
- Intercambialidade com os elementos primários para todos os diâmetros dos elementos primários

#### **6.3.10.18.3 – Macromedidor de vazão tipo Hidrômetro Woltmann**

Os macros medidores do tipo Hidrômetro Woltmann a serem fornecidos e instalados deverão obedecer à seguinte especificação técnica:

ITEM 01 – DESCRIÇÃO - Hidrômetro Woltmann, vazão nominal 60,00m<sup>3</sup>/h, vazão de transição ate 12,0 m<sup>3</sup>/h, diâmetro nominal **4”(100 mm)**, classe metrológica **B**, transmissão magnética, blindagem magnética contra ação de campo magnético externo, leitura direta . Relojoaria tipo seca. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência. Acompanha conexões completas (contra flanges, parafusos, porcas e arruelas). Logotipo SAE. Pintura externa na cor verde. Normas de fabricação NBR 14005 e ISO 4064, pré-equipado com saída pulsada ou saída 4-20mA para transmissão de dados via Telemetria.

ITEM 02 – DESCRIÇÃO: Hidrômetro Woltmann , vazão nominal 150,00m<sup>3</sup>/h, vazão de transição ate 30,0m<sup>3</sup>/h, diâmetro nominal **6”(150 mm)**, classe metrológica **B**, transmissão magnética, blindagem magnética contra ação de campo magnético externo, leitura direta . Relojoaria tipo seca. Cúpula transparente. Acompanha conexões completas (contra flanges, parafusos, porcas e arruelas). Logotipo SAE. Pintura externa na cor verde. Normas de fabricação NBR 14005 e ISO 4064, pré-equipado com saída pulsada ou saída 4-20mA para transmissão de dados via Telemetria.

#### **6.3.10.18.4. Funções Incorporadas**

O medidor de vazão tipo eletromagnético de inserção deverá possuir características de segurança operacional de modo que possa trabalhar com a robustez que o sistema exige. Além da confiabilidade de aquisição e armazenamento de dados no data logger, o elemento secundário deverá permitir perfeita integração com a unidade central (UC) de controle que estará operando na Estação de Tratamento – ETA – Filtros, para onde todos os dados adquiridos deverão ser enviados por período pré programado ou sempre que solicitado, seja local ou remotamente. Como serão



instalados vários macro medidores e em locais diferentes, é necessário que cada dispositivo possua também a portabilidade de comunicação com a central em função da infra-estrutura encontrada em cada local. Portanto é necessário que o conjunto macro medidor tipo eletromagnético de inserção possua no mínimo, as seguintes características:

- Comunicação serial RS 232
- Módulo de conexão:
  - Controlador interno para conexão e transmissão de dados com tecnologia celular GSM/CDMA (modem, chips e a manutenção mensal serão fornecidos pelo SAE);
  - Módulo de conexão para transmissão de dados via TCP/IP – Internet (os IP's e os links mensais serão fornecidos pelo SAE);
  - Controlador interno para conexão e transmissão de dados via rádio frequência spread spectrum.
- Software de parametrização via computador portátil – 01 licença para cada medidor fornecido
- Geração de alarme – saída de sinal na ocorrência de falha interna
- Software de integração com a unidade central – UC onde está instalado o sistema supervisorio central
- Possibilidade de transferência de dados para um módulo portátil de memória com interface compatível

Deverá ser instalado um sistema supervisorio no SAE que controlará todos os macro medidores a serem instalados, cujo sistema deve ser composto de hardware e software adequado para este fim. Na seqüência são apresentadas características técnicas do centro de controle e supervisão (CCS):

**-Computador padrão PC:** Computador padrão PC com acessórios, módulo de software supervisorio para monitoramento de pressão, vazão e sistema de segurança/arrombamento e configurações (limiares, períodos de amostragem e alarmes) com capacidade para 50 pontos de macro medição e software servidor para comunicação via rede Celular/IP (rede celular baseada em CDMA-1xRTT ou GPRS-GSM e Internet Protocol) e via rede Ethernet/IP (IEEE 802.3 e IEEE 802.11).

**- Software Supervisorio:** software com interface gráfica para operador humano que permite leituras de dados exatos ou gráficos (status e variáveis) referentes às entradas digitais e analógicas

lidas para cinquenta (50) unidades remotas. O supervisor irá permitir configurações locais e remotas dos períodos de amostragem, dos limiares máximos e mínimos das leituras e dos respectivos alarmes, assim como a visualização das médias, dos valores mínimos, dos valores máximos e das totalizações dos dados lidos por períodos definidos por operador humano. O supervisor deve possibilitar a geração de relatórios em sua interface gráfica e/ou em documentos impressos por períodos definidos por operador humano. Os relatórios devem conter as leituras com as respectivas datas e horários, assim como os alarmes e demais valores também visualizados em sua interface gráfica (médias, mínimos, máximos e totalizações);

- **Módulo de Software Servidor Celular/IP e rede Ethernet/IP:** software com interface gráfica para operador humano que permite o gerenciamento (monitoramento diagnóstico e configurações) dos enlaces de comunicação padrão Celular/IP (rede celular baseada em CDMA-1xRTT ou GPRS-GSM e Internet Protocol) e/ou padrão Ethernet/IP (IEEE 802.3 e IEEE 802.11) entre a CCS e até o máximo de cinquenta (50) unidades remotas. Além disso, o servidor irá permitir a leitura e publicação de dados pela Internet do supervisor através de página Internet.

#### **6.3.10.18.5. Instalação e Montagem da Telemetria com a transmissão de dados até a CCO do SAE**

O sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul deverá possuir dezesseis (16) macromedidores. Deste, dois (02) serão do tipo ultrassônico, três (03) serão do tipo eletromagnético de inserção e onze (11) serão do tipo Hidrômetro Woltmann. Assim, faz-se necessário o monitoramento destes via distância. Desta forma, serão necessárias seis (06) Estações remotas (ER's) e uma (01) Estação Central (EC), junto ao Centro de Controle de Operação (CCO) a serem monitorados no sistema de abastecimento.

- Todos os dados adquiridos nos macromedidores deverão ser enviados por período pré programado ou sempre que solicitado para o Centro de Controle de Operação (CCO), via rádio modem digital.

Assim as Estações Remotas (ER's) são compostas por um painel de automação com CLP com interfaces específicas para comunicação baseada em IP. Cada Estação Remota (ER) é composta de módulo de aquisição e processamento de sinais localmente e o módulo remoto de comunicação com os módulos centrais.

Cada módulo remoto deverá ser composto de no mínimo:

- Painel monobloco em chapa de aço tratada e pintura eletrostática;

- Grau de proteção IP- 54 ou melhor;
- Tamanho mínimo para comportar CLP, acessórios e 20% de espaço livre para expansões;
- Conjunto de ventilação forçada composto por: venezianas, filtros, grelhas, ventilador e exaustor;
- Fonte e conjunto de proteção para atender especificação da Norma NR-10;
- Iluminação interna com lâmpada fluorescente, e fim de curso para acendimento automático na abertura da porta;
- Placa de montagem removível;
- Acesso frontal com porta de abertura lateral;
- Terminais para aterramento na caixa, porta e placa de montagem;
- Chapa de fechamento do chão do painel.
- Controlador Lógico Programável (CLP) com Interface de Comunicação
- Entrada analógica: 4 (tensão ou corrente: 0 a 10 V ou 0 a 20 mA ou 4 a 20 mA);
- Saída analógica: 2 (tensão ou corrente: 0 a 10 V ou 0 a 20 mA);
- Entradas digitais: 20 (14 normais e 6 rápidas);
- Saídas digitais: 16 (14 normais e 2 rápidas para PTO, PWM, frequência ou saída ON/OFF);
- RTC: autonomia de 15 dias sem alimentação, resolução de 1s e erro máximo de 2s por dia;
- Display e teclado;
- Tensão de alimentação externa: 19 a 30 Vdc
- Isolação da fonte de alimentação ;
- Tempo de inicialização: 10 segundos;
- Normas atendidas: IEC 61131-3 2003;
- Interface de expansão padrão Modbus com portas mestre e escravo RS232 e RS485;
- Controlador/conversor Ethernet interno com pilha de protocolos UDP/IP e TCP/IP, e conector externo de rede;
- Controlador/conversor GSM/GPRS interno com conector para antena externa.

Para a transmissão de dados poderá ser utilizado o modo via rádio Modem Digital com uma estação Base Digital, conforme especificações abaixo:

**-Rádio Modem Digital ER-450 **

- Rádio Modem Digital Simplex, Semi-Duplex ou Full-Duplex;
- Taxas de transmissão reais de até 19,2 kpbs (4800 e 9600 bps);
- Potência de RF de 0,1 a 5 W (+/-37dBm), ajustável por software;
- Compatível com a maioria dos protocolos de dados padrões da industria, como, MODBUS, DNP-3, IEC 870, etc;
- Duas portas de dados independentes multiplexadas e configuráveis e porta de gerenciamento de sistema separada;
- Interface RS-232 assíncrona selecionável de 300 a 76,8 kbps;
- Tecnologia exclusiva anti-colisão C/DSMA integrada permite operação simultânea de polling e registro de alarmes espontâneos no mesmo sistema;
- Baixo consumo de potência com operação em modo “sleep”;
- Seguro contra obsolescência com firmware atualizável em campo em memória flash;
- Pacotes de dados simultâneos Multistream™ permite que vários dispositivos/protocolos de múltiplos fabricantes sejam transportados em uma única rede de rádio;
- Operação de repetição interna – operação de “store & forward” com buffer;
- Display de Status por LEDs multi-função no painel frontal;
- Faixa de Frequência de 380 a 520 MHz (várias sub-bandas disponíveis).

#### **-Estação Base Digital EB-450**

- Rádio, Modem e MUX de dados totalmente integrados;
- Taxas de transmissão reais de até 19,2 kpbs (4800 e 9600 bps);
- Potência de RF de 5 W (+/-37dBm);
- Duplexador interno (pequeno) ou externo opcional;
- Canal de Serviço Digital opcional;
- Entradas e Saída Digitais;
- 2 portas de dados independentes;
- 1 porta de sistema separada;
- Compatível com os seguintes padrões de protocolo MODBUS, DNP-3, IEC 870, etc;
- Interface RS-232 com taxa selecionável de 300 a 76,8Kbps;
- Multistream™ - Pacote de dados simultaneos;
- Sistema de colisão integrado C/DSMA;
- Frequência de operação 330-520MHz;
- Opções de Gerenciamento de Rede e Gerenciamento Remoto
-

Na Tabela 02 a seguir é apresentado o detalhamento do orçamento para Instalação e montagem da telemetria com a transmissão de dados até o CCS do SAE de Vargem Grande do Sul para uma Unidade Remota.

Tabela 06. Orçamento para instalação e montagem de Estação Remota (ER).

Atividade	Valor Unitário (R\$)
Módulo eletrônico de aquisição e processamento de sinais com Painel de Montagem Completo.	14.520,00
Rádio Modem Digital com transmissão de dados -Telemetria	5.980,00
Aterramento/Fonte/Cabeamento	3.220,00
Montagem e Start-Up	4.520,00
<b>TOTAL</b>	<b>28.240,00</b>

Tabela 07. Quantidade e custo da implantação da automação para controle e monitoramento do sistema de abastecimento de água.

Descrição	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Estações Remotas e Estação Central para transmissão de dados - Telemetria	unidade	11	28.240,00	310.640,00
<b>Total</b>				<b>310.640,00</b>

#### 6.3.10.19. Caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão

Para cada macromedidor de vazão está previsto a execução de uma caixa de alvenaria, onde for necessário, que terá a função de proteger e abrigar os equipamentos. Desta forma as caixas foram dimensionadas para abrigar macromedidores instalados em tubulações com diâmetros inferiores a 400 mm.

Na Tabela 08 são apresentados os custos para execução de uma caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão a serem instalados no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

Na seqüência é apresentado memorial descritivo para a execução das caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão, bem como o seu projeto de execução.

Tabela 08. Custos para execução de uma caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão instalados em tubulações com diâmetros inferiores a 400 mm..

Descrição	Und.	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
<b>Material:</b>				
Bloco de concreto (0,14x0,39x0,19)	und.	128	1,60	204,80
Ferro CA50 3/16"	br	1	9,50	9,50
Ferro CA50 5/16"	br	8	23,20	185,60
Ferro CA50 3/8"	br	2	31,70	63,40
Rolo de arame recozido	und	2	20,00	40,00
Tampa de Ferro Fundido com Trava	und.	1	400,00	400,00
Cimento	sc.	3	36,00	108,00
Brita nº 1	m <sup>3</sup>	0,5	70,00	35,00
Areia Grossa	m <sup>3</sup>	0,5	60,00	30,00
Asfalto	m <sup>2</sup>	4	45,01	180,04
<b>SUB-TOTAL (1)</b>				<b>1.256,34</b>
<b>Mão de obra:</b>				
Construção da Caixa	und.	1	950,68	950,68
Abertura da vala	und.	1	294,98	294,98
<b>SUB-TOTAL (2)</b>				<b>1.245,66</b>
<b>TOTAL</b>				<b>2.502,00</b>

### 6.3.10.19.1. Memorial Descritivo para Execução das Caixas para Abrigo dos Macromedidores.

As caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão deverão ser executadas com fundo em brita nº 01. O fechamento deverá ser em bloco de concreto com amarração nos cantos, respeitando-se a modulação da alvenaria e utilizando-se blocos inteiros (não é permitido o uso de pedaços de bloco). As alvenarias serão aprumadas e niveladas e a espessura das juntas, uniforme, não deverá ultrapassar 10 mm. As juntas entre os blocos deverão ser totalmente preenchidas com a massa de assentamento. A primeira fiada deverá ser ancorada ao piso por intermédio de barras de aço Ø 8mm dispostas a cada 40cm, concretadas juntamente com a base e grauteadas no interior dos blocos. Deverão ser previstos pilaretes armados e cintas armadas no interior da alvenaria. Os arremates entre a alvenaria e os tubos, deverão ser feitos com tijolo cerâmico comum 5x10x20 e preenchimento com argamassa. Todos os cantos deverão conter uma barra de aço Ø 8mm e ser preenchidos com groute.

Nas tampas de concreto armado das caixas, deverão ser colocados os tampões de ferro fundido com trava, contendo a identificação do tipo de instalação. Nas tampas das caixas deve-se tomar todas as precauções para evitar a penetração de águas pluviais. Para isso, ao executar a tampa, deverá ser feito um desnível de 2,00cm da borda do tampão de ferro fundido á borda da tampa de concreto. Para que seja garantida a perfeita vedação entre a tampa e a caixa, a tampa deverá ser concretada sobre a caixa já na posição definitiva.

As caixas deverão conter drenagem de fundo para não acumular água, perfurados com profundidade mínima de 2,00m e preenchidos com brita.

Os blocos de concreto serão de procedência conhecida e idônea, textura homogênea, compactos, suficientemente duros para o fim a que se destinam, isentos de fragmentos calcários ou outro qualquer corpo estranho, com dimensões de 14 x 19 x 39 cm.

Deverão apresentar as arestas vivas, faces planas e sem fendas, e dimensões perfeitamente regulares.

#### **6.3.10.20. Calibração e Aferição dos Macromedidores de Vazão**

Para cada macromedidor de vazão a ser instalado no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul deverá ser implantado uma Estação Pitométrica (EP) a montante do equipamento, visando realizar o ensaio de pitometria para obter dados de vazão para então calibrar e aferir os macromedidores. Esta atividade se torna de grande importância para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. Somente nas saídas dos poços tubulares profundos não haverá a necessidade de instalação das estações pitométricas devido o diâmetro das tubulações serem menores que Ø100mm.

Desta forma no projeto de macromedição de vazão está sendo previsto a implantação de estações pitométricas a sua montante para proceder a sua calibração e aferição. Deverá ser aproveitada a caixa de alvenaria para proteção dos macromedidores de vazão para também instalar as estações pitométricas. No desenho das caixas de proteção dos macromedidores é apresentado o local onde deverá ser instalada a estação pitométrica.

Na Tabela 09 é apresentado orçamento para construção das caixas de alvenaria que servirão de abrigo dos macromedidores de vazão, bem como o orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios pitométricos que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos.

Tabela 09. Orçamento para construção das caixas de alvenaria que servirão de abrigo dos macromedidores de vazão, bem como o orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios pitométricos que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos.

Descrição	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Implantação das estações pitométricas (EP)	EP	04	-	-
Ensaio com Pitometria e Medidor Ultrassônico para monitoramento dos parâmetros vazão e pressão	Ensaio	15	1.400,00	21.000,00
Aferição e calibração dos macromedidores	Medidor	15	700,00	10.500,00
Caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores	Caixa	12	2.502,00	30.024,00
<b>Total</b>				<b>61.524,00</b>

Obs: As estações pitométricas já foram instaladas neste Plano Diretor.

### 6.3.10.21. Resumo Geral dos Investimentos

A tabela 10 a seguir apresenta os valores totais dos Investimentos a ser implantado no Sistema de Abastecimento de Água de Vargem Grande do Sul no Projeto de Macromedição de Vazão e Sensores de Nível com transmissão de dados via Telemetria.

Tabela 11: Apresentação do resumo geral dos Investimentos.

DESCRIÇÃO	VALOR
Macromedição com medidores de vazão	R\$ 160.167,00
Macromedição com sensores de nível	R\$ 53.376,00
CCO com Estação Central e Estações Remotas com transmissão de dados via Telemetria	R\$ 310.640,00
Ensaio Pitométricos para aferição e calibração dos medidores de vazão	R\$ 31.500,00
Caixas de Proteção dos medidores de vazão.	R\$ 30.024,00
<b>TOTAL:</b>	<b>R\$ 585.707,00</b>



#### 6.4. Procedimentos para Elaboração dos Índices de Perdas Setoriais e Global

Consideram-se como perdas de água nos sistemas de abastecimento os volumes não contabilizados pelos órgãos gestores. Esses volumes englobam tanto as perdas físicas, que representam a parcela não consumida (vazamentos no sistema e lavagem de filtros), como as perdas não físicas, que correspondem à água consumida e não registrada (ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou subdimensionados, fraudes em hidrômetros e outras).

A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de produção – mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros. Já a redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços.

As perdas é um dos fatores que mais contribui para o comprometimento do abastecimento de água potável no setor de saneamento. A busca da diminuição deste fator é uma variável estratégica tanto para as empresas públicas que prestam este serviço como para o setor privado que deseja atuar nesta área, pois os custos e investimentos necessários para a ampliação da produção e distribuição de água tratada são elevadíssimos.

Para tanto, a elaboração e a implantação de um Plano Diretor de Combate a Perdas Totais de Água é uma das premissas básicas para atingir o objetivo de reduzir as perdas de água, pois além de demonstrar um quadro fidedigno da situação atual, nortearia também todas as ações necessárias à redução contínua e permanente das perdas totais dentro das empresas que prestam serviços de abastecimento de água.

No Estado de São Paulo a primeira iniciativa de que se tem notícia para controlar perdas ocorreu em fins da década dos 60. Na ocasião, era grande o déficit de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e as obras em curso, de construção do Sistema Cantareira, demandariam ainda alguns anos para suprir a demanda reprimida. Assim, foram concentrados esforços no sentido de ser desenvolvido um programa de controle de perdas. Como na época não se dispunha no Brasil de qualquer experiência no assunto, foi contratada a Pitometer Associates para ministrar treinamento em técnicas de medição e de detecção de vazamentos (na época, mesmo no exterior, o conceito de "perdas" ainda se limitava às perdas físicas) aos técnicos aqui presentes.

Assim, a partir de 1973 teve início a implantação de Distritos Pitométricos para avaliação de perdas através da análise das vazões mínimas noturnas e também foram desenvolvidas outras

atividades visando diagnosticar causas de perdas, que se mostraram de grande valia para o Programa de Redução de Perdas que se iniciou em 1977. Assim com essas tomadas de decisões conseguiu atingir em 1983 o índice de perdas igual a 20%, o qual era igual a 38% em 1977.

Na seqüência são apresentados alguns procedimentos realizados pela SABESP para reduzir as perdas de água no correspondente período:

- implantação de um novo sistema de cadastramento de usuários, faturamento e arrecadação, com rígido acompanhamento dos serviços de campo reduzindo as perdas devido a fraudes em ligações;

- instalação de equipamentos hidráulicos que facilitam o desempenho dos operadores do sistema de abastecimento de água. Um exemplo é o da Estação Elevatória de Barão de Capanema na qual foram observados extravasamentos instantâneos de até 1,0 m<sup>3</sup>/s na câmara de sucção da Estação pelo fato do operador não conseguir fechar a tempo o registro de gaveta manual de entrada da câmara, quando bombas eram desligadas no período noturno. Este problema foi corrigido com a instalação de válvula borboleta, de mais fácil acionamento e posteriormente minimizados com a implantação de válvulas telecomandadas;

- a avaliação das perdas causadas por vazamentos foi baseada em medições realizadas em Distritos Pitométricos antes e após a realização de campanhas de pesquisas de vazamentos, sendo imediatamente desencadeadas ações para eliminar as perdas diagnosticadas. ;

- foi instalado o serviço de atendimento telefônico 195, o qual facilitava o recebimento de informações sobre vazamentos visíveis visto pela população;

- foram criadas as mini-turmas de três elementos para execução de serviços de pequena monta e criado o turno intermediário com início às 14:00 h para dar atendimento às reclamações comunicadas no período da manhã. A frota de veículos disponível para manutenção sofreu também adequações e ampliação, sendo dotados de radio comunicação;

- foram realizadas campanhas de conscientização da população incentivando a comunicação de vazamentos e do publico interno para aumentar sua eficiência;

- os medidores de grande porte já instalados passaram a ser acompanhados mensalmente quanto à adequação da capacidade ao consumo e substituídos quando super ou sub dimensionados. Em consequência mais da metade dos medidores de grande capacidade foram retirados da rede, substituídos por outros de menor capacidade. Foi também instituído um programa de aferição *in situ*, por métodos pitométricos, dos hidrômetros instalados em ligações de diâmetro igual ou superior a 75 mm.

Os resultados positivos que se vinha obtendo quanto ao controle das perdas desde a implantação do Programa de Redução e Controle das Perdas de Água, sofreram uma reversão a partir de 1985. Marcante é o período 91/94, quando o índice traduz o resultado da paralisação ou não execução (no quinquênio 86/90) de ações vitais identificadas como prioritárias para manter as perdas sob controle concomitantemente com o fim dos rodízios e a introdução de maior volume de água (acréscimos de produção) em um sistema altamente prejudicado em decorrência dos cortes no abastecimento nos setores onde havia falta de água. Assim, os índices de perdas de água voltaram a crescer atingindo 44% em 1995.

O índice de perdas na RMSP atualmente é da ordem de 44%. A situação pode ser ainda mais grave se for considerada a falta de confiabilidade nos volumes micromedidos e faturados utilizados para o cálculo dos índices, uma vez que esses volumes são aqueles referentes à emissão de contas.

Este fato mostra claramente que um Programa de Redução e Controle das Perdas de Água precisa sempre estar em manutenção, envolvendo basicamente 4 tipos de ações, sendo estas:

- medidas preventivas, visando evitar a ocorrência de perdas, especialmente vazamentos, atuando sobre suas causas potenciais: critérios de projeto que contemplam equipamentos de controle de pressão, especificações para materiais, especificações para manutenção de equipamentos, etc;

- detecção de vazamentos, abrangendo basicamente dois aspectos: a medição e a prospecção;

- ações corretivas, através de normas e procedimentos de manutenção de redes, dimensionamento adequado de medidores de acordo com o consumo do usuário e a qualidade da água, otimização de consumos operacionais em lavagem de reservatórios, limpezas e desinfecção de redes, descargas sanitárias, etc; e

- otimização de sistema comercial com a redução das ligações clandestinas, manutenção dos hidrômetros, controle absoluto de áreas, faturamento adequado dos grandes consumidores, etc.

#### **6.4.1. Indicadores de Perdas de Água no Sistema de Abastecimento**

Os indicadores de perdas de água são organizados em três categorias: básicos, intermediários e avançados. São básicos os indicadores percentuais de água não contabilizada e água não faturada, reconhecendo-se – nesse nível – a limitação relativa à impossibilidade de apuração em separado das perdas físicas. No nível intermediário essa separação é exigida e a partir dela se constroem indicadores de desempenho hídrico do sistema abrangendo todos os subsistemas, e indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais. No nível avançado

são incluídos os indicadores e fatores de ponderação relativos à pressão na rede, reconhecendo-se ser falha a comparação entre serviços que não pondere as diferenças referentes à pressão.

Para o estudo de indicadores de desempenho do sistema de abastecimento torna-se necessário o conhecimento das seguintes definições:

- Volume disponibilizado (VD): soma algébrica dos volumes produzido, exportado e importado, disponibilizado para distribuição no sistema de abastecimento considerado;

- Volume produzido (VP): Volumes efluentes da(s) ETA ou unidade(s) de tratamento simplificado no sistema de abastecimento considerado;

- Volume importado (Vim): Volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, recebidos de outras áreas de serviço e/ou de outros agentes produtores; e

- Volume exportado (VEx): volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, transferidos para outras áreas de serviço e/ou para outros agentes distribuidores.

- Volume utilizado (VU): soma dos volumes micromedidos, estimado, recuperado, operacional e especial:

- Volume micromedido (Vm): volumes registrados nas ligações providas de medidores;

- Volume estimado (VE): correspondente à projeção de consumo a partir dos volumes micromedidos em áreas com as mesmas características da estimada, para as mesma categorias de usuários;

- Volume recuperado (VR): correspondente à neutralização de ligações clandestinas e fraudes;

- Volume operacional (VO): volumes utilizados em testes de estanqueidade e desinfecção das redes (adutoras, subadutoras e distribuição);

- Volume especial (VEs): volumes (preferencialmente medidos) destinados para corpo de bombeiros, caminhões-pipa, suprimentos sociais (favelas, chafarizes) e uso próprio nas edificações do prestador de serviços.

- Volume faturado (VF): Todos os volumes de água medida, presumida, estimada, contratada, mínima ou informada, faturados pelo sistema comercial do prestador de serviços;

- Número de ligações ativas (LA): providas ou não de hidrômetro, correspondem à quantidade de ligações que contribuem para o faturamento mensal;

- Número de ligações ativas micromedidas (Lm): ligações ativas providas de medidores;

- Extensão parcial da rede (EP): extensão de adutoras, subadutoras e redes de distribuição, não contabilizados os ramais prediais;

- Extensão total da rede (ET): extensão total de adutoras, subadutoras, redes de distribuição e ramais prediais; e
- Número de dias (ND): Quantidade de dias correspondente aos volumes trabalhados.

#### 6.4.1.1. Indicadores Básicos de Desempenho

Os indicadores básicos de desempenho mais utilizados são:

- Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC);
- Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF);
- Índice Linear Bruto de Perda (ILB); e
- Índice de Perda por Ligação (IPL).

##### 6.4.1.1.1. Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC)

Relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado pela equação:

$$IPD = \frac{VD - VU}{VD} \cdot 100 \quad (1)$$

VD = volume disponibilizado; e

VU = volume utilizado.

##### 6.4.1.1.2. Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF)

Relaciona a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado pela equação:

$$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \cdot 100 \quad (2)$$

VD = volume disponibilizado; e

VF = volume faturado.

##### 6.4.1.1.3. Índice Linear Bruto de Perda (ILB)

Relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e o volume utilizado à extensão parcial da rede pela equação:

$$ILB = \frac{VD - VU}{EP \cdot ND} \cdot 100 \quad (3)$$

- VD = volume disponibilizado;  
VU = volume utilizado;  
EP = extensão parcial da rede; e  
ND = número de dias.

#### 6.4.1.1.4. Índice de Perda por Ligações (IPL)

Relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e o volume utilizado ao número de ligações ativas.

$$IPL = \frac{VD - VU}{LA \cdot ND} \cdot 100 \quad (4)$$

- VD = volume disponibilizado;  
VU = volume utilizado;  
LA = número de ligações ativas; e  
ND = número de dias.

#### 6.4.1.2. Indicadores Intermediários e Avançados

São considerados indicadores intermediários aqueles que, para sua obtenção, necessitam de informações específicas mais refinadas do que as utilizadas na construção dos indicadores básicos. Eles dizem respeito a um isolamento das perdas físicas e refinamento de sua localização específica no sistema.

São considerados indicadores avançados aqueles que, adicionalmente aos atributos dos indicadores básicos, envolvem um considerável esforço de monitoramento e controle operacional dos sistemas. É importante que se criem condições para sua apuração entre os serviços brasileiros, mas reconhece-se que, de imediato, não seriam praticáveis para o maior parte deles.

Entre os principais indicadores intermediários destacam-se:

- Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais
  - Índice de Perda Física na Distribuição (PFD); e
  - Índice Linear de Perda Física (ILF).

- Indicadores de desempenho hídrico do sistema
  - Índice de Perda Física na Produção (PFP);
  - Índice de Perda Física na Adução (PFA);
  - Índice de Perda Física no Tratamento (PTR); e
  - Índice Total de Perda Física (TPF).

Com relação aos indicadores avançados destaca-se:

- Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP).

#### 6.4.1.2.1. Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais

##### 6.4.1.2.1.1. Índice de Perda Física na Distribuição (PFD)

Relaciona o volume fisicamente utilizado (VFU) com o volume disponibilizado (VD).

$$PFD = \frac{VD - VFU}{VD} \cdot 100 \quad (5)$$

VD = volume disponibilizado; e

VFU = volume fisicamente utilizado.

A informação mais estrita de volume utilizado vai incorporar os fatores efetivamente apurados de desvios sistemáticos de micromedição (km) e macromedição (KM), inicialmente igualados a 1, assim como os fatores estatísticos de confiabilidade aplicados sobre os consumos estimados. Para este indicador, as flutuações de km e KM, assim como os desvios estatisticamente admissíveis nos intervalos de confiança de estimativas de consumo, devem ser registradas de forma algébrica e associadas a suas faixas positivas e negativas de variação, e não mais em módulo. Isso faz com que, aplicadas as variações cabíveis, o volume fisicamente utilizado seja uma função do volume utilizado da forma:

$$VFU = VU + \delta m + \delta M \pm \delta E \quad (6)$$

VU = volume utilizado;

- $\delta m$  = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de micromedição;  
 $\delta M$  = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de macromedição; e  
 $\delta E$  = Desvios estatisticamente fixados de consumo estimado.

#### 6.4.1.2.1.2. Índice Linear de Perda Física (ILF)

Relaciona a diferença entre volume disponibilizado e volume fisicamente utilizado distribuído pela extensão total da rede.

$$ILF = \frac{VD - VFU}{ET \cdot ND} \quad (7)$$

- VD = volume disponibilizado;  
VFU = volume fisicamente utilizado;  
ET = extensão total da rede; e  
ND = número de dias.

#### 6.4.1.2.1.3. Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP) – indicador avançado

A efetiva comparação de desempenho entre serviços, mediante indicadores de perda física por extensão de rede, como o ILF, apenas será equilibrada se levadas em consideração as diferentes pressões de serviço nas redes consideradas. De maneira geral não se deve comparar as perdas lineares entre dois sistemas com grandes diferenças de pressões e daí inferir-se qualquer indicação de eficiência operacional. Os serviços que trabalham em condições de maior pressão tendem a ter maiores perdas volumétricas por extensão de rede que os que trabalham em regime de pressões menores, sem que os primeiros sejam necessariamente menos eficientes. A consideração dos efeitos da pressão pode ser feita de duas maneiras, tendo em vista a comparação entre serviços: (i) mediante a fixação de parâmetros de ILF por faixas de pressão, ou (ii) pelo estabelecimento de fatores de ponderação que tornem o ILF relativo, na forma de um Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP).

O segundo procedimento consiste em aplicar para cada setor de pressão um fator de ponderação do Índice Linear de Perda Física, de maneira a se obter um Índice Ponderado de Perda Física, da forma:



$$ILP = \frac{ILF_a \cdot \varphi_a \cdot VD_a + ILF_b \cdot \varphi_b \cdot VD_b + \dots + ILF_n \cdot \varphi_n \cdot VD_n}{VD_a + VD_b + \dots + VD_n} \cdot 100 \quad (8)$$

$ILF_n$  = índice linear de perda física no setor n;

$\varphi_n$  = fator de ponderação de pressão do setor n; e

$VD_n$  = volume disponível para distribuição no setor n.

O estabelecimento de referências de fatores de ponderação ainda deve ser melhor discutido pelas entidades representativas dos prestadores de serviços, tendo em vista a adotar parâmetros que efetivamente reflitam a realidade brasileira. Hoje não se dispõe, ainda, de um levantamento sistemático de pressões associadas a perdas físicas, que permita a construção desses fatores. Por isso, este é considerado um indicador avançado a ser adotado com parâmetro de desempenho apenas quando se detenham informações operacionais suficientes.

#### 6.4.1.2.2. Indicadores de desempenho hídrico do sistema

Os indicadores de desempenho hídrico do sistema são aqueles que dizem respeito ao aproveitamento de água bruta e à eficiência das estações de tratamento. Sua consolidação com indicadores de desempenho na distribuição pode dar uma idéia do conjunto das perdas de todo o sistema, em uma aproximação de seu desempenho hídrico geral. Estes indicadores são considerados intermediários não tanto pela complexidade de cada um, mas pela necessidade de que sejam associados à indicadores de perdas estritamente físicas.

Inicialmente propõe-se um Índice de Perda Física na Produção que incorpora captação e adução de água bruta e tratamento, tendo em vista as possíveis dificuldades em se estabelecer medições separadas nos diferentes subsistemas. Este indicador depende apenas de uma medição, na saída da captação, além daquela de volume produzido, na saída da ETA ou unidade de tratamento simplificado.

##### 6.4.1.2.2.1. Índice de Perda Física na Produção (PFP)

Este índice leva em conta, conjuntamente, as perdas físicas na adução de água bruta e no tratamento.

$$PFP = \frac{VC - VP}{VC} \cdot 100 \quad (9)$$

VC = volume captado; e

VP = volume efluente da ETA.

#### 6.4.1.2.2.2. Índice de Perda Física na Adução (PFA)

É um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção e a este não pode ser somado. Resulta da relação entre o volume captado (VC) e o volume aduzido (VA) afluyente a ETA ou unidade de tratamento simplificado.

$$PFP = \frac{VC - VA}{VC} \cdot 100 \quad (10)$$

VC = volume captado; e

VA = volume aduzido afluyente a ETA.

#### 6.4.1.2.2.3. Índice de Perda Física no Tratamento (PTR)

A exemplo do anterior, é também um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção e por isso não pode ser somado àquele. Resulta de uma relação entre os dados observados de volume aduzido (VA – volume afluyente a ETA) e volume produzido (VP – volume efluente da ETA).

$$PTR = \frac{VA - VP}{VA} \cdot 100 \quad (11)$$

VA = volume aduzido; e

VP = volume produzido.

#### 6.4.1.2.2.4. Índice Total de Perda Física (TPF)

Será indiretamente composto pelas perdas físicas parcialmente apuradas nos subsistemas de produção e distribuição. Contudo, como estas são calculadas a partir de diferentes parâmetros, não é possível simplesmente soma-las. Será uma função do volume captado (VC), mais o volume

importado (VIm), menos o volume exportado (VEx), em relação ao volume fisicamente utilizado (VFU) no sistema.

$$TPF = \frac{(VC + VIm - VEx) - VFU}{VC + VIm - VEx} \cdot 100 \quad (12)$$

#### 6.4.2. Melhorias Operacionais e Aumento de Confiabilidade dos Indicadores

A confiabilidade dos indicadores básicos e a capacitação para produzir indicadores intermediários e avançados dependem de uma série de avanços operacionais que permitam ao gestor do serviço de saneamento avaliar com clareza para onde e em que quantidade é destinada a água, em cada segmento do processo de produção e distribuição. As necessidades específicas de monitoramento já foram apontadas anteriormente. A seguir são reproduzidos itens recomendados como medidas para a maior confiabilidade das informações operacionais, as quais se aplicam à realidade atual da maioria dos serviços brasileiros. Esses itens devem ser assumidos como linhas de ação para apoio e assistência técnica em seus planos regionais e locais:

- buscar a qualidade da macro e micromedição como forma de proporcionar valores próximos da realidade;
- implantar rotinas ágeis e precisas de cálculo e análise dos indicadores, com a informatização dos processos de trabalho;
- compatibilizar períodos de macro e microleitura;
- dispor de equipe dedicada, monitorando e analisando a situação, e acionando as demais áreas da empresa em atividades de redução de perdas de água/faturamento;
- ter 100% de macromedição permanente dos volumes de água bruta e disponibilizada para distribuição;
- garantir o isolamento das áreas de influência dos macromedidores;
- dispor de medidores de boa qualidade e resolução, adequadamente dimensionados, instalados e aferidos, com manutenção preventiva e corretiva;
- assegurar a confiabilidade nos processos de leitura dos macromedidores, incluindo a consistência dos valores apurados;
- buscar a hidrometração de toda a água consumida;
- garantir a confiabilidade nos processos de leitura dos hidrômetros por meio de microcoletores, incluindo rotina de análise do volume apurado com base no índice de variação de consumo dos períodos anteriores;

- implementar política de combate à clandestinidade (furto de água e violação de medidores);
- manter as informações dos bancos de dados sempre atualizados e coerentes com a realidade; e
- estabelecer rotinas de manutenção corretiva e preventiva, englobando a troca de hidrômetros quebrados, violados, embaçados e parados, ou com idade vencida.

### 6.4.3. Estudo dos Indicadores de Perdas Global no sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul

#### 6.4.3.1. Dados referentes ao ano 2008

Na seqüência são apresentados os dados coletados junto ao Sistema de Informação sobre o Saneamento (SNIS) para o ano de 2008, referente ao sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

- Volume Produzido em 2008 = 2.945.000 m<sup>3</sup>/ano;
- Volume micromedido em 2008 = 1.598.000 m<sup>3</sup>/ano.
- Volume faturado em 2008 = 2.193.000 m<sup>3</sup>/ano.
- População: 36.437 habitantes
- Comprimento de rede: 150 km
- Número de ligações: 12.426 ligações

Assim, na Tabela 32 são apresentados os índices de perdas estimados para o sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul.

Tabela 32. Valores dos índices de perdas estimados para o município de Vargem Grande do Sul.

Índice de Perda	Valor (unidade)
IPD	45,9 %
IPF	25,8 %
IPL	0,30 m <sup>3</sup> /lig.dia
ILF	24,8 m <sup>3</sup> /km.dia

em que: Índice de Perda na Distribuição (IPD), Índice de Perda de Faturamento (IPF), Índice de Perda por Ligação (IPL) e Índice Linear de Perda Física (ILF).

## 6.4.4. Gerenciamento das Perdas Físicas

### 6.4.4.1. Esquema Geral

O efetivo controle de perdas físicas é feito através de quatro atividades:

- gerenciamento de pressão;
- controle ativo de vazamentos;
- velocidade e qualidade dos reparos; e
- gerenciamento da infra-estrutura.

O gerenciamento de pressões procura minimizar as pressões do sistema e o tempo de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores. Estes objetivos são atingidos pela setorização dos sistemas de distribuição, pelo controle de bombeamento direto na rede (“boosters”) ou pela instalação de válvulas redutoras de pressão (VRPs).

O Controle Ativo de vazamentos se opõe ao Controle Passivo, que é, basicamente, a atividade de reparar os vazamentos apenas quando se tornam visíveis. A metodologia mais utilizada no controle ativo de vazamentos é a pesquisa de vazamentos não visíveis, realizada através de métodos acústicos de detecção de vazamentos, ou seja, quanto maior for a frequência da pesquisa, maior será a taxa de volume anual recuperado. Uma análise de custo-benefício pode definir a melhor frequência de pesquisa a ser realizada em cada área.

Com o conhecimento da existência de um vazamento, o tempo gasto para sua efetiva localização e seu estancamento é um ponto chave do gerenciamento de perdas físicas. Entretanto, é importante assegurar que o reparo seja bem realizado. Um serviço de má qualidade resultará em uma reincidência do vazamento, horas ou dias após a repressurização da rede de distribuição.

A prática das três atividades mencionadas anteriormente já traz melhorias à infra-estrutura. Portanto, a substituição de trechos de rede deve ser executada após a realização dessas atividades, caso ainda se detectar índices de perdas elevados na área, pois o remanejamento de tubulações é oneroso.

Na Figura 51 o tamanho do retângulo representa o volume de perdas físicas de um sistema de distribuição num ano, e que está sendo mantido aquele volume pela combinação das quatro atividades mencionadas. Se há um relaxamento de uma dessas atividades, as dimensões do retângulo irão aumentar naquela direção. Inversamente, se o volume de perdas precisa ser reduzido,

é necessário incrementar os esforços e o custo anual de uma ou mais atividades a fim de se reduzir as dimensões do retângulo.

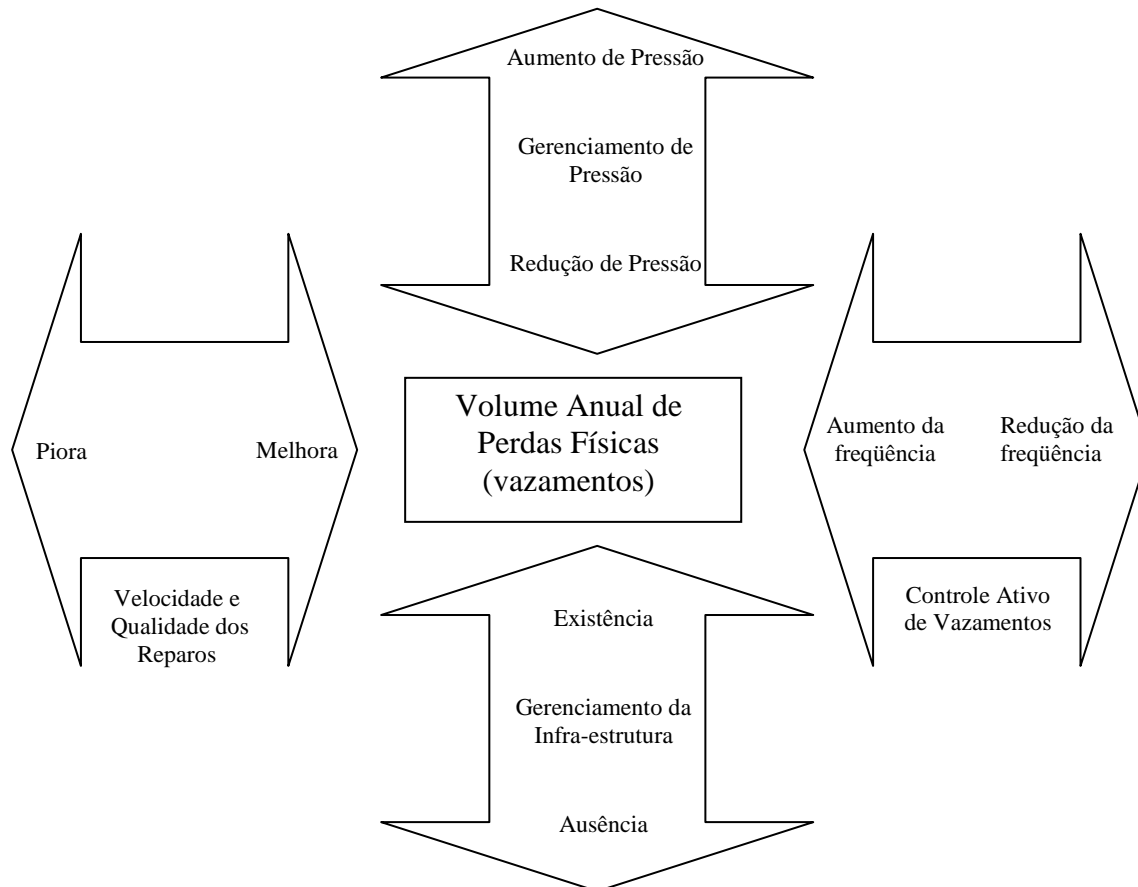


Figura 51. Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas.

#### 6.4.4.2. Áreas de Controle

A existência de porções bem definidas da rede de distribuição de água é fundamental para o desenvolvimento dos trabalhos de detecção de vazamentos, principalmente para a avaliação dos resultados e controle geral do processo.

A rede de distribuição é dividida em setores de abastecimento e zonas de pressão, que são delimitadas pelo fechamento de registros em pontos determinados. Além dessa divisão, é possível e recomendável definir áreas ainda menores, denominadas Distritos Pitométricos, também perfeitamente estanques, onde se mede a vazão de entrada e, a partir dos dados obtidos, são feitas análises relativas às perdas físicas.

Assim, as perdas setoriais serão possíveis de serem monitoradas após a real implantação dos setores de abastecimento bem como os medidores de vazão a serem instalados na entrada de cada

setor. Desta forma, a hidrometria irá compatibilizar os hidrômetros situados no referido setor para comparar com a macromedição, indicando um índice de perda para o respectivo setor.

Uma vez implantado a estrutura para obtenção das perdas setoriais deve-se calcular os índices de perdas (descritos anteriormente) para cada setor em períodos mensais.

A seguir serão feitas considerações mais detalhadas sobre essas Áreas de Controle.

#### **6.4.4.2.1. Setores e Zonas de Pressão**

Cada setor de abastecimento é definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (apoado, semi-enterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar as pressões da rede. O abastecimento de rede por derivação direta de adutora ou por recalque com bomba de rotação fixa é condenável, pois o controle de pressões torna-se praticamente impossível diante das grandes oscilações de pressão decorrentes de tal situação.

Na setorização clássica, em geral, é necessária a existência de um reservatório elevado, cuja principal função é condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (principal). Nesse caso, tem-se o setor dividido em zonas de pressão, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem a limites prefixados. Segundo a Norma Técnica NBR 12218/1994 a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa (50 mca), e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa (10 mca). Valores fora dessa faixa podem ser aceitos desde que justificados técnica e economicamente.

Tubulações utilizadas no abastecimento de água, devem suportar uma pressão mínima de 1.000 kPa (100 mca).

Na implantação de um sistema de abastecimento, pela setorização clássica, a definição das zonas de pressão é feita tomando como base a limitação da pressão estática máxima em 50 mca no ponto mais baixo da zona de pressão, e a limitação da pressão dinâmica mínima em 10 mca no ponto crítico da zona de pressão. O ponto crítico é aquele, dentro da zona de pressão, onde se verifica a menor pressão dinâmica, isto é, o ponto mais elevado ou mais distante em relação ao referencial de pressão (reservatório, boosters ou VRP). Com o passar do tempo, o ponto crítico pode se deslocar devido ao aumento de rugosidade em função da idade da tubulação, tendendo a se localizar inicialmente no ponto mais alto da zona de pressão e, futuramente, nos pontos mais distantes em relação ao referencial de pressão. Ele é utilizado para se estimar o potencial de redução de pressão da área, além de ser um ponto de controle de abastecimento. A mínima pressão aceitável neste ponto pode variar entre as companhias de saneamento. Entretanto, em muitas áreas, a pressão

mínima das redes de distribuição, de 10 a 15 mca de carga, manterá o abastecimento de forma satisfatória.

#### **6.4.4.2.2. Distritos Pitométricos**

Entende-se por Distrito Pitométrico (DP) a área perfeitamente delimitada, por meio de fechamento de registros, ou naturalmente por acidentes geográficos, avenidas, linhas férreas, ou outros, cuja fonte de alimentação é conhecida e mensurável por meio de processos pitométricos.

A implantação de DPs, além de apresentar benefícios diretos, tais como a indicação de vazamentos não-visíveis e de ligações clandestinas, gera benefícios indiretos, como manutenção preventiva de peças especiais (registros, hidrantes etc.), melhor adequação da rede, permitindo o isolamento de pequenas áreas para serviços de reparos, maior flexibilidade nos fluxos d' água, advinda das interligações para eliminação de pontos mortos, e levantamentos sistemáticos de dados operacionais e de projeto (vazões e pressões).

O tamanho de um DP deve levar em conta os seguintes fatores:

- Homogeneidade do consumo: tanto quanto possível, o DP deve conter consumidores da mesma classe (residencial, comercial ou industrial);
- Linha de alimentação: a dimensão da linha ou linhas de alimentação do DP deve ser suficiente para abastecer a área sem problemas e ter velocidades de água compatíveis com os limites de precisão dos aparelhos de medição de vazão;
- Fechamento de registros: a quantidade de registros a serem fechados para isolar o DP não deve ser maior do que vinte (20);
- Número de ligações: é recomendável um número entre 1.000 ligações e 3.000 ligações, pelas dificuldades de análise das medições das vazões mínimas noturnas; e
- Extensão: deve ser tal que o tempo de preparação do DP não seja maior que o tempo que se gastaria para pesquisá-lo acusticamente. É recomendável que a extensão total da rede não ultrapasse 25 km;

Quanto a quantidade de pontos de medição de um DP é preferível ter apenas uma linha alimentadora, bastando para medição global a instalação de uma única Estação Pitométrica (EP), que deve se localizar a uma distância equivalente a 10 diâmetros a montante e a 20 diâmetros a jusante de qualquer singularidade na tubulação (curvas, válvulas, etc).



É possível, contudo, que o Distrito Pitométrico seja servido por mais de uma linha de alimentação ou que uma de suas linhas esteja abastecendo outro Distrito. Nesses casos devem estar previstas tantas Estações Pitométricas quantas forem necessárias, para que através de medições simultâneas de vazão, se obtenha o hidrograma de consumo na área em questão.

#### **6.4.5. Parâmetros Básicos de Controle das Perdas de Água**

##### **6.4.5.1. Nível Mínimo de Vazamentos**

É impossível reduzir a zero o número de vazamentos na rede de distribuição, seja por limitações tecnológicas dos equipamentos de detecção, seja por razões econômicas, envolvendo os custos requeridos para se ter tal estrutura funcional na empresa em contrapartida aos benefícios auferidos.

O nível mínimo de vazamentos aceitável agrega os vários pontos de fuga que são muito pequenos para serem descobertos pelos métodos usuais de detecção, geralmente ocorrendo nas juntas nas redes ou nos ramais prediais. Este número engloba, portanto, o conceito de “Vazamentos Inerentes”, ou seja, são os vazamentos não-visíveis não detectáveis através dos equipamentos de pesquisa atualmente disponíveis (vazões muito baixas, que ocorrem geralmente nas juntas e nos estágios iniciais dos processos de corrosão). A este número deve ser somado um volume relativo ao tempo mínimo para o conserto dos vazamentos visíveis e um volume relativo ao tempo aceitável para a detecção e conserto dos vazamentos não-visíveis.

Estudos recentes procuram definir um padrão universalmente aceito para o nível mínimo de vazamentos entre distintas áreas ou companhias de saneamento, que apresentam diferentes densidades de ligações, comprimentos e materiais dos tubos, pressões de operação e outras condições de infra-estrutura. Este nível mínimo aceitável denomina-se “Perda Inevitável”.

##### **6.4.5.2. Vazão Mínima Noturna**

Em sistemas de abastecimento de água, as vazões consumidas pelos clientes variam ao longo do dia (e também ao longo dos meses, em função da sazonalidade). Geralmente o pico de consumo se dá entre 12h00 e 14h00, caindo gradativamente até atingir o consumo mínimo entre 3h00 e 4h00 da madrugada.

Nos horários onde ocorre a vazão mínima, há evidentemente uma correspondência com as atividades humanas que demandam água: os consumos residenciais são muito pequenos, as atividades comerciais e públicas estão paralisadas e uma grande parte das indústrias também não está funcionando. É justamente nessa hora onde se pode ter uma boa avaliação das vazões que escapam pelos vazamentos na rede de distribuição. Tais vazamentos, portanto, nesses horários, englobam parcela significativa das vazões medidas.

A análise da Vazão Mínima Noturna constitui-se em uma das ferramentas mais utilizadas para a avaliação das perdas físicas, desde que se atente para:

- A correta definição do ponto de medição;
- O emprego adequado dos equipamentos de medição;
- A segurança quanto à estanqueidade da área de análise;
- O conhecimento (medido e estimado) dos consumos próprios da área no instante da vazão mínima noturna (indústria, principalmente).

#### 6.4.5.3. Pressão Média Noturna

O conhecimento das pressões reinantes na área de estudo no instante em que ocorre a Vazão Mínima Noturna agrega outra ferramenta para se planejar e avaliar os vazamentos e as formas de combatê-los.

É aconselhável que os estudos adotem um ponto específico da rede (representativo da pressão média noturna) para controle da performance do sistema (medições de pressão). Um outro ponto de controle a ser adotado é o Ponto Crítico, que é aquele mais distante do referencial de pressão ou de maior cota, onde ocorre a menor pressão dinâmica. É muito importante nos programas de controle de pressão, pois é um indicador do potencial de pressão a ser reduzida.

#### 6.4.5.4. Fator de Pesquisa

Fator de Pesquisa (FP) é a relação entre a vazão mínima noturna de um DP e a sua vazão média, dada em porcentagem:

$$FP = \frac{Q_{\text{mínima-noturna}}}{Q_{\text{média}}} \times 100(\%)$$

O Fator de Pesquisa é um parâmetro que dá indicações fortes sobre a existência de vazamentos na área. Valores altos significam grande potencial de retorno nos trabalhos de pesquisa acústica para detecção dos vazamentos e valores baixos indicam comportamento das vazões que não exige a continuidade dos estudos e nem a pesquisa acústica subsequente.

#### **6.4.6. Análise Econômica**

A atividade de combate aos vazamentos na rede de distribuição de água é uma intervenção operacional que envolve custos em várias etapas do processo. O levantamento e a apropriação desses custos serão importantes para a análise econômica do controle de perdas que será conduzido para a região em estudo.

As principais variáveis que devem compor os levantamentos são:

- custos unitários referentes ao apontamento dos vazamentos visíveis através do sistema de atendimento telefônico;
- custos referentes aos trabalhos de detecção de vazamentos não visíveis (mão de obra, equipamentos, materiais, administração, etc.);
- custos referentes ao reparo dos vazamentos (mão de obra, equipamentos, materiais, administração, etc.);
- custos relativo ao valor da água perdida (ou recuperada) nos vazamentos.

Os custos variam de local para local, dependendo das condições de mercado e da tecnologia dos prestadores de serviço e das características do sistema de abastecimento (taxa de surgimento de vazamentos, disponibilidade hídricas etc.).

Através da análise econômica relativa aos vazamentos é possível determinar o nível aceitável de vazamentos na rede, que é definido como sendo o nível a partir do qual os custos adicionais para incrementar a detecção de vazamentos superam os custos adicionais para aumentar a produção de água. Em outras palavras, quanto menos e menores vazamentos a rede apresentar, mais difícil e cara será a sua detecção, o que pode não compensar, em comparação com os gastos com a produção de água tratada.

Simplificando, a equação básica para definir o nível econômico de perdas por vazamentos na rede é a seguinte:

$$\text{Vol. Perdido no Vazam.} \times \text{Custo Unit. Prod. \u00c1gua} = \text{Custo (Pesquisa do Vazam. + Reparo do Vazam.)}$$

Da mesma forma, a an\u00e1lise econ\u00f4mica pode indicar a frequ\u00eancia ideal de pesquisas para a detec\u00e7\u00e3o de vazamentos. Ciclos maiores significam menores despesas anuais com atividades de preven\u00e7\u00e3o de vazamentos, mas com maiores perdas de \u00e1gua pelos vazamentos. Menores ciclos requerem maiores despesas e menores perdas de \u00e1gua.

A aplica\u00e7\u00e3o da an\u00e1lise benef\u00edcio-custo na abordagem econ\u00f4mica \u00e9 conveniente para verificar o per\u00edodo de retorno dos investimentos feitos para detectar e corrigir os vazamentos, em contrapartida aos custos de produ\u00e7\u00e3o da \u00e1gua que foi recuperada ao se estancar as perdas. \u00c9 uma ferramenta \u00fatil para planejamento e avalia\u00e7\u00e3o das atividades de detec\u00e7\u00e3o.

## **6.5. Programa\u00e7\u00e3o dos servi\u00e7os de pesquisa de vazamentos**

### **6.5.1. Introdu\u00e7\u00e3o**

Todo Plano Diretor de Perdas de \u00c1gua prev\u00ea a atua\u00e7\u00e3o intensiva de combate aos vazamentos, sejam eles vis\u00edveis ou n\u00e3o. Estudos t\u00eam mostrado que na grande maioria das empresas, o percentual de vazamentos nos ramais \u00e9 maior que na rede de distribui\u00e7\u00e3o, obedecendo a ordem de 70% e 30%, respectivamente.

Vargem Grande do Sul apresenta uma perda de produ\u00e7\u00e3o de 45,9%, valor este elevado se considerarmos, que para um sistema com suas caracter\u00edsticas esses valores deveriam estar na ordem de 20%. Assim, \u00e9 vital a implanta\u00e7\u00e3o de um sistema de controle de perdas no sistema.

S\u00e3o diversos os fatores respons\u00e1veis pela exist\u00eancia dos vazamentos. Estes fatores, quando combatidos, permitem a quase extin\u00e7\u00e3o dos mesmos, restando apenas aqueles ocasionados pelo desgaste das tubula\u00e7\u00f5es, ou mesmo por fatores alheios aos sistemas, e que ainda assim poder\u00e3o ser controlados. A seguir, s\u00e3o apresentados os principais fatores.

### **6.5.2. Press\u00e3o Alta**

A press\u00e3o pode aumentar a quantidade das perdas de um sistema, interferindo em diversos aspectos, descritos a seguir:

### **- Frequência de vazamentos**

O aumento da pressão em algumas regiões, pode provocar o aumento de vazamentos, num período relativamente pequeno de tempo. Da mesma forma, uma redução na pressão pode diminuir a quantidade de rompimento nas tubulações, impedindo vazamentos futuros.

### **- Localização dos vazamentos**

Pressões mais elevadas aumentam o valor das perdas por vazamentos e facilitam o seu aparecimento, ao passo que pressões menores permitem que o vazamento infiltre no solo não aflorando.

Enquanto não são localizados, os vazamentos não visíveis, além de causar prejuízo ao serviço de água, muitas vezes solapam o solo, prejudicando a estrutura do prédio do usuário.

Uma forma utilizada para redução da pressão é a instalação de válvulas redutoras de pressão. Essas válvulas podem ser reguladas de acordo com a pressão desejada, seja fixa ou regulada por períodos conforme os horários de maior consumo. Não deixa de ser um método eficiente, mas deverá ser observado cada caso, antes da instalação das mesmas.

Em regiões que apresentam grandes quantidades de vazamentos, visíveis e/ou não visíveis, devem-se relacionar os locais de maior incidência dos mesmos, para que quando a válvula estiver operando e os vazamentos não mais aparecerem, visto que a pressão caiu, os mesmos possam ser combatidos. Para os vazamentos que já eram não visíveis a sua detecção fica mais comprometida.

Nesse caso devem-se observar as condições das tubulações; se precárias, a pesquisa deverá ser feita antes da instalação das válvulas, uma vez que os vazamentos deverão ser muitos, e embora, com menor intensidade, continuarão a existir.

### **- Ondas de pressão**

Ondas de pressão estão diretamente relacionadas com o item “Localização de Vazamentos” exposto acima. Quando uma válvula é aberta ou fechada rapidamente, a tubulação sofre uma pressão ou subpressão respectivamente, provocando rupturas e até movimento dessas tubulações.

Dependendo do esforço submetido, a tubulação pode romper, provocando grandes prejuízos à operadora.

### **- Deterioração das tubulações**

A corrosão interna geralmente é mais severa em águas suaves de regiões de planalto. As tubulações metálicas são as que mais sofrem deterioração.

A corrosão externa pode surgir de uma variedade de causas, inclusive de diferença de potenciais entre o solo e a tubulação, corrosão bimetálica, variações nas concentrações de sais dissolvidos no solo e ação microbiana. Os efeitos da corrosão externa são semelhantes aos sofridos pela corrosão interna.

### **6.5.3. Projeto de Pesquisa de Vazamentos para Vargem Grande do Sul**

O projeto deverá ser implantado na Prefeitura com a aquisição de equipamentos suficientes para formação de uma 01 equipe de pesquisa. Cada equipe deve ser composta de pelo menos 3 pessoas (funcionários da Prefeitura).

Com 01 equipe operando regularmente, estima-se que a equipe teria condições de pesquisar 2 km por dia.

Assim, como o sistema de abastecimento possui aproximadamente 150,0 km de rede de distribuição poderá concluir toda a pesquisa em torno de 04 meses, desde que não haja nenhum contratempo, tais como chuva, falta de água, equipe disponibilizada, viaturas, etc.

#### **6.5.3.1. Plano de trabalho**

Em Vargem Grande do Sul o plano de trabalho foi elaborado em função de 01 (uma) equipe requerida e dados obtidos referente ao sistema de abastecimento de água. Na seqüência é apresentado os locais prioritários para iniciar as atividades de pesquisa de vazamentos não visíveis.

a) Regiões com alto índice de vazamentos visíveis.

Em todo local onde há grande quantidade de vazamentos visíveis, e o solo é permeável, a possibilidade de existirem vazamentos não visíveis é alta.

b) Regiões com pressões altas (> 50 m.c.a.).

c) Regiões com pressões entre 15 e 50 m.c.a.

Destacadas as regiões com pressões elevadas, as que apresentarem valores superiores a 50 m.c.a. são eliminadas, pelo menos até que se tomem providências. Essas providências consistem na setorização e/ou instalação de válvulas redutoras de pressões. Enquanto não for possível realizar estas ações, recomenda-se a pesquisa nestas regiões por apresentarem alta propensão de vazamentos em virtude das altas pressões.

d) Regiões com falta d'água.

Muitas vezes a falta d'água é provocada pela ruptura da tubulação responsável pelo abastecimento da região. Nesses casos é efetuada a pesquisa.

e) Regiões com tubulações antigas.

Embora o correto fosse a substituição de toda tubulação, porém nem sempre isso é possível. Nesses casos a pesquisa é feita caracterizando as regiões críticas, onde a substituição é mais urgente.

f) Regiões onde a pavimentação asfáltica será recomposta.

Sempre que a Prefeitura for recapear o asfalto de alguma área, a mesma deverá ser investigada. Evitando assim rompimento do mesmo, quando da execução dos reparos.

g) Sistemas isolados.

Setores isolados apresentam facilidade da medição das mínimas noturnas, onde 100% da região será medida.

Separadas as regiões que atendem alguns dos itens acima, deverá se proceder a pesquisa de acordo com a prioridade do momento.

O Cadastro Técnico também deverá estar atualizado para que as plantas de cadastro da rede de distribuição possam ser separadas e definidas as prioridades.

### **6.5.3.2. Equipamentos necessários para estrutura de 01 (uma) equipe de pesquisa**

Na seqüência são apresentadas a relação de equipamentos e veículos para atender as equipes de pesquisa:

- 01 veículo tipo van ou Kombi;
- 01 medidor de vazão tipo ultra-som;
- 01 notebook;
- 02 hastes de escuta de 1.500 mm;
- 01 barra de perfuração;
- 01 geofone eletrônico;
- 01 locador de massa metálica;

- 01 locador de tubulações metálicas;
- 01 correlacionador de ruídos; e
- 04 registradores tipo data-logger's de pressão.

Segue abaixo um orçamento estimativo para aquisição dos equipamentos requeridos para estrutura de formação de 01 (uma) equipe de pesquisa de vazamentos:

Tabela 52 – Orçamento dos equipamentos para pesquisa de vazamentos.

<b>Equipamento</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unit. (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
Veículo (Van ou Kombi)	unid.	01	30.000,00	30.000,00
Medidor de Vazão (ultra-som)	unid.	01	22.800,00	22.800,00
Notebook	unid.	01	3.000,00	3.000,00
Haste de Escuta	unid.	02	680,00	1.360,00
Barra de Perfuração	unid.	01	115,00	115,00
Geofone Eletrônico	unid.	01	9.040,00	9.040,00
Locador de massa metálica	unid.	01	4.600,00	4.600,00
Locador de tubulação metálica	unid.	01	12.034,00	12.034,00
Correlacionador de ruídos	unid.	01	48.000,00	48.000,00
Data-loggers de pressão	unid.	04	3.250,00	13.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>143.949,00</b>

### 6.5.3.3. Cronograma físico-financeiro para aquisição dos equipamentos

Conforme já descrito, a Prefeitura consegue realizar a pesquisa de vazamentos em toda sua extensão de rede de distribuição (~150 km) durante um período de quatro (04) meses desde que tenham em operação uma (01) equipe com os devidos equipamentos. Ressalta-se que a equipe iria trabalhar no período diurno e nos locais onde os barulhos externos (buzina, carro, etc.) forem altos a equipe terá que realizar a pesquisa no período noturno. Também será necessário um (01) mês para o treinamento da equipe a ser montada, completando, portanto um período de cinco (05) meses para finalizar a varredura do sistema de distribuição de água do município de Vargem Grande do Sul.



Assim, como o desperdício de água com os vazamentos é um processo contínuo e na atual situação aparenta ser de volume considerável, recomenda-se que a Prefeitura adquira os equipamentos o mais rápido possível e de forma única para ser dado início das atividades, pois o retorno com os reparos dos vazamentos torna-se o processo viável em um curto intervalo de tempo.

Assim, na seqüência é apresentado o cronograma para aquisição dos equipamentos e das atividades da pesquisa de vazamentos com uma (01) equipe de apoio.

Tabela 53. Cronograma físico das atividades de pesquisa de vazamentos a serem realizadas no município de Vargem Grande do Sul.

ATIVIDADE	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05
Aquisição dos Equipamentos					
Treinamento da Equipe de Pesquisa de Vazamentos formada pela Prefeitura					
Pesquisa de Vazamentos em campo pela Equipe da Prefeitura					

#### 6.5.3.4. Método de pesquisa de vazamentos adotado

São diversas as formas utilizadas para pesquisar vazamentos não visíveis, desde a simples vistoria em galerias de águas pluviais até a utilização de armazenadores de ruídos com data logger's com controle contínuo de vazamentos.

No estágio atual que a Prefeitura se encontra em relação ao Plano Diretor de Perdas de Água deverá ser adotado o método para implantação de varredura total do sistema com o geofonamento, isto é com a pesquisa dos vazamentos através da haste de escuta percorrendo cavalete por cavalete do Sistema de Abastecimento de Água, seguindo então, para o geofonamento das redes de distribuição e adutoras e posteriormente para confirmação do vazamento a utilização do correlacionador de ruídos..

A Pesquisa de Vazamentos Não Visíveis com aparelhos específicos consiste em detectar ruídos de vazamentos provocados pela passagem da água pressurizada, através de danos nas tubulações, sejam eles fissuras, fendas ou mesmo rupturas. Em se tratando de trabalho específico, é de vital importância a obediência de pré requisitos, bem como do método empregado.

Definidas as áreas onde serão realizadas as pesquisas de vazamentos, inicia-se o projeto com as seguintes ações:

- a) Medição das vazões e pressões máximas e mínimas;

- b) Preparação das plantas cadastrais;
- c) Escuta de ruídos nos cavaletes;
- d) Confirmação dos ruídos;
- e) Localização das tubulações;
- f) Correlação de ruídos de vazamentos;
- g) Demarcação dos vazamentos com tinta nos locais;
- h) Atividades de escritório com preenchimento de formulários ;
- i) Acompanhamento dos reparos; e
- j) Relatórios com resultados obtidos.

Na seqüência são apresentados ilustrações de alguns vazamentos detectados pela empresa Thesis Engenharia e Construções Ltda. em outros municípios.



Figura 54. Demarcação com tinta branca no local onde foi detectado vazamento não visível.



Figura 55. Retroscavadeira abrindo o local do vazamento não visível.



Figura 56. Localização do vazamento.



Figura 57. Furo na rede que causou o vazamento.



Figura 58. Reparo do vazamento.



Figura 59. Abertura de vala no local indicado de vazamento.



Figura 60. Localização do vazamento não visível.



Figura 61. Localização do vazamento no ferrule.

#### 6.5.4. Procedimento de Campo para Detecção de Vazamentos Não Visíveis

Previamente deve ser checado se todos os equipamentos e materiais necessários nos trabalhos de pesquisa estão disponibilizados à equipe. Para os equipamentos eletrônicos, verificar também se as condições de carga (baterias) estão garantidas.

Em caso de campo deve se verificar inicialmente se não está havendo falta d'água na área a ser pesquisada e efetuar a medição de pressão da rede de distribuição várias vezes durante o dia de trabalho, utilizando-se de manômetros aferidos. A pressão mínima recomendada é de 1,5 kgf/cm<sup>2</sup> (15 mca).

##### 6.5.4.1. Haste de Escuta

Na primeira fase de escuta do ruído de vazamento devem ser pesquisados todos os pontos acessíveis da tubulação, isto é, cavaletes, hidrantes, registros, válvulas, tubulação aparente, registro de passeio, se houver, utilizando-se de haste de escuta. Deve-se caminhar em um lado da rua, quando isto for possível, e durante a caminhada observar com atenção a possível existência de vazamento visível na rede, nos ramais e cavaletes. Deve-se anotar as residências cujos cavaletes não

foram pesquisados e o motivo (portão fechado, morador ausente, etc.) e verificar a situação das válvulas (não localizada, entulhada, inundada), com anotações na planta cadastral.

Ao ouvir um ruído suspeito no cavalete, assegurar-se de que não está havendo passagem d'água através do hidrômetro, fechando firmemente o registro (certificar-se que o mesmo está vedando), pois um pequeno vazamento existente na tubulação interna do imóvel também pode provocar ruídos similares ao do vazamento.

Todos os trechos de rede não metálicos que possuírem pontos de contatos distantes mais de 20 m, ou trechos de redes metálicas, que possuírem pontos de contatos distantes mais de 35 m ou todas as travessias, independentemente do material da rede, devem ser anotados para posterior pesquisa com geofone e/ou correlacionador.

Após obtenção de um certo número de pontos suspeitos, a pesquisa terá prosseguimento com o geofone eletrônico ou mecânico, correlacionador de haste de perfuração ou perfuratriz.

#### **6.5.4.2. Geofone**

A segunda fase da pesquisa deve ser feita com o geofone eletrônico, onde serão ouvidos todos os pontos suspeitos marcados na pesquisa com haste de escuta e as redes de distribuição em que existem poucos pontos de contato (cavaletes muito distantes, anéis de distribuição, travessias, etc). O geofonamento deve ser efetuado posicionando-se o sensor sucessivamente a cada 1,5m, aproximadamente, sobre a superfície onde a tubulação está enterrada. Ao ouvir um ruído suspeito deve ser intensificada a pesquisa nesta área, para definir o ponto com possível vazamento. Caso houver excesso de ruído indesejável durante o dia, a pesquisa deverá ser feita à noite.

O geofone mecânico é um equipamento de escuta de performance limitada, sem filtros ou amplificação dos ruídos. Na ausência do geofone eletrônico, pode ser utilizado, exigindo grande sensibilidade de quem opera.

#### **6.5.4.3. Correlacionador de Ruído**

O correlacionador é utilizado após o uso da haste de escuta e/ou geofone. O correlacionador é ferramenta essencial para a localização e/ou confirmação de vazamentos onde a aplicação dos demais equipamentos não tenha sido conclusiva no apontamento.

A correlação deve ser realizada obedecendo-se ao seguinte procedimento:

- escolher dois pontos para colocação dos sensores de modo que o suposto vazamento esteja entre os sensores;

- os pontos escolhidos devem ser limpos cuidadosamente com a utilização de escova de aço ou lixa, a fim de proporcionar o melhor contato possível do sensor;
- para tornar este contato ainda melhor, caso necessário, deve-se utilizar adaptadores apropriados;
- escolher os sensores adequados para tubulação metálica ou para tubulação não metálica; e
- montar os pré-amplificadores e regulá-los de modo que o ponteiro fique no terço médio.

O correlacionador funciona rapidamente, obtendo-se uma resposta em poucos segundos, desde que se introduzam os dados necessários. Na maioria das vezes necessita-se de tempo extra para obter os dados da tubulação, principalmente o seu comprimento entre os sensores. O processo de localização de um vazamento pode exigir várias operações do correlacionador, em vários pares de pontos que abrangem o vazamento. Deve-se lançar os dados da tubulação no correlacionador, na seqüência em que aparecem na tela as solicitações para entrar com dados:

- a) material: a entrada do material da tubulação será feita sempre a partir do sensor de referência;
- b) diâmetro: entrar com o diâmetro; e
- c) comprimento da tubulação: entrar com o comprimento real, medido com roda de medição ou trena.

Com o uso de ouvido do correlacionador, deve ser verificado se os dois sensores estão captando o ruído do vazamento. Após as providências acima inicia-se a correlação.

Na tela aparecerá um gráfico com um pico, se o correlacionador identificar que um mesmo ruído está chegando aos dois sensores e está sendo transmitido ao correlacionador.

Deve-se sempre ter em mente que o simples aparecimento de um pico não significa necessariamente a existência de um vazamento. O pico pode eventualmente ser uma derivação, válvula estrangulada, ligação clandestina, ramal com grande consumo no trecho compreendido entre os sensores. Daí a necessidade de se proceder a uma verificação cuidadosa das prováveis interferências e efetuar novas correlações, movendo um ou ambos sensores de posição.

Caso os dados introduzidos no correlacionador estejam corretos, o correlacionador, após processar as informações recebidas, indica a posição do vazamento com precisão. Com a trena ou roda de medição, determina-se a distância e efetua-se a marcação do local do vazamento.



#### **6.5.4.4. Confirmação e Marcação do Vazamento**

O ponto de vazamento indicado pelos equipamentos pode ser confirmado com a aplicação da barra de perfuração (ou perfuratriz).

Definido o ponto de vazamento, este deve ser marcado na planta cadastral, e no local deve-se fazer uma marcação com tinta não-lavável. Se o local não for pavimentado, a marcação do ponto deve ser feita por um croqui de amarração.

#### **6.5.4.5. Confirmação do Cadastro da Tubulação**

Caso haja dúvidas quanto à localização precisa da rede pesquisada, devem ser utilizados locadores de tubulação a massa metálica.

#### **6.5.4.6. Registro do Ensaio**

Cada vazamento encontrado deve ser registrado em um relatório apropriado. As informações a serem apresentadas no relatório deverão conter, no mínimo, aquelas mostradas no modelo apresentado na seqüência.

#### **6.5.4.7. Manuseio dos Equipamentos**

Antes do início dos trabalhos em campo, é importante verificar as condições de operação dos equipamentos, conforme recomendações do fabricante.

Os equipamentos de detecção devem ser manuseados adequadamente, de maneira a preservar a sua funcionalidade e integridade. Cuidados especiais devem ser tomados no posicionamento dos sensores do geofone e do correlacionador, os quais não devem ser submetidos a impactos.



**DETECÇÃO DE VAZAMENTO NÃO VISÍVEIS DE LÍQUIDOS  
SOB PRESSÃO EM TUBULAÇÕES ENTERRADAS**

<b>RELATÓRIO DE VAZAMENTO</b>		
NOME DA EMPRESA		Nº DO VAZ.:
CLIENTE:	CONTRATO:	
SETOR DE ABASTECIMENTO:	ZONA:	
DATA DA CONFIRMAÇÃO:	PLANTA CADASTRAL Nº:	
ENDEREÇO / LOCALIZAÇÃO:		
<b>TIPO DE PAVIMENTAÇÃO</b> <input type="checkbox"/> ASFALTO <input type="checkbox"/> TERRA <input type="checkbox"/> CIMENTO <input type="checkbox"/> PARALELEPÍPEDO <input type="checkbox"/>		<b>POSIÇÃO DO VAZAMENTO</b> <input type="checkbox"/> REDE <input type="checkbox"/> FERRULE <input type="checkbox"/> RAMAL <input type="checkbox"/> REGISTRO <input type="checkbox"/> CAVALETE <input type="checkbox"/>
<b>TIPO DE TUBULAÇÃO DA REDE</b> DIÂMETRO:                    mm MATERIAL:		<b>TIPO DE VAZAMENTO</b> <input type="checkbox"/> NÃO VISÍVEL <input type="checkbox"/> VISÍVEL <input type="checkbox"/> INFILTRAÇÃO
<b>EQUIPAMENTOS UTILIZADOS</b> <input type="checkbox"/> HASTE DE ESCUTA <input type="checkbox"/> PERFURATRIZ <input type="checkbox"/> GEOFONE MECÂNICO <input type="checkbox"/> LOCADOR TUB. METÁLICA <input type="checkbox"/> GEOFONE ELETRÔNICO <input type="checkbox"/> LOCADOR TUB. NÃO METÁLICA <input type="checkbox"/> CORRELACIONADOR <input type="checkbox"/> LOCADOR DE MASSA METÁLICA <input type="checkbox"/> BARRA DE PERFURAÇÃO <input type="checkbox"/>		<b>PRESSÃO NA REDE</b> <b>PRESSÃO</b> (            ) mca <b>HORÁRIO</b> (            ) h
<b>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO VAZAMENTO</b>		
<b>OBS.:</b>		
EQUIPE DA PESQUISA: (NOME/ ASSINATURA):		

#### 6.5.4.8. Aspectos Comportamentais

Os profissionais que trabalham em detecção de vazamentos não-visíveis devem ter a consciência de que o seu trabalho envolve contatos ou interação com pessoas. Por isso devem ser rigorosamente obedecidos os seguintes procedimentos:

- trajar-se adequadamente, com asseio, portando jaleco e crachás de identificação;
- identificar o veículo conforme exigências da empresa contratante dos serviços;
- tratar com educação e respeito os moradores, informando o motivo do acesso ao cavalete do imóvel. Caso os serviços tenham de ser realizados no período noturno, os moradores envolvidos devem ser comunicados com a devida antecedência ;e
- Sinalizar convenientemente quando estiver trabalhando nas vias de tráfego, evitando-se acidentes de trânsito e danos físicos ao profissional e às pessoas em geral.

#### 6.5.4.9. Planilha de Estimativa de Custos

Na Tabela 61 é apresentada a estimativa de custo para a realização da Pesquisa de Vazamentos no município de Vargem Grande do Sul (extensão de rede de água igual a 150,0 km), através da contratação de uma Empresa Terceirizada.

Tabela 61. Estimativa de custo das atividades principais para a realização da pesquisa de vazamento no município de Vargem Grande do Sul.

ITEM	ATIVIDADE	QUANT.	UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
1	Pesquisa de Vazamentos realizados por uma equipe terceirizada	150,0 km	480,00	72.000,00
2	Equipamentos de pesquisa de vazamentos	1	143.949,00	143.949,00
<b>TOTAL:</b>				<b>215.949,00</b>

#### 6.6. Estudos para melhoria da gestão da micromedição

Um dos maiores problemas enfrentados pela Prefeitura é com relação ao desperdício de água. Atualmente a média deste índice chega a níveis muito altos, estando aí incluso perdas físicas e não físicas. Desta forma a Prefeitura deixa de medir grande parte da água por ele captada, que se

fossem transformadas em receita, tornar-se-ia bem mais apta a investir em melhorias do processo, tornando-se continuamente mais eficiente.

A metodologia de combate às perdas comerciais aqui desenvolvidas terá seus trabalhos baseados no método de Análise e Solução de Problemas de Perdas, sendo caracterizado por quatro fases de execução, que são o Planejamento, Execução, Análise dos resultados e as Ações Corretivas.

A base de todo o trabalho deverá estar sedimentada em apenas duas variáveis que são o Volume Produzido (Vp) e o Volume Consumido (Vc), com o objetivo permanente de redução do volume produzido e o aumento do volume consumido.

Desta forma a primeira etapa do processo deve ser o levantamento das possíveis causas que estariam afetando o parâmetro Volume Consumido (Vc) através dos relatórios do Rol de Hidrômetros apresentados pela Prefeitura. Destes documentos deverão ser montadas as fichas de inspeção em ligação de água com as irregularidades informadas pelos leituristas, com os baixos consumos e pela vida útil dos hidrômetros.

A segunda fase é caracterizada pelas ações de pesquisa de campo necessárias a complementar as informações relatadas na primeira fase.

A terceira e quarta fases caracterizam-se pela análise dos resultados assim como o planejamento para efetuar as correções necessárias do processo de forma a torná-lo mais eficiente.

Diante do exposto, foi caracterizada uma forma detalhada com as quatro fases do diagnóstico para o permanente combate às perdas comerciais como segue:

### **1º Fase: Planejamento**

1º Passo – A Prefeitura deverá realizar reunião com as equipes do departamento comercial e operacional para troca de informações sobre a pesquisa de Micromedição realizada neste trabalho, com as causas das interferências existentes que impossibilitam a correta medição dos volumes consumidos (Vc);

2º Passo – A Prefeitura deverá elaborar um fluxograma contemplando as ações mais relevantes para o combate às perdas comerciais, relacionadas abaixo:

a) Dimensionamento/Troca de hidrômetros: adequação dos hidrômetros a sua faixa de consumo correta e análise da necessidade de substituição dos hidrômetros antigos (instalados há mais de 05 anos);

b) Análise e correção dos hidrômetros inclinados: considerando os estudos já realizados que confirmam que a inclinação afeta a capacidade de medição dos hidrômetros, essa ação visa desincliná-los que se encontram nessa condição;

c) Análise de Condomínio: considerando que os condomínios são potencialmente grandes consumidores, é necessário dedicar atenção especial a esses hidrômetros, verificando e monitorando mensalmente os volumes consumidos e se os medidores estão dimensionados adequadamente dentro das faixas de precisão;

d) Instalação de hidrômetros em economias sem medidor: o hidrômetro é o equipamento fundamental nesse trabalho de combate ao desperdício, visto que é através dele que ocorre a quantificação do que realmente é consumido. Assim, quanto mais próximo do 100% de hidrometração, mais confiáveis são os índices e a busca do aumento do volume consumido, ocorrendo um grande passo no combate às perdas;

e) Análise dos consumos baixos: esta ação visa identificar todas as causas de consumos considerados baixos (valor considerado menor ou igual a 5 m<sup>3</sup>/mês). Esta ação necessita da verificação das condições da economia (se é casa, comércio ou indústria), número de pessoas que moram no local, possibilidade de haver ligação clandestina com desvio de água, sem passar pelo hidrômetro, existência de poço, etc.;

f) Análise da Evolução da Rota (factíveis): a evolução é a comparação entre o número de ligações ativas na rota da atualidade e nos últimos 24 meses. Se a evolução estiver negativa, é sinal que essa rota perdeu ligações. Busca-se então um trabalho comercial visando a recuperação de usuários, a fim de que voltem a ser consumidores da Prefeitura. Outra ocorrência que deve ser analisada com muita propriedade é o fato do sistema de informatização estar perdendo informações e com isso alterando o número de ligações cadastradas, diminuindo o volume consumido (Vc);

g) Análise de consumos estimados (ocorrências de falta de leitura): o consumo estimado ocorre devido ao fato do leitorista não ter acesso ao hidrômetro. Uma ação comercial, através de correspondência ao usuário, solicitando a liberação do hidrômetro. Atualmente estão sendo utilizadas caixas de proteção de hidrômetros do lado externo do imóvel para evitar esse tipo de problema, além de outras vantagens que essa caixa de proteção permite;

h) Análise dos hidrômetros que não tem lacre (caça fraudes): o lacre tem a função de assegurar que ninguém, sem a devida autorização, tenha mexido no hidrômetro, visto que a pesquisa mostrou inúmeras situações na qual os usuários têm violado o aparelho, retirando e instalando virado, entre outros casos de fraudes.

j) Análise das ligações cortadas na rota há mais de três meses (teste de fonte alternativa): deverão ser verificadas as matrículas que tiveram o abastecimento suspenso há mais de três meses, se estão realmente se abastecendo de poço, ou se violaram o corte da ligação; e

k) Realizar o recadastramento de todos os imóveis para atualização do cadastro comercial, uma vez que ao longo do tempo os registros de novas e/ou mudanças de ligações vão ficando desatualizadas e acabam deixando de incorporar essas ligações que ficaram pendentes por diversos motivos e acabam caindo no "esquecimento".

## **2º Fase: Execução**

1º passo: Conhecer os critérios de seleção das rotas: A análise das ocorrências deverá ser feita sobre as rotas comerciais, cuja definição é um conjunto de matrículas pertencente a uma mesma região geográfica em que o leitorista coleta os dados de consumo. Das rotas selecionadas serão separadas as matrículas que sofrerão as análises dos critérios colocados no fluxograma;

2º Passo: Análise das matrículas selecionadas, aplicando o fluxograma elaborado, identificando as irregularidades. Esta fase executiva já esta sendo realizada em conjunto com a Pesquisa de Vazamentos, e será relacionada nas fichas de inspeção em ligação de água com todas as irregularidades já encontradas e identificadas; e

3º Passo: Abertura das Ordens de Serviço para corrigir as irregularidades encontradas: Esta ação deverá ser executada pela Prefeitura o mais rápido possível, uma vez que o volume de ocorrência no Setor de Distribuição é muito alto, havendo um grande desperdício de água, diminuindo o Volume Consumido e aumentando a necessidade do Volume produzido, sem o devido retorno de receitas para a Prefeitura.

## **3º Fase: Verificação dos Resultados:**

A partir do momento em que a Prefeitura aplicar esta metodologia, será necessária a análise dos resultados, através de sua verificação, controle, eficiência, portanto é importante que a Prefeitura crie a função de Analista de Consumo, que será responsável pelo acompanhamento e monitoramento de todas as fases desta metodologia bem com a avaliação dos resultados.

A avaliação dos resultados deverá ser feita através da geração de relatórios gerenciais, de reuniões de análise critica e através de controle estatístico dos volumes consumidos e das ligações existentes. Esses resultados deverão ser apresentados na forma de gráficos, além de permitir outras informações tais como: número de ligações existentes nas rotas, quantidade de economias hidrometradas e sem hidrômetros, número de condomínios, ocorrência de ligações com

consumo menor ou igual a 5,0 m<sup>3</sup> e com consumo Zero, valor faturado, entre outras informações relevantes.

#### 4º Fase : Ações corretivas

A partir da avaliação dos resultados, são propostas novas ações corretivas, visando o aperfeiçoamento do processo.

**Resultados esperados:** Com a colocação em prática desta metodologia com todas as fases relacionadas acima, espera-se obter uma grande diminuição dos índices de combate a perdas de água relativos às perdas não físicas, uma vez que o número de ocorrências no Setor de Distribuição é muito elevado como pode ser observado nas fichas de inspeção em ligação de água.

#### 6.6.1. Recomendações Gerais: Plano visando a manutenção preventiva e elaboração de procedimentos para o controle do gerenciamento

Esta atividade de Melhorias da Gestão da Micromedição vem de encontro com a preocupação dos dirigentes da Prefeitura em relação às perdas existentes no Sistema de Abastecimento de Água de Vargem Grande do Sul, uma vez que o **aumento gradativo das perdas poderá atingir níveis insuportáveis**, prejudicando o bom andamento dos serviços, a imagem da Prefeitura perante a população e principalmente a saúde financeira desta com relação aos seus compromissos e com investimentos necessários para acompanhar o crescimento populacional da cidade.

É recomendado que a **Manutenção Preventiva** deva ser feita conforme as normas técnicas do INMETRO que recomenda a **troca dos hidrômetros** a cada 05 (cinco) anos de vida útil, ou quando a leitura retorna para o **ZERO**. Assim no parque de hidrômetros da Prefeitura foram analisados os hidrômetros, sendo constatado que não é possível identificar as datas de instalações dos hidrômetros. Assim, recomenda-se que seja realizado um cadastro das datas de instalações dos hidrômetros para que seja identificado os hidrômetros instalados acima de 05 anos e proposto a troca de todos eles.

Também é recomendado que seja analisada pela diretoria da Prefeitura a possibilidade de realizar um programa de troca e/ou substituição de hidrômetros que apresentam baixos volumes consumidos onde os consumidores tenham perfil de consumo relevante, sendo que o tipo de **hidrômetro recomendado é o volumétrico** por apresentar alta sensibilidade e ótima precisão nas vazões mínimas de operação.

Os grande consumidores de água no município de Vargem Grande do Sul encontram-se em sua grande maioria no Distrito Industrial e Escolas Públicas. Ressalta-se que estes medidores estão dentro das faixas ideais de medição de vazão, estando, portanto adequadamente instalados. No entanto estes medidores devem ser trocados a cada cinco anos. Assim, quando passar este período deve-se providenciar a sua troca ou aferição. Desta forma recomenda-se que os grandes consumidores tenham um tratamento especial em relação aos hidrômetros e suas capacidades quando comparados aos volumes mensais, e que sejam monitorados e acompanhados os volumes mês a mês com análise e tomada de decisões quando houver desvios muito elevados.

Dentre outros inúmeros resultados, está o desafio de atingir a meta de aumentar o Volume Consumido, além da recuperação dos volumes perdidos nos vazamentos, reduzindo dessa forma o Índice de Perdas.

O engajamento de todos os funcionários dos departamentos comercial e operacional é fundamental para o sucesso deste trabalho.

E finalmente considera-se que a busca deste processo não é considerada a solução final, pelo contrário, ela desafia toda a equipe técnica da Prefeitura a combater os problemas existentes e que o seu refinamento contínuo, irá atingir metas cada vez mais animadoras.

#### **6.6.2. Verificação da situação dos hidrômetros instalados em campo**

Na seqüência são apresentadas fotografias de algumas anomalias mais comuns observadas nos parques de hidrômetros dos municípios brasileiros. Ressalta-se que tais fotografias não são referentes ao parque de hidrômetros de Vargem Grande do Sul, sendo apresentado como efeito ilustrativo. Desta forma, é recomendado um diagnóstico preventivo sobre a situação dos hidrômetros, sendo para tanto necessário o treinamento do pessoal que vai para o campo (normalmente os leituristas) para que seja elaborados relatórios de hidrômetros que apresentem comportamentos do tipo: cavalete sem hidrômetro, hidrômetro com lacre violado, hidrômetro com arame, ligação clandestina, ligação direta, hidrômetros sem condições de leitura, etc..





Figura 62. Cavalete sem hidrômetro.



Figura 63. Cavalete sem Hidrômetro.



Figura 64. Hidrômetro com arame.



Figura 65. Hidrômetro com arame.



Figura 66. Hidrômetro com arame.



Figura 67. Hidrômetro com arame.



Figura 68. Hidrômetro com arame.



Figura 69. Hidrômetro com lacre violado.



Figura 70. Hidrômetro com lacre violado.



Figura 71. Hidrômetro com lacre violado.



Figura 72. Ligação Clandestina.



Figura 73. Ligação Clandestina.



Figura 74. Ligação Clandestina.



Figura 75. Ligação Direta.



Figura 76. Ligação Direta.



Figura 77. Ligação Direta.



Figura 78. Ligação Direta.



Figura 79. Ligação Direta.



Figura 80. Ligação Direta.



Figura 81. Ligação Direta.



Figura 82. Hidrômetro danificado.



Figura 83. Hidrômetro danificado.



Figura 84. Hidrômetro sem condições de leitura.



Figura 85. Hidrômetro sem condições de leitura.

### 6.6.3. Substituição dos hidrômetros mais antigos

O sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul possui 12.426 hidrômetros instalados. Vários destes hidrômetros foram instalados a mais de 10 anos. Este fato representa em um desvio da quantificação na micromedição, pois segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) os hidrômetros precisam ser aferidos com no máximo cinco anos de uso, pois estes perdem a precisão devido ao desgaste do rolamento do equipamento, comprometendo a leitura. Ressalta-se ainda que o volume medido passa a ser inferior ao real, ocasionando prejuízo financeiro para o sistema de abastecimento.

Conforme já descrito, o sistema de abastecimento de água de Vargem Grande do Sul possui vários seus hidrômetros instalados a mais de cinco anos de uso, e conforme indicação do INMETRO, é recomendado a sua troca ou aferição após este período.

Assim este Diagnóstico irá recomendar que seja efetuada a substituição de 5.000 hidrômetros conforme segue:

- **Investimentos**

- Troca dos 5.000 hidrômetros mais antigos
- Total de hidrômetros: 5.000 hidrômetros
- Custo unitário de hidrômetro completo: R\$ 50,00
- Total: R\$ 250.000,00
  
- Custo da mão de obra: R\$ 30,00 / hidrômetro
- Total = R\$ 150.000,00
  
- Conexões e acessórios: R\$ 10,00 / hidrômetro
- Total = R\$ 50.000,00
  
- Custo total do investimento: R\$450.000,00
- Tempo previsto para a troca dos hidrômetros: 12 meses

## 6.7. Substituição das redes de ferro fundido e cimento amianto

Devido ao diagnóstico de incrustação nas redes mais antigas do sistema de abastecimento, dentre elas de ferro fundido, e também da evidência dos altos índices de vazamentos não visíveis nestas redes, recomenda-se a substituição destas por redes de material PVC Classe 15. Na Tabela 62 é apresentado o orçamento da troca das redes de ferro fundido do Centro do município de Vargem Grande do Sul – SP.

Tabela 62. Orçamento para troca de rede da região central do município de Vargem Grande do Sul.

ITEM	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT	PREÇO TOT
<b>1</b>	<b>Serviços preliminares e gerais</b>				
1.1	Placa de obra (identificação) para construção civil 2,00x1,00m	m <sup>2</sup>	4,00	108,00	432,00
1.2	Limpeza final da obra	m <sup>2</sup>	30.000,00	1,21	36.300,00
<b>Sub-Total</b>					<b>36.732,00</b>
<b>2</b>	<b>Substituição da rede de abastecimento</b>				
2.1	Demol de pavim. asfáltica, incl transporte limpeza do mater. retirado	m <sup>2</sup>	15.000,00	17,90	268.500,00
2.2	Escavação mecânica de valas até 2 m de prof. c/ escavad. hidráulica	m <sup>3</sup>	18.000,00	10,32	185.760,00
2.3	Assentamento tubo pvc com junta elástica - DN 50 mm para água	m	30.000,00	0,94	28.200,00
2.4	Reaterro de vala c/ retroescavadeira e compactador vibrat. c/ mat. reap.	m <sup>3</sup>	18.000,00	6,28	113.040,00
2.5	Assentamento tubo pead ramal domiciliar e acessórios - DN 20mm	m	15.000,00	0,91	13.650,00
2.6	Tubo PVC PBA -Classe 20 - JE NBR 5647 p/rede água DN50/DE60 mm	m	30.000,00	6,72	201.600,00
2.7	Tubo PEAD, PE-80, NBR 8417, DE20mmx2,3mm parede p/ lig pred água	m	15.000,00	1,76	26.400,00
2.8	Colar c/ tê serviço integrado 60x20mm - NTS 175	UNID.	3.000,00	34,80	104.400,00
2.9	Registro de gaveta chata c/ bolsas pvc pba DN 50 - NBR12430-MC	UNID.	59,00	135,00	7.965,00
2.10	Tampão articulado T-5 padrão Sabesp - para registro	UNID.	59,00	82,00	4.838,00
2.11	Adaptador para tubo pead 20mm - PN 16 - NTS 179	UNID.	3.000,00	1,15	3.450,00
2.12	Tê PVC JE BBB PBA DE50mm	UNID.	65,00	12,17	791,05
2.13	Curva 90 PVC JE PB PBA DE50mm	UNID.	5,00	30,00	150,00
2.14	Cruzeta PVC JE BBB PBA DN50mm	UNID.	50,00	16,20	810,00
2.15	Junta Gibault - DN50mm	UNID.	45,00	24,30	1.093,50
<b>Sub-Total</b>					<b>960.647,55</b>
<b>3</b>	<b>Pavimentação</b>				
3.1	Remoção e bota fora de material impróprio, D.M.T. = 6,0 km	m <sup>3</sup>	18.000,00	6,41	115.380,00
3.2	Fornecimento e aplicação de base de bica corrida	m <sup>3</sup>	300,00	72,55	21.765,00
3.3	Fornecimento e aplicação de imprimação betuminosa ligante	m <sup>2</sup>	15.000,00	1,77	26.550,00
3.4	Fornecimento e aplicação de pré-misturado a quente	m <sup>3</sup>	750,00	323,82	242.865,00
3.5	Abertura manual de valas na calçada - ramais	m <sup>3</sup>	2.700,00	25,27	68.229,00
3.6	Reaterro manual de valas na calçada - ramais	m <sup>3</sup>	2.700,00	16,33	44.091,00
3.7	Sinalização de obra - transito	m	24.499,50	1,18	28.909,41
<b>Sub-Total</b>					<b>547.789,41</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>1.545.168,96</b>

## 7. RESUMO DOS INVESTIMENTOS

O estudo aqui realizado pela Empresa Thesis Engenharia e Construções Ltda. demonstrou que existe a necessidade de uma seqüência de implantação dos projetos, para que os resultados dos trabalhos sejam maximizados e tenham o melhor desempenho possível dentro do Plano Diretor de Combate as Perdas de Água.

O primeiro projeto que a Prefeitura necessita implantar é o Projeto da Setorização da rede de distribuição que poderá ser implantado em conjunto com o Projeto do Sistema de Macromedição uma vez que os dois venham a se completar em relação ao controle e monitoramento dos indicadores das perdas existentes.

Desta forma a implantação da setorização terá a finalidade de controlar as pressões na rede de abastecimento, evitando pressões altas (>50mca) que proporcionam maiores índices de vazamentos não visíveis bem como evita também pressões baixas (<10mca) que contribui para que a água consiga abastecer as residências.

O projeto da macromedição terá a finalidade de monitorar os volumes de água produzidos e distribuídos para a rede de abastecimento. Desta forma, será possível gerenciar os índices de perdas em vários setores do município, pois será possível monitorar os volumes nos macromedidores e comparar com os volumes micromedidos (hidrômetros).

Após a primeira fase de implantação, está sendo proposto a segunda fase de implantação, que consiste de realizar pesquisa de vazamentos não visíveis através de geofone eletrônico e correlacionador de ruídos, que são dois equipamentos que localizam os vazamentos através do ruído que estes proporcionam. Assim, será possível levantar os pontos do município que possuem vazamentos não visíveis e realizar o reparo e manutenção.

Após a realização da pesquisa de vazamentos está sendo proposto a atividade de troca dos hidrômetros que já possuem mais de 5 anos de instalação, pois segundo o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), é recomendado que os hidrômetros sejam trocados ou aferidos a cada 5 anos de uso, pois este tendem a perder a aferição, ou seja, começam a registrar valores inferiores aos reais. Este fato, ocasiona perda de faturamento para a Prefeitura.

Para finalizar, a última atividade consiste do monitoramento das vazões e níveis dos reservatórios através da telemetria e automação, onde será possível gerenciar os indicadores de perdas com os dados enviados via remota para uma central de comando operacional que deverá ser instalada no departamento de engenharia da Prefeitura.

Diante dessa situação foi proposto duas fases de implantação com a seguinte seqüência dos projetos de combate a perdas de água:

**PRIMEIRA FASE:**

- Projeto da Setorização da rede de distribuição;
- Projeto do Sistema de Macromedição;

**SEGUNDA FASE:**

- Substituição das redes de ferro fundido do centro do município;
- Projeto de Pesquisa de Vazamentos não visíveis;
- Projeto da Micromedição;
- Projeto de automação e controle com Telemetria.

Na Tabela 08 são apresentados os custos necessários para a implantação das atividades sugeridas no Plano Diretor de Combate às Perdas de Água do município Vargem Grande do Sul.

Tabela 08. Investimentos para redução das perdas de água no município de Vargem Grande do Sul.

<b>Atividade</b>	<b>Valor do Investimento (R\$)</b>
<b>PRIMEIRA ETAPA</b>	
Implantação do projeto de Setorização	R\$ 2.610.526,59
Projeto do Sistema de Macromedição de Vazão	R\$ 221.691,00
Projeto do Sistema de Macromedição de Nível	R\$ 53.376,00
<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>R\$ 2.885.593,59</b>
<b>SEGUNDA ETAPA</b>	
Execução de Pesquisa de Vazamentos por Empresa Contratada na extensão total da rede de Distribuição	R\$ 72.000,00
Substituição das redes de ferro fundido e cimento amianto	R\$ 1.545.168,96
Estrutura para Pesquisa de Vazamentos com equipe própria da Prefeitura de Vargem Grande do Sul	R\$ 143.949,00
Projeto da Micromedição	R\$ 450.000,00
Projeto de Automação com Telemetria para Transmissão de Dados	R\$ 310.640,00
Realização de Modelagem Matemática na rede de distribuição de água de Vargem Grande do Sul	R\$ 75.000,00
<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>R\$ 2.596.757,96</b>
<b>Total dos investimentos</b>	<b>R\$ 5.482.351,55</b>



As implantações dessas duas fases dos projetos elaborados deverão obter resultados excelentes uma vez que os Indicadores de Perdas deverão atingir os seguintes resultados:

**Após a 1ª fase de implantação:**

**Índice de perdas = 25%**

**Após a 2ª fase de implantação:**

**Índice de perdas = 20%**

Com esses resultados alcançados a Prefeitura poderá ter uma redução muito satisfatória nos gastos com energia elétrica e produtos químicos, além de poder disponibilizar água tratada para atender ao crescimento da demanda nos próximos anos sem necessidade de grandes obras de ampliação de captações, estação de tratamento, adutoras e outros.

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

As atividades realizadas e propostas no presente Plano Diretor do município de Vargem Grande do Sul visam a redução das perdas e aumento da eficiência do sistema de abastecimento. Desta forma os índices de perdas existente no município tende a decair consideravelmente com a implantação das atividades propostas.

Assim, o retorno dos investimentos será rapidamente recuperado pela Prefeitura tendo em vista que a economia gerada no processo e distribuição de água tratada será rapidamente percebida, isto é, uma relevante parcela dos investimentos, atualmente aplicados no processo de produção, poderá ser investida em outras finalidades como, por exemplo, ampliação do sistema atual. As ferramentas gerenciais que serão obtidas em fim de plano permitirão aos executivos da Autarquia administrar o sistema de abastecimento de forma cada vez mais otimizada com qualidade e segurança nas decisões estratégicas com reflexo imediato no atendimento a população e aumento da eficiência operacional.

Além do aspecto econômico financeiro que é extremamente interessante, destaca-se o efetivo alcance sócio econômico que tem abrangência permanente e progressiva, uma vez que estas medidas a serem implantadas serão permanentemente ajustadas buscando-se a qualidade e manutenção do estado da arte em captar, tratar, reservar e distribuir água potável para o Município de Vargem Grande do Sul.

## ANEXOS:

ANEXO I – PLANTA GERAL DA CIDADE COM REDE DE DISTRIBUIÇÃO.

ANEXO II – PLANTA COM A DELIMITAÇÃO PRELIMINAR DOS SETORES DE ABASTECIMENTO.

ANEXO III – ESQUEMA HIDRÁULICO COM O SISTEMA DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E SENSORES DE NÍVEL.

São Carlos, 26 de julho de 2011.

-----  
**THESIS – ENG<sup>a</sup>. e CONSTRUÇÕES LTDA.**