

PREFEITURA DA ESTÂNCIA CLIMÁTICA DE CACONDE

CONTRATO FEHIDRO Nº. 101/2014

PLANO DE COMBATE AS PERDAS NO SISTEMA
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO
DE CACONDE

RELATÓRIO FINAL

ABRIL/2015

APRESENTAÇÃO

A Prefeitura da Estância Climática de Caconde, com o objetivo de viabilizar a elaboração do Plano Diretor de Combate as Perdas no Sistema de Abastecimento de Água de Caconde - SP, em 06 de junho de 2014, contratou nossa Empresa Hiper Ambiental Eirelli EPP, com sede na Avenida Romeu Strazzi, 325 – Sala 22 na cidade de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, através de processo de licitação Carta Convite nº. 039/2014, processo administrativo nº. 091/2014 e contrato administrativo nº. 110/2014. Para o início das atividades foi emitida ordem de serviço pela Prefeitura datada em 11 de novembro de 2014.

ÍNDICE

VOLUME 01 – TEXTOS

Descrição	Pág.
1. Considerações Gerais	8
2. Objetivo	8
3. Histórico do Município de Caconde	8
3.1. Coordenadas Geográficas	9
3.2. Crescimento Populacional	10
4. Prefeitura da Estância Climática de Caconde	10
5. Diagnóstico do Sistema de abastecimento de água do município de Caconde	11
5.1. Captação Superficial – Córrego da Vaca (São José)	18
5.2. Captação Serra dos Ciganos	20
5.3. Estação de Tratamento de Água – ETA I	21
5.4. Estação de Tratamento de Água – ETA II	24
5.5. Reservatório R01 - ETA I	26
5.6. Reservatório R02 - ETA I	27
5.7. Reservatório R03 - ETA I	28
5.8. Reservatório R04 - ETA II	28
5.9. Reservatório R05 - ETA II	29
5.10. Reservatório R06 - ETA II	30
5.11. Reservatório R07 - Portal Boa Vista	31
5.12. Reservatório R08 - Cadorna Poli	32
5.13. Reservatório R09 – Distrito Industrial	32
5.14. Reservatório R10 – Coreto da Praça Coronel Joaquim José	33
5.15. Reservatório R11 – Praça Santa Cruz	34
5.16. Reservatório R12 – Bairro Santa Lúcia	35
5.17. Reservatório R13 – Cristo	35
5.18. Reservatório R14 – São José	36
5.19. Poço Barrânia – Distrito de Barrânia	37
5.20. Reservatório R15, R16 e R18 – Barrânia I, Barrânia II e Barrânia Concreto	38
5.21. Poço Mirante	39
5.22. Reservatório R19 - Mirante	40
5.23. Poço Prainha	41

5.24. Reservatório R20 e R21 - Prainha	42
5.25. Sistema de Micromedicação	43
5.26. Sistema de Distribuição	43
6. Elaboração de Base Cadastral da Rede de Distribuição	44
7. Projeto Básico da Setorização da Rede de Distribuição de Água	44
7.1. Considerações Iniciais	45
7.2. Delimitação dos setores	46
7.3. Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores	47
7.4. Análises dos Reservatório	48
7.5. Lista de materiais hidráulicos	49
7.6. Setores de distribuição água	49
7.6.1. Setor 01. São José	51
7.6.2. Setor – ETA 02	51
7.6.3. Setor 03- Redentor	56
7.6.4. Setor 04 – Santa Lucia	60
7.6.5. Setor 05 - Várzea	63
7.6.6. Setor 06 - Centro	67
7.6.7. Setor 07 – Santa Cruz	71
7.6.8. Setor 08 – Nova Estância	75
7.6.9. Setor 09 – Distrito de Barrânia	77
7.6.10. Setor 10. - Prainha	77
7.6.11. Resumo dos Investimento para Setorização	78
8. Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão com Pitometria	79
8.1. Procedimento para Medição de Vazão com Medidor Ultrassônico	80
8.1.2. Teoria de operação do Medidor Ultrassônico	80
8.1.3. Ligando o equipamento (Medidor Ultrassônico)	81
8.1.4. Configuração do equipamento para a situação	81
8.1.5. Escolha do melhor ponto de medição	82
8.1.6. Montagem dos transdutores	83
8.1.7. Conectando o transdutor e aquisição dos dados	84
8.2. Procedimento para implantação das estações pitométricas e medição através da pitometria	85
8.2.1. Implantação das estações pitométricas (EP's)	85
8.3. Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão	92
8.3.1. Vazão Monitorada através de medidor ultrassônico	93

8.3.2. Vazão Monitorada através de Pitometria	100
9. Elaboração de Projeto de Macromedição de Vazão e Sensores de Nível	126
9.1 Implantação e/ou melhoria da macromedição	126
9.1.1. Introdução	126
9.1.2. Objetivo	127
9.1.3. Controle de Perdas	129
9.1.4. Aquisição e Tratamento dos Dados	129
9.1.5. Registro Histórico - Banco de Dados	130
9.1.6. Sistema Informatizado	130
9.1.7. Central de Controle Operacional	130
9.1.8. Transmissão de Dados	131
9.1.9. Estudos, Controle, Acompanhamento e Planejamento Operacional	131
9.1.10. Monitoramento das Perdas	132
9.1.11. Funções Incorporadas nos Macromedidores de Vazão	135
9.1.12. Macromedidores a serem implantados no sistema de abastecimento de água de Caconde	136
9.1.12.1. Especificação técnica do medidor Eletromagnético Carretel	136
9.1.12.2. Especificação técnica do medidor Ultrassônico flangeado	138
9.1.13. Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA)	139
9.1.13.1. Sistema de Aterramento	139
9.1.13.2. Abertura de valas no terreno aterramento	139
9.1.13.3. Proteção contra Sobretenção (DPS)	140
9.1.13.4. - Caixa de Inspeção do Aterramento	140
9.1.14. Locais de Implantação de Macromedidores de Vazão no Sistema de Abastecimento de Água de Caconde	140
9.1.15. Sensores de Nível	142
9.1.15.1. Relação de Fornecedores	142
9.1.15.2. Locais de Implantação de Macromedidores de Níveis no Sistema de Abastecimento de Água de Caconde	142
9.1.16. Informatização do Sistema de Macromedição de Vazão e Nível	143
9.1.16.1. Considerações Gerais	143
9.1.16.2. Estação Remota (ER)	144
9.1.16.3. Central de Comando Operacional (CCO)	145

9.1.17. Locais de Implantação da C.C.O. (Centro de Controle Operacional) e Estações Remotas para Telemetria no Sistema de Abastecimento de Água de Caconde	147
9.1.18. Orçamento para implantação do Projeto de Macromedição de Vazão e Nível	148
9.1.19. Calibração e Aferição dos Macromedidores de Vazão	151
9.1.20. Caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão	151
9.1.20.1. Memorial Descritivo para Execução das Caixas de Alvenaria para Abrigo dos Macromedidores	153
10. Diagnóstico da Micromedição	154
10.1. Montagem, atualização e informatização da base cadastral de ligações domiciliares de água	154
10.2. Classificação de usuários e de ligações de água	154
10.3. Política tarifária e sistema de leitura e faturamento	155
10.4. Gerenciamento do Sistema de Micromedição	155
10.5. Recomendações Gerais: Plano visando à manutenção preventiva e elaboração de procedimentos para o controle do gerenciamento	155
10.6. Substituição de Hidrômetros no Município de Caconde	159
10.7. Curva de Permanência	161
11. Diagnóstico e Estudos para Adequação e Melhorias das Unidades Operacionais	163
11.1. Criação de um Departamento de Combate as Perdas de Água	163
11.2. Ordem de Serviço – Atualização do Cadastro	165
11.3. Pesquisa de Vazamentos não Visíveis	167
11.3.1. Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos	167
11.4. Projeto de Pesquisa de Vazamentos para Caconde	169
11.4.1. Plano de trabalho	169
11.4.2. Equipamentos necessários para estrutura de uma (01) equipe de pesquisa	170
11.4.3. Planilha de Estimativa de Custos para Realização de Pesquisa de Vazamento	173
11.4.5. Realização de Outorga na Captação	173
11.4.6. Substituição de Redes de Distribuição de Ferro Fundido	173
11.4.7. Implantação de inversores de frequência dos conjuntos motor-bombas	176
11.4.9. Manutenção preventiva de poços tubulares profundos	176
12. Procedimentos para Elaboração dos Índices de Perdas Setorial e Global	178
12.1. Indicadores de Perdas de Água no Sistema de Abastecimento	180
12.1.1. Indicadores Básicos de Desempenho	182
12.1.2. Indicadores Intermediários e Avançados	183

12.1.2.1. Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais	184
12.1.2.1.3. Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP) – indicador avançado	185
12.1.1.4. Indicadores de desempenho hídrico do sistema	186
12.2. Melhorias Operacionais e Aumento de Confiabilidade dos Indicadores	188
12.3. Gerenciamento das Perdas Físicas	189
12.3.1. Esquema Geral	189
12.3.2. Áreas de Controle	190
12.3.2.1. Setores e Zonas de Pressão	191
12.3.2.2. Distritos Pitométricos	192
12.4. Parâmetros Básicos de Controle das Perdas de Água	194
12.4.1. Nível Mínimo de Vazamentos	194
12.4.2. Vazão Mínima Noturna	194
12.4.3. Pressão Média Noturna	195
12.4.4. Fator de Pesquisa	195
12.5. Análise Econômica	196
12.6. Índices de Perdas de Água em Caconde	197
13. Resumo dos Investimentos	199
14. Resultados Esperados	203
Anexo 01. Medidores de vazão permanente	
Anexo 02. Medidores de nível	
Anexo 03. Metodologia de combate às perdas comerciais	
Anexo 04. Procedimentos para manutenção preventiva no parque dos hidrômetros e situação de hidrômetros evidenciados em municípios brasileiros	
Anexo 05. Hidrômetros a serem substituídos no município de Caconde	
Anexo 06. Método de Pesquisa de vazamentos e procedimentos para pesquisa de vazamentos não visíveis	

VOLUME 02, 03 e 04 – ANEXOS

Base Cadastral das Redes de Distribuição de Água Sede, Distrito Barrânia e Prainha
Esquema Hidráulico
Projeto de Setorização – Setores com Intervenções
Esquema Hidráulico Macromedição
Projeto dos Macromedidores
Localização dos Macromedidores

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Após a Prefeitura da Estância Climática de Caconde ter feito a emissão da Ordem de Serviço, foi dado início aos trabalhos em 11 de novembro de 2014, sendo realizada a primeira visita técnica da empresa Hiper Ambiental Eirelli EPP no dia 16 de dezembro de 2014 no município de Caconde – SP.

2. OBJETIVO

O objeto principal deste relatório é a elaboração do Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no sistema de abastecimento de Caconde, fornecendo diretrizes para os trabalhos a serem realizados de forma contínua aos produtos contratados visando o desenvolvimento dos serviços especializados nessa área de engenharia do Saneamento.

O Plano Diretor busca uma equalização do sistema de abastecimento visando uma quantificação confiável dos índices de perdas de água, tornando o seu controle seguro e contínuo, combatendo gradualmente as perdas detectadas, de forma a que a Prefeitura venha a utilizar a produção de água de forma satisfatória obtendo a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Os trabalhos foram executados através de visitas técnicas ao sistema de abastecimento com inspeções detalhadas em cada unidade operacional existente, além de levantamentos das informações operacionais e físicas fornecidas pela pessoal da Prefeitura.

Diante do exposto a Hiper Ambiental Eirelli EPP, buscou dentro do prazo contratual junto a Prefeitura de Caconde, proporcionar o cenário das atividades e produtos a serem desenvolvidos, visando apresentar metas e planilhas para a busca de recursos para a implantação das ações deste Plano Diretor de Combate a Perdas de Água.

3. HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE CACONDE

Não existem provas documentais sobre a fundação de Caconde, contudo, segundo crônica local, a cidade surgiu em função do ouro, tendo em 1765, sido explorado pelo Capitão Pedro Franco Quaresma, provavelmente o descobridor das minas e fundador do arraial.

Supondo serem ricas as minas descobertas, muitos povoadores estabeleceram-se no

arraial, aumentando a população. A partir da construção de uma capela dedicada a Nossa Senhora da Conceição.

O povoado foi elevado à categoria de freguesia, tendo como vigário o padre Francisco Bueno de Azevedo. A freguesia, cuja a data de elevação é ignorada, foi instalada com o nome de Caconde, termo de origem africana, aplicado à povoação da região Angolana banhada pelo rio Cumene e seus Afluentes; a denominação variou de Cacunda e Caconda para Caconde e teria sido dada pelos negros fugitivos, quilombolas, que aí se refugiaram anteriormente ao ciclo do ouro.

O núcleo urbano, inicialmente estabelecido às margens do Ribeirão São Mateus, transferiu-se para Bom Sucesso (sede da freguesia) e, posteriormente, para Bom Jesus. Esse movimento prendeu-se à alternância de descobertas e escassez das jazidas em locais diferentes. Todavia, a exaustão definitiva, por volta de 1804, provocou o êxodo de seus moradores.

Nessa época começou uma corrente migratória de mineiros, que se apossou das terras da antiga freguesia, também conhecida por Nossa Senhora das Cabeceiras do rio Pardo. O repovoamento do núcleo urbano somente foi efetivado em 1822, com a doação do patrimônio por Miguel da Silva Teixeira. Inicialmente, dedicaram-se à pecuária, que foi substituída pela cafeicultura em meado do século XIX, período de grande progresso.

3.1. Coordenadas Geográficas

-Latitude Sul: 21° 31' 44"

-Longitude Oeste: 46° 38' 38"

-Altitude: 860m

- Municípios Limites: São José do Rio Pardo, Tapiratiba, Divinolândia, Muzambinh, Botelhos, Poços de Caldas e Cabo Verde.

-Clima: Tropical de Altitude

-Distância da sede do Município à Capital do Estado: 290 Km

3.2. Crescimento Populacional

Na Tabela 01 é apresentado o histórico do crescimento populacional do município de Caconde e na Figura 01 o gráfico da variação da população entre os anos de 1991 a 2010.

Tabela 01. Histórico populacional do município de Caconde

Ano	População (habitantes)
1991	17.283
1996	17.358
2000	18.378
2007	18.552
2010	18.538

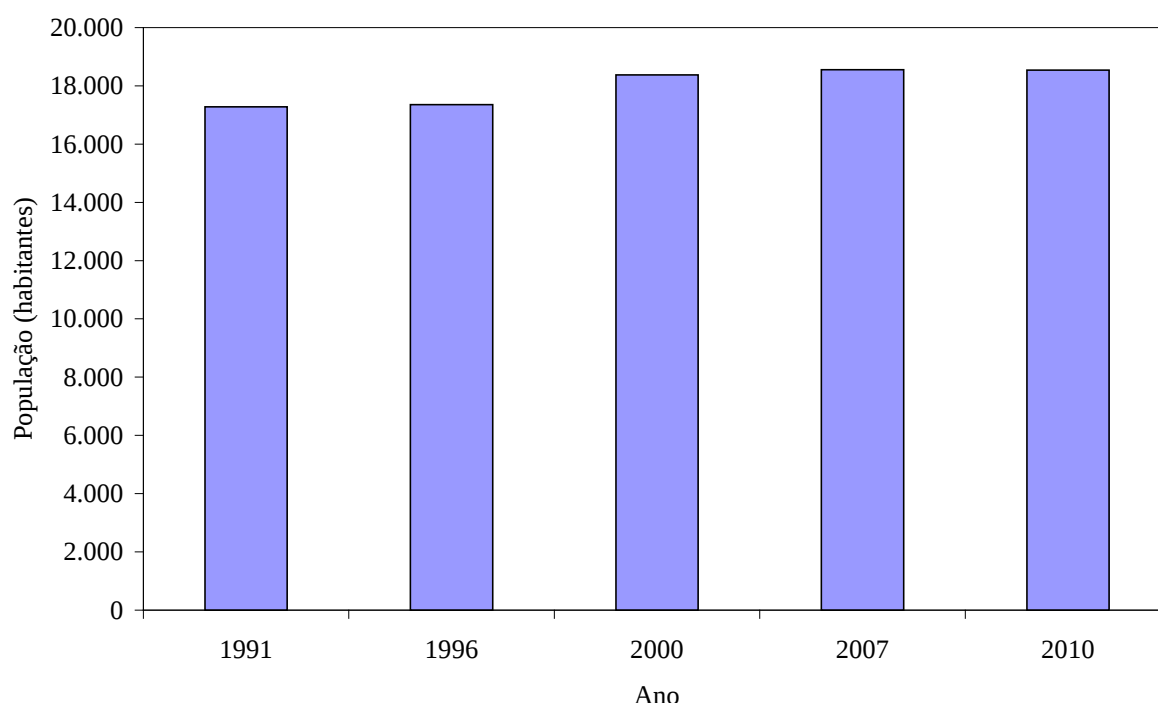


Figura 01: Variação da população do município de Caconde no período de 1991 a 2010

4. PREFEITURA DA ESTÂNCIA CLIMÁTICA DE CACONDE

A Prefeitura Municipal da Estância Climática de Caconde, com sede na Rua Duque de Caxias, nº 236 – Centro de Caconde, é a responsável pelo sistema de abastecimento de água do município de Caconde.

Na sequência é apresentada uma tabela resumo com a estrutura das unidades operacionais existente no sistema de abastecimento de água do município de Caconde.

Na Tabela 02 são apresentados os dados referentes ao ano de 2013 do sistema de

abastecimento de água do município de Caconde

Tabela 02. Dados referentes ao ano de 2013 do sistema de abastecimento de água

Descrição	Valor
Porcentagem de água tratada	100%
Extensão da Rede de Água	70 km
Quantidade de Ligações de Água	3.332

5. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE CACONDE

O sistema de abastecimento de água do município de Caconde é realizado através de captação superficial e subterrânea. Realiza-se a captação superficial dos mananciais Córrego da Vaca e Serra do Cigano (em um afluente do Rio Pardo) e a captação subterrânea nos poços Barrânia, Prainha e Mirante.

O sistema de distribuição de água do município é composto por vinte (20) reservatórios.

Na Tabela 03 a 04 são apresentados as captações, estações de tratamento de água, poços e reservatórios existentes na sede do município de Caconde.

Tabela 03. Captações superficiais e subterrânea existentes no município de Caconde

Denominação	Coordenadas (UTM)		Vazão Outorga (m ³ /h)	Período (H/D)
	N	E		
Córrego da Vaca	7.619,72	330,50	144,00	18
Afluente do Rio Pardo (Serra)	7.612,35	328,13	8,00	24
Poço Barrânia	7.617,59	342,66	14,00	18
Poço Prainha	7.613,84	333,37	*	*
Poço Mirante	7.610,52	329,97	*	*

* Não possuem outorga

Tabela 04. Reservatórios existentes no sistema de abastecimento de água de Caconde

Reservatório	Local	Material	Tipo	Altura (m)	Volume (m ³)
R01	Praça Sete de Setembro - ETAI	Concreto	Elevado	3,00	70
R02	Praça Sete de Setembro - ETAI	Concreto	Semi-Enterrado	5,00	380
R03	Praça Sete de Setembro - ETAI	Metálico	Apoiado	18,00	500
R04	Jardim Redentor -ETA II	Metálico	Apoiado	19,50	500
R05	Jardim Redentor -ETA II	Metálico	Apoiado	7,95	200
R06	Jardim Redentor -ETA II	Metálico	Taça	10,50	30
R07	Portal Boa Vista	Metálico	Apoiado	6,00	20
R08	Cadorna Poli	Metálico	Apoiado	12,60	180
R09	Distrito Industrial	Metálico	Apoiado	13,20	150
R10	Coreto da Praça Cel. Joaquim José	Concreto	Semi-Enterrado	5,00	100
R11	Praça Santa Cruz	Concreto	Semi-Enterrado	5,00	500
R12	Bairro Santa Lúcia	Metálico	Apoiado	17,70	200
R13	Cristo	Concreto	Apoiado	4,00	30
R14	São José	Metálico	Apoiado	6,00	50
R15	Barrânia I	Metálico	Apoiado	13,00	180
R16	Barrânia II	Metálico	Apoiado	6,00	50
R17	Cemitério	Metálico	Taça	14,40	10
R18	Barrânia Concreto *	Concreto	Apoiado	5,00	30
R19	Mirante	Concreto	Taça	18,00	10
R20	Prainha I	Metálico	Apoiado	6,00	20
R21	Prainha II	Metálico	Apoiado	6,00	20

* Desativado

Nas Figuras 02 a 06 é possível observar a localização das Captações, Poços, Estações de Tratamento de Água e Reservatório tanto na sede como no Mirante, Prainha e Distrito de Barrânia.

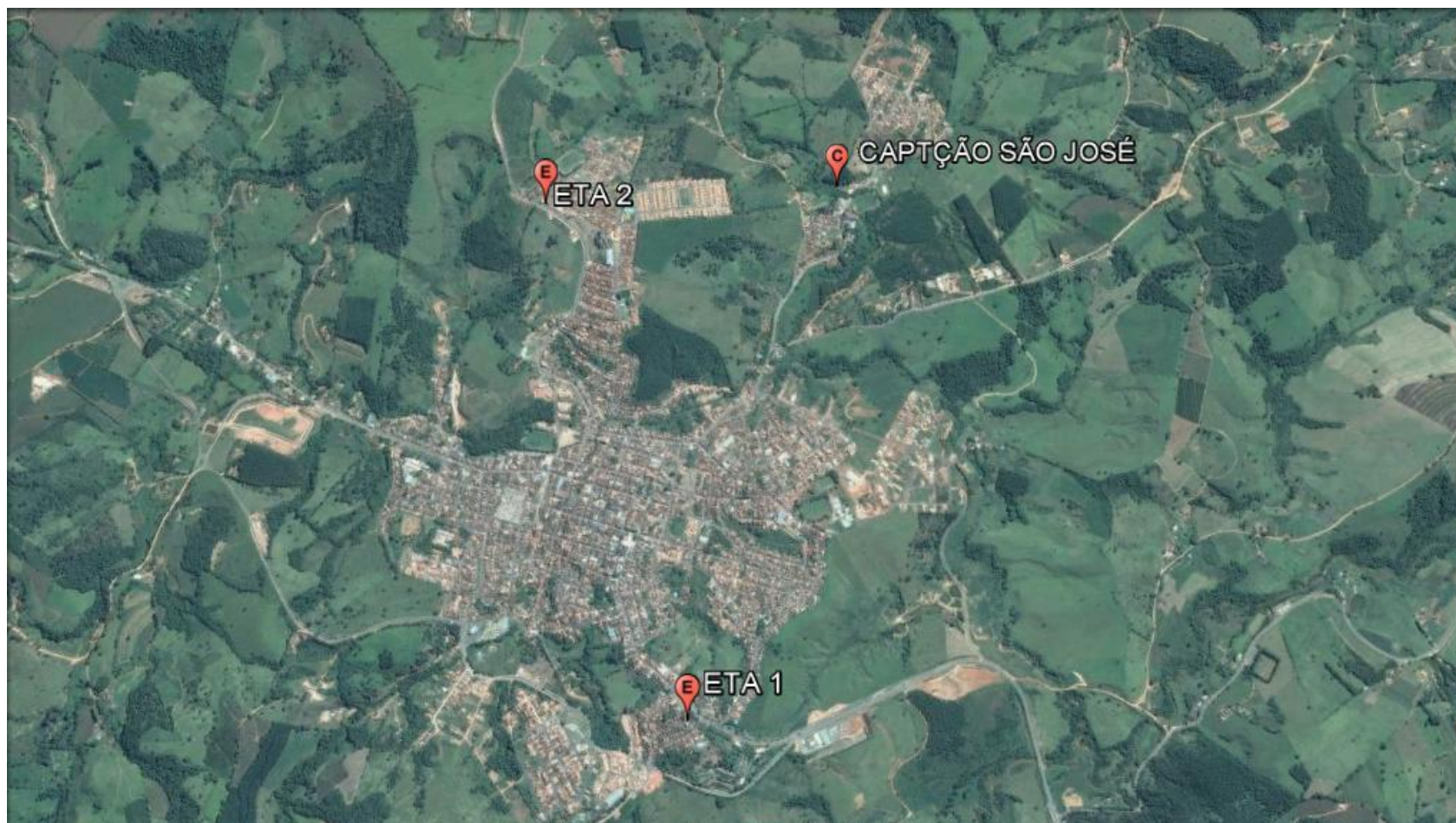


Figura 02. Localização da Captação e Estações de Tratamento de Água

13



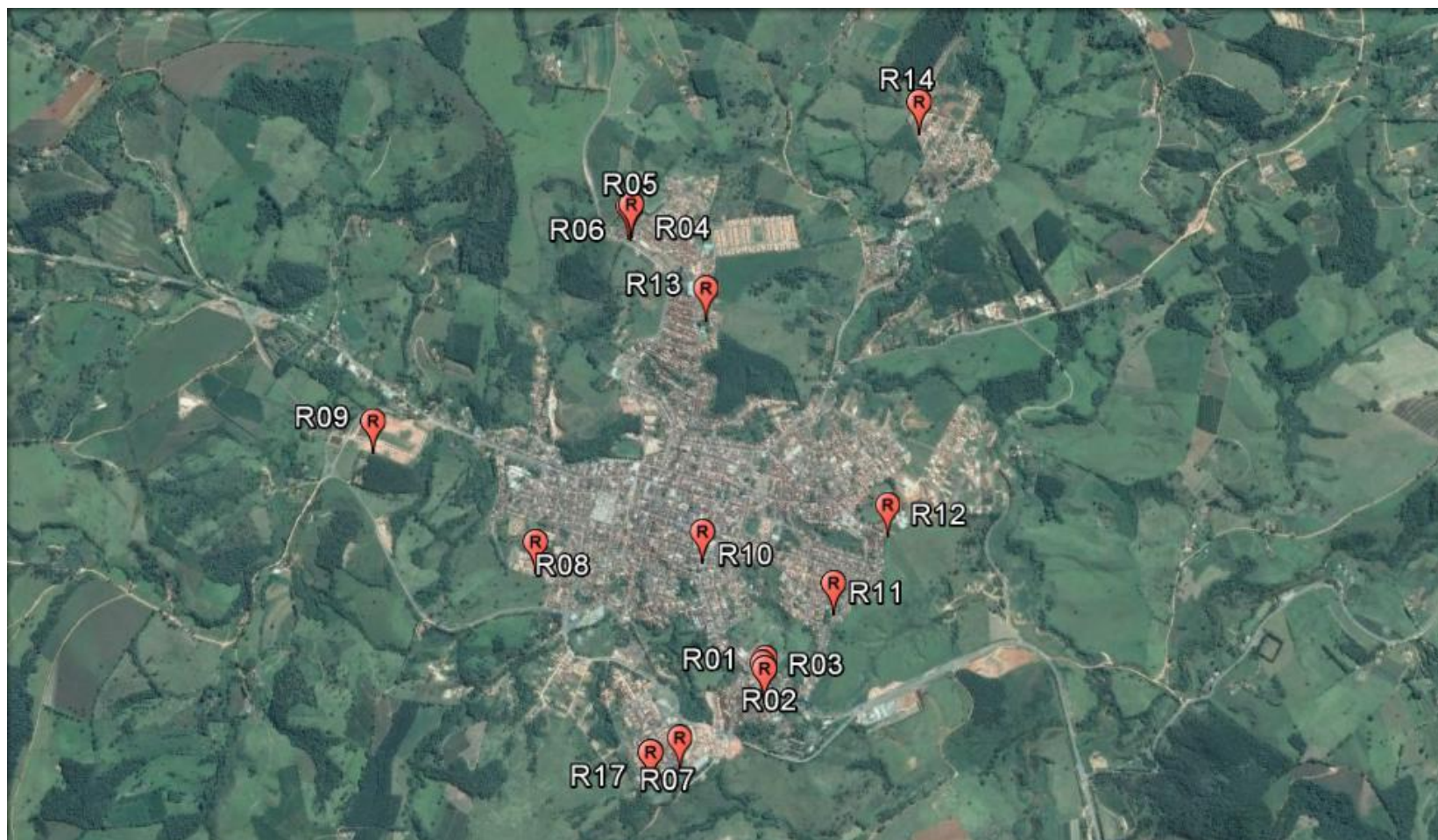


Figura 03. Localização dos Reservatórios no município de Caconde - Sede

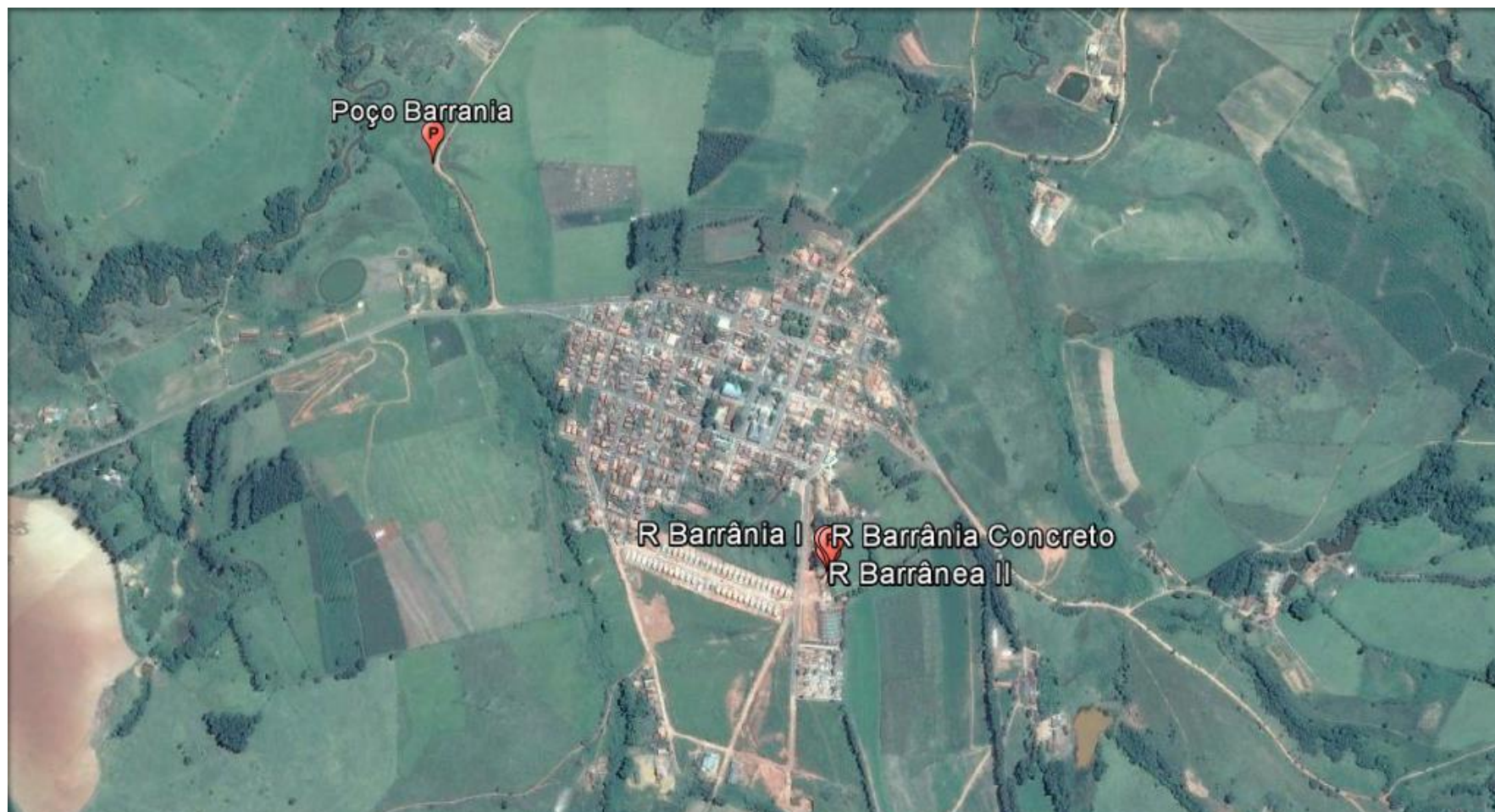


Figura 04. Localização do Poço e Reservatórios do Distrito de Barrânia

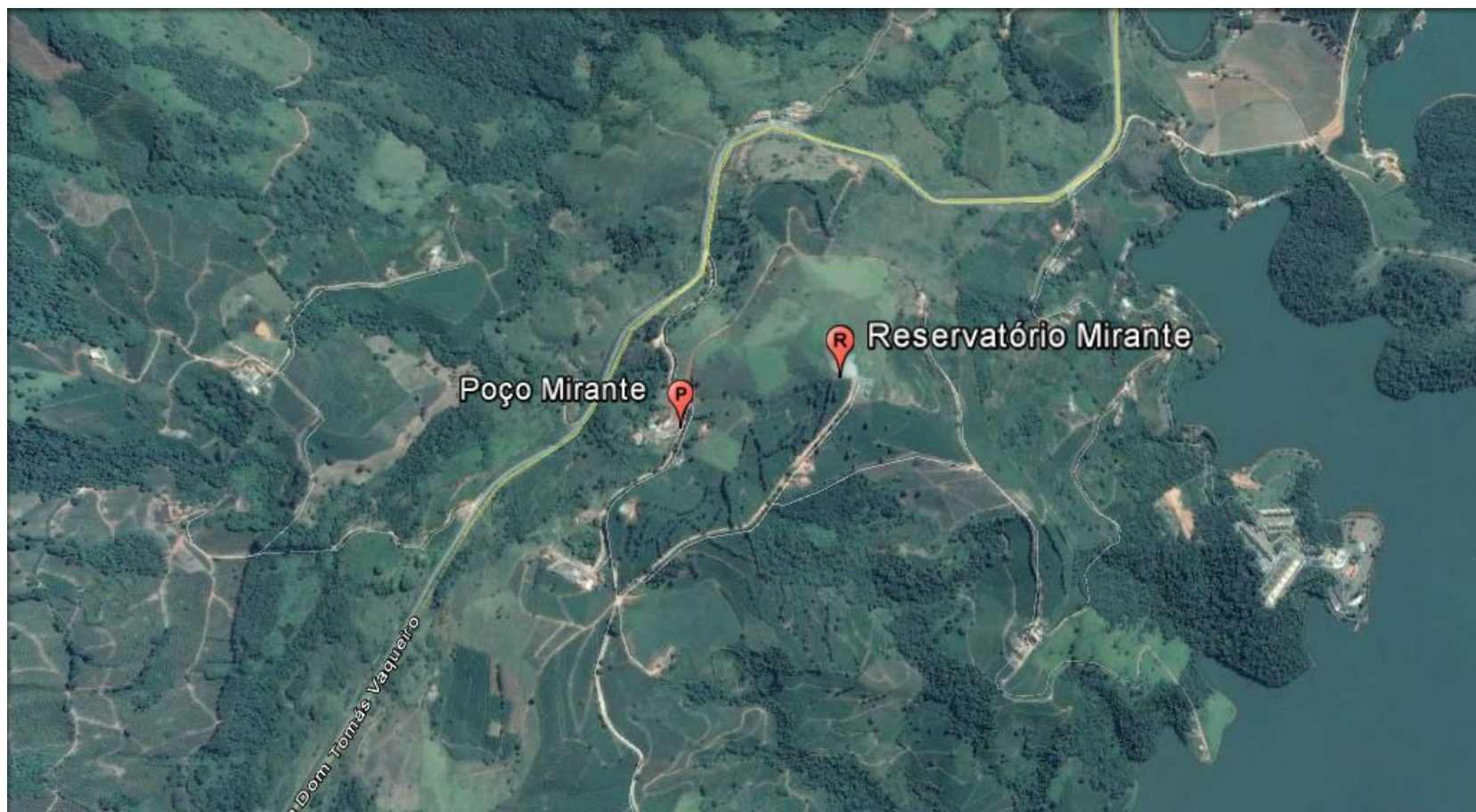


Figura 05. Localização do Poço e Reservatório Mirante

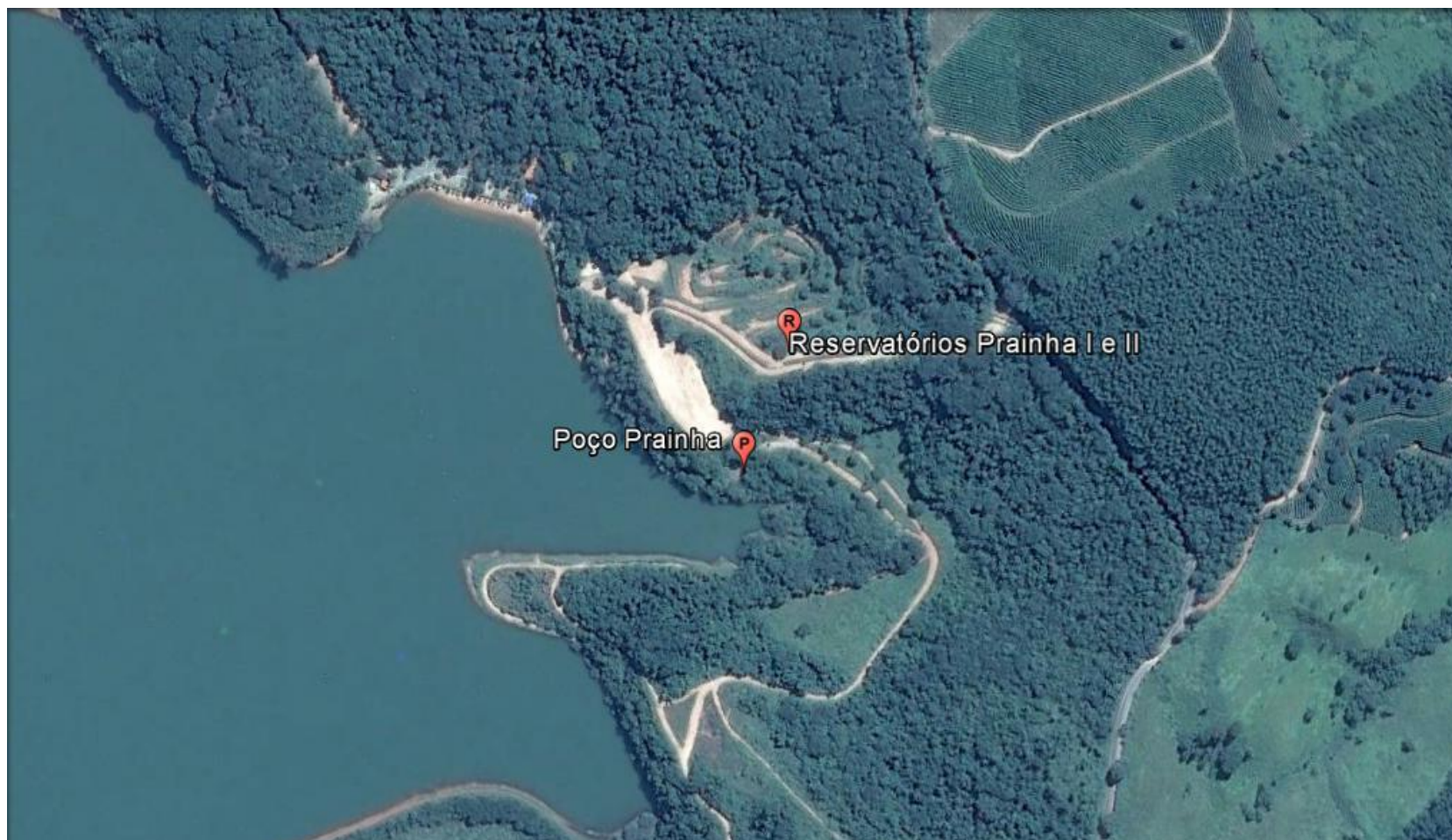


Figura 06. Localização do Poço e Reservatórios Prainha

5.1. Captação Superficial – Córrego da Vaca (São José)

A captação esta localiza no Bairro São José. A mesma possui outorga emitida pelo DAAE em 28 de janeiro de 2014 com prazo de validade de dez (10) anos.

No Córrego da Vaca existe uma derivação do mesmo para o poço de sucção situado ao lado da estação elevatória de água bruta. A estação elevatória possui quatro (04) conjuntos motor-bomba.

Dos quatro (04) conjuntos motor-bomba existentes, um (01) realiza o recalque da água para a Estação de Tratamento de Água I, um (01) realiza o recalque da água para a Estação de Tratamento de Água II, e os outros dois (02) são reservas.

Ambas as tubulações de recalque dos conjuntos motor bomba para a ETA I e ETA II, possuem diâmetro igual a 150mm e material em aço.

Nas Figuras 07 a 16 é possível observar a Captação Superficial Córrego da Vaca.



Figura 07. Vista do Córrego da Vaca



Figura 08. Vista da Captação Córrego da Vaca



Figura 09. Vista da Captação Córrego da Vaca



Figura 10. Vista da fachada da Estação Elevatória de Água Bruta



Figura 11. Vista do Poço de Sucção



Figura 12. Vista dos Conjuntos Motor-Bomba



Figura 13. Vista do Conjunto Motor-Bomba que recalca água para a ETA I



Figura 14. Vista do Conjunto Motor-Bomba que recalca água para a ETA II



Figura 15. Vista dos Painéis Elétricos



Figura 16. Vista da Estação Elevatória de Água

5.2. Captação Serra dos Ciganos

A captação esta localiza no Alto da Serra do Cigano. A mesma possui outorga emitida pelo DAAE em 28 de janeiro de 2014 com prazo de validade de dez (10) anos.

No local existe um riacho sem denominação, este é afluente do Rio Pardo e abastece por gravidade a ETA I.

A tubulação de recalque possui diâmetro igual a 150mm em material Ferro Fundido.

Nas Figuras 17 a 20 é possível observar a Captação Serra dos Ciganos.



Figura 17. Vista da represa da Captação Serra dos Ciganos



Figura 18. Vista da represa da Captação Serra dos Ciganos



Figura 19. Vista da construção na Captação



Figura 20. Vista da Captação Serra dos Ciganos

5.3. Estação de Tratamento de Água – ETA I

A Estação de Tratamento de Água – ETA I esta localizada na Avenida Brasil no Bairro Bela Vista.

A água extraída nas duas captações (Parte do Córrego da Vaca e Serra dos Ciganos) são recalçadas para a ETA I através de duas adutoras, ambas com diâmetro igual a 150mm.

O processo de tratamento da ETA é do tipo convencional com floculação, decantação e filtração.

No início do tratamento a água bruta recebe solução de cal hidratada, solução de sulfato de alumínio ferroso e pré-cloração com hipoclorito de sódio. A solução de cal hidratada age de modo a corrigir o pH, enquanto a solução de sulfato de alumínio ferroso age como coagulante (aglomera as impurezas que se encontram em suspensões finais ou em estado coloidal e algumas que se encontram dissolvidas, em partículas maiores que possam ser removidas por decantação ou filtração).

Após a mistura, a água segue para os floculadores onde os flocos (sementes de flocos gerados na coagulação) se agregam, por adsorção, às partículas dissolvidas ou em estado coloidal. Ao passar pelos floculadores, os flocos vão aumentando de peso e tamanho permitindo a sua sedimentação por ação da gravidade, de forma a permitir a separação no processo de decantação. Nos floculadores há uma agitação mecânica da massa de água, mas a uma velocidade mais lenta, de modo a promover o bom contato entre as partículas e os flocos, e sem que haja a destruição daqueles já formados.

Nos decantadores do tipo convencional com volume igual a 500m³, há 4 zonas com processos físico-químicos distintos, sendo eles: flocos desordenados e com movimento na zona de turbilhonamento, início do processo de decantação na segunda zona, seguidos da zona de repouso em que quase não há movimento dos flocos e por fim a zona de ascensão que dirige para os filtros os flocos que não conseguiram decantar.

No processo de filtração, que ocorre com dois (02) filtros de areia (com camadas de pedra e areia de diferentes granulometrias), há a retenção dos sólidos suspensos que não decantaram. Os filtros de areia operam por gravidade e possuem fluxo descendente, em média são realizadas as lavagens dos filtros a cada 12 horas, consumindo cerca de 30m³ cada lavagem..

Por fim, há a aplicação de hipoclorito de sódio, e adição de ácido fluossilícico (para

prevenção de cárie dentária infantil) e posteriormente a água segue para um poço de sucção.

Com relação às análises laboratoriais, é realizado o controle da qualidade da água através de análises de cloro residual livre, determinação do pH, cor, turbidez, flúor, temperatura da água e do ar em laboratório próprio, as demais análises são realizadas por empresa terceirizada.

O Controle de Qualidade da água distribuída para a população é feito diariamente pelo Laboratório da ETA I e por outros Laboratórios credenciados para atender a Portaria n°. 2914 de 12 de dezembro de 2011.

Na ETA existem três (03) reservatórios que recebem água tratada:, sendo eles: um (01) de concreto Elevado (R01), outro de concreto Semi-Enterrado (R02) e outro metálico Apoiado (R03).

As Figuras 21 a 25 apresentam as instalações da Estação de Tratamento de Água.



Figura 21. Vista da Estação de Tratamento de Água



Figura 22. Vista da Chegada da água bruta na ETA I



Figura 23. Vista dos Filtros



Figura 24. Vista das dosadoras



Figura 25. Vista do Laboratório

A ETA I possui três conjuntos motor-bomba sendo: um conjunto motor-bomba recalca água para o R03, e os outros dois recalcam água para o reservatório R01

Nas Figuras 26 a 29 é possível observar os conjuntos motor-bomba existentes na Estação de Tratamento de Água – ETA I.



Figura 26. Vista do Reservatório de Sucção



Figura 27. Vista dos conjuntos motor-bomba



Figura 28. Vista dos Conjuntos Motor Bomba que recalcam água para o R01



Figura 29. Vista do Conjunto Motor-Bomba que recalca água para o R03

5.4. Estação de Tratamento de Água – ETA II

A Estação de Tratamento de Água – ETA II esta localizada na Rua Nossa Senhora no Jardim Redentor.

Parte da água extraída do Córrego da Vaca é recalçada para a ETA II através de uma adutora com diâmetro igual a 150 mm.

A ETA II é do tipo Compacta Metálica, possui um decantador compacto e filtro compacto ambos funcionam sob pressão. Possui capacidade estimada de tratamento igual a 26 L/s. O sistema de cloração e fluoretação se dá na saída do filtro.

A Lavagem do filtro ocorre a cada 8 horas e consome aproximadamente 30m³ por

lavagem.

Com relação às análises laboratoriais, é realizado o controle da qualidade da água através de análises de cloro residual livre, pH, cor, turbidez, flúor, temperatura da água e do ar em laboratório próprio, as demais análises são realizadas por empresa terceirizada.

O Controle de Qualidade da água distribuída para a população é feito diariamente pelo Laboratório da ETA II e por outros Laboratórios credenciados para atender a Portaria nº. 2914 de 12 de dezembro de 2011.

Na ETA existem três (03) reservatórios que recebem água tratada sendo eles: um (01) apoiado metálico (R04), outro apoiado metálico (R05) e o ultimo tipo taça e metálico (R06).

As Figuras 30 a 33 apresentam as instalações da Estação de Tratamento de Água.



Figura 30. Vista da ETA II



Figura 31. Vista da ETA II



Figura 32. Vista das bombas dosadoras de produtos químicos



Figura 33. Vista do Laboratório da ETA II

A ETA II possui dois conjuntos motor-bomba sendo: um conjunto motor-bomba recalca água do R04 para o R05, e o outro que recalca água do R04 para o R06.

Nas Figuras 34 a 35 é possível observar os conjuntos motor-bomba existentes na Estação de Tratamento de Água – ETA II.



Figura 34. Vista do conjunto motor-bomba que recalca água do R04 para o R05



Figura 35. Vista do conjunto motor-bomba que recalca água do R04 para o R06

5.5. Reservatório R01 - ETA I

O reservatório R01 – ETA I localiza-se no mesmo terreno onde está a ETA I. O local é murado e possui portões. Ele está em um andar superior ao laboratório.

O reservatório denominado como R01, é do tipo elevado e em concreto e possui capacidade de armazenamento igual a 50m³.

O R01 possui uma tubulação de entrada que vem do recalque do Reservatório de Sucção da ETA I, esta tubulação possui um diâmetro igual a 200mm em Ferro Fundido.

A água deste reservatório é utilizada para lavagem dos filtros da ETA, e a mesma tubulação que entra água sai para abastecer o Centro e Bela Vista.

Na Figura 36 é apresentado o reservatório R01.



Figura 36. Vista do Reservatório R01

5.6. Reservatório R02 - ETA I

O reservatório R02 – ETA I localiza-se no mesmo terreno onde esta a ETA I, porém fica na praça em frente, não possui cercamento.

O reservatório denominado como R02, é do tipo semi-enterrado e em concreto, e possui capacidade de armazenamento igual a 380m³.

O R02 possui uma tubulação de entrada que vem por gravidade do Reservatório de Sucção da ETA I, esta tubulação possui um diâmetro igual a 150 em Ferro Fundido.

Existem três tubulações de saída, sendo elas duas de diâmetro igual a 75mm e outra com diâmetro igual a 300mm.

A Figura 37 apresenta o reservatório R02.



Figura 37. Vista do Reservatório R02

5.7. Reservatório R03 - ETA I

O reservatório R03 – ETA I localiza-se no mesmo terreno onde esta a ETA I, possui muro e portão que o mantém fechado junto a ETA.

O reservatório denominado como R03, é do tipo apoiado e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 500m³.

O R03 possui uma tubulação de entrada que vem do recalque de água do Reservatório de Sucção da ETA I, esta tubulação possui um diâmetro igual a 90 em Aço.

Existem três tubulações de saída, sendo elas uma com diâmetros iguais a 75mm. A Figura 38 apresenta o reservatório R03.



Figura 38. Vista do Reservatório R03

5.8. Reservatório R04 - ETA II

O reservatório R04 – ETA II localiza-se no mesmo terreno onde esta a ETA II, possui alambrado e portão que o mantém fechado junto a ETA.

O reservatório denominado como R04, é do tipo apoiado e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 500m³.

O R05 possui uma tubulação de entrada que vem do recalque da ETA II, é uma tubulação com diâmetro igual a 150mm em DeFF.

Existem quatro tubulações de saída, sendo elas: uma diâmetro igual a 50mm em Aço que abastece o R06 através de um conjunto motor-bomba, outra com diâmetro igual a 50mm em aço que abastece o reservatório R05 através de um conjunto motor-bomba, uma de 100mm em DeFF que abastece os Reservatórios R13 e R14, e uma com diâmetro igual a

50mm em PVC que abastece o bairro dos Estados.

Na Figura 39 é apresentado o reservatório R04.



Figura 39. Vista do Reservatório R04

5.9. Reservatório R05 - ETA II

O reservatório R05 – ETA II localiza-se no mesmo terreno onde esta a ETA II, possui alambrado e portão que o mantém fechado junto a ETA.

O reservatório denominado como R05, é do tipo apoiado e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 200m³.

Atualmente ele é utilizado como reserva como é possível observar no esquema hidráulico que esta sendo apresentado Anexo.

O R05 possui uma tubulação de entrada que vem do recalque do R04, é uma tubulação com diâmetro igual a 50mm em Aço.

Existe apenas uma tubulação de saída a qual é interligada logo na saída do R04, pois quando há necessidade o operador realiza a abertura do registro e a água abastece todos o Redentor parte baixa, e o R13 e R14.

A Figura 40 apresenta o reservatório R05.



Figura 40. Vista do R05

5.10. Reservatório R06 - ETA II

O reservatório R06 – ETA II localiza-se no mesmo terreno onde esta a ETA II, possui alambrado e portão que o mantém fechado junto a ETA.

O reservatório denominado como R06, é do tipo taça e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 30 m³.

O R06 possui uma tubulação de entrada que vem do recalque do R05-ETA II, é uma tubulação com diâmetro igual a 50mm em PVC.

Existe apenas uma tubulação de saída com diâmetro igual a 75 em PVC, a qual é responsável pelo abastecimento por gravidade do bairro Redentor.

A Figura 41 apresenta o reservatório R06.



Figura 41. Vista do Reservatório R06

5.11. Reservatório R07 - Portal Boa Vista

O reservatório R07 localiza-se no bairro Bela Vista, não possui cercamento no local, isto facilita a entrada de pessoas não autorizadas.

O reservatório denominado como R07 Portal Boa Vista, é do tipo apoiado e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 20 m³.

O R07 possui uma tubulação de entrada que vem por gravidade do R03 através de uma tubulação com diâmetro igual a 50mm em PVC

Existe apenas uma tubulação de saída com diâmetro igual a 50 em PVC, a qual é responsável pelo abastecimento por gravidade do bairro Boa Vista.

A Figura 42 apresenta o reservatório R07.



Figura 42. Vista do Reservatório R07

5.12. Reservatório R08 - Cadorna Poli

O reservatório R08 localiza-se na Rua Luiz Orrico no bairro Cristais, possui cercamento com alambrado e portão.

O reservatório denominado como R08 Cadorna Poli, é do tipo apoiado e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 180 m³.

O R08 possui uma tubulação de entrada que vem por gravidade do R03 através de uma tubulação com diâmetro igual a 75mm em PVC

Existem duas tubulações de saída, uma com diâmetro igual a 50mm em PVC que abastece o bairro Cristais e o Reservatório R09, a outra com diâmetro igual a 75mm em PVC que abastece também o Bairro Cristais e Várzea.

A Figura 43 apresenta o reservatório R08.



Figura 43. Vista do Reservatório R08

5.13. Reservatório R09 – Distrito Industrial

O reservatório R09 localiza-se no Distrito Industrial, possui cercamento com alambrado porem não possui portão, atualmente encontra-se aberto.

O reservatório denominado como R09 Distrito Industrial, é do tipo apoiado e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 150 m³.

O R09 possui uma tubulação de entrada que vem por gravidade do rede do R08 através de uma tubulação com diâmetro igual a 50mm em PVC.

Existe apenas uma tubulação de saída, a qual possui diâmetro igual a 50 mm e PVC,

sendo esta responsável pelo abastecimento de Distrito Industrial quando o mesmo entrar em funcionamento.

A Figura 44 apresenta o reservatório R09.



Figura 44. Vista do R09

5.14. Reservatório R10 – Coreto da Praça Coronel Joaquim José

O reservatório R10 localiza-se na Praça Coronel Joaquim José (Coreto), o local não é fechado, e esta localizado no coreto da praça.

O reservatório denominado como R10 Coreto da Praça Coronel Joaquim José, é do tipo Semi-Enterrado e de concreto, e possui capacidade de armazenamento igual a 100m³.

O R10 possui uma tubulação de entrada com diâmetro igual a 200mm em Ferro Fundido que vem por gravidade do R02.

Existe apenas uma tubulação de saída com diâmetro igual a 150mm em FF que abastece os bairros: Centro, Várzea, Cristais e Santo Antonio (Parte Baixa).

A Figura 45 apresenta o reservatório R10.



Figura 45. Vista do R10

5.15. Reservatório R11 – Praça Santa Cruz

O reservatório R11 localiza-se na Praça Santa Cruz, o local não é fechado pois fica na praça.

O reservatório denominado como R11 Praça Santa Cruz, é do tipo Semi-Enterrado e de concreto, e possui capacidade de armazenamento igual a 500m³.

O R11 possui uma tubulação de entrada sendo esta com diâmetro igual a 75mm em Aço proveniente do R02.

Existe uma tubulação de saída com diâmetro igual a 50mm em PVC que abastece os bairros Santa Cruz e Santo Antonio (Parte Alta).

A Figura 46 apresenta o reservatório R11.



Figura 46. Vista do Reservatório R11

5.16. Reservatório R12 – Bairro Santa Lúcia

O reservatório R12 localiza-se na Rua 03, o local possui cercamento e portão.

O reservatório denominado como R12 Bairro Santa Lúcia, é do tipo Apoiado e metálico, e possui capacidade de armazenamento igual a 200m³.

O R12 possui uma tubulação de entrada com diâmetro igual a 100mm em Aço proveniente do R02.

O R12 possui apenas uma saída com diâmetro igual a 100mm em PVC a qual é responsável pelo abastecimento dos bairros Santa Lucia, Jardim Bela Estância e Jardim Alvorada. A Figura 47 apresenta o reservatório R12.



Figura 47. Vista do Reservatório R12

5.17. Reservatório R13 – Cristo

O reservatório R13 localiza-se na Rua Joaquim de Paula Lima, o local é aberto.

O reservatório denominado como R13 Cristo, é do tipo Apoiado e em concreto, e possui capacidade de armazenamento igual a 30m³.

O R13 possui uma tubulação de entrada com diâmetro igual a 100mm em PVC proveniente do R04.

O R13 possui apenas uma saída com diâmetro igual a 75mm em DeFF a qual é responsável pelo abastecimento dos bairros do Estádio e Redentor (Parte Alta).

A Figura 48 apresenta o reservatório R13.



Figura 48. Vista do Reservatório R13

5.18. Reservatório R14 – São José

O reservatório R14 localiza-se na Rua Dez no bairro São José 3, o local é aberto.

O reservatório denominado como R14 São José, é do tipo Apoiado e metálico possui capacidade de armazenamento igual a 50³.

O R14 possui uma tubulação de entrada com diâmetro igual a 100mm em Aço proveniente do R04.

O R14 possui apenas uma saída com diâmetro igual a 50mm em PVC a qual é responsável pelo abastecimento dos bairros São José I, São José II e São José III.

A Figura 49 apresenta o reservatório R14.



Figura 49. Vista do Reservatório São José

5.19. Poço Barrânia – Distrito de Barrânia

O poço tubular profundo localiza-se na Rua Direita, s/n no Distrito de Barrânia.

O Poço Barrânia é um poço tubular profundo que retira a água bruta e recalca para o Reservatório Barrânia R15. A tubulação de saída do poço tem diâmetro igual a 75mm.

O poço não possui macromedidor, não possui tubete medidor de nível dinâmico e estático, possui laje sanitária que encontra-se em bom estado de conservação, e possui cercamento em toda sua área, que também se encontra em bom estado de conservação. No local não há operador fixo, porém o poço é automatizado, quando o reservatório atinge 100% da sua capacidade o poço é desligado, e religado automaticamente quando o reservatório atinge 75% da sua capacidade.

O painel elétrico do poço encontra-se em bom estado de conservação, porém não possui inversos de frequência, assim como software start e stop, fazendo com que o consumo de energia no seu acionamento seja maior.

A água retirada do Poço Barrânia é encaminhada para o Reservatório R15.

A Tabela 05 apresenta as características do Poço Barrânia, e as Figuras 50 a 51 apresentam o Poço Barrânia.

Tabela 05. Características do Poço Barrânia

Parâmetro	Poço Barrânia
Profundidade instalação	*
Profundidade da Bomba	*
Medidor de Vazão	Não Possui
Tubete Medidor de Nível	Não Possui
Laje Sanitária	Possui
Alambrado	Possui
Moto Bomba	*
Tubulação de Recalque	75mm
Painel	Possui

* Dados não encontrados



Figura 50. Vista do Poço Barrânia



Figura 51. Vista do Poço Barrânia

5.20. Reservatório R15, R16 e R18 – Barrânia I, Barrânia II e Barrânia Concreto

Os reservatórios R14, R15 e R18 localizam-se na Rua Um ao lado do Campo de Futebol no Distrito de Barrânia, o local é cercado por Alambrado.

O Reservatório R15 é do tipo apoiado e metálico, possui capacidade de reservação igual a 180m³, e recebe água do poço barrânia. Antes da água chegar no reservatório ocorre o tratamento da mesma através da aplicação de cloro e flúor por meio de bombas dosadoras.

O Reservatório R15 possui duas tubulações de saída, sendo uma com diâmetro igual a 100mm em PVC, logo ao sair do reservatório esta tubulação se deriva em duas com o mesmo diâmetro, e uma é responsável pelo abastecimento do Distrito e a outra responsável pelo abastecimento do Loteamento de Casas Populares e outra com diâmetro igual a 50mm em PVC que encaminha água para o Reservatório R16.

O Reservatório R16 é do tipo apoiado e metálico, possui capacidade de armazenamento igual a 50m³, e recebe água do R15. Possui duas tubulações de saída com diâmetro iguais a 50mm em PVC, uma que abastece apenas o Cemitério e o Campo de Futebol, e outra que abastece o Distrito de Barrânia.

No local ainda existe um reservatório R18 apoiado e em concreto, porem o mesmo encontra-se desativado. A Figura 52 a 55 é apresentado os reservatórios R15, R16 e R18.



Figura 52. Vista dos Reservatórios em Barrânia



Figura 53. Vista do Reservatório R15

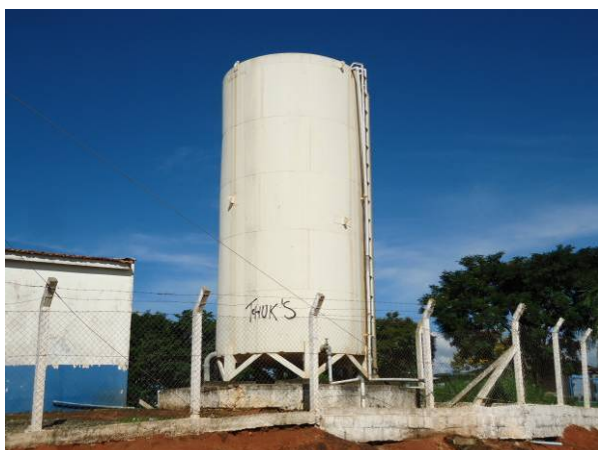


Figura 54. Vista do Reservatório R16



Figura 55. Vista do Reservatório R18

5.21. Poço Mirante

O poço tubular profundo localiza-se em uma residência próxima ao Mirante..

O Poço Mirante é um poço tubular profundo que retira a água bruta a qual é utilizada apenas para abastecimento de uma propriedade particular.

O poço não possui macromedidor, não possui tubete medidor de nível dinâmico e estático, possui laje sanitária que encontra-se em bom estado de conservação, não possui cercamento de sua área. No local não há operador fixo, porém o poço é ligado e desligado somente quando necessário.

O painel elétrico do poço não encontra-se em bom estado de conservação, não possui inversos de frequência, assim como software start e stop, fazendo com que o consumo de

energia no seu acionamento seja maior.

A Tabela 06 apresenta as características do Poço Mirante, e as Figuras 56 a 57 apresentam o Poço Mirante.

Tabela 06. Características do Poço Mirante

Parâmetro	Poço Mirante
Profundidade instalação	*
Profundidade da Bomba	*
Medidor de Vazão	Não Possui
Tubete Medidor de Nível	Não Possui
Laje Sanitária	Possui
Alambrado	Possui
Moto Bomba	*
Tubulação de Recalque	40mm
Painel	Possui

* Dados não encontrados



Figura 56. Vista do Poço Mirante



Figura 57. Vista do Poço Mirante

5.22. Reservatório R19 - Mirante

O Reservatório R09 localiza-se ao lado do mirante, o local é cercado por alambrado. Ele recebe água através de caminhão pipa proveniente de água da Sede de Caconde.

O Reservatório R09 é do tipo Taça e Metálico, possui capacidade de armazenamento igual a 150 m³, e possui um tubulação de saída de diâmetro igual a 50mm em PVC a qual é responsável pelo abastecimento do Mirante e uma residência ao lado. Na Figura 58 é possível observar o Reservatório R09.



Figura 58. Vista do Reservatório Mirante

5.23. Poço Prainha

O poço tubular profundo localiza-se próximo ao camping da prainha. É um poço tubular profundo que retira a água bruta e recalca para o reservatório R20.

O poço não possui macromedidor, não possui tubete medidor de nível dinâmico e estático, possui laje sanitária que não encontra-se em bom estado de conservação, possui cercamento de sua área. No local não há operador fixo, porém o poço é automatizado, quando o reservatório atinge 100% da sua capacidade o poço é desligado, e religado automaticamente quando o reservatório atinge 75% da sua capacidade.

O painel elétrico do poço encontra-se em bom estado de conservação, não possui inversos de frequência, assim como software start e stop, fazendo com que o consumo de energia no seu acionamento seja maior.

A Tabela 07 apresenta as características do Poço Prainha, e a Figura 59 apresenta o Poço Prainha.

Tabela 07. Características do Poço Prainha

Parâmetro	Poço Prainha
Profundidade instalação	*
Profundidade da Bomba	*
Medidor de Vazão	Não Possui
Tubete Medidor de Nível	Não Possui
Laje Sanitária	Possui
Alambrado	Possui
Moto Bomba	*
Tubulação de Recalque	40mm
Painel	Possui

* Dados não encontrados



Figura 59. Vista do Poço Prainha

5.24. Reservatório R20 e R21 - Prainha

Os Reservatórios R20 e R21 localizam-se próximo ao poço, o local é cercado por alambrado.

O Reservatório R20 é do tipo Apoiado e Metálico, possui capacidade de armazenamento igual a 20 m³. O Reservatório R20 recebe água proveniente do Poço Prainha através de uma tubulação com diâmetro igual a 40mm em PVC.

O Reservatório R21 é do tipo Apoiado e Metálico, possui capacidade de armazenamento igual a 20m³. O Reservatório R21 recebe água proveniente do Reservatório R20 através de uma tubulação com diâmetro igual a 75mm em Aço.

O R20 possui um tubulação de saída de diâmetro igual a 75mm em Aço, a qual é responsável pelo abastecimento do Camping e aproximadamente 10 residências de

veraneio. A mesma tubulação de saída segue para o Reservatório R21, o qual possui uma saída com diâmetro igual a 50mm em PVC a qual abastece também o Camping e aproximadamente 10 residências de veraneio.

Na Figura 60 é possível observar os Reservatórios R20 e R21.



Figura 60. Vista do Reservatório R20 e R21

5.25. Sistema de Micromedição

A população total atendida pelo sistema de abastecimento é de 18.538 habitantes para um total de ligações ativas de 4.524 ligações.

5.26. Sistema de Distribuição

A extensão total da rede de distribuição da cidade é aproximadamente de 138km, sendo em materiais de PVC, Aço, FF e DeFF.

Na Tabela 08, é possível observar as redes de distribuição com seus respectivos materiais e diâmetros.

Tabela 08. Redes de distribuição e seus respectivos materiais e diâmetros no município de Caconde

Diâmetro /Material	PVC (	AÇO	FF	DEFF
3/4"	2.060,31 m			
1"	44.358,92 m		313,86 m	
1 1/2"			20659,2 m	
40mm	287,11 m			
50mm	19.396,54 m	2.311,98 m	11.196,15 m	
65mm	1.237,27 m			
75mm	8.312,74 m	1.950,76 m	4.886,97 m	
90mm		73,69 m		
100mm	3.381,27 m	593,06 m	136,48 m	
125mm			1.631,11 m	
150mm		3.424,33 m	5.298,44 m	2.860,11 m
200mm				
300mm			1.459,60 m	
	79.034,16 m	8.353,82 m	45.581,81 m	2.860,11 m

6. ELABORAÇÃO DE BASE CADASTRAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A Prefeitura Municipal de Caconde tem um cadastro básico que contém um certo nível em relação a informações cadastrais impressas e digitais. Diante disso a Hiper Ambiental Eireli EPP. gerou uma planta digital da cidade numa escala apropriada 1:2.000 onde foram armazenados os dados básicos do sistema de abastecimento, tais como: captações superficiais subterrâneas, estação de tratamento de água, casa de bombas, adutoras, reservatórios de água tratada e a rede de distribuição. Essa planta geral com sua articulação está sendo apresentada neste Relatório de Atividades R01, com as informações das unidades operacionais e também da rede de distribuição, sendo que as informações sobre o material das tubulações foram coletadas à equipe técnica da Prefeitura e repassadas para o arquivo digital em côres e escalas apropriada esta sendo apresentada em anexo neste relatório.

7. PROJETO BÁSICO DA SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Foram realizados os levantamentos do macrosistema para o Projeto de Setorização considerando o processo de operação que a Prefeitura de Caconde vem realizando para o

abastecimento de água da população.

Conforme a distribuição espacial dos centros de reservação foi constatada qual o dimensionamento ideal para a delimitação dos setores de distribuição que o sistema deverá ter, levando em conta a situação atual com os reservatórios existentes.

Foram consideradas as curvas de nível através das informações obtidas na Prefeitura de Caconde, as quais permitiram uma análise das pressões máximas e mínimas nos setores considerados com a realização das adequações necessárias.

7.1. 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 Caconde foi medida do possível baseada na setorização clássica, ou seja, foi 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 ETA's ou próximos a poços profundos. Assim, os setores de abastecimento foram considerados como setor clássico, ou seja, foi dividido em zonas de pressão, cujas pressões estática e dinâmica devem obedecer a limites pré-fixados, 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 Caconde, sendo consideradas 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, foram 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 estas estão 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.

7.2. 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.

7.3. 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 a 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:

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

Em que:

Q_{setor} = vazão média do setor ($\text{m}^3/\text{mês}$); e

$Q_{\text{lig.}}$ = vazão média mensal de uma residência ($\text{m}^3/\text{mês}$).

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:

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

em que:

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

Lig. = número de ligações no setor;

H_{al} = número de habitantes por ligação (4 habitantes/ligação); e

$C_{percapta}$ = consumo per capta ($l \text{ hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

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

7.4. 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 (m^3/dia);

C_{mi} = consumo médio micromedido real no setor (m^3 / dia);

H = consumo não totalizado no hidrômetro (Adotado – 10%);

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 (Cr) do setor através da seguinte fórmula:

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

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

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

em que:

C_m = consumo diário do setor (m^3/dia);

C_{mi} = consumo médio micromedido real no setor (m^3 / dia);

K_1 = coeficiente do dia de maior Consumo (1,25); e

Cr = capacidade requerida de reservação (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 (Cr) 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.

Desta forma, serão calculados para cada setor dois índices de capacidade requerida de reservação (Cr) sendo um considerando os dados micromedidos nos hidrômetros (Cr_{hidro}) e outro considerando o consumo médio da quota per capta de habitantes por ligação, equação 02, denominado de $Cr_{teórico}$. 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 (Im) 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.

$$Im = \frac{Cmi \cdot H}{Lig} \quad (09)$$

em que:

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

7.5. Lista de materiais hidráulicos

Uma vez delimitado os setores foi 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.

7.6. Setores de distribuição 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 Caconde foi subdividida em oito (08) setores de abastecimento na sede, um (01) setor no Distrito de Barrânia, e um (01) no Bairro Prainha sendo a relação destes apresentados na Tabela 09.

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 09. Relação dos setores de abastecimento de água

SETOR	DENOMINAÇÃO	BAIRRO	LIGAÇÕES
1	SÃO JOSÉ	VILA SÃO JOSE	168
		TOTAL 1	168
2	ETA 02	ETA 02	195
		TOTAL 2	195
3	REDENTOR	JARDIM REDENTOR	611
		JARDIM DOS ESTADOS	
		TOTAL 3	611
4	SANTA LÚCIA	JARDIM SANTA LÚCIA	484
		JARDIM ALVORADA	
		JARDIM BELA ESTÂNCIA	
		TOTAL 4	484
5	VÁRZEA	VÁRZEA	840
		TOTAL 5	840
6	CENTRO	CENTRO	1.177
		TOTAL 6	1.177
7	SANTA CRUZ	VILA SANTA CRUZ	570
		VILA SANTO ANTÔNIO	0
		TOTAL 7	570
8	NOVA ESTÂNCIA	PORTAL NOVA ESTÂNCIA	360
		JARDIM BELA VISTA	
		TOTAL 8	360
9	DISTRITO DE BARRÂNIA	DISTRITO DE BARRÂNIA	120
		TOTAL 9	120
10	PRAINHA	PRAINHA	10
		TOTAL 10	10
		TOTAL GERAL:	4.535

Nos anexos é apresentada uma planta digitalizada com a delimitação projetada dos setores de abastecimento.

7.6.1. SETOR 01 – SÃO JOSÉ

Este setor é alimentado atualmente pelo reservatório R14 apoiado/elevado de concreto, com um volume de 50m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação com diâmetro igual a 50mm.

Na Tabela 10 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 01 (São José).

Tabela 10. Dados referentes ao Setor 01 (São José)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	1,24
Vazão (dmc) (l/s)	1,55
Vazão (hmc) (l/s)	2,33
Volume Requerido de Reserva (m ³)	44,7
Abastecimento	Reservatório R14
Cota geométrica máxima	882,0m
Cota geométrica mínima	812,0m
Número de ligações	168

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo reservatório R14 – São José, com capacidade total de 50m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 44,7m³, sendo que o volume existente é superior ao volume necessário, constata-se assim que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

7.6.2. SETOR 02 – ETA 02

Este setor é alimentado atualmente pelo centro de reservação da ETA 02, através de três (03) reservatórios, sendo dois (02) reservatórios apoiados de concreto R04 e R05, com volumes de 500m³ e 200m³ e um reservatório elevado – R06, com volume de 30m³,

totalizando o volume de 730m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações, com diâmetro de 75mm e 100mm.

Na Tabela 11 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 02 (ETA 02).

Tabela 11. Dados referentes ao Setor 02 (ETA 02)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	1,44
Vazão (dmc) (l/s)	1,80
Vazão (hmc) (l/s)	2,70
Volume Requerido de Reservação (m ³)	51,9
Abastecimento	Reservatórios R04, R05 e R06
Cota geométrica máxima	877,0m
Cota geométrica mínima	849,0m
Número de ligações	195

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo centro de reservação da ETA 02, através dos reservatórios R04, R05 e R06, com capacidade total de 730m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 51,9m³, sendo que o volume existente é superior ao volume necessário, constata-se assim que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

Na Tabela 12 é apresentado o orçamento para implantação do setorização no Setor 02.

Tabela 12. Orçamento para Implantação da setorização no Setor 02

Obra: Implantação da Setorização - Setor 02 - ETA 02									
Local: Município de Caconde - SP									
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Serviços preliminares								
1.1	Placa de obra em chapa de aço galvanizado 6,0 x 4,0m	24,00	m²		74209/001	R\$ 331,24	28%	R\$ 92,75	R\$ 10.175,76
1.2	Aluguel de container 2,20x6,20m p/escritório completo com banheiro	3,00	mês		73847/003	R\$ 658,33	28%	R\$ 184,33	R\$ 2.527,98
1.3	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	64,00	m	030112		R\$ 2,00			R\$ 128,00
1.4	Locação de adutoras e intervenções in loco	8,00	m	020202		R\$ 1,01			R\$ 8,08
	Sub-Total 01								R\$ 12.839,82
2	Materiais								
2.1	Cap PVC PBA JE Dn 50mm	4,00	unid.	32921		R\$ 4,96			R\$ 19,84
2.2	Tê PVC PBA DN 50mm	1,00	unid.	32971		R\$ 14,05			R\$ 14,05
2.3	Luva de Correr Simples DN 50mm	1,00	unid.	32951		R\$ 6,55			R\$ 6,55
2.4	Tubo PVC PBA DN 50mm	4,00	m	32981		R\$ 6,96			R\$ 27,84
2.5	Redução PVC PBA DN 100X50mm	1,00	unid.	32963		R\$ 16,30			R\$ 16,30
2.6	Tubo PVC PBA DN 100mm	6,00	m	32984		R\$ 23,36			R\$ 140,16
2.7	Tê PVC PBA DN 100mm	1,00	unid.	32973		R\$ 46,21			R\$ 46,21
2.8	Luva de Correr Simples DN 100mm	1,00	unid.	32954		R\$ 22,47			R\$ 22,47
2.9	Pontaleta de madeira Peroba para ancoragem de redes	6,00	unid.	80701		R\$ 40,10			R\$ 240,60
2.10	Válvula de Retenção DN 100mm	1,00	unid.	(Comercial)		R\$ 750,00	14%	R\$ 107,48	R\$ 857,48
2.11	Válvula de Gaveta c/ Flanges c/ Cunha de Borracha, Corpo Curto DN 100mm	2,00	unid.	56503		R\$ 625,62			R\$ 1.251,24
2.12	Extremidade Ponta e Flange DN 100mm	2,00	unid.	(Comercial)		R\$ 232,00	14%	R\$ 33,25	R\$ 530,50
2.13	Junta Gibault DN 100mm	2,00	unid.	51853		R\$ 127,83			R\$ 255,66
2.14	Conjunto de Parafusos Completo Para Flanges DN 100mm	4,00	unid.	30933		R\$ 52,80			R\$ 211,20
2.15	Tampão de Ferro Fundido Fofo Articulado 83 Kg carga máxima 12500kg Dn 600mm	1,00	unid.		11301	R\$ 928,00	14%	R\$ 132,98	R\$ 1.060,98

Continua...

Tabela 12. Orçamento para Implantação da setorização no Setor 02 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
	Sub-Total 02								R\$ 4.701,08
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica								
3.1	Definição e demarcação da área de reparo com disco de corte	36,00	m	480201		R\$ 4,79			R\$ 172,44
3.2	Demolição de pavimentação asfáltica, exclusive transporte limpeza do material retirado	5,76	m³		72949	R\$ 23,92	28%	R\$ 6,70	R\$ 176,37
3.3	Escavação mecânica de valas não escorada até 1,50m c/ retroescavadeira mat. 1a com redutor - exclusive esgotamento e escoramento	64,50	m³	40706		R\$ 12,47			R\$ 804,32
3.4	Caixa de Alvenaria em 1 tijolo profundidade de 1,50 metros conforme projeto para abrigo e proteção das VRP.	1,50	m		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 2,10
3.5	Forma plana de madeira para confecção laje da caixa de alvenaria	16,00	m²		72900	R\$ 4,50	28%	R\$ 1,26	R\$ 92,16
3.6	Aço CA-50 (média das bitolas 6,3 a 25,0mm) para armação de laje maciça	103,62	kg		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 3.146,94
3.7	Armação em Aço CA-50	103,62	kg	040802		R\$ 15,51			R\$ 1.607,15
3.8	Concreto estrutural para estruturas em contato com água bruta ou tratada FCK 30 Mpa	1,80	m³		73692	R\$ 94,89	28%	R\$ 26,57	R\$ 218,63
3.9	Assentamento de Tampão de Ferro Fundido 600mm	1,00	unid.	040852		R\$ 9,23			R\$ 9,23
3.10	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante de 5,0 m³ e pá carregadeira sobre pneus	70,26	m³		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 98,36
3.11	Transporte de entulho com caminhão basculante de 6 m³ em rodovia pavimentada, Dmt até 1,0 km	70,26	m³		73806/001	R\$ 1,61	28%	R\$ 0,45	R\$ 144,74
3.12	Apiloamento do fundo da caixa com maco de 30kg	9,00	m²		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 273,33
3.13	Aterro de Valas, poços e cavas compactado mecanicamente, sem controle do G.C.(A)	11,34	m³	040852		R\$ 9,23			R\$ 104,67
3.14	Colchão de brita, para fundo da caixa (e=20cm)	1,80	m³		73692	R\$ 94,89	28%	R\$ 26,57	R\$ 218,63
3.15	Preparo de Caixa para Pavimentação asfáltica	16,00	m²	100401		R\$ 13,18			R\$ 210,88
3.16	Limpeza de Superfície com jato de alta pressão de ar e água	16,00	m²		73806/001	R\$ 1,61	28%	R\$ 0,45	R\$ 32,96
3.17	Tratamento duplo com Imprimadura Ligante RR2C	16,00	m²	100404		R\$ 5,50			R\$ 88,00
3.18	Imprimadura Impermeabilizante CM30	16,00	m²		72945	R\$ 5,06	28%	R\$ 1,42	R\$ 103,68
3.19	Aplicação do Binder (e=2cm)	0,32	m³	100405		R\$ 615,67			R\$ 197,01

Continua....

Tabela 12. Orçamento para Implantação da setorização no Setor 02 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
3.20	Capa de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) para pavimentação asfáltica padrão DNIT - Cap 30/45 DMT = 10Km (e=4cm)	0,64	m³	100406		R\$ 682,30			R\$ 436,67
	Sub-Total 03								R\$ 8.138,26
4	Mão de Obra								
4.1	Assentamento de Tubos de PVC DeFofo com junta elástica, Dn 50mm	4,00	m		73888/001	R\$ 1,67	28%	R\$ 0,47	R\$ 8,56
4.2	Assentamento de Tubos de PVC DeFofo com junta elástica, Dn 100mm	6,00	m		73888/003	R\$ 1,79	28%	R\$ 0,50	R\$ 13,74
4.3	Auxiliar de encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	16,00	horas		246	R\$ 11,91	28%	R\$ 3,33	R\$ 243,84
4.4	Encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	16,00	horas		2696	R\$ 15,85	28%	R\$ 4,44	R\$ 324,64
4.5	Encarregado Geral de Obras - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenção	16,00	horas		4083	R\$ 24,80	28%	R\$ 6,94	R\$ 507,84
4.6	Engenheiro Civil Pleno - Considerado 2 horas dia/trabalho x Intervenções	8,00	horas		2707	R\$ 81,44	28%	R\$ 22,80	R\$ 833,92
	Sub-Total 04								R\$ 1.932,54
5	Serviços Complementares								
5.1	Limpeza final da Obra	102,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 779,28
	Sub-Total 05								R\$ 779,28
TOTAL GERAL									R\$ 28.390,98

7.6.3. SETOR 03 – REDENTOR

Este setor é alimentado atualmente pelo reservatório apoiado – R13, com volume de 30m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações, com diâmetro de 25mm e 50mm.

Na Tabela 13 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 03 (Redentor).

Tabela 13. Dados referentes ao Setor 03 (Redentor)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	4,51
Vazão (dmc) (l/s)	5,64
Vazão (hmc) (l/s)	8,47
Volume Requerido de Reservação (m ³)	162,5
Abastecimento	Reservatório R13
Cota geométrica máxima	874,0m
Cota geométrica mínima	792,0m
Número de ligações	611

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo reservatório apoiado R13, com capacidade total de 30m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 162,5m³, sendo que o volume existente é inferior ao volume necessário, constata-se assim que o setor necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada, no mínimo em 150m³.

Na Tabela 14 é apresentado o orçamento para implantação do setorização no Setor 03. E na Tabela 15 o orçamento para implantação do Reservatório.

Tabela 14. Orçamento para Implantação da setorização no Setor 03

Obra:	Implantação da Setorização - Setor 03 - Redentor								
Local:	Município de Caconde - SP								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Serviços preliminares								
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	32,00	m	030112		R\$ 2,00			R\$ 64,00
1.2	Locação de adutoras e intervenções in loco	4,00	m	020202		R\$ 1,01			R\$ 4,04
	Sub-Total 01								R\$ 68,04
2	Materiais								
2.1	Cap PVC PBA JE Dn 50mm	4,00	unid.	32921		R\$ 4,96			R\$ 19,84
2.2	Pontalete de madeira Peroba para ancoragem de redes	4,00	unid.	80701		R\$ 40,10			R\$ 160,40
	Sub-Total 02								R\$ 180,24
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica								
3.1	Definição e demarcação da área de reparo com disco de corte	32,00	m	480201		R\$ 4,79			R\$ 153,28
3.2	Demol de pavimento asfáltica, inclusive transporte e limpeza do material	6,48	m³		72949	R\$ 23,92	28%	R\$ 6,70	R\$ 198,42
3.3	Escavação mecanizada de poço e cavas, em solo não rochoso, com profundidade de até 2,00m	21,60	m³	40706		R\$ 12,47			R\$ 269,35
3.4	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante de 5,0 m³ e pá carregadeira sobre pneus	8,28	m³		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 11,59
3.5	Transporte de entulho com caminhão basculante de 6 m³ em rodovia pavimentada, Dmt até 1,0 km	8,28	m³		72900	R\$ 4,50	28%	R\$ 1,26	R\$ 47,69
3.6	Apiloamento do fundo da vala com maco de 30kg	18,00	m²		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 546,66
3.7	Reaterro de valas, poços e cavas compactado mecanicamente sem controle do GC	15,30	m³	040802		R\$ 15,51			R\$ 237,30
3.8	Colchão de areia, para assentamento de tubulação (e=10cm)	1,80	m³		73692	R\$ 94,89	28%	R\$ 26,57	R\$ 218,63
3.9	Aterro Compactado mecanizada sem controle de GC	1,30	m³	040852		R\$ 9,23			R\$ 11,96
3.10	Preparo da caixa para pavimentação asfáltica	18,00	m²	100401		R\$ 13,18			R\$ 237,24
3.11	Limpeza de Superfície com jato de alta pressão de ar e água	18,00	m²		73806/001	R\$ 1,61	28%	R\$ 0,45	R\$ 37,08

Continua...

Tabela 14. Orçamento para Implantação da setorização no Setor 03 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
3.12	Sub-base em brita graduada ou macadame hidráulico (adotado-espessura=15cm)	2,70	m³	100402		R\$ 167,94			R\$ 453,44
3.13	Base de Macadame Hidráulico (adotado-espessura=10cm)	1,80	m³	100403		R\$ 373,75			R\$ 672,75
3.14	Imprimação Ligante	18,00	m²	100404		R\$ 5,50			R\$ 99,00
3.15	Aplicação do Binder (espessura adotada= 2cm)	0,13	m³	100405		R\$ 615,67			R\$ 79,79
3.16	Capa de Concreto Asfáltico (espessura adotada = 4cm)	0,26	m³	100406		R\$ 682,30			R\$ 176,85
	Sub-Total 03								R\$ 3.451,04
4	Serviços Hidráulicos								
4.1	Auxiliar de encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	8,00	horas		246	R\$ 11,91	28%	R\$ 3,33	R\$ 121,92
4.2	Encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	8,00	horas		2696	R\$ 15,85	28%	R\$ 4,44	R\$ 162,32
4.3	Encarregado Geral de Obras - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenção	8,00	horas		4083	R\$ 24,80	28%	R\$ 6,94	R\$ 253,92
4.4	Engenheiro Civil Pleno - Considerado 2 horas dia/trabalho x Intervenções	4,00	horas		2707	R\$ 81,44	28%	R\$ 22,80	R\$ 416,96
	Sub-Total 04								R\$ 955,12
5	Serviços Complementares								
5.1	Limpeza final da Obra	32,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 244,48
	Sub-Total 05								R\$ 244,48
TOTAL GERAL									R\$ 4.898,92

Tabela 15. Orçamento para implantação do Reservatório no Setor 03

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	CÓDIGO SINAPI 12/2014	CÓDIGO SABESP 09/2014	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Reservatório								
1.1	Reservatório Setor 03 - Reservatório metálico para água potável, incluindo base, fundação e hidráulica (extravasor, abastecimento e descarga). Volume de 150m³ - Altura = 20m.	1,00	Unid.	Comercial		R\$ 205.000,00	23,52%	R\$ 48.216,00	R\$ 253.216,00
Total									R\$ 253.216,00

7.6.4. SETOR 04 – SANTA LÚCIA

Este setor é alimentado atualmente pelo reservatório apoiado – R12, com volume de 200m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações, com diâmetros iguais a 25mm.

Na Tabela 16 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 04 (Santa Lúcia).

Tabela 16. Dados referentes ao Setor 04 (Santa Lúcia)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	3,58
Vazão (dmc) (l/s)	4,47
Vazão (hmc) (l/s)	6,71
Volume Requerido de Reservação (m ³)	128,8
Abastecimento	Reservatório R12
Cota geométrica máxima	839,0m
Cota geométrica mínima	784,0m
Número de ligações	484

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo reservatório apoiado R12, com capacidade total de 200m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 128,8m³, sendo que o volume existente é superior ao volume necessário, constata-se assim que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

Na Tabela 17 é apresentado o orçamento para implantação do setorização no Setor 04.

Tabela 17. Orçamento para Implantação da setorização no Setor 04

Obra:	Implantação da Setorização - Setor 04 - Santa Lucia								
Local:	Município de Caconde - SP								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Serviços preliminares								
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	16,00	m	030112		R\$ 2,00			R\$ 32,00
1.2	Locação de adutoras e intervenções in loco	2,00	m	020202		R\$ 1,01			R\$ 2,02
1.3	Limpeza final da Obra	16,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 122,24
	Sub-Total 01								R\$ 156,26
2	Materiais								
2.1	Válvula de Gaveta c/ Bolsas c/ Cunha de Borracha DN 75mm	1,00	unid.	56502		R\$ 505,98			R\$ 505,98
2.2	Junta Gibault DN 75mm	1,00	unid.	51852		R\$ 119,06			R\$ 119,06
2.3	Tubo PVC PBA JE Dn 75mm	2,00	m	32990		R\$ 17,68			R\$ 35,36
	Sub-Total 02								R\$ 660,40
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica para caixa de rotação registro								
3.1	Escavação mecânica de valas não escorada até 1,50m c/ retroescavadeira mat. 1a com redutor - exclusive esgotamento e escoramento	2,03	m³		73580	R\$ 9,31	28%	R\$ 2,61	R\$ 24,17
3.2	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante de 5,0 m³ e pá carregadeira sobre pneus	2,03	m³		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 2,84
3.3	Transporte de entulho com caminhão basculante de 6 m³ em rodovia pavimentada, Dmt até 1,0 km	2,03	m³		72900	R\$ 4,50	28%	R\$ 1,26	R\$ 11,68
3.4	Apiloamento do fundo da vala com maco de 30kg	0,34	m²		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 10,27
3.5	Camada horizontal drenante de brita (e=30cm)	0,51	m³		83683	R\$ 112,35	28%	R\$ 31,46	R\$ 72,91

Continua...

Tabela 17. Orçamento para Implantação da setorização no Setor 04 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
3.6	Alvenaria de 1 tijolo cerâmico para caixa medindo 1,30 m de larg. x 1,30 m de comp. x 1,20 de prof. (conforme projeto)	6,24	m²		72131	R\$ 118,20	28%	R\$ 33,10	R\$ 944,11
3.8	Impermeabilização de superfície com argamassa de regularização (e=2cm)	6,24	m²		5968	R\$ 35,37	28%	R\$ 9,90	R\$ 282,48
3.9	Forma plana de madeira para confecção laje da caixa de alvenaria	2,47	m²		74074/004	R\$ 74,03	28%	R\$ 20,73	R\$ 234,06
3.10	Aço CA-50 (média das bitolas 6,3 a 25,0mm) para armação de laje maça	45,23	kg	20402		R\$ 3,60			R\$ 162,83
3.11	Armação em Aço CA-50	45,23	kg	81002		R\$ 9,29			R\$ 420,19
3.12	Concreto estrutural FCK 30 Mpa	0,25	m³		74138/004	R\$ 352,60	28%	R\$ 98,73	R\$ 114,41
3.13	Tampão T-5 completo para caixa de registro - incluindo fornecimento e instalação	1,00	unid.		84798	R\$ 241,50	28%	R\$ 67,62	R\$ 309,12
	Sub-Total 03								R\$ 2.589,07
4	Serviços Hidráulicos								
4.1	Assentamento de Tubos de PVC DeFofo com junta elástica, Dn 75mm	2,00	m		73888/002	R\$ 2,23	28%	R\$ 0,62	R\$ 5,70
4.2	Auxiliar de encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	4,00	horas		246	R\$ 11,91	28%	R\$ 3,33	R\$ 60,96
4.3	Encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	4,00	horas		2696	R\$ 15,85	28%	R\$ 4,44	R\$ 81,16
4.4	Encarregado Geral de Obras - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenção	4,00	horas		4083	R\$ 24,80	28%	R\$ 6,94	R\$ 126,96
4.5	Engenheiro Civil Pleno - Considerado 2 horas dia/trabalho x Intervenções	2,00	horas		2707	R\$ 81,44	28%	R\$ 22,80	R\$ 208,48
	Sub-Total 04								R\$ 483,26
5	Serviços Complementares								
5.1	Limpeza final da Obra	16,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 122,24
	Sub-Total 05								R\$ 122,24
TOTAL GERAL									R\$ 4.011,23

7.6.5. SETOR 05 – VÁRZEA

Este setor é alimentado atualmente pelo reservatório apoiado – R08, com volume de 180m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de três (03) tubulações, com diâmetros iguais a 37,5mm, 50mm e 75mm.

Na Tabela 18 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 05 (Várzea).

Tabela 18. Dados referentes ao Setor 05 (Várzea)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	6,21
Vazão (dmc) (l/s)	7,76
Vazão (hmc) (l/s)	11,64
Volume Requerido de Reservação (m ³)	223,5
Abastecimento	Reservatório R08
Cota geométrica máxima	851,0m
Cota geométrica mínima	794,0m
Número de ligações	840

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo reservatório apoiado R08, com capacidade total de 180m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 223,5m³, sendo que o volume existente é inferior ao volume necessário, constata-se assim que o setor necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada, no mínimo em 50m³.

Na Tabela 19 é apresentado o orçamento para implantação do setorização no Setor 05. E na Tabela 20 o orçamento para implantação do Reservatório.

Tabela 19. Orçamento para implantação do Setor 05

Obra:	Implantação da Setorização - Setor 05 - Várzea								
Local:	Município de Caconde - SP								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Serviços preliminares								
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	16,00	m	030112		R\$ 2,00			R\$ 32,00
1.2	Locação de adutoras e intervenções in loco	2,00	m	020202		R\$ 1,01			R\$ 2,02
1.3	Limpeza final da Obra	16,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 122,24
	Sub-Total 01								R\$ 156,26
2	Materiais								
2.1	Válvula de Gaveta c/ Bolsas c/ Cunha de Borracha DN 75mm	1,00	unid.	56502		R\$ 505,98			R\$ 505,98
2.2	Junta Gibault DN 75mm	1,00	unid.	51852		R\$ 119,06			R\$ 119,06
	Sub-Total 02								R\$ 625,04
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica para caixa de rotação registro								
3.1	Escavação mecânica de valas não escorada até 1,50m c/ retroescavadeira mat. 1a com redutor - exclusive esgotamento e escoramento	2,03	m³		73580	R\$ 9,31	28%	R\$ 2,61	R\$ 24,17
3.2	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante de 5,0 m³ e pá carregadeira sobre pneus	2,03	m³		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 2,84
3.3	Transporte de entulho com caminhão basculante de 6 m³ em rodovia pavimentada, Dmt até 1,0 km	2,03	m³		72900	R\$ 4,50	28%	R\$ 1,26	R\$ 11,68
3.4	Apiloamento do fundo da vala com maco de 30kg	0,34	m²		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 10,27
3.5	Camada horizontal drenante de brita (e=30cm)	0,51	m³		83683	R\$ 112,35	28%	R\$ 31,46	R\$ 72,91
3.6	Alvenaria de 1 tijolo cerâmico para caixa medindo 1,30 m de larg. x 1,30 m de comp. x 1,20 de prof. (conforme projeto)	6,24	m²		72131	R\$ 118,20	28%	R\$ 33,10	R\$ 944,11
3.8	Impermeabilização de seuperficie com argamassa de regularização (e=2cm)	6,24	m²		5968	R\$ 35,37	28%	R\$ 9,90	R\$ 282,48

Continua...

Tabela 19. Orçamento para implantação do Setor 05 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
3.9	Forma plana de madeira para confecção laje da caixa de alvenaria	2,47	m²		74074/004	R\$ 74,03	28%	R\$ 20,73	R\$ 234,06
3.10	Aço CA-50 (média das bitolas 6,3 a 25,0mm) para armação de laje maça	45,23	kg	20402		R\$ 3,60			R\$ 162,83
3.11	Armação em Aço CA-50	45,23	kg	81002		R\$ 9,29			R\$ 420,19
3.12	Concreto estrutural FCK 30 Mpa	0,25	m³		74138/004	R\$ 352,60	28%	R\$ 98,73	R\$ 114,41
3.13	Tampão T-5 completo para caixa de registro - incluindo fornecimento e instalação	1,00	unid.		84798	R\$ 241,50	28%	R\$ 67,62	R\$ 309,12
	Sub-Total 03								R\$ 2.589,07
4	Serviços Hidráulicos								
4.1	Auxiliar de encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	4,00	horas		246	R\$ 11,91	28%	R\$ 3,33	R\$ 60,96
4.2	Encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	4,00	horas		2696	R\$ 15,85	28%	R\$ 4,44	R\$ 81,16
4.3	Encarregado Geral de Obras - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenção	4,00	horas		4083	R\$ 24,80	28%	R\$ 6,94	R\$ 126,96
4.4	Engenheiro Civil Pleno - Considerado 2 horas dia/trabalho x Intervenções	2,00	horas		2707	R\$ 81,44	28%	R\$ 22,80	R\$ 208,48
	Sub-Total 04								R\$ 477,56
5	Serviços Complementares								
5.1	Limpeza final da Obra	16,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 122,24
	Sub-Total 05								R\$ 122,24
TOTAL GERAL									R\$ 3.970,17

Tabela 20. Orçamento para implantação do Reservatório no Setor 05

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	CÓDIGO SINAPI 12/2014	CÓDIGO SABESP 09/2014	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Reservatório								
1.1	Reservatório Setor 05- Reservatório metálico para água potável, incluindo base, fundação e hidráulica (extravasor, abastecimento e descarga). Volume de 50m ³ - Altura = 20m.	1,00	Unid.		Comercial	R\$ 120.000,00	23,52%	R\$ 28.224,00	R\$ 148.224,00
Total									R\$ 148.224,00

7.6.6. SETOR 06 – CENTRO

Este setor é alimentado atualmente pelo reservatório apoiado – R10, com volume de 54 m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações, com diâmetros iguais a 25mm.

Na Tabela 21 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 06 (Centro).

Tabela 21. Dados referentes ao Setor 06 (Centro)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	8,70
Vazão (dmc) (l/s)	10,87
Vazão (hmc) (l/s)	16,31
Volume Requerido de Reservação (m ³)	313,1
Abastecimento	Reservatório R10
Cota geométrica máxima	851,0m
Cota geométrica mínima	792,0m
Número de ligações	1.177

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo reservatório apoiado R10, com capacidade total de 100 m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 313,10m³, sendo que o volume existente é inferior ao volume necessário, constata-se assim que o setor necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada em 250 m³.

Na Tabela 22 é apresentado o orçamento para implantação do setorização no Setor 06. E na Tabela 23 o orçamento para implantação do Reservatório.

Tabela 22. Orçamento para implantação do Setor 06

Obra:	Implantação da Setorização - Setor 06 - Centro								
Local:	Município de Caconde - SP								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Serviços preliminares								
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	32,00	m	030112		R\$ 2,00			R\$ 64,00
1.2	Locação de adutoras e intervenções in loco	4,00	m	020202		R\$ 1,01			R\$ 4,04
1.3	Limpeza final da Obra	32,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 244,48
	Sub-Total 01								R\$ 312,52
2	Materiais								
2.1	Cap PVC PBA JE Dn 50mm	2,00	unid.	32921		R\$ 4,96			R\$ 9,92
2.2	Cap FOFO Dn 50mm	2,00	unid.	(Comercial)		R\$ 63,15	14,33%	R\$ 9,05	R\$ 126,30
2.3	Bucha de Redução Soldável Longa DN 50x25mm	2,00	unid.	(Comercial)		R\$ 2,50	14,33%	R\$ 0,36	R\$ 5,72
2.4	Pontaleta de madeira Peroba para ancoragem de redes	4,00	unid.	80701		R\$ 40,10			R\$ 160,40
	Sub-Total 02								R\$ 302,34
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica								
3.1	Definição e demarcação da área de reparo com disco de corte	32,00	m	480201		R\$ 4,79			R\$ 153,28
3.2	Demol de pavimento asfáltica, inclusive transporte e limpeza do material	6,48	m³	-	72949	R\$ 23,92	28%	R\$ 6,70	R\$ 198,42
3.3	Escavação mecanizada de poço e cavas, em solo não rochoso, com profundidade de até 2,00m	21,60	m³	40706		R\$ 12,47			R\$ 269,35
3.4	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante de 5,0 m³ e pá carregadeira sobre pneus	8,28	m³		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 9,03
3.5	Transporte de entulho com caminhão basculante de 6 m³ em rodovia pavimentada, Dmt até 1,0 km	8,28	m³		72900	R\$ 4,50	28%	R\$ 1,26	R\$ 37,26
3.6	Apiloamento do fundo da vala com maco de 30kg	18,00	m²		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 427,14
3.7	Reaterro de valas, poços e cavas compactado mecanicamente sem controle do GC	15,30	m³	040802		R\$ 15,51			R\$ 237,30
3.8	Colchão de areia, para assentamento de tubulação (e=10cm)	1,80	m³		73692	R\$ 94,89	28%	R\$ 26,57	R\$ 170,80
3.9	Aterro Compactado mecanizada sem controle de GC	1,30	m³	040852		R\$ 9,23			R\$ 11,96

Continua..

Tabela 22. Orçamento para implantação do Setor 06 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
3.10	Preparo da caixa para pavimentação asfáltica	18,00	m²	100401		R\$ 13,18			R\$ 237,24
3.11	Limpeza de Superfície com jato de alta pressão de ar e água	18,00	m²		73806/001	R\$ 1,61	28%	R\$ 0,45	R\$ 28,98
3.12	Sub-base em brita graduada ou macadame hidráulico (adotado-espessura=15cm)	2,70	m³	100402		R\$ 167,94			R\$ 453,44
3.13	Base de Macadame Hidráulico (adotado-espessura=10cm)	1,80	m³	100403		R\$ 373,75			R\$ 672,75
3.14	Imprimação Ligante	18,00	m²	100404		R\$ 5,50			R\$ 99,00
3.15	Aplicação do Binder (espessura adotada= 2cm)	0,13	m³	100405		R\$ 615,67			R\$ 79,79
3.16	Capa de Concreto Asfáltico (espessura adotada = 4cm)	0,26	m³	100406		R\$ 682,30			R\$ 176,85
	Sub-Total 03								R\$ 3.262,59
4	Serviços Hidráulicos								
4.1	Auxiliar de encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	8,00	horas		246	R\$ 11,91	28%	R\$ 3,33	R\$ 121,92
4.2	Encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	8,00	horas		2696	R\$ 15,85	28%	R\$ 4,44	R\$ 162,32
4.3	Encarregado Geral de Obras - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenção	8,00	horas		4083	R\$ 24,80	28%	R\$ 6,94	R\$ 253,92
4.4	Engenheiro Civil Pleno - Considerado 2 horas dia/trabalho x Intervenções	4,00	horas		2707	R\$ 81,44	28%	R\$ 22,80	R\$ 416,96
	Sub-Total 04								R\$ 955,12
5	Serviços Complementares								
5.1	Limpeza final da Obra	32,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 244,48
	Sub-Total 05								R\$ 244,48
TOTAL GERAL									R\$ 5.077,05

Tabela 23. Orçamento para Implantação do Reservatório no Setor 06

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	CÓDIGO SINAPI 12/2014	CÓDIGO SABESP 09/2014	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Reservatório								
1.1	Reservatório Setor 06 - Reservatório metálico para água potável, incluindo base, fundação e hidráulica (extravisor, abastecimento e descarga). Volume de 250m ³ - Altura = 20m.	1,00	Unid.		Comercial	R\$ 280.000,00	23,52%	R\$ 65.856,00	R\$ 345.856,00
Total									R\$ 345.856,00

7.6.7. SETOR 07 – SANTA CRUZ

Este setor é alimentado atualmente pelo reservatório apoiado – R11, com volume de 500m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações, com diâmetros iguais a 50mm.

Na Tabela 24 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 07 (Santa Cruz).

Tabela 24. Dados referentes ao Setor 07 (Santa Cruz)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	4,21
Vazão (dmc) (l/s)	5,26
Vazão (hmc) (l/s)	7,90
Volume Requerido de Reservação (m ³)	151,6
Abastecimento	Reservatório R11
Cota geométrica máxima	850,0m
Cota geométrica mínima	802,0m
Número de ligações	570

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo reservatório apoiado R11, com capacidade total de 500m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 151,6m³, sendo que o volume existente é superior ao volume necessário, constata-se assim que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

Na Tabela 25 é apresentado o orçamento para implantação do setorização no Setor 07.

Tabela 25. Orçamento para implantação do Setor 07

Obra:	Implantação da Setorização - Setor 07								
Local:	Município de Caconde - SP								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Serviços preliminares								
1.1	Sinalização de Trânsito (vias pública para segurança)	64,00	m	030112		R\$ 2,00			R\$ 128,00
1.2	Locação de adutoras e intervenções in loco	8,00	m	020202		R\$ 1,01			R\$ 8,08
1.3	Limpeza final da Obra	64,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 488,96
	Sub-Total 01								R\$ 625,04
2	Materiais								
2.1	Válvula de Gaveta c/ Bolsas c/ Cunha de Borracha DN 50mm	1,00	unid.	56521		R\$ 401,50			R\$ 401,50
2.2	Junta Gibault DN 50mm	1,00	unid.	51851		R\$ 97,41			R\$ 97,41
2.3	Cruzeta PVC DN 75	1,00	unid.	32941		R\$ 17,81			R\$ 17,81
2.4	Curva 22° PVC PBA DN 75mm	2,00	unid.	32933		R\$ 48,59			R\$ 97,18
2.5	Curva 45° PVC PBA DN 75mm	1,00	unid.	32936		R\$ 46,41			R\$ 46,41
2.6	Luva de Correr Simples DN 75mm	1,00	unid.	32953		R\$ 15,50			R\$ 15,50
2.7	Tê PVC PBA DN 75mm	2,00	unid.	32972		R\$ 30,48			R\$ 60,96
2.8	Válvula de Gaveta c/ Bolsas c/ Cunha de Borracha DN 75mm	3,00	unid.	56502		R\$ 505,98			R\$ 1.517,94
2.9	Junta Gibault DN 75mm	3,00	unid.	51852		R\$ 119,06			R\$ 357,18
2.10	Tubo PVC PBA DN 75mm	62,00	m	32990		R\$ 17,68			R\$ 1.096,16
2.11	Pontalete de madeira Peroba para ancoragem de redes	2,00	unid.	80701		R\$ 40,10			R\$ 80,20
	Sub-Total 02								R\$ 3.788,25
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica para caixa de rotação registro								
3.1	Escavação mecânica de valas não escorada até 1,50m c/ retroescavadeira mat. 1a com redutor - exclusive esgotamento e escoramento	4,06	m³		73580	R\$ 9,31	28%	R\$ 2,61	R\$ 48,35

Continua...

Tabela 25. Orçamento para implantação do Setor 07 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
3.2	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante de 5,0 m³ e pá carregadeira sobre pneus	4,06	m³		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 5,68
3.3	Transporte de entulho com caminhão basculante de 6 m³ em rodovia pavimentada, Dmt até 1,0 km	4,06	m³		72900	R\$ 4,50	28%	R\$ 1,26	R\$ 23,36
3.4	Apiloamento do fundo da vala com maco de 30kg	0,68	m²		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 20,53
3.5	Camada horizontal drenante de brita (e=30cm)	1,01	m³		83683	R\$ 112,35	28%	R\$ 31,46	R\$ 145,82
3.6	Alvenaria de 1 tijolo cerâmico para caixa medindo 1,30 m de larg. x 1,30 m de comp. x 1,20 de prof. (conforme projeto)	12,48	m²		72131	R\$ 118,20	28%	R\$ 33,10	R\$ 1.888,22
3.8	Impermeabilização de superfície com argamassa de regularização (e=2cm)	12,48	m²		5968	R\$ 35,37	28%	R\$ 9,90	R\$ 564,97
3.9	Forma plana de madeira para confecção laje da caixa de alvenaria	4,94	m²		74074/004	R\$ 74,03	28%	R\$ 20,73	R\$ 468,11
3.10	Aço CA-50 (média das bitolas 6,3 a 25,0mm) para armação de laje maciça	90,46	kg	20402		R\$ 3,60			R\$ 325,66
3.11	Armação em Aço CA-50	90,46	kg	81002		R\$ 9,29			R\$ 840,37
3.12	Concreto estrutural FCK 30 Mpa	0,51	m³		74138/004	R\$ 352,60	28%	R\$ 98,73	R\$ 228,82
3.13	Tampão T-5 completo para caixa de registro - incluindo fornecimento e instalação	2,00	unid.		84798	R\$ 241,50	28%	R\$ 67,62	R\$ 618,24
	Sub-Total 03								R\$ 5.178,14
4	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica para intervenções								
4.1	Definição e demarcação da área de reparo com disco de corte	32,00	m	480201		R\$ 4,79			R\$ 153,28
4.2	Demol de pavimento asfáltica, inclusive transporte e limpeza do material	6,48	m³	-	72949	R\$ 23,92	28%	R\$ 6,70	R\$ 198,42
4.3	Escavação mecanizada de poço e cavas, em solo não rochoso, com profundidade de até 2,00m	21,60	m³	40706		R\$ 12,47			R\$ 269,35
4.4	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante de 5,0 m³ e pá carregadeira sobre pneus	8,28	m³		74010/001	R\$ 1,09	28%	R\$ 0,31	R\$ 11,59
4.5	Transporte de entulho com caminhão basculante de 6 m³ em rodovia pavimentada, Dmt até 1,0 km	8,28	m³		72900	R\$ 4,50	28%	R\$ 1,26	R\$ 47,69
4.6	Apiloamento do fundo da vala com maco de 30kg	18,00	m²		79483	R\$ 23,73	28%	R\$ 6,64	R\$ 546,66
4.7	Reaterro de valas, poços e cavas compactado mecanicamente sem controle do GC	15,30	m³	040802		R\$ 15,51			R\$ 237,30

Continua...

Tabela 25. Orçamento para implantação do Setor 07 (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SABESP	Código SINAPI	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
4.8	Colchão de areia, para assentamento de tubulação (e=10cm)	1,80	m³		73692	R\$ 94,89	28%	R\$ 26,57	R\$ 218,63
4.9	Aterro Compactado mecanizada sem controle de GC	1,30	m³	040852		R\$ 9,23			R\$ 11,96
4.10	Preparo da caixa para pavimentação asfáltica	18,00	m²	100401		R\$ 13,18			R\$ 237,24
4.11	Limpeza de Superfície com jato de alta pressão de ar e água	18,00	m²		73806/001	R\$ 1,61	28%	R\$ 0,45	R\$ 37,08
4.12	Sub-base em brita graduada ou macadame hidráulico (adotado-espessura=15cm)	2,70	m³	100402		R\$ 167,94			R\$ 453,44
4.13	Base de Macadame Hidráulico (adotado-espessura=10cm)	1,80	m³	100403		R\$ 373,75			R\$ 672,75
4.14	Imprimação Ligante	18,00	m²	100404		R\$ 5,50			R\$ 99,00
4.15	Aplicação do Binder (espessura adotada= 2cm)	0,13	m³	100405		R\$ 615,67			R\$ 79,79
4.16	Capa de Concreto Asfáltico (espessura adotada = 4cm)	0,26	m³	100406		R\$ 682,30			R\$ 176,85
	Sub-Total 04								R\$ 3.451,04
5	Serviços Hidráulicos								
5.1	Auxiliar de encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	16,00	horas		246	R\$ 11,91	28%	R\$ 3,33	R\$ 243,84
5.2	Encanador ou Bombeiro hidráulico (para assentamento de peças dentro vala e intervenções) - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenções	16,00	horas		2696	R\$ 15,85	28%	R\$ 4,44	R\$ 324,64
5.3	Encarregado Geral de Obras - Considerado 4 horas dia/trabalho x Intervenção	16,00	horas		4083	R\$ 24,80	28%	R\$ 6,94	R\$ 507,84
5.4	Engenheiro Civil Pleno - Considerado 2 horas dia/trabalho x Intervenções	8,00	horas		2707	R\$ 81,44	28%	R\$ 22,80	R\$ 833,92
	Sub-Total 04								R\$ 1.910,24
6	Serviços Complementares								
6.1	Limpeza final da Obra	64,00	m²	481301		R\$ 7,64			R\$ 488,96
	Sub-Total 05								R\$ 488,96
TOTAL GERAL									R\$ 15.441,67

7.6.8. SETOR 08 – NOVA ESTÂNCIA

Este setor é alimentado atualmente pelo reservatório apoiado – R07, com volume de 20m³.

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações, com diâmetros iguais a 37,5mm.

Na Tabela 26 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 08 (Nova Estância).

Tabela 26. Dados referentes ao Setor 08 (Nova Estância)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	2,66
Vazão (dmc) (l/s)	3,33
Vazão (hmc) (l/s)	4,99
Volume Requerido de Reservação (m ³)	95,8
Abastecimento	Reservatório R07
Cota geométrica máxima	879,0m
Cota geométrica mínima	825,0m
Número de ligações	360

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente pelo reservatório apoiado R07, com capacidade total de 20m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 95,8m³, sendo que o volume existente é inferior ao volume necessário, constata-se assim que o setor necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada em 100m³.

Na Tabela 27 é apresentado o orçamento para implantação do Reservatório.

Tabela 27. Orçamento para implantação do Reservatório no Setor 08

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	CÓDIGO SINAPI 12/2014	CÓDIGO SABESP 09/2014	Preço unit. (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
							(%)	Valor R\$	
1	Reservatório								
1.1	Reservatório Setor 08 - Reservatório metálico para água potável, incluindo base, fundação e hidráulica (extravaso, abastecimento e descarga). Volume de 100m³ - Altura = 20m.	1,00	Unid.	Comercial		R\$ 165.000,00	23,52%	R\$ 38.808,00	R\$ 203.808,00
Total									R\$ 203.808,00

7.6.9. SETOR 09 – DISTRITO BARRÂNIA

Este setor é alimentado atualmente por dois (02) reservatórios apoiados, com volumes de 180 m³ e 50 m³, totalizando um volume de 230 m³

A entrada de água neste setor é efetuada através de duas (02) tubulações, com diâmetros iguais a 50mm.

Na Tabela 28 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 09 (Distrito de Barrânia).

Tabela 28. Dados referentes ao Setor 09 (Distrito Barrânia)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	0,89
Vazão (dmc) (l/s)	1,11
Vazão (hmc) (l/s)	1,66
Volume Requerido de Reservação (m ³)	31,9
Abastecimento	Reservatórios
Cota geométrica máxima	881,0m
Cota geométrica mínima	835,0m
Número de ligações	120

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente por dois (02) reservatórios apoiados, com capacidade total de 230 m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 31,9m³, sendo que o volume existente é superior ao volume necessário, constata-se assim que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

7.6.10. SETOR 10 – PRAINHA

Este setor é alimentado atualmente por dois (02) reservatórios apoiados R20 e R21, com volumes de 20m³ cada totalizando um volume de 40 m³

A entrada de água neste setor é efetuada através de uma (01) tubulação, com diâmetros

igual a 50mm.

Na Tabela 29 são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor 10 (Prainha).

Tabela 29. Dados referentes ao Setor 10 (Prainha)

Parâmetro	Valor
Vazão Média* (l/s)	0,12
Vazão (dmc) (l/s)	0,14
Vazão (hmc) (l/s)	0,22
Volume Requerido de Reservação (m ³)	4,0
Abastecimento	Reservatórios R20 e R21
Cota geométrica máxima	900,0m
Cota geométrica mínima	875,0m
Número de ligações	10

* Calculada a partir dos dados do consumo per capta.

DIAGNÓSTICO: Este setor é abastecido diretamente por dois (02) reservatórios apoiados, com capacidade total de 40 m³. Os cálculos hidráulicos mostraram a necessidade de um volume de reservação máximo de 4m³, sendo que o volume existente é superior ao volume necessário, constata-se assim que o setor não necessita ampliar sua reserva de armazenamento de água tratada.

7.6.11. Resumo dos Investimentos para a Setorização

Na Tabela 30 é apresentado um resumo dos investimentos necessários para implantação da setorização no município de Caconde.

Tabela 30. Resumo dos Investimentos para implantação da Setorização

Obra:	Implantação Geral da Setorização	
Local:	Município de Caconde - SP	
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Preço
		Total (R\$)
1	Intervenções nos Setores:	
1.1	Implantação da Setorização - Setor 02 - ETA 02	R\$ 28.390,98
1.2	Implantação da Setorização - Setor 03 - Redentor	R\$ 4.898,92
1.3	Implantação da Setorização - Setor 04 - Santa Lucia	R\$ 4.011,23
1.4	Implantação da Setorização - Setor 05 - Várzea	R\$ 3.970,17
1.5	Implantação da Setorização - Setor 06 - Centro	R\$ 5.077,05
1.6	Implantação da Setorização - Setor 07	R\$ 15.230,60
	Sub-Total 01:	R\$ 61.578,96
2	Implantação dos Reservatórios	
2.1	Reservatório no Setor 03	R\$ 253.216,00
2.2	Reservatório no Setor 05	R\$ 148.224,00
2.3	Reservatório no Setor 06	R\$ 345.856,00
2.4	Reservatório no Setor 08	R\$ 203.808,00
	Sub-Total 02:	R\$ 951.104,00
TOTAL GERAL:		R\$ 1.012.682,96

8. DETERMINAÇÃO DE PÂRAMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO COM PITOMETRIA

Foram realizadas medições de vazão e pressão por processo pitométrico e ultrassônico em todos os conjuntos de unidades operacionais do sistema de abastecimento de água, levando em conta as principais vazões, volumes e pressões.

Para isso após visita em campo para levantamento do sistema, foi elaborado um esquema hidráulico, o qual está sendo apresentado Anexo.

Anexo também está sendo apresentado um esquema hidráulico com a localização dos pontos onde foram realizadas as medições de vazão através de medidor ultrassônico e os pontos onde foram instaladas as estações pitométricas para medição de vazão através de pitometria.

Destaca-se que para tubulações com diâmetros inferiores a 100mm não é recomendado o uso do processo de pitometria, portanto em tubulações menores que 100mm as medições de vazões foram realizadas através de medidor de vazão ultrassônico.

Nas tubulações com diâmetros iguais ou maiores que 100mm foram realizadas as medições de vazão através do processo pitométrico.

8.1. Procedimento para Medição de Vazão com Medidor Ultrassônico

Na Figura 61 é apresentado o medidor de vazão ultrassônico utilizado no presente trabalho instalado em uma tubulação, visando o monitoramento do deslocamento do líquido e consequentemente a sua vazão volumétrica.

Na sequência é apresentado o procedimento para realização do monitoramento das vazões através do medidor ultrassônico.



Figura 61. Ilustração do Medidor ultrassônico

8.1.2. Teoria de operação do Medidor Ultrassônico

A teoria de medição utilizada por este equipamento é por tempo de trânsito aplicado ao sensor ultrassônico.

8.1.3. Ligando o equipamento (Medidor Ultrassônico)

Para iniciar os serviços, deve-se primeiramente estabelecer a comunicação entre o Palm e a Unidade Eletrônica, através da comunicação bluetooth. Para tanto deve ligar a Unidade Eletrônica seguida do Palm e procurar o dispositivo bluetooth na lista apresentada pelo display do Palm. Feita a comunicação eletrônica acenderá uma luz verde e esta ficará acesa sinalizando que existe comunicação. Na Figura 62 é apresentada a ilustração da comunicação entre o Palm e a Unidade Eletrônica.



Figura 62. Ilustração da comunicação entre o Palm e Unidade Eletrônica

8.1.4. Configuração do equipamento para a situação

É necessário alimentar as seguintes informações no sistema do Palm para obter a correta medição de vazão:

- diâmetro externo da tubulação;
- espessura da parede da tubulação;
- diâmetro interno da tubulação (calculado pelo programa);
- material da tubulação;
- material do revestimento interno da tubulação;
- tipo de fluido que está escoando;

- tipo do transdutor;
- método de montagem.

Após alimentar o programa do Palm com as referidas informações, o sistema fornece ao usuário o espaçamento (distância) que um transdutor deve estar do outro transdutor ultrassônico. De posse deste dado fornecido pelo sistema, o usuário pode passar para o próximo passo que consiste da instalação dos transdutores na tubulação.

8.1.5. Escolha do melhor ponto de medição

Entre todos os tipos de medidores de vazão, a facilidade para instalar um medidor ultrassônico é altamente conveniente. Inicia-se selecionando um ponto de medição apropriado, configurando os parâmetros da tubulação nesse ponto de medição e colocando os transdutores na tubulação.

Para garantir uma alta precisão, é necessário selecionar uma seção da tubulação onde o fluido está escoando próximo do regime laminar. Esse ponto deve possuir um trecho reto de no mínimo 10 diâmetros à montante e 5 diâmetros à jusante, de qualquer singularidade que interfira no fluxo normal do fluido e que altera o sentido do escoamento, tais como: curva, tês, válvulas, reduções ou expansões do diâmetro da tubulação.

Para tubulações horizontais, os transdutores são geralmente montados na posição de 9 e 3 horas, ou seja, no sentido horizontal. Já para tubulações verticais, os transdutores são montados na posição de 12 e 6 horas, ou seja, no sentido vertical.

Na Figura 63 é apresentado o ponto onde foi instalado os transdutores em uma tubulação vertical, respeitando a distância de uma curva de 90° existente a montante do ponto de instalação do equipamento.



Figura 63. Ilustração da posição de escolha para instalação do medidor Ultrassônico (tubulação vertical)

8.1.6. Montagem dos transdutores

Os transdutores são integrados em uma régua deslizável. Essa régua possui pontas magnéticas visando à aderência com as tubulações que são de materiais magneticamente condutivos, tais como ferro fundido e aço. Para tubulações de materiais magneticamente não condutivos, tais como PVC e DeFoFo devem-se usar abraçadeiras para fixar a régua nas tubulações.

A superfície da tubulação onde os transdutores serão montados deve estar limpa. Assim, deve remover qualquer ferrugem ou tinta, qualquer material isolante sobre a tubulação para que os transdutores possam ter contato direto com a superfície da tubulação.

Na régua, os transdutores devem ser posicionados respeitando a distância estabelecida pelo software do Palm. Antes da montagem aplica-se gel para ultrassom nas faces dos transdutores.

Na Figura 64 é apresentada a ilustração do medidor Ultrassônico instalado em uma tubulação.

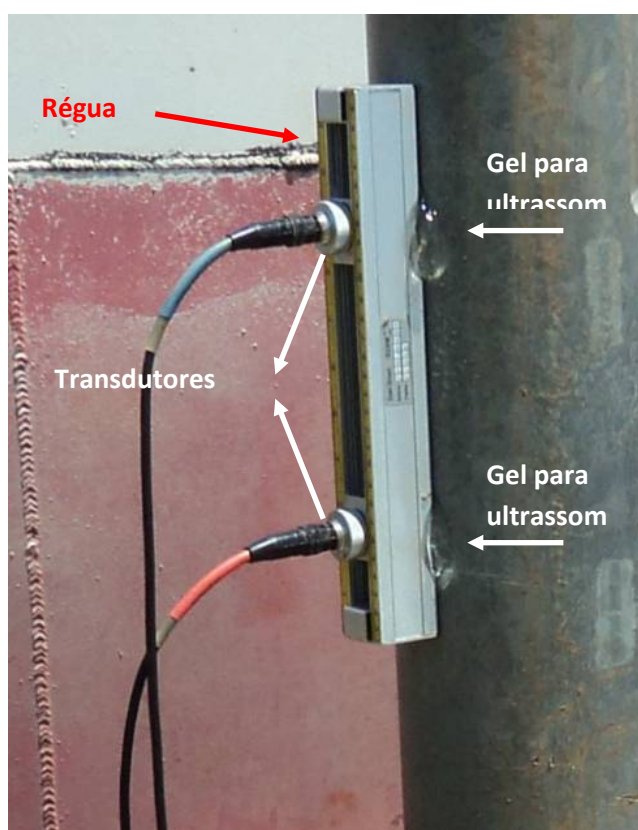


Figura 64. Ilustração do medidor Ultrassônico instalado

8.1.7. Conectando o transdutor e aquisição dos dados

Uma vez que os transdutores estejam corretamente montados na tubulação, conectam-se os cabos em cada transdutor e em seguida na Unidade Eletrônica. Assim, haverá conexão entre os dados monitorados nos transdutores com a Unidade Eletrônica, que através da comunicação bluetooth transmitirá os dados até o software do Palm.

Na tela de aquisição de dados do programa são armazenados os dados de velocidade e vazão.

Na Figura 65 é apresentada ilustração da conexão entre os transdutores e a Unidade Eletrônica.



Figura 65. Ilustração da conexão entre os transdutores e a Unidade Eletrônica

8.2. Procedimento para implantação das estações pitométricas e medição através da pitometria

8.2.1. Implantação das estações pitométricas (EP's)

Na sequência é apresentado o procedimento 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 66 é apresentada uma Estação Pitométrica, que nada mais é que um registro de derivação de 1". Ela ilustra um registro de derivação de 1" denominado Estação Pitométrica (EP) que é instalado nas tubulações onde serão realizadas as medições de vazão e pressão.



Figura 66. Estação Pitométrica (EP)

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

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 67).



Figura 67. Colocação do anel de borracha

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 68).



Figura 68. Colocação do suporte da máquina Miller

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 (Figuras 69 a 71).



Figura 69. Broca encaixada na base da máquina



Figura 70. Colocação da máquina no suporte



Figura 71. 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 girado faz com que a broca fure a tubulação (Figura 72). Ao furar a tubulação é também feito, na sequência, rosca neste furo, na qual será rosqueada a EP (Estação Pitométrica).



Figura 72. 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 73). 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 73. EP encaixada na base da máquina

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 74).



Figura 74. Momento em que a EP está sendo rosqueada na tubulação

Na Figura 75 é apresentada uma Estação Pitométrica instalada em uma tubulação de água.



Figura 75. Estação Pitométrica (EP) instalada em uma tubulação de água

Após a instalação da EP são realizadas as medições do diâmetro real das adutoras utilizando o aparelho Calibre (Figuras 76 e 77), com o intuito de obter a área real da seção transversal da tubulação.



Figura 76. Equipamento Calibre



Figura 77. Medição do diâmetro real da adutora com o equipamento Calibre

Após a obtenção dos diâmetros reais das adutoras, é 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, conforme apresentado nas Figuras 78 a 82. Através desta diferença de pressão é possível calcular a velocidade com que a água passa no tubo através da pitometria.



Figura 78. Tubo Pitot utilizado para medição de vazão e pressão em tubulação de água



Figura 79. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão



Figura 80. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão



Figura 81. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão



Figura 82. Equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão

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

8.3. Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão

Foram realizadas visitas no sistema de abastecimento de água de Caconde onde se verificou a os pontos onde seriam realizadas as medições de vazões.

Após essas visitas foi elaborado o esquema hidráulico contendo todas as unidades operacionais do sistema com a localização dos pontos para as medições de vazão (Ver Esquema Hidráulico com Localização dos Pontos de Monitoramento anexo).

Destaca-se que para tubulações com diâmetros inferiores a 100mm não é recomendado o uso do procedimento de pitometria.

No sistema foram identificados pontos para medição com diâmetros maiores que 100mm, nos quais foram realizadas as medições de vazão através do procedimento de pitometria. Foram definidos os locais e foi solicitado a abertura de vala em alguns pontos para realização dos procedimentos.

Com a utilização do processo de medição com equipamento de vazão tipo Ultrassônico e Pitometria foram realizadas as medições no sistema de abastecimento de água de Caconde.

8.3.1. Vazão Monitorada através de medidor ultrassônico

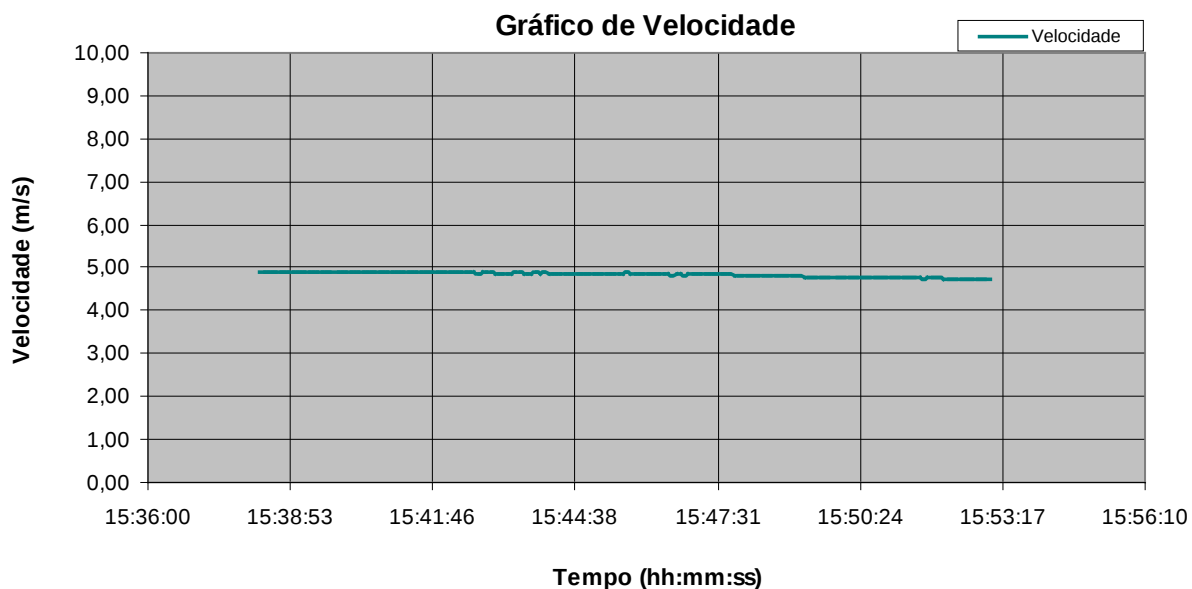
Foram realizadas nesse trabalho as medições de vazão através de medidor ultrassônico em cinco (05) pontos do sistema de abastecimento de água, sendo estes:

- Medição 01: Recalque da Bomba do Reservatório R04 para o R05 (ETA 02);
- Medição 02: Recalque da Bomba do Reservatório R04 para o R06 (ETA 02);
- Medição 03: Recalque do Poço Barrânia
- Medição 04: Recalque do Poço Prainha
- Medição 05: Recalque ETA 01 para o R03

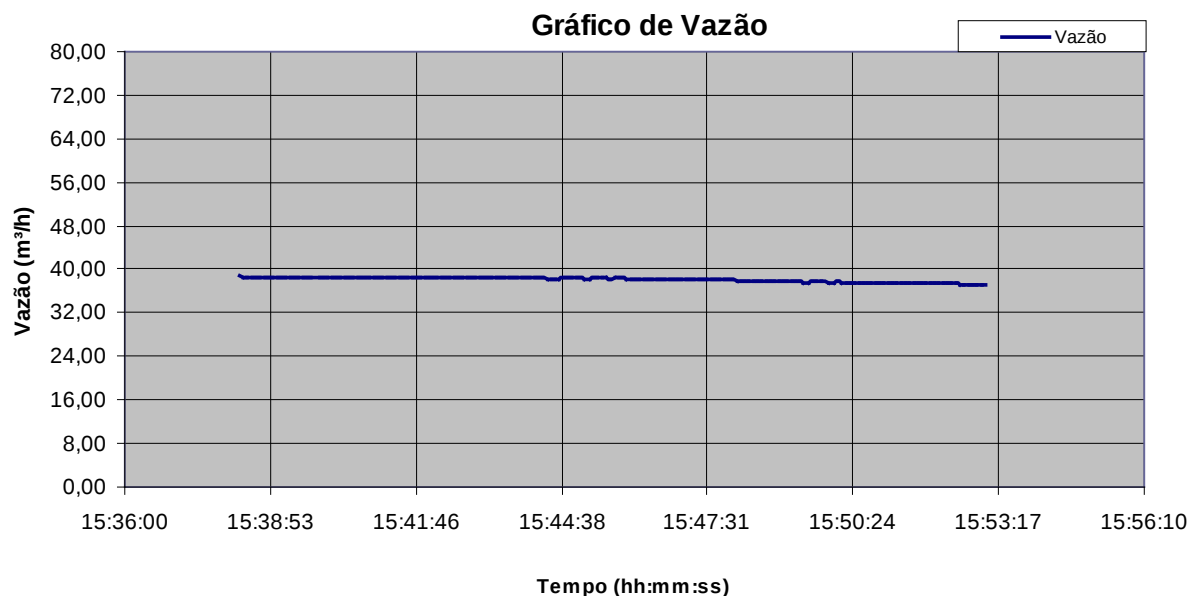
Na sequência são apresentados os gráficos de velocidades e vazões referente ao monitoramento de vazão com o medidor ultrassônico realizado no sistema de abastecimento de água do município de Caconde.

MEDIÇÃO 01 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque da Bomba do Reservatório R04 para o R05 (ETA 02) – **Diâmetro: 2”**



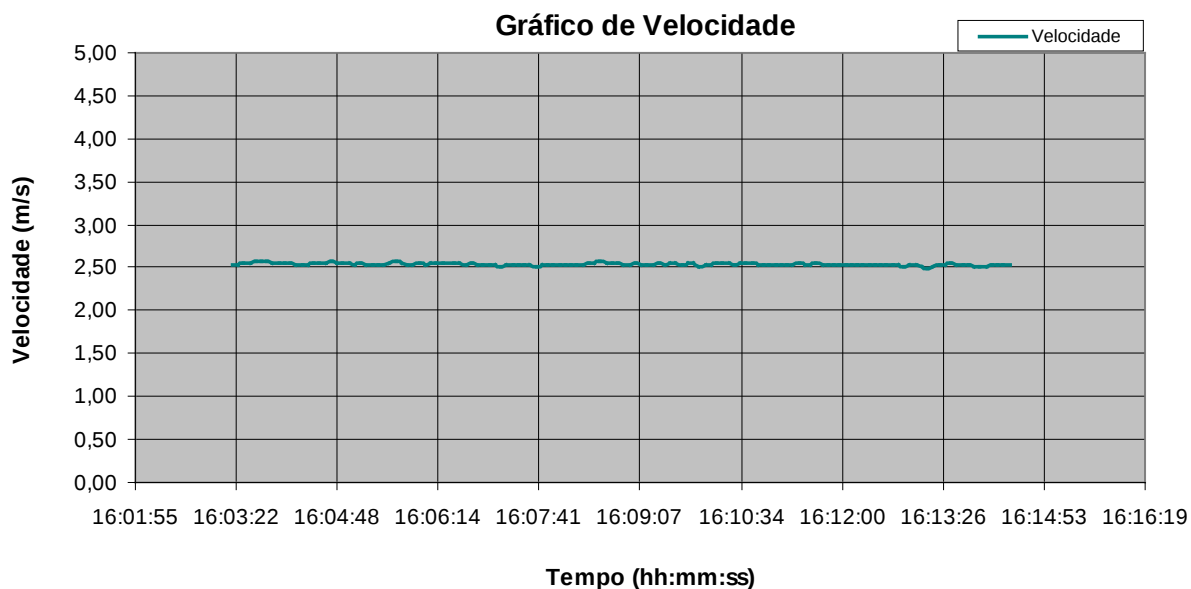
Vel. Mínima=	4,73	m/s
Vel. Média=	4,84	m/s
Vel. Máxima=	4,91	m/s



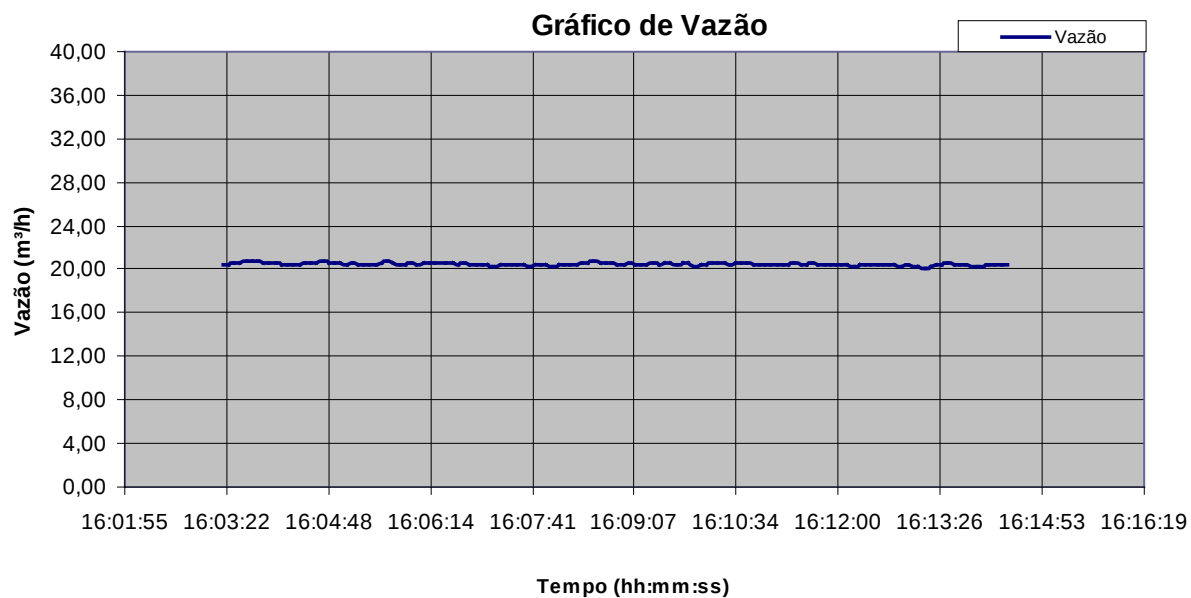
Vazão mín=	37,26	m³/h
Vazão méd.=	38,14	m³/h
Vazão máx=	38,71	m³/h

MEDIÇÃO 02 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque da Bomba do Reservatório R04 para o R06 (ETA 02) – **Diâmetro: 2”**



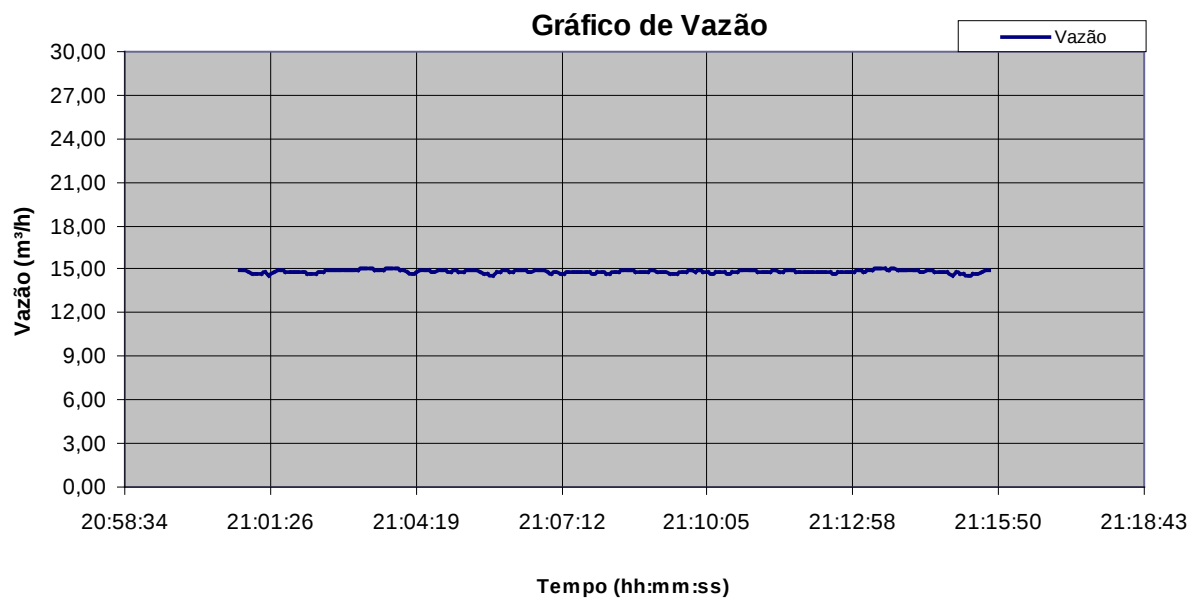
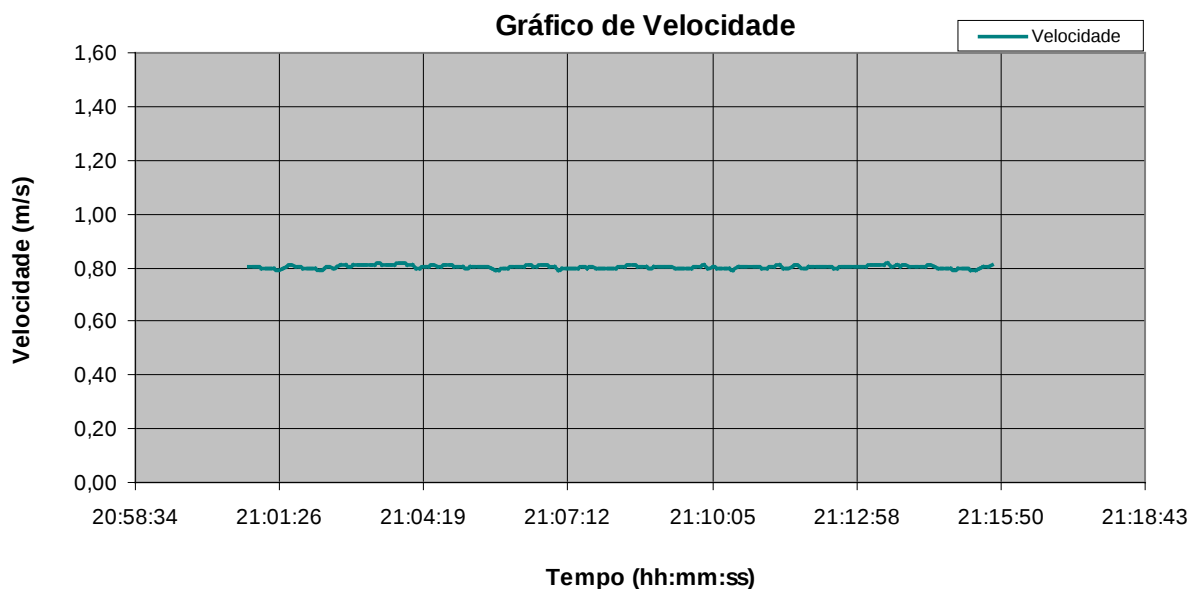
Vel. Mínima=	2,49	m/s
Vel. Média=	2,54	m/s
Vel. Máxima=	2,57	m/s



Vazão mín=	20,12	m³/h
Vazão méd.=	20,46	m³/h
Vazão máx=	20,75	m³/h

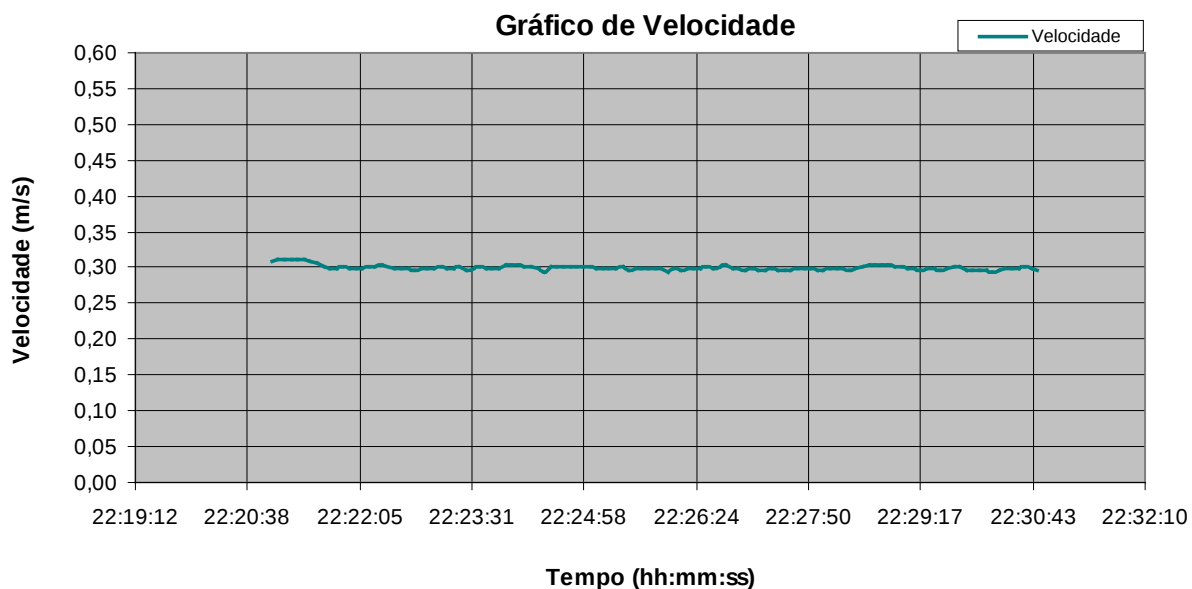
MEDIÇÃO 03 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque do Poço Barrânia – **Diâmetro:** 3”



MEDIÇÃO 04 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque do Poço Prainha – **Diâmetro:** 1 ½ ”



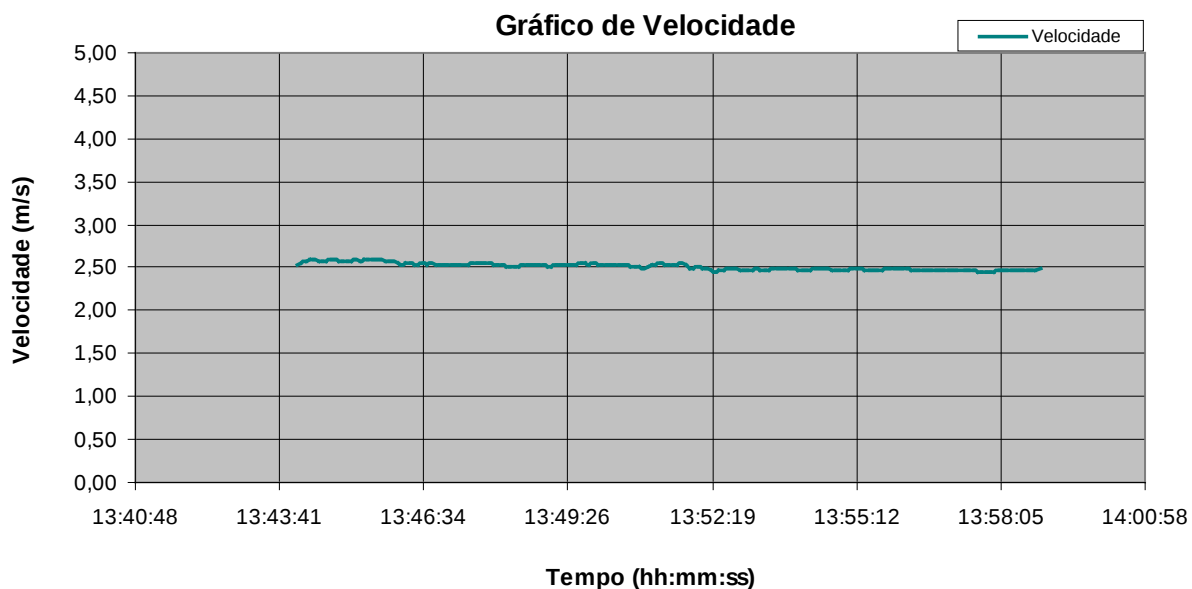
Vel. Mínima=	0,29	m/s
Vel. Média=	0,30	m/s
Vel. Máxima=	0,31	m/s



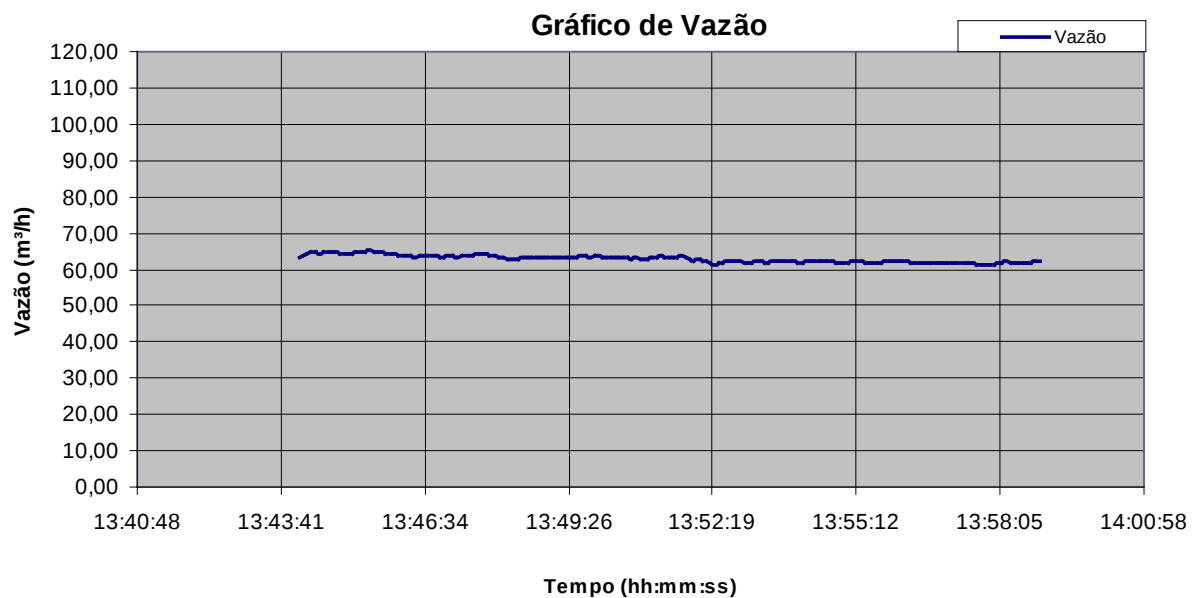
Vazão mín=	1,61	m³/h
Vazão méd.=	1,64	m³/h
Vazão máx=	1,71	m³/h

MEDIÇÃO 05 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque ETA 01 para o R03– **Diâmetro:** 3 ½ ”



Vel. Mínima=	2,44	m/s
Vel. Média=	2,51	m/s
Vel. Máxima=	2,60	m/s



Vazão mín=	61,07	m³/h
Vazão méd.=	62,85	m³/h
Vazão máx=	65,14	m³/h

A seguir é apresentada a Tabela 31 com o Resumo Geral dos resultados das vazões medidas com medidor ultrassônico sistema de abastecimento de água de Caconde.

Tabela 31. Resumo geral com vazões e velocidades obtidas no Medidor Ultrassônico

MEDIÇÃO	LOCAL	VELOCIDADE ULTRASSÔNICA (m/s)	VAZÃO ULTRASSÔNICO (m ³ /h)
01	Recalque Bomba do Reservatório R04 para o R05 (ETA 02)	4,84	38,14
02	Recalque da Bomba do Reservatório R04 para o R06 (ETA 02);	2,54	20,46
03	Recalque do Poço Barrânia	0,80	14,84
04	Recalque do Poço Prainha	0,30	1,64
05	Recalque ETA 01 para o R03	2,51	62,85

A seguir são apresentadas as Figuras 83 a 88 ilustrando as medições de vazão realizadas no sistema de abastecimento de água da cidade de Caconde.



Figura 83. Vista durante a medição 01



Figura 84. Vista durante a medição 02



Figura 85. Vista durante a medição 03



Figura 86. Vista durante a medição 04



Figura 87. Vista durante a medição 05



Figura 88. Vista durante a medição 05

8.3.2. Vazão Monitorada através de Pitometria

Para a realização da medição através da Pitometria, foram a (03) Estações Pitométricas no sistema de abastecimento de água, as medições de vazão foram realizadas nos seguintes pontos:

- Medição 06: Chegada na ETA 01 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 01;
- Medição 07: Chegada na ETA 01 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 02;
- Medição 08: Chegada na ETA 01 – Captação Serra do Cigano;
- Medição 09: Chegada na ETA 02 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 03;
- Medição 10: Chegada na ETA 02 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 04;
- Medição 11: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 01 – Bomba 01;

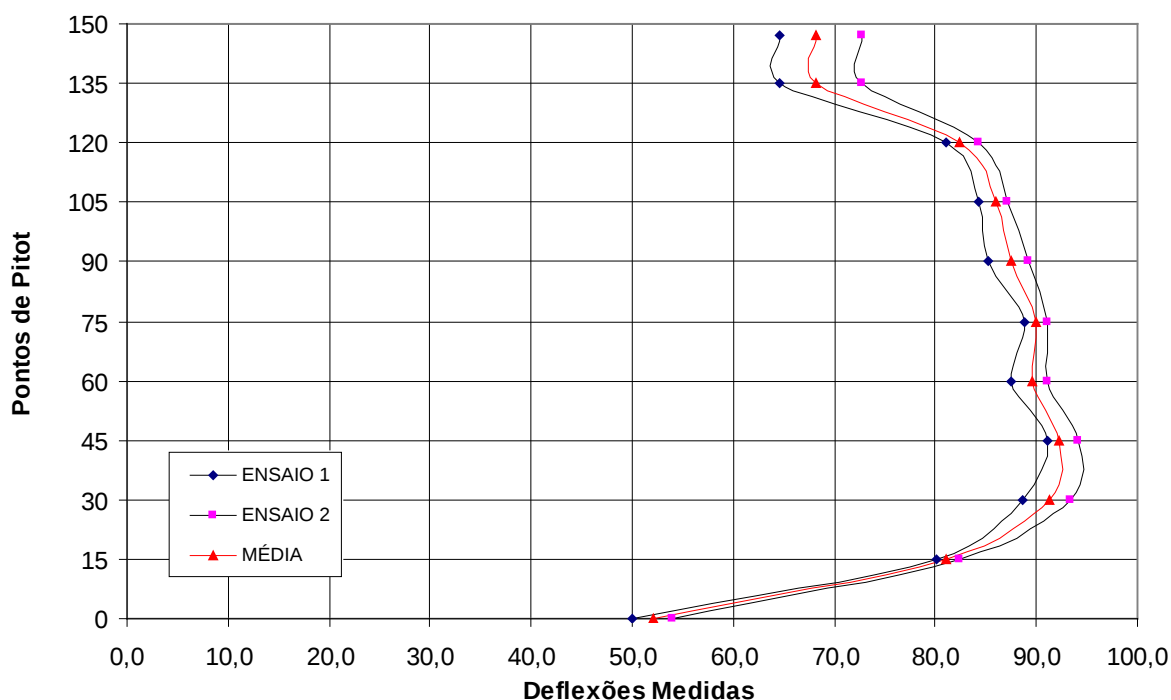
- Medição 12: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 01 – Bomba 02;
- Medição 13: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 02 – Bomba 03;
- Medição 14: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 02 – Bomba 04;
- Medição 15: Recalque da ETA 01 - Bomba 01 para o R01;
- Medição 16: Recalque da ETA 01 - Bomba 02 para o R01.

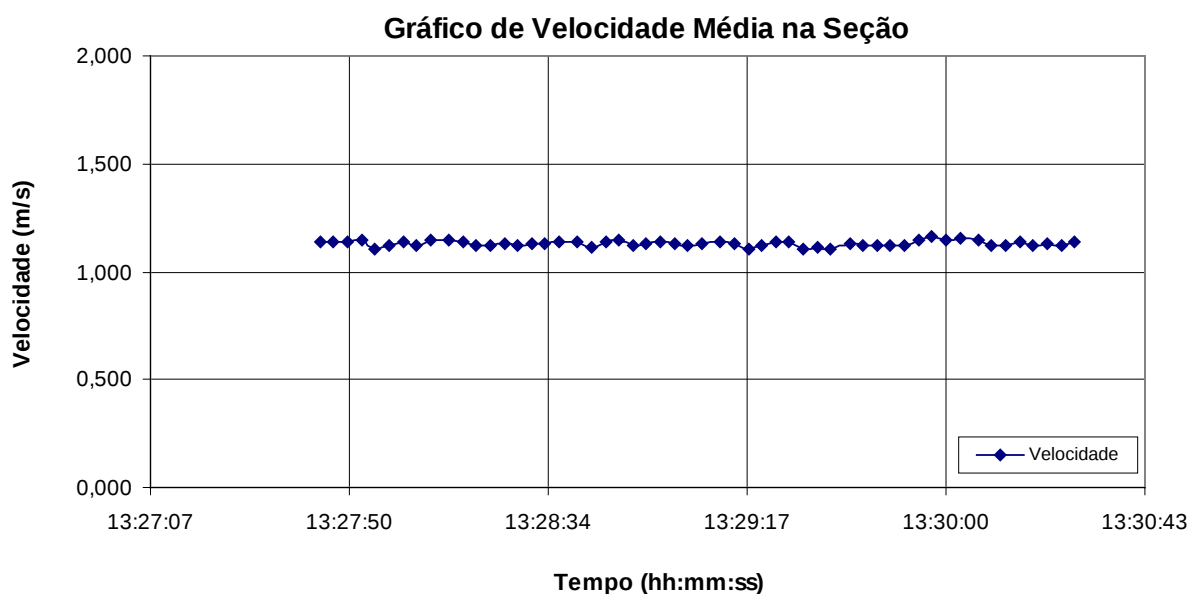
Na sequência são apresentados os dados obtidos na medição realizada.

MEDIÇÃO 06 – PITOMETRIA

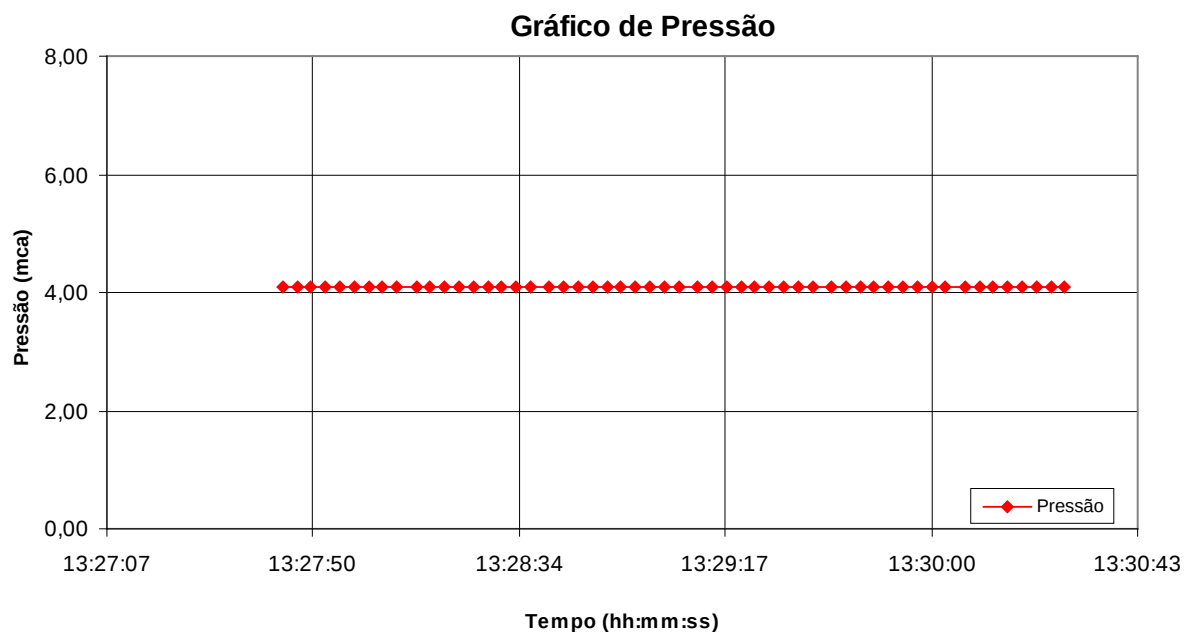
Local: Chegada na ETA 01 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 01– **Diâmetro: 6”**

CURVA DE VELOCIDADE

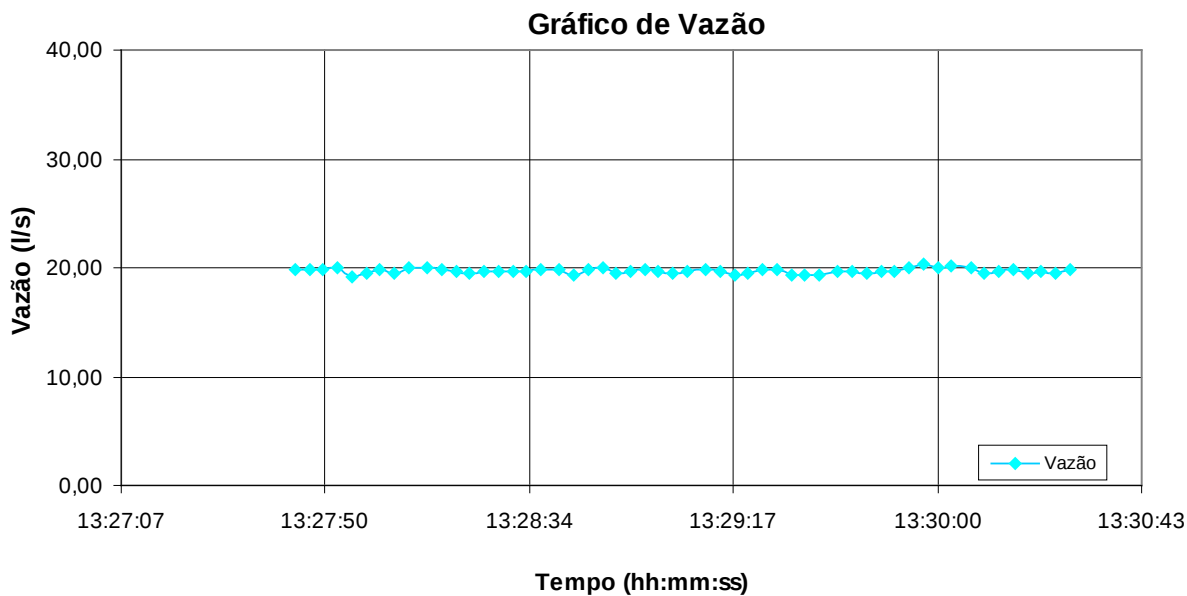




Vel. Média= 1,130 m/s



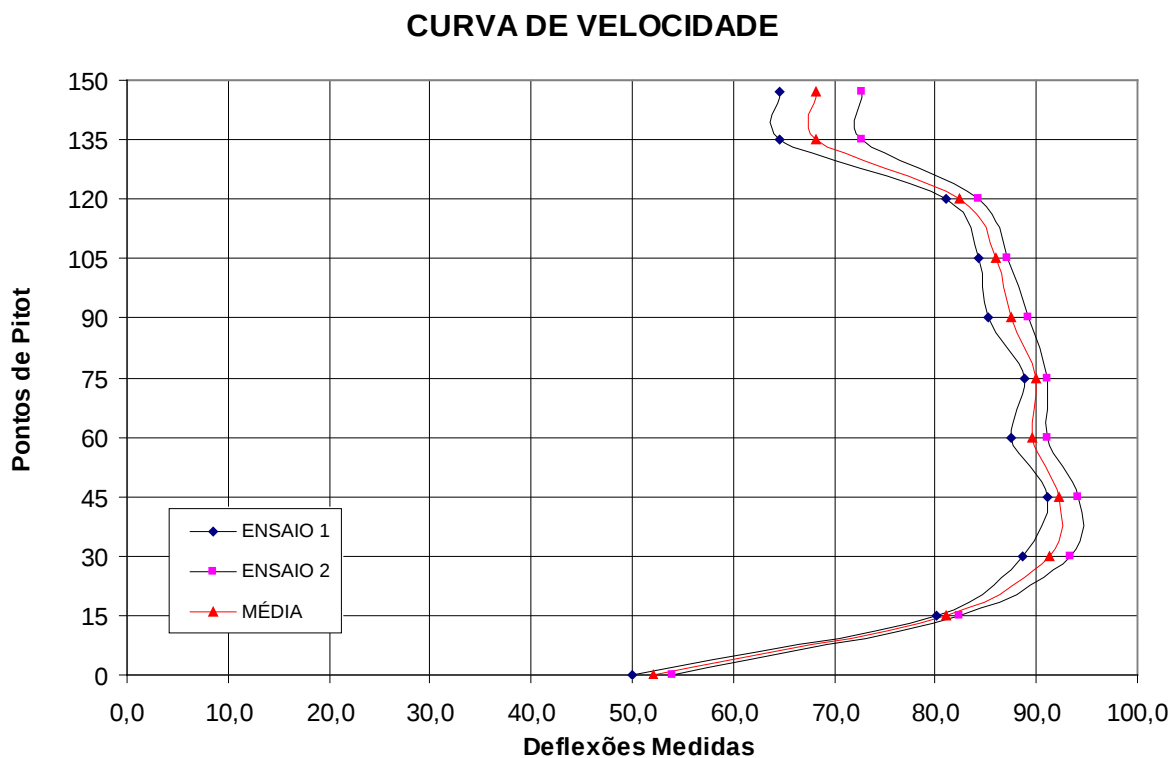
P média= 4,10 mca

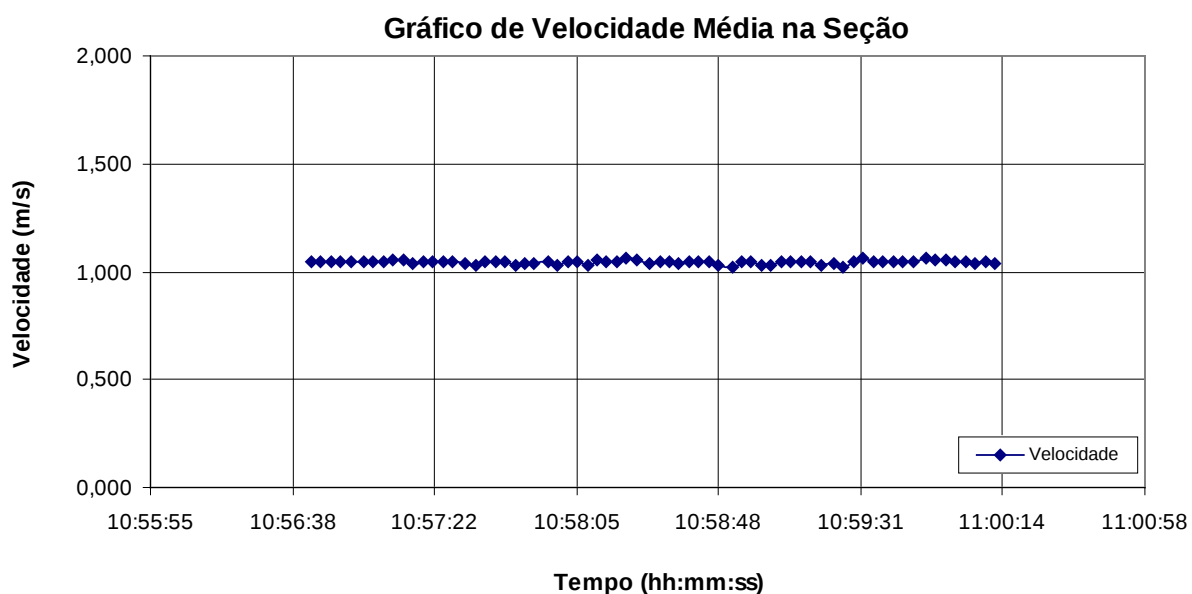


Vazão méd.=	19,70	l/s
Vazão méd.=	70,93	m³/h

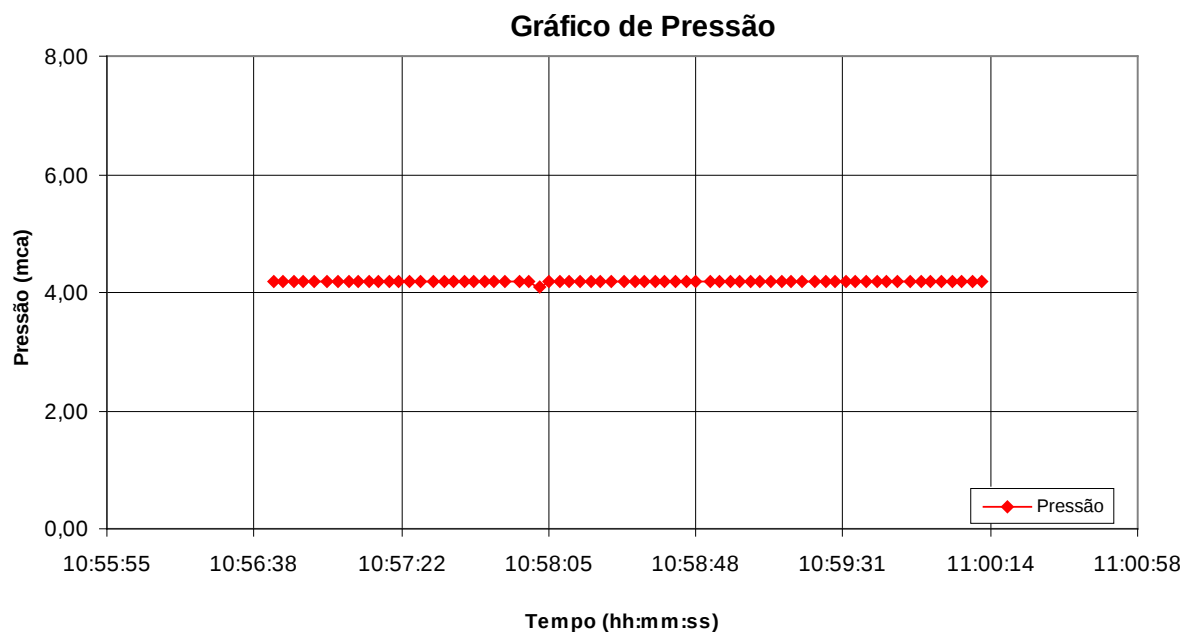
MEDIÇÃO 07 – PITOMETRIA

Local: Chegada na ETA 01 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 02– **Diâmetro: 6"**

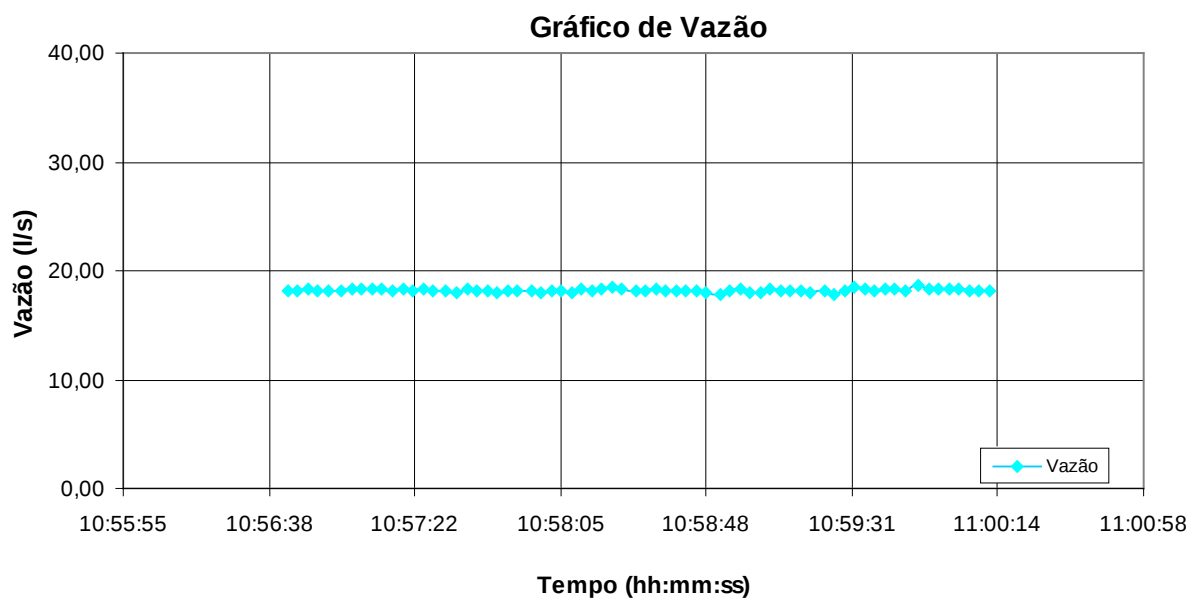




Vel. Média= 1,044 m/s

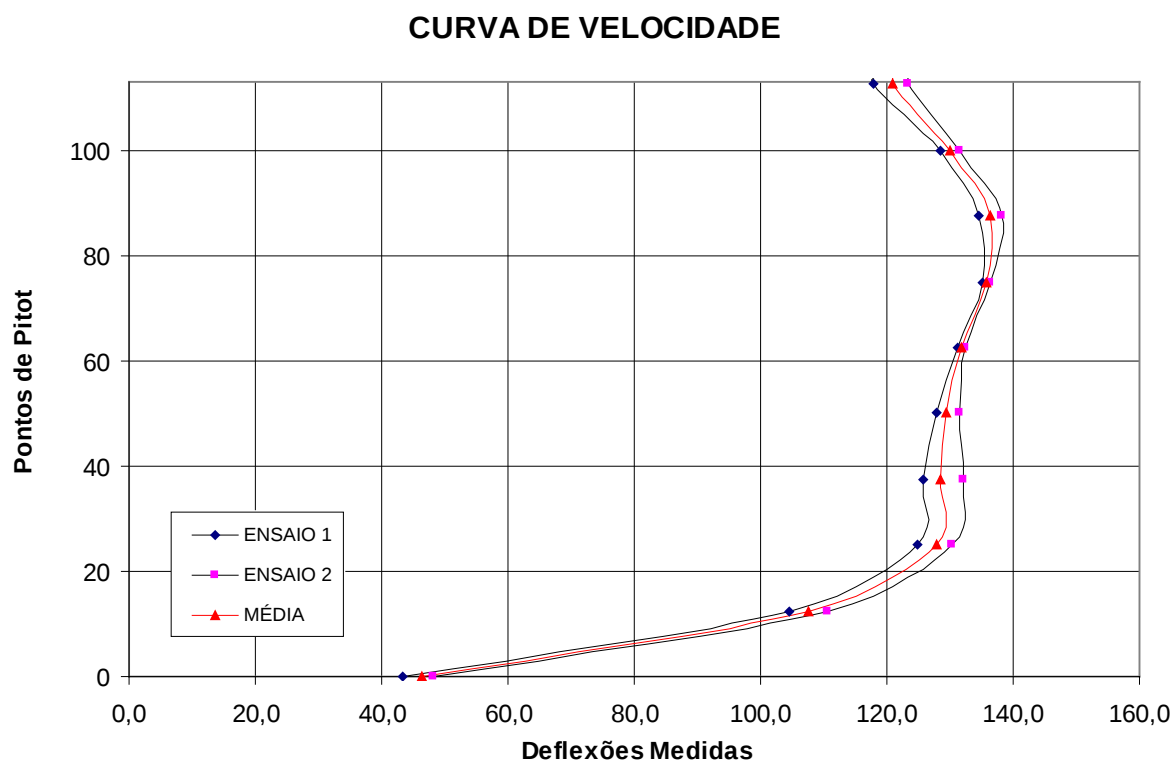


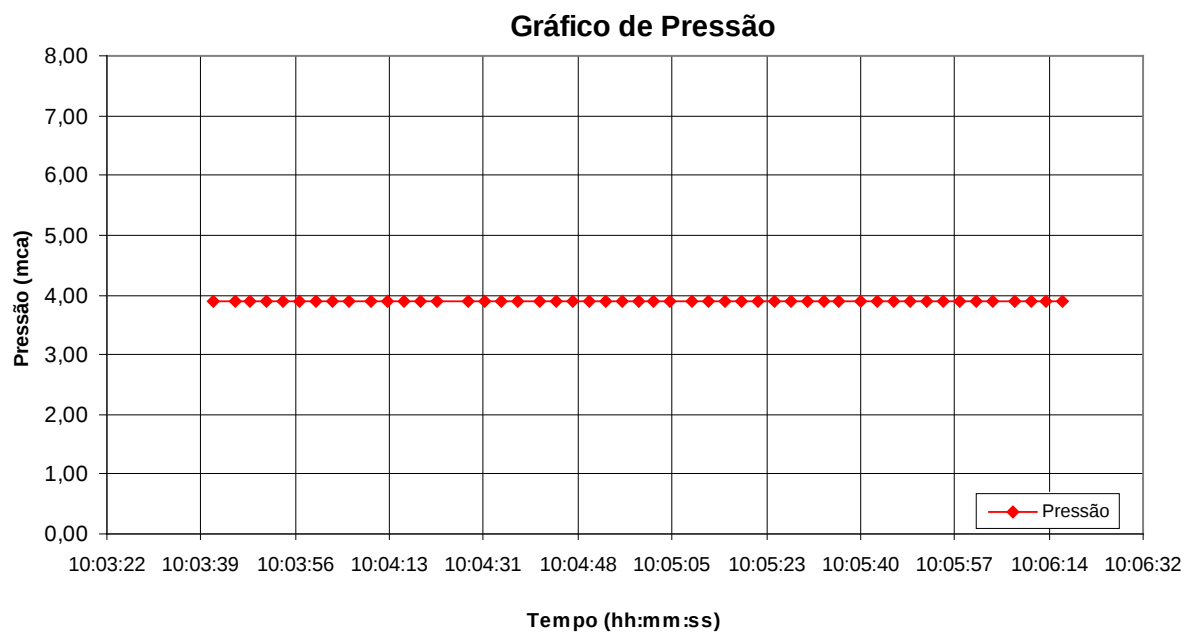
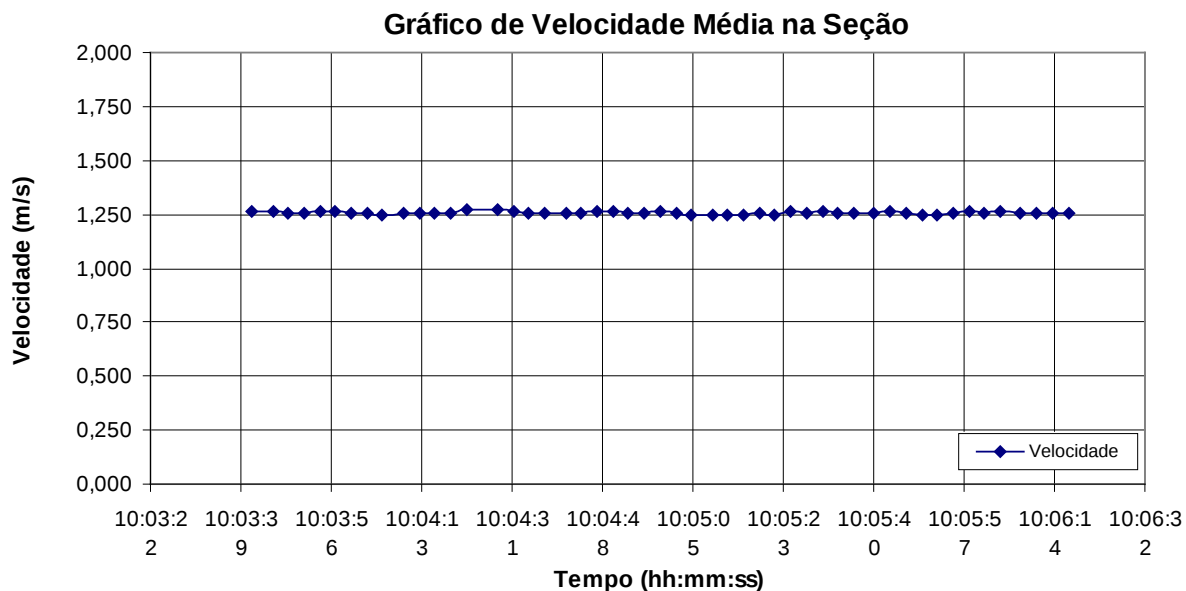
P média= 4,20 mca

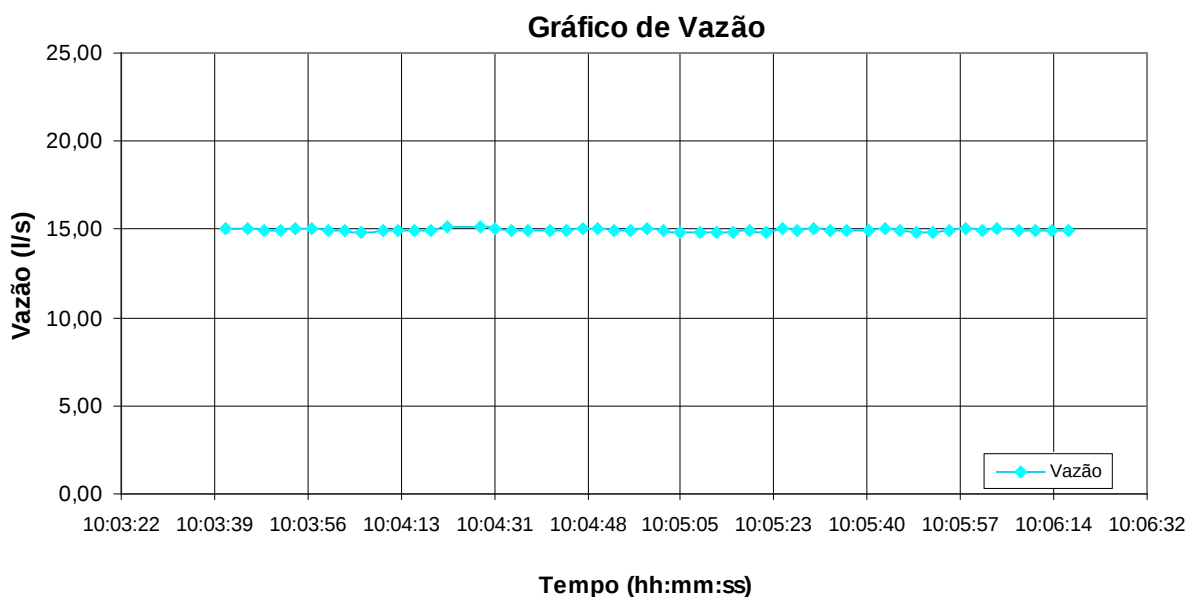


MEDIÇÃO 08 – PITOMETRIA

Local: Chegada na ETA 01 – Captação Serra do Cigano – **Diâmetro: 5"**

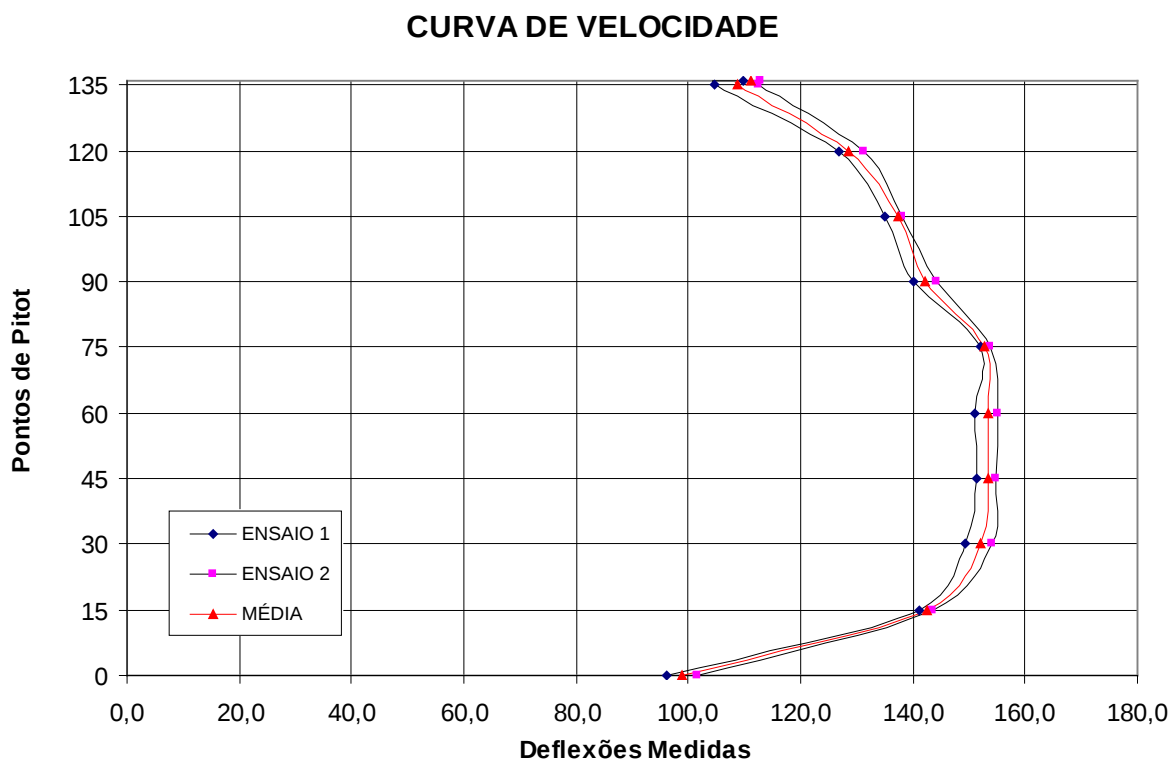


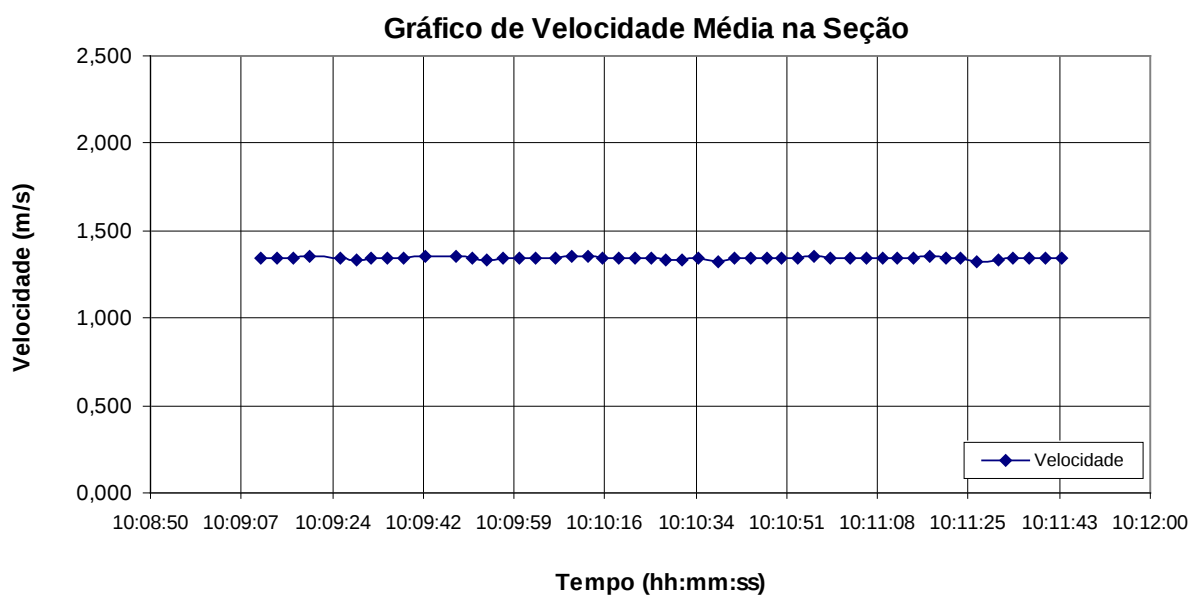




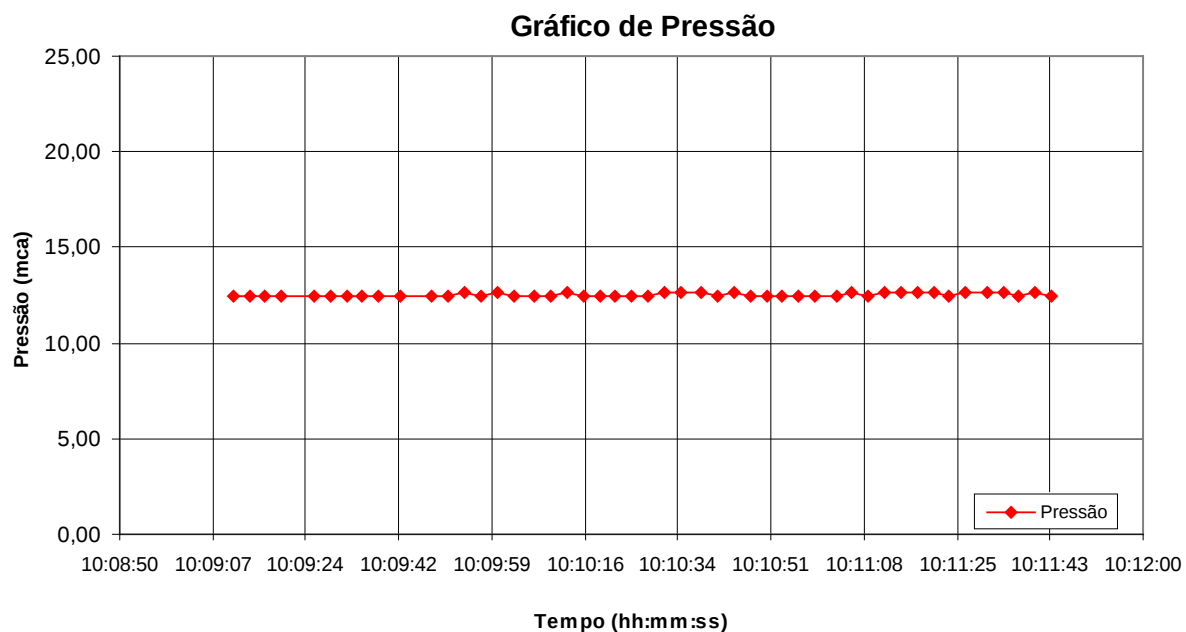
MEDIÇÃO 09 – PITOMETRIA

Local: Chegada na ETA 02 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 03 – **Diâmetro: 6”**

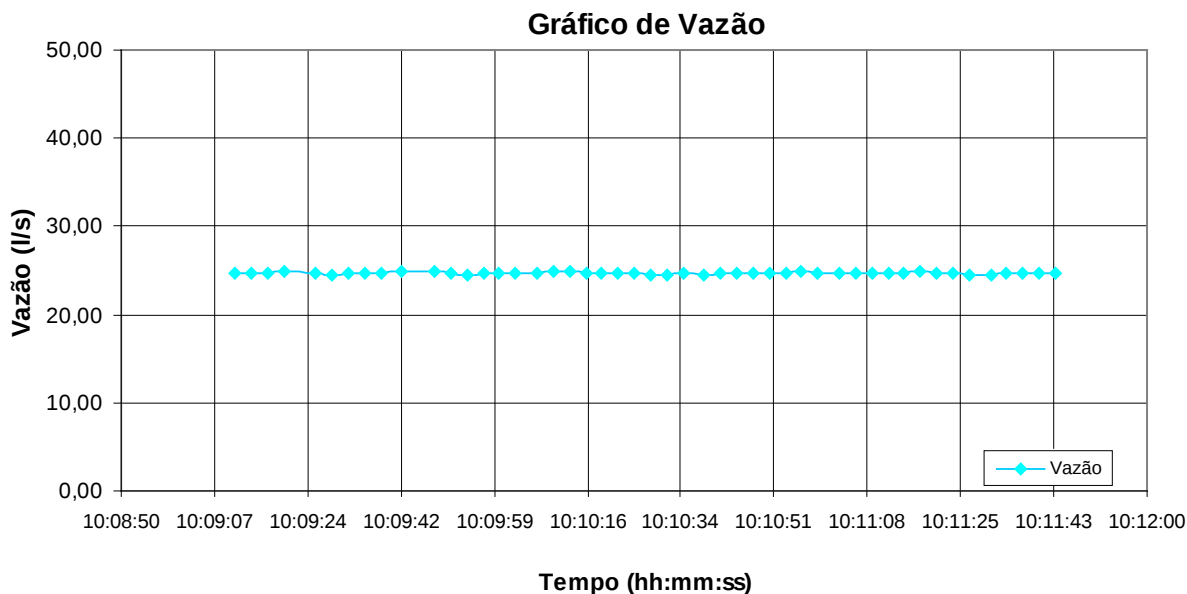




Vel. Média= 1,341 m/s



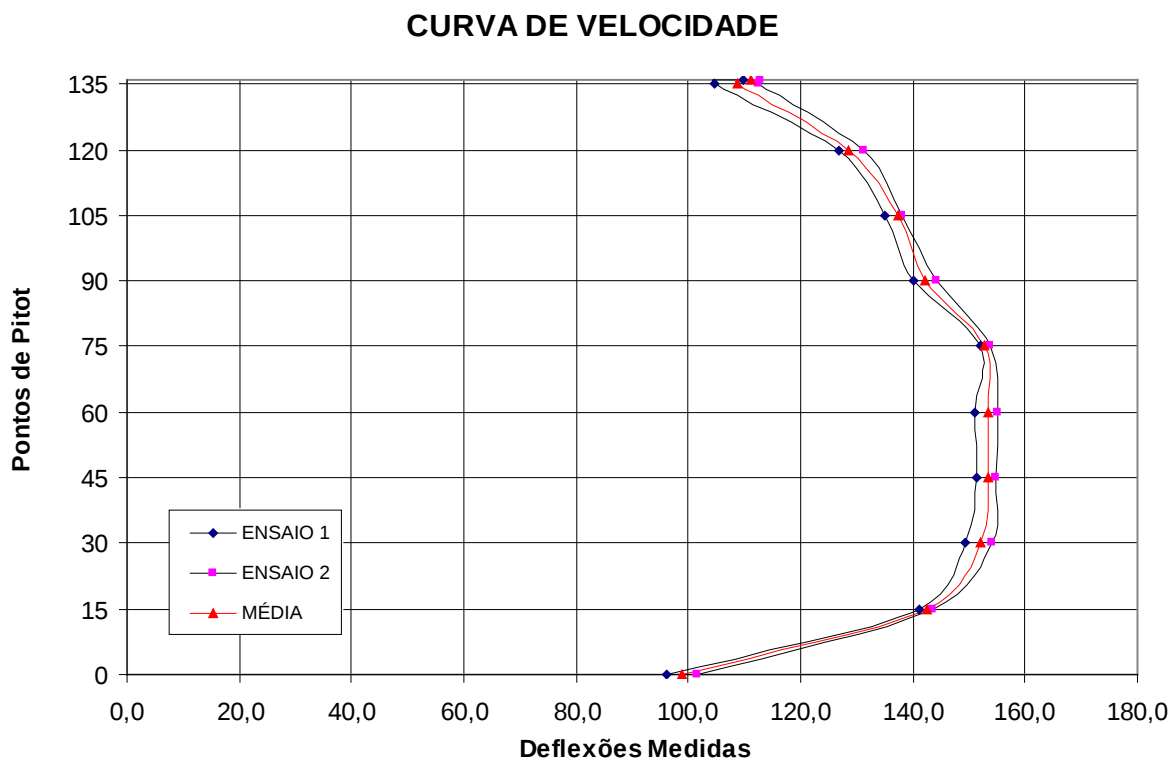
P média= 12,53 mca

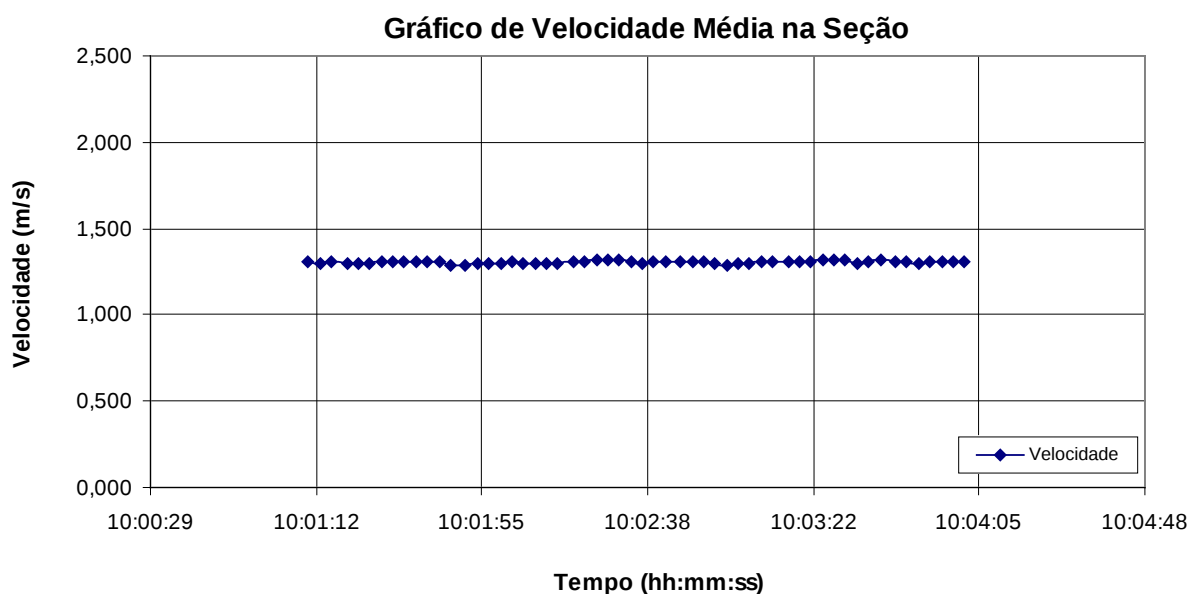


Vazão méd.=	24,65	l/s
Vazão méd.=	88,76	m³/h

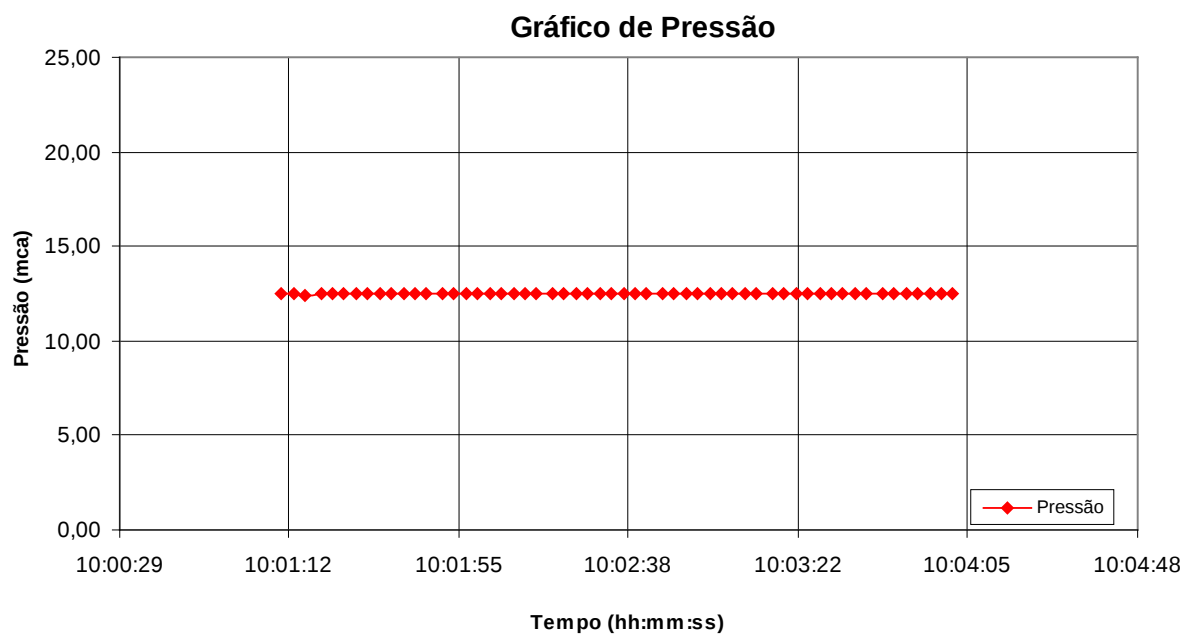
MEDIÇÃO 10 – PITOMETRIA

Local: Chegada na ETA 02 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 04 – **Diâmetro: 6"**

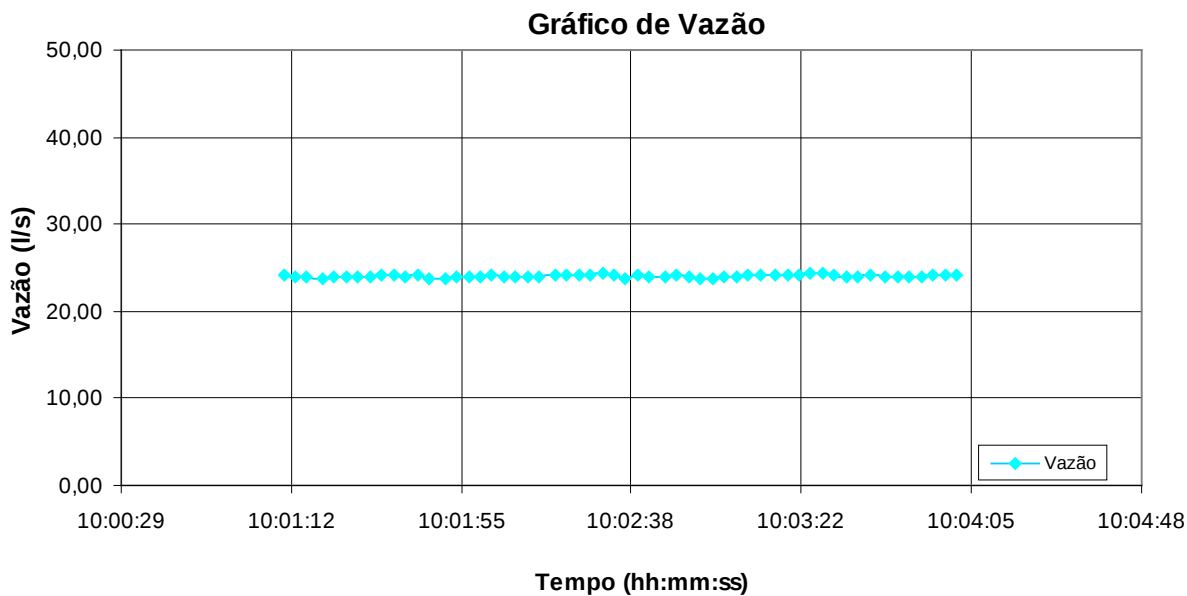




Vel. Média=	1,306	m/s
-------------	-------	-----



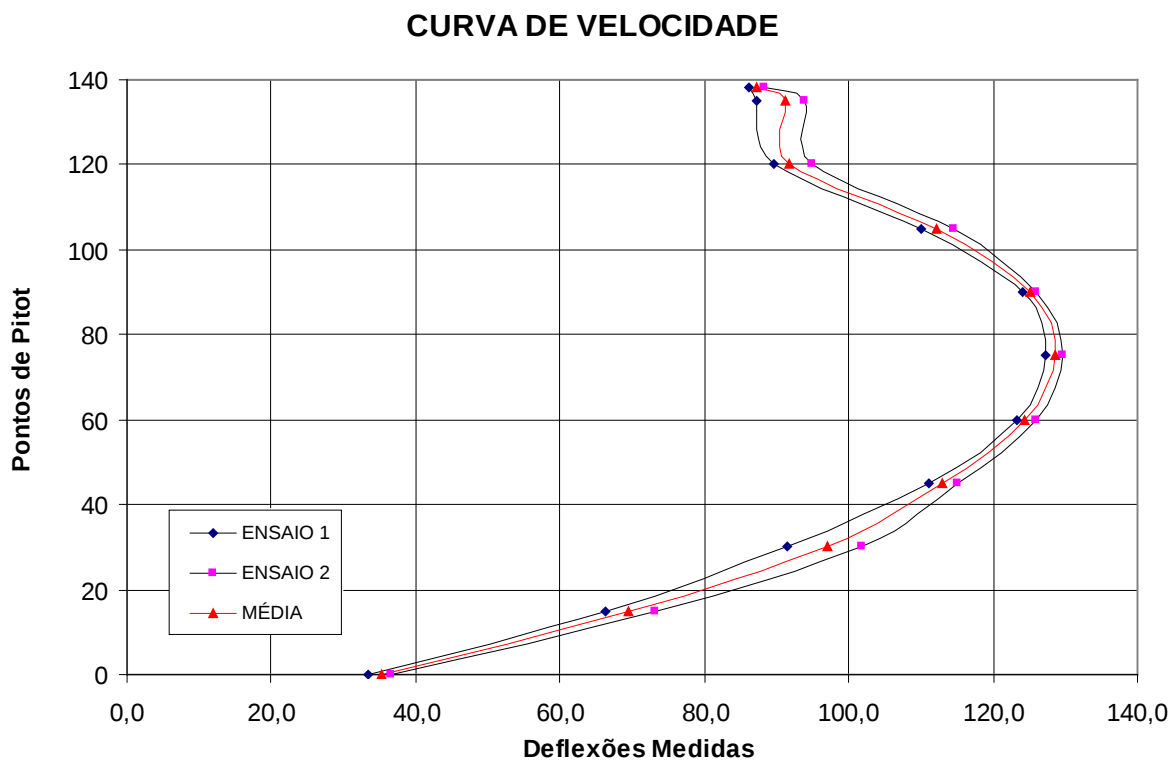
P média=	12,50	mca
----------	-------	-----

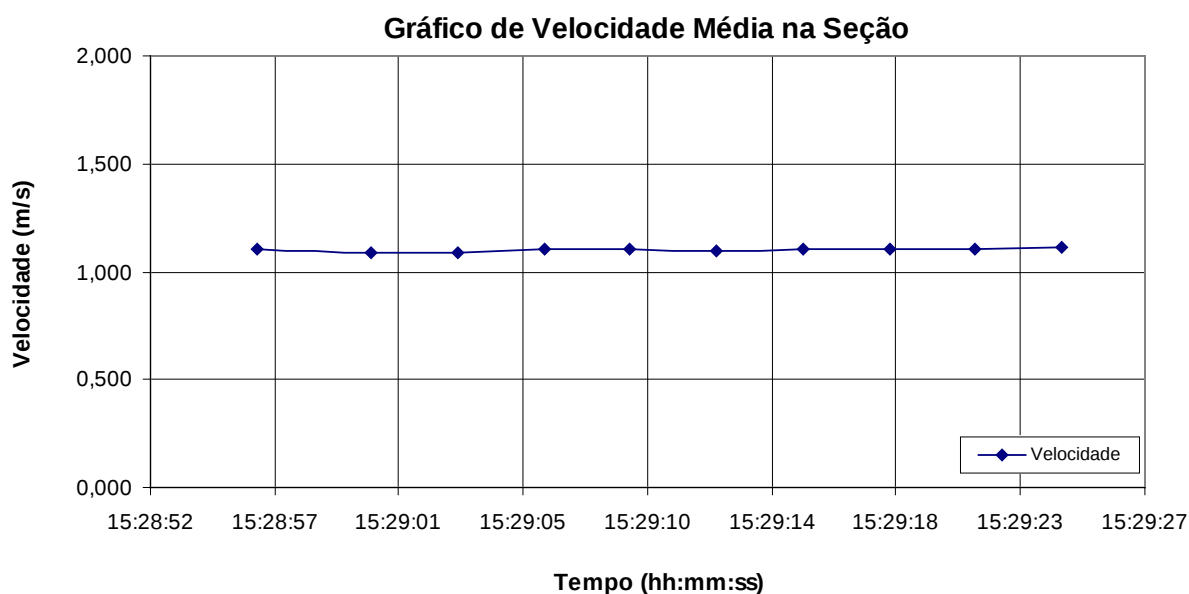


Vazão méd.=	24,01	l/s
Vazão méd.=	86,44	m³/h

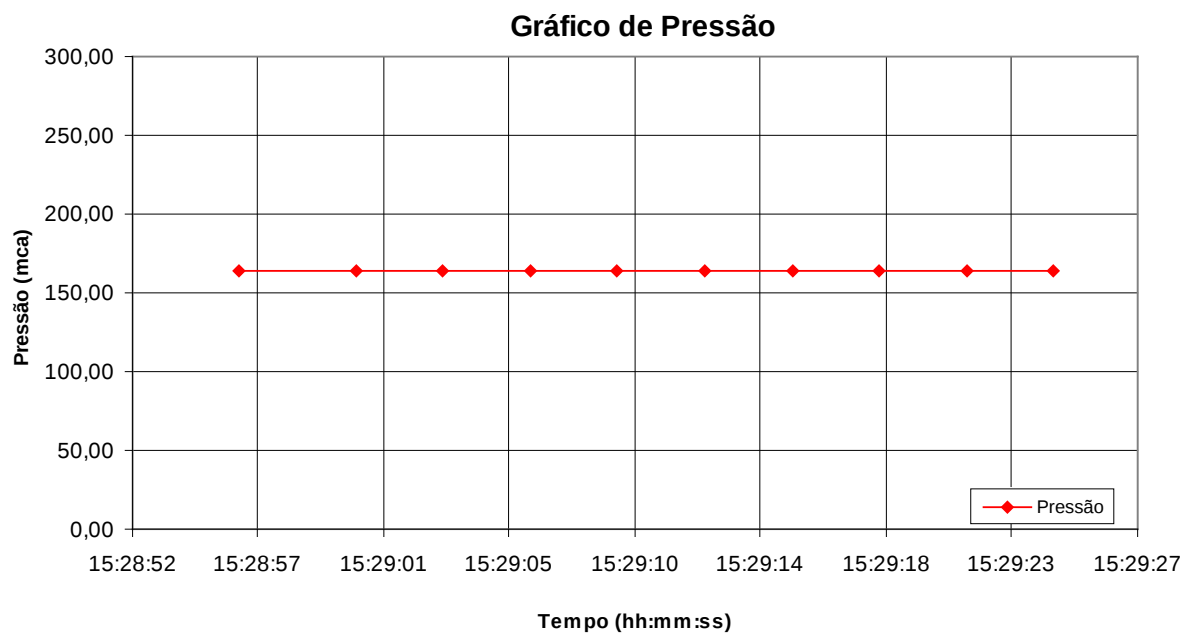
MEDIÇÃO 11 – PITOMETRIA

Local: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 01 – Bomba 01– **Diâmetro: 6”**

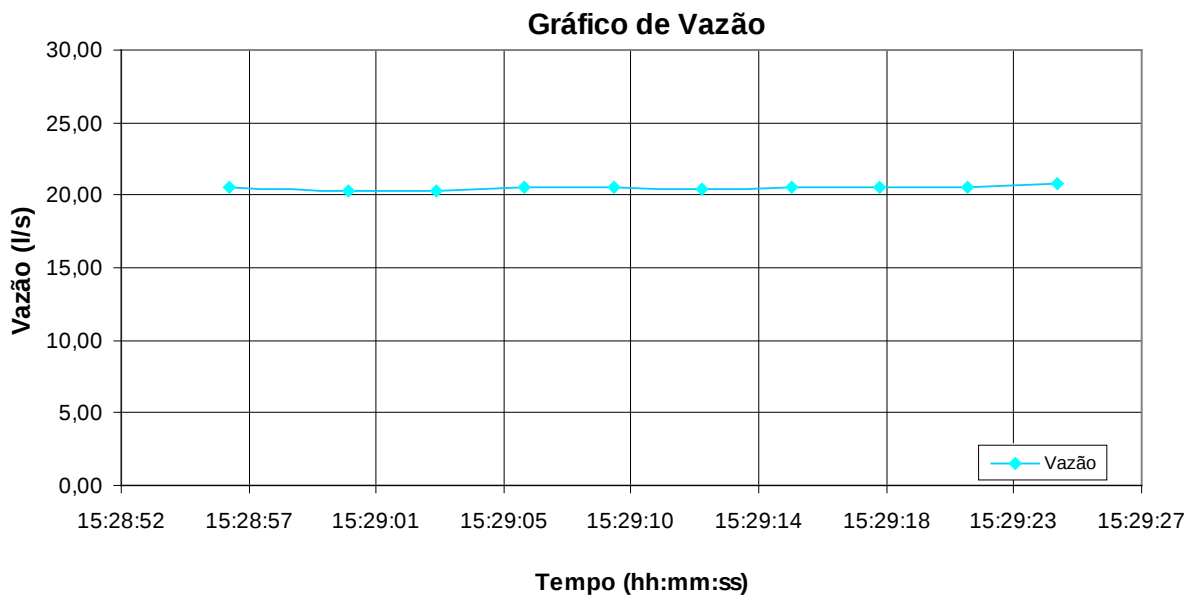




Vel. Média=	1,100	m/s
-------------	-------	-----



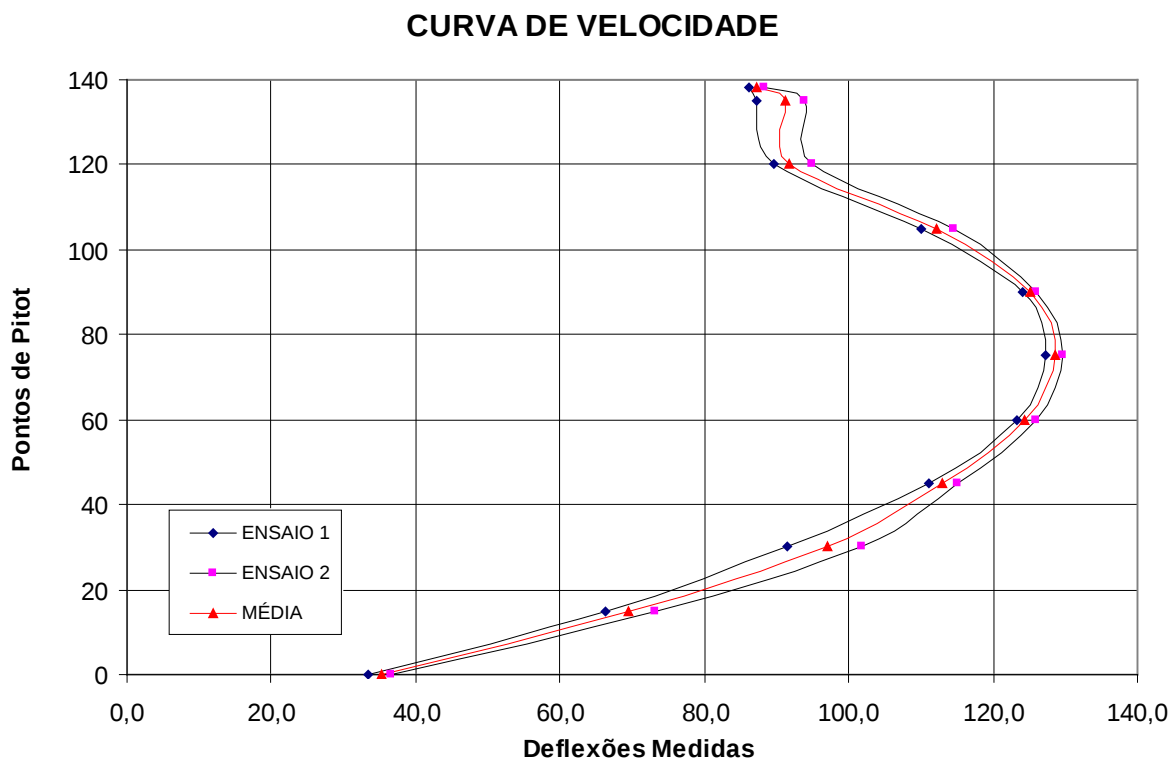
P média=	164,17	mca
----------	--------	-----

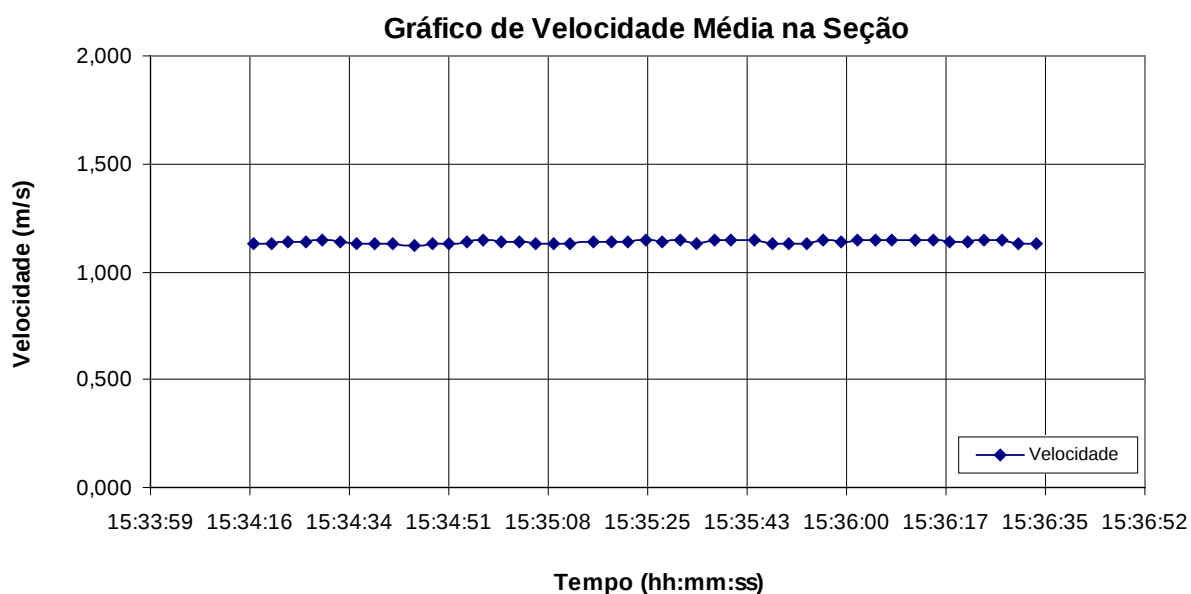


Vazão méd.=	20,49	l/s
Vazão méd.=	73,76	m³/h

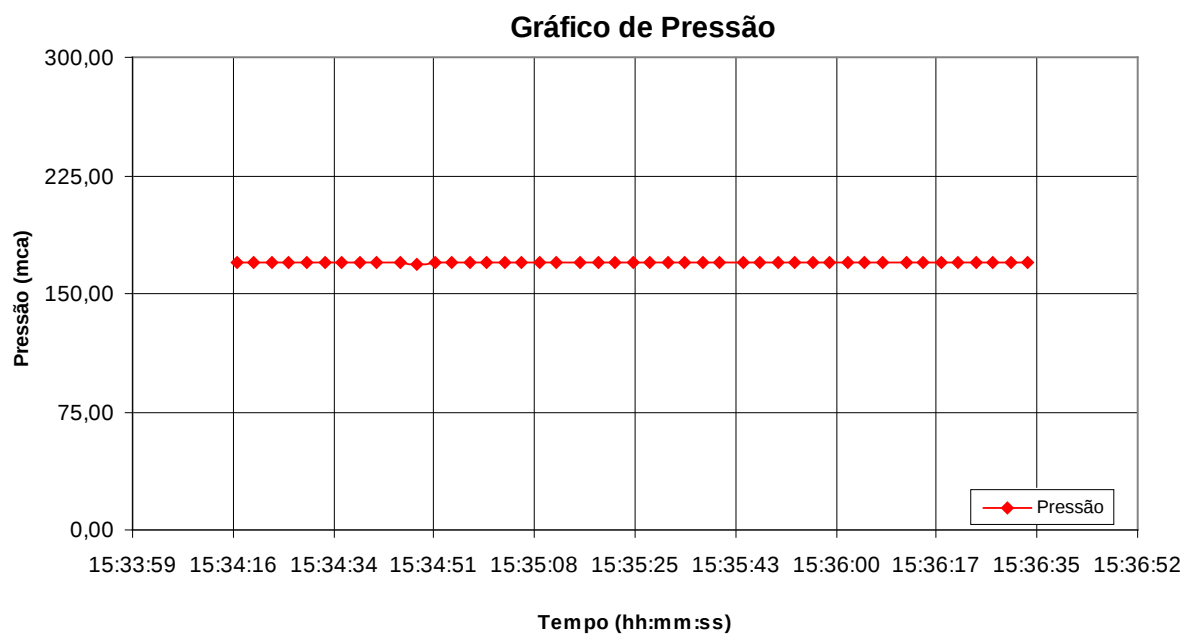
MEDIÇÃO 12 – PITOMETRIA

Local: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 01 – Bomba 02– **Diâmetro: 6”**

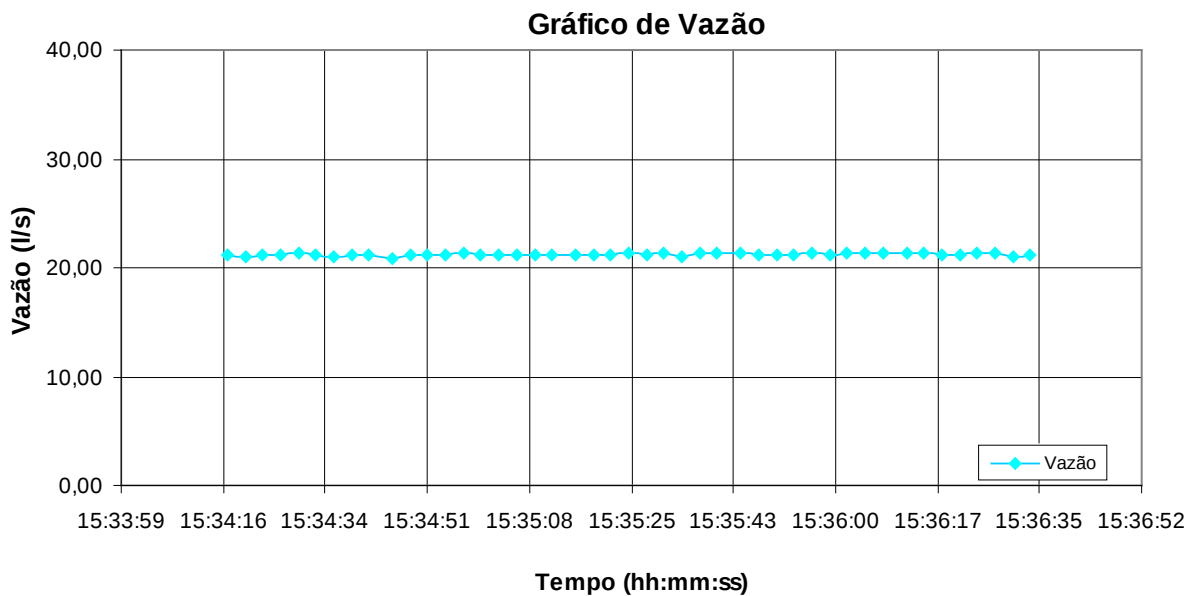




Vel. Média=	1,137	m/s
-------------	-------	-----

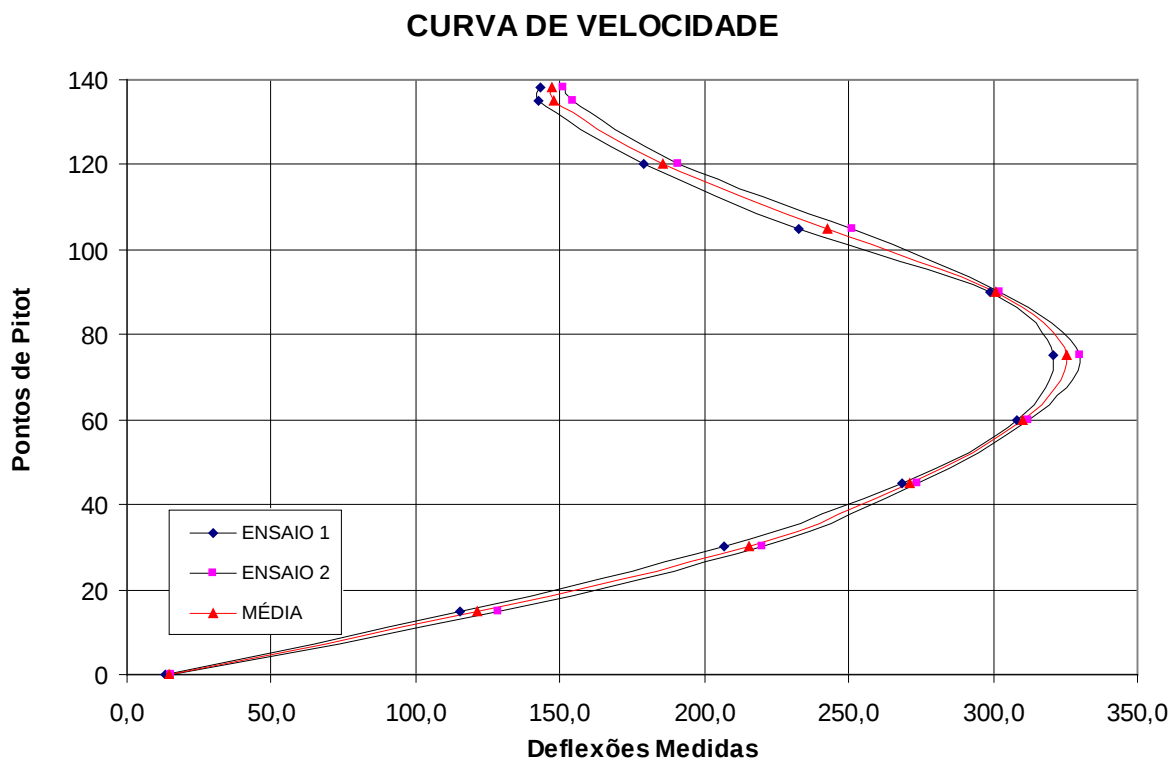


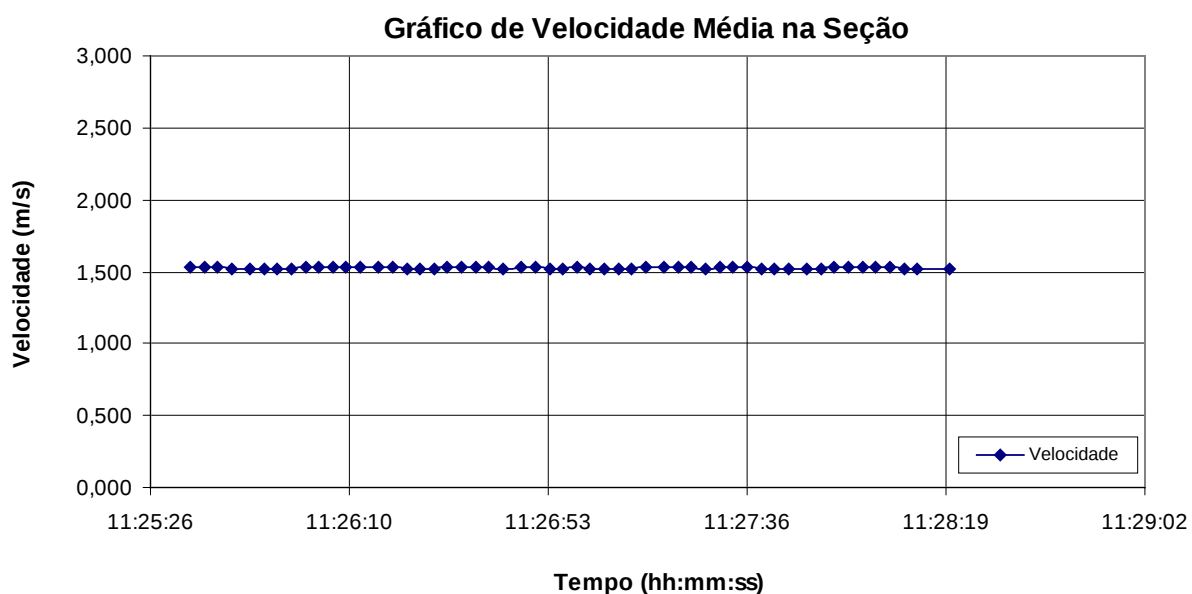
P média=	169,63	mca
----------	--------	-----



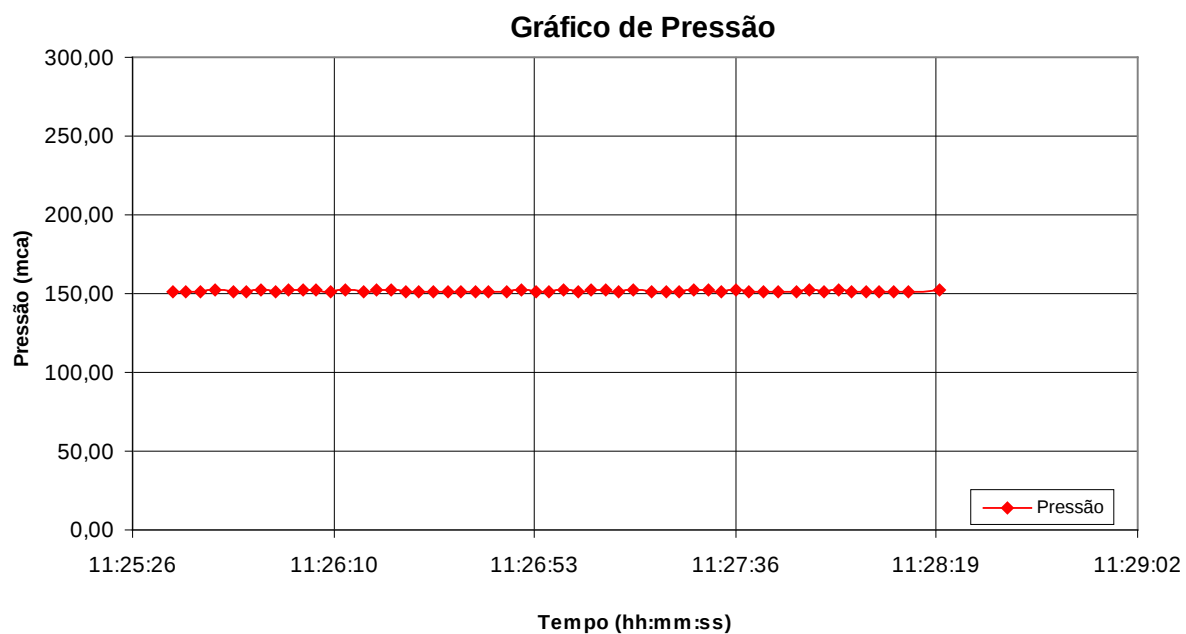
MEDIÇÃO 13 – PITOMETRIA

Local: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 02 – Bomba 03– **Diâmetro: 6”**

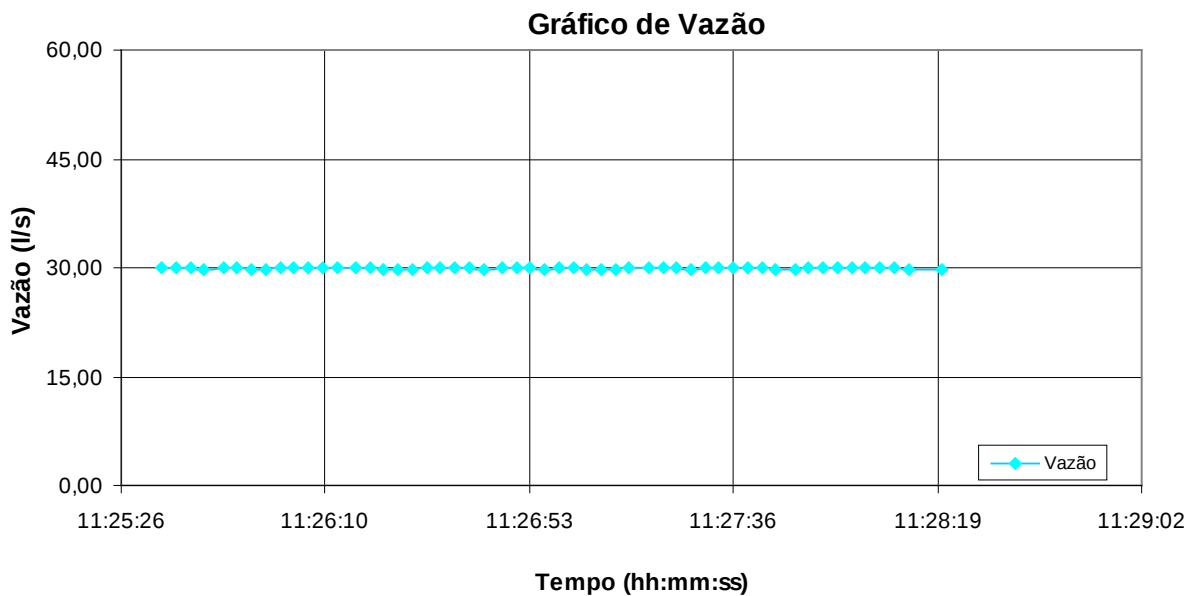




Vel. Média=	1,526	m/s
-------------	-------	-----



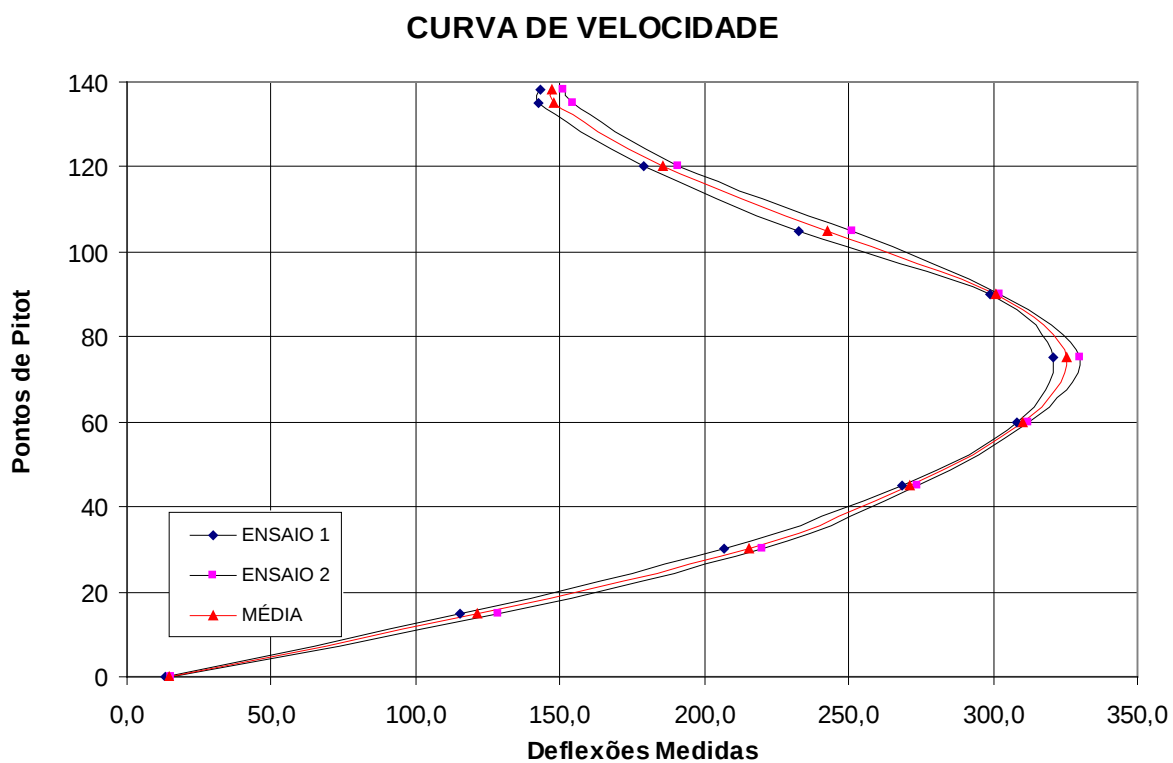
P média=	151,66	mca
----------	--------	-----

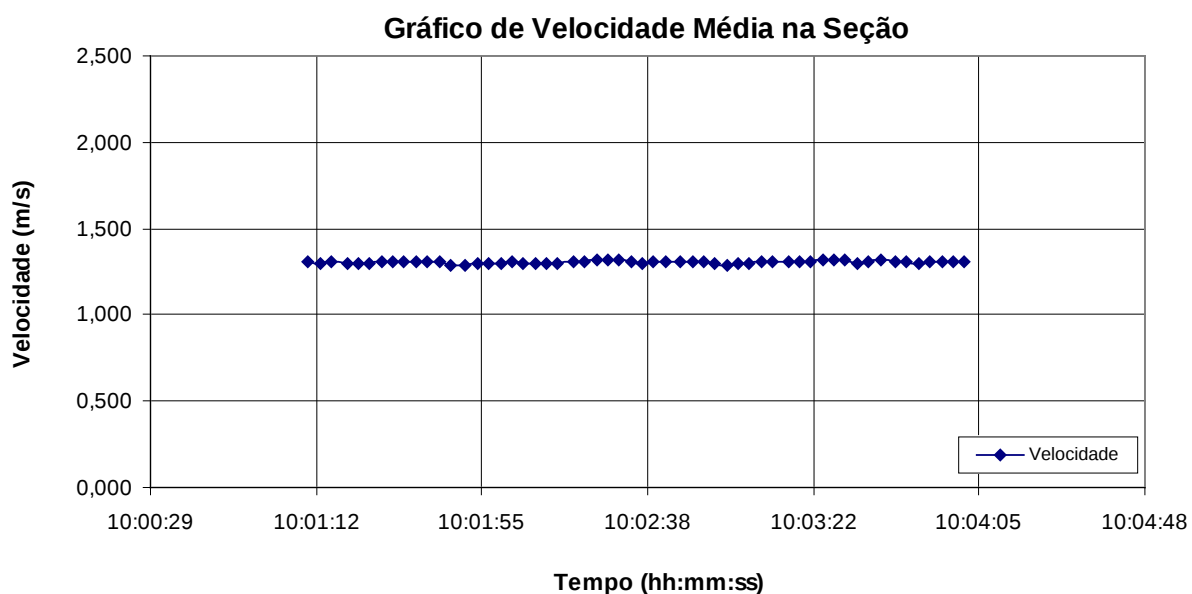


Vazão méd.=	29,93	l/s
Vazão méd.=	107,74	m³/h

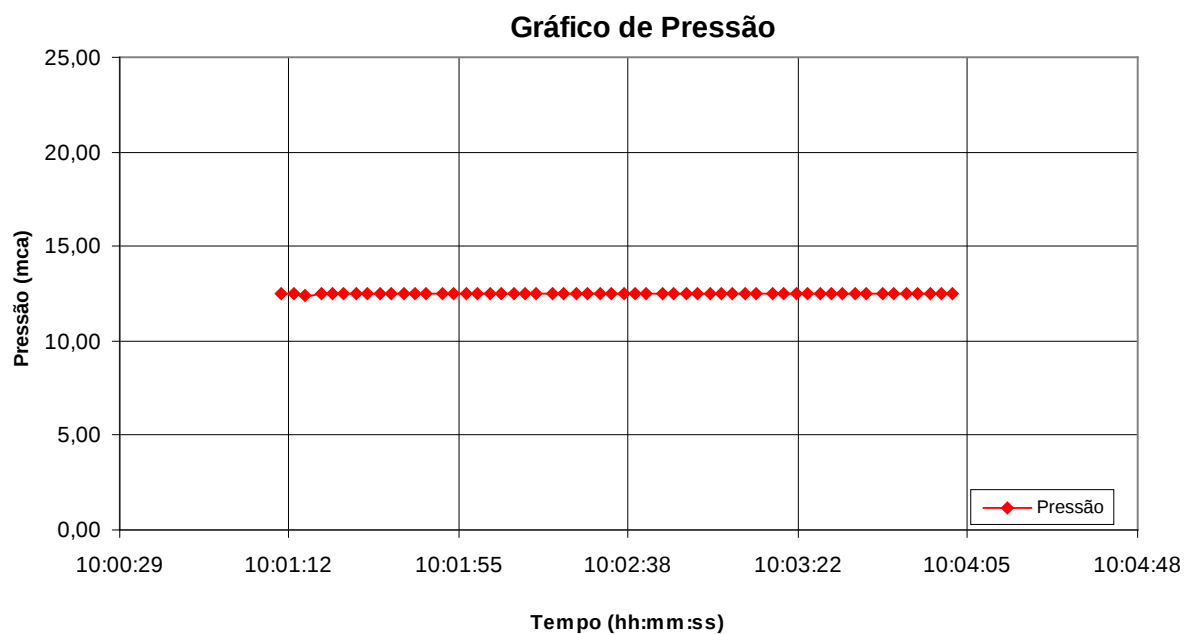
MEDIÇÃO 14 – PITOMETRIA

Local: Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 02 – Bomba 04– **Diâmetro: 6”**

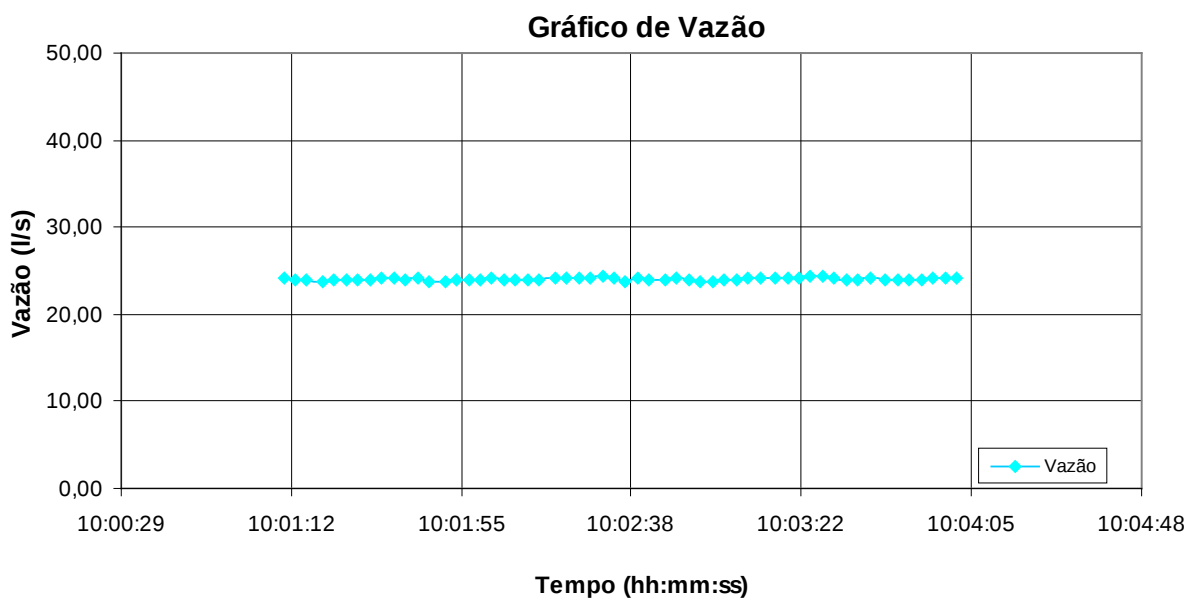




Vel. Média=	1,306	m/s
-------------	-------	-----

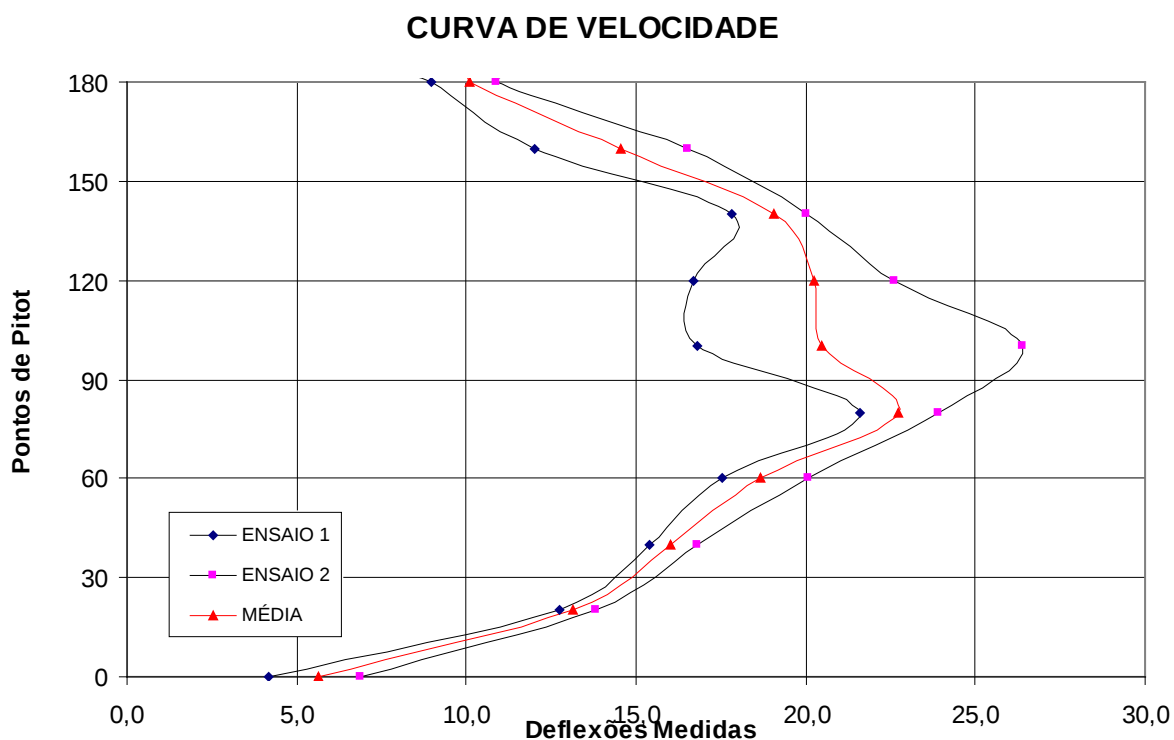


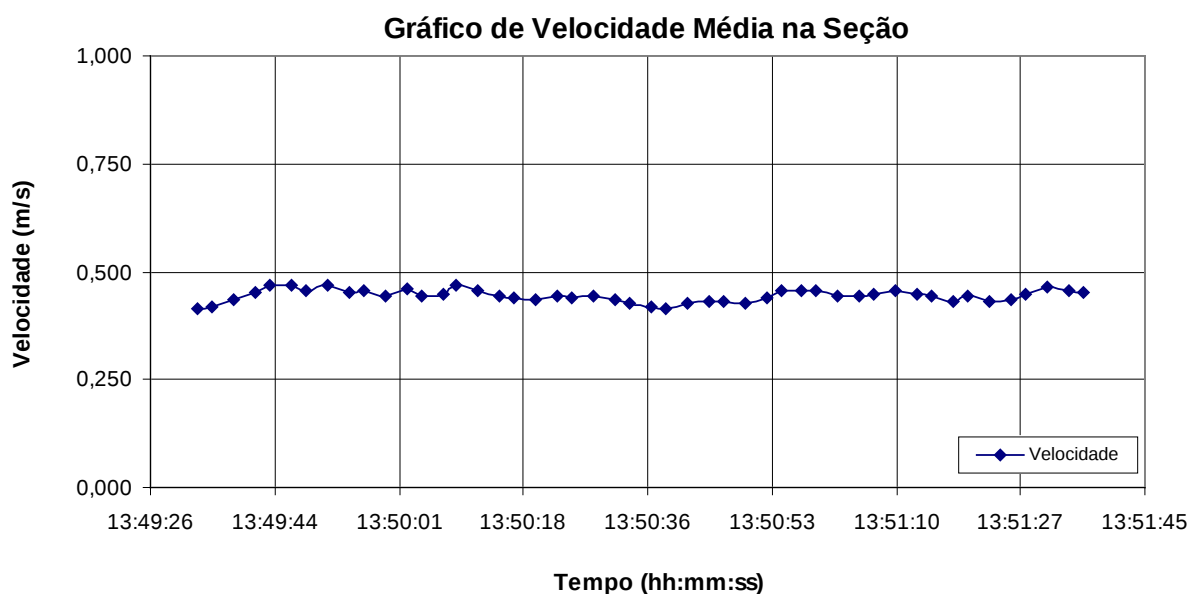
P média=	12,50	mca
----------	-------	-----



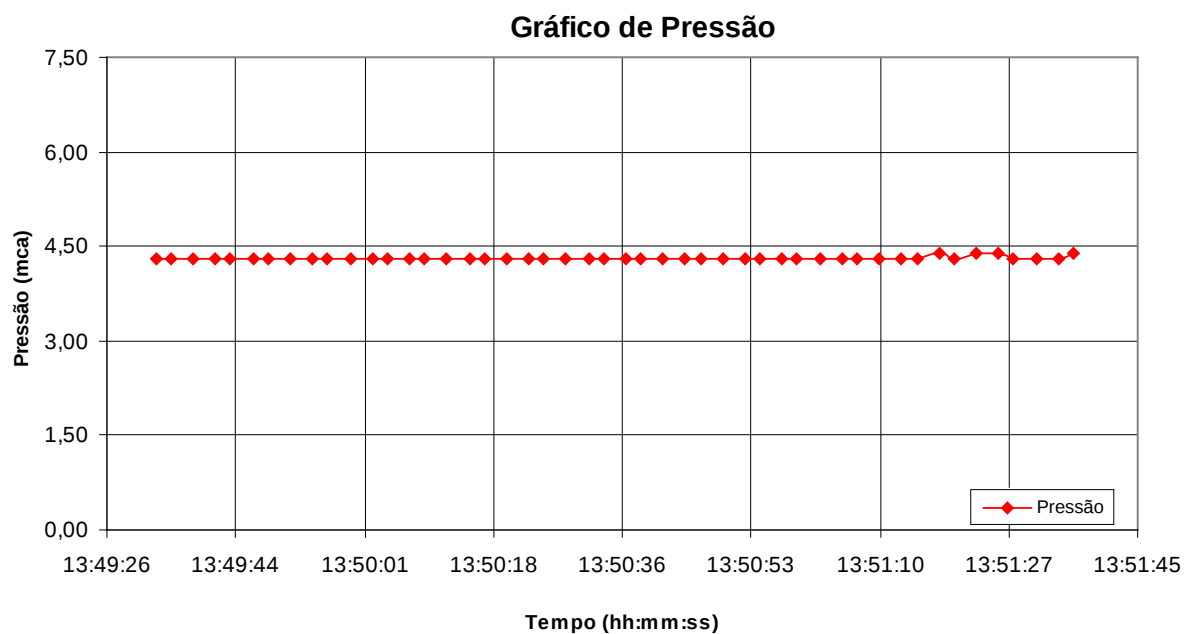
MEDIÇÃO 15 – PITOMETRIA

Local: Recalque da ETA 01 - Bomba 01 para o R01– **Diâmetro: 8"**

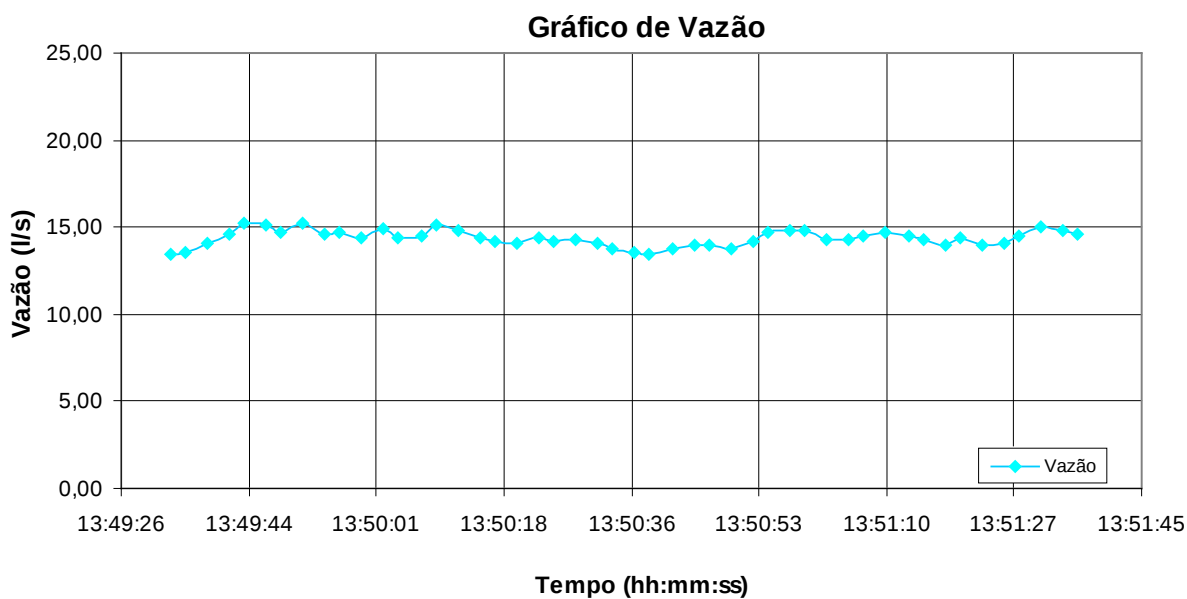




Vel. Média= 0,444 m/s



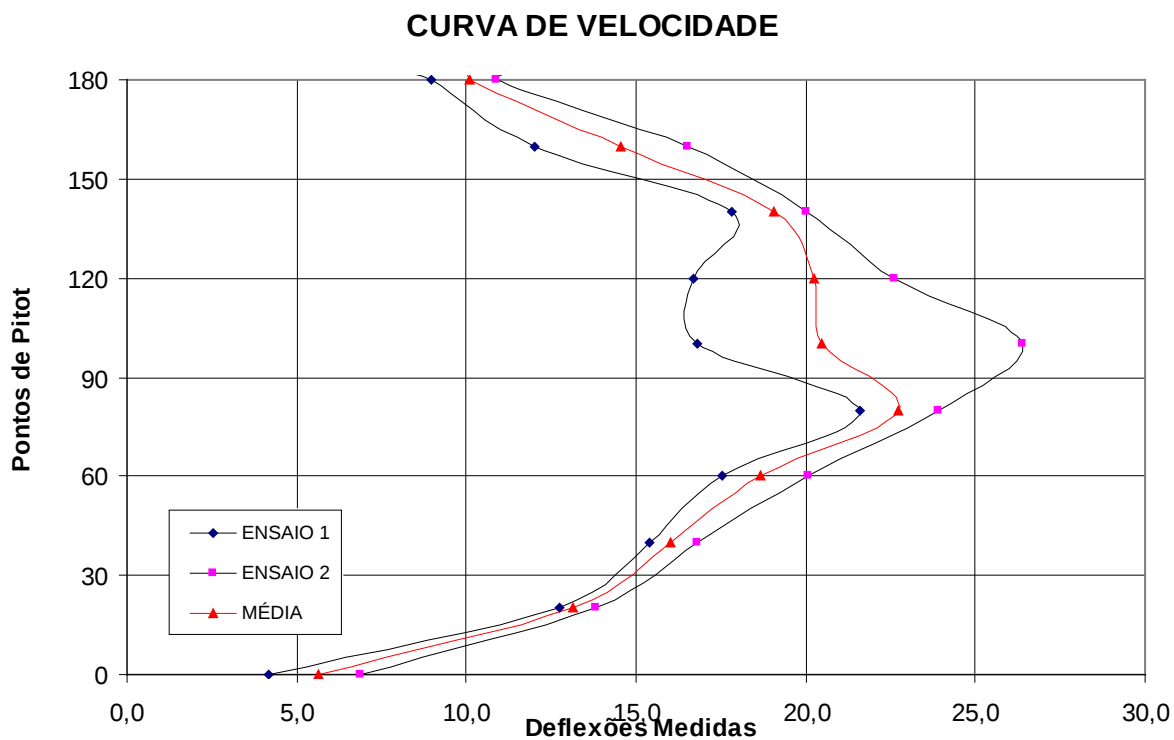
P média= 4,31 mca

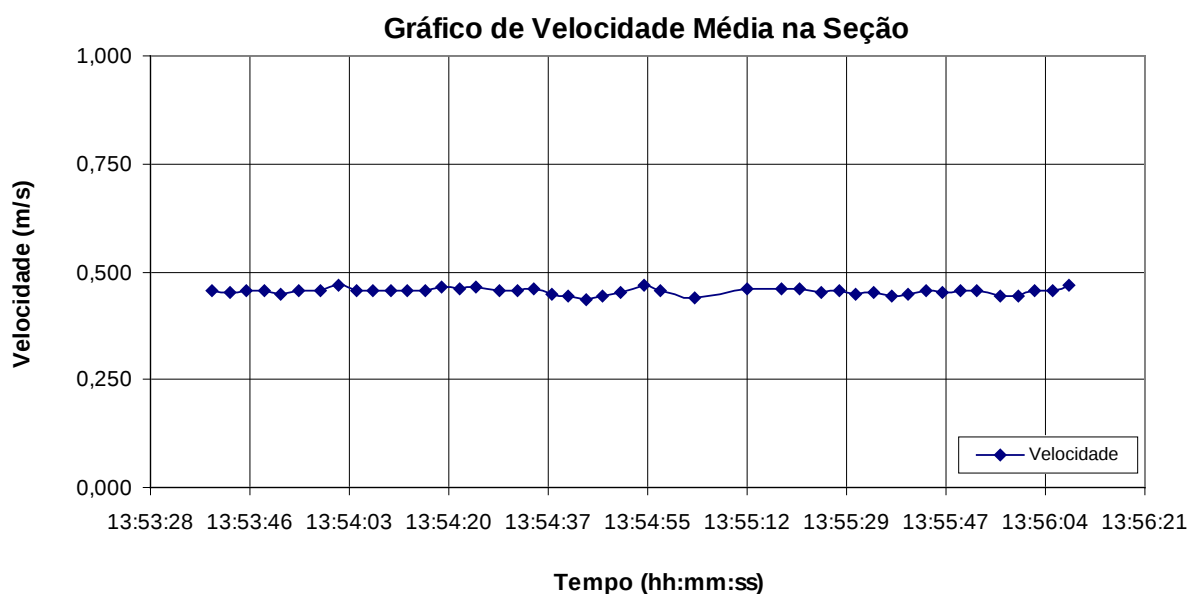


Vazão méd.=	14,37	l/s
Vazão méd.=	51,74	m³/h

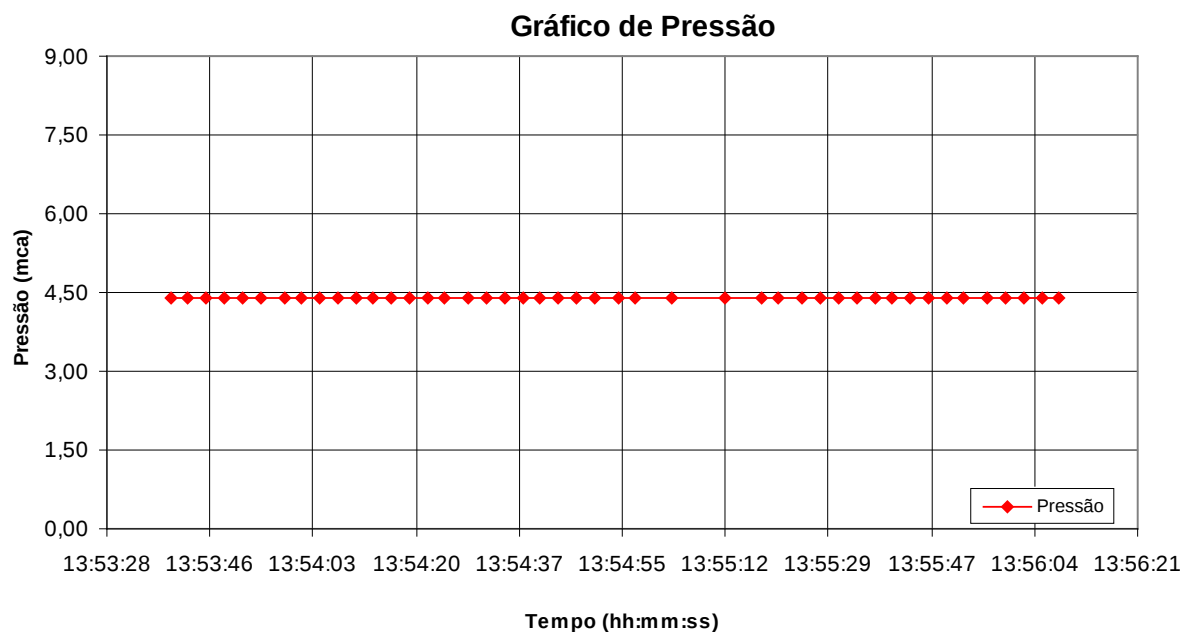
MEDIÇÃO 15 – PITOMETRIA

Local: Recalque da ETA 01 - Bomba 02 para o R01– **Diâmetro: 8”**

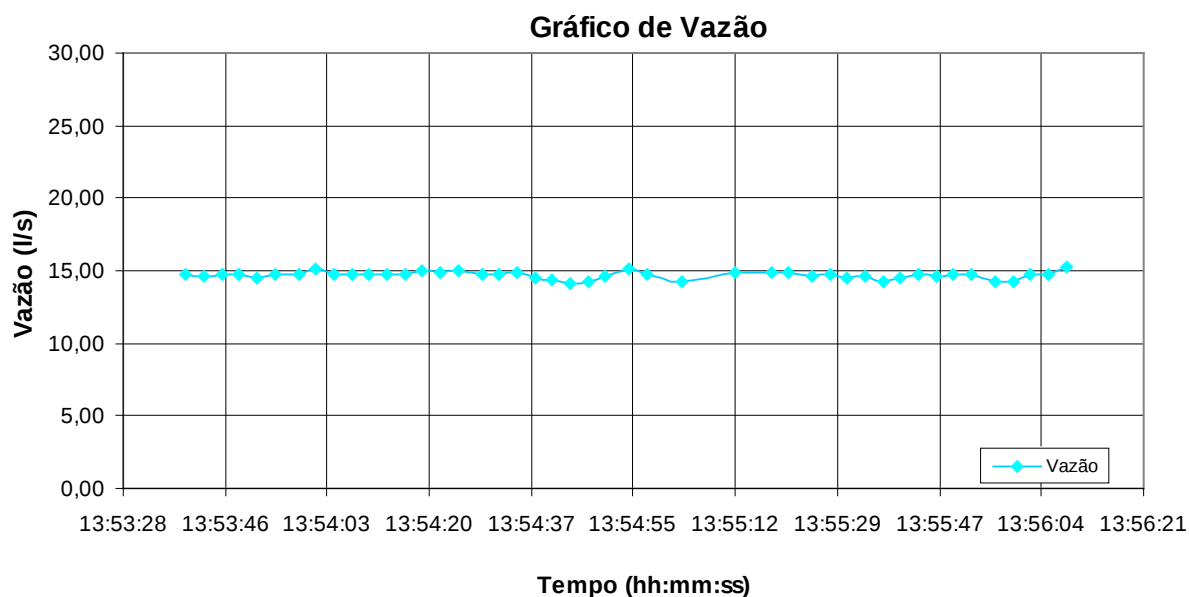




Vel. Média= 0,454 m/s



P média= 4,40 mca



A seguir é apresentada a Tabela 32 com o Resumo Geral dos resultados das vazões medidas com medidor ultrassônico sistema de abastecimento de água de Caconde.

Tabela 32. Resumo geral com vazões e velocidades obtidas no Medidor Ultrassônico

MEDIÇÃO	LOCAL	VELOCIDADE MÉDIA (m/s)	PRESSÃO MÉDIA (mca)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
06	Chegada na ETA 01 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 01	1,130	4,10	70,93
07	Chegada na ETA 01 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 02	1,044	4,20	65,53
08	Chegada na ETA 01 – Captação Serra do Cigano	1,255	3,90	53,70
09	Chegada na ETA 02 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 03	1,341	12,53	88,76
10	Chegada na ETA 02 da Captação Córrego da Vaca – Bomba 04	1,306	12,50	86,44
11	Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 01 – Bomba 01	1,100	164,17	73,76

Continua...

Tabela 32. Resumo geral com vazões e velocidades obtidas no Medidor Ultrassônico
(Continuação)

MEDIÇÃO	LOCAL	VELOCIDADE MÉDIA (m/s)	PRESSÃO MÉDIA	VAZÃO MÉDIA
12	Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 01 – Bomba 02	1,137	169,63	76,27
13	Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 02 – Bomba 03	1,526	151,66	107,74
14	Recalque da Captação Córrego da Vaca para a ETA 02 – Bomba 04	1,306	12,50	86,44
15	Recalque da ETA 01 - Bomba 01 para o R01	0,444	4,31	51,74
16	Recalque da ETA 01 - Bomba 02 para o R01	0,454	4,40	52,90

Nas Figuras 89 e 100, é possível observar o local durante a medição através da pitometria bem como as Estações Pitométricas que foram instaladas.



Figura 89. Vista da Estação Pitométrica Existente



Figura 90. Vista durante as medições 06 e 07



Figura 91. Vista da Estação Pitométrica Existente



Figura 92. Vista durante a medição 08



Figura 93. Vista da Estação Pitométrica Instalada



Figura 94. Vista durante as medições 09 e 10



Figura 95. Vista da Estação Pitométrica Instalada



Figura 96. Vista durante as medições 11 e 12



Figura 97. Vista da Estação Pitométrica Instalada



Figura 98. Vista durante as medições 13 e 14



Figura 99. Vista da Estação Pitométrica Existente



Figura 100. Vista durante as medições 15 e 16

9. ELABORAÇÃO DE PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E SENSORES DE NÍVEL

9.1 Implantação e/ou melhoria da macromedição

9.1.1. Introdução

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

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.

No Anexo 01 é apresentado alguns modelos de macromedidores de vazão, e no Anexo 02 é apresentado alguns modelos de medidores de nível.

9.1.2. Objetivo

Em termos simples e diretos, coloca-se aqui a pergunta: por que medir?

O PNCD (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água) no seu DTA, Documento Técnico de Apoio à 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 PNCD, 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 frequência 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.

9.1.3. 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.

9.1.4. 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.

9.1.5. 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.

9.1.6. 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.

9.1.7. 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.

9.1.8. 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 leitorista 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).

9.1.9. 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 reserva do sistema, incluindo a reserva 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 atinjam os padrões correntes em regime normal.

9.1.10. 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 sequência 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 micromedido 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 sequência 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.

9.1.11. Funções Incorporadas nos Macromedidores de Vazão

O medidor de vazão 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 de controle a ser implantada junto à Estação de Tratamento de Água, onde todos os dados adquiridos deverão ser enviados por período pré programado ou sempre que solicitado, seja local ou remotamente.

Como serão instalados vários macromedidores e sensores de nível e em locais diferentes, é necessário que cada dispositivo possua também a portabilidade de comunicação com a central a ser ampliada em função da infra-estrutura encontrada em cada local.

Portanto é necessário que o conjunto macromedidor possua no mínimo, as seguintes características:

- Comunicação serial RS 232

- Módulo de conexão:

Controlador interno para conexão e transmissão de dados com tecnologia via rádio ou similar (modem, chips e manutenção);

Módulo de conexão para transmissão de dados via TCP/IP – Internet:

Controlador interno para conexão e transmissão de dados via rádio frequência spread spectrum.

9.1.12. Macromedidores a serem implantados no sistema de abastecimento de água de Caconde

Os macromedidores a serem implantados no sistema de abastecimento de água de Caconde deverão ser dos tipos ultrassônico Flangeado e eletromagnético de carretel, pois este tende a ser mais preciso quando comparado a outros modelos de macromedidores de vazão.

9.1.12.1. Especificação técnica do medidor Eletromagnético Carretel

Tais medidores serão deverão ser constituídos de elemento primário e secundário, conforme especificação apresentada na sequência:

- Elemento Primário (Especificação)
 - medidor de vazão eletromagnético carretel;
 - Aplicação: Água Bruta e Tratada;
 - Tubo Interno: Aço Inox 304 ou 316;
 - Conexão ao processo: Flange PN10;
 - Carcaça Externa: Aço Carbono;
 - Revestimento Interno: Borracha tipo Neoprene ou Teflon;
 - Eletrodos: Aço Inox 316 (fixo);
 - Grau de Proteção: IP68;
 - Acabamento Superficial: Epóxi, resistente às severas mudanças de condições de trabalho, de estar submerso ou não;
 - Prensa Cabos: Garantia para trabalho em submersão;
 - Elemento Acessório: Anel de aterramento em aço;

- Cabos de interligação com o elemento secundário = 50m no mínimo;
- Faixa de velocidade: 0,3 a 9,0 m/s;
- Alimentação: 24Vcc;
- Saída: 4 a 20 mA, pulsada;
- Exatidão: $\pm 1,0\%$;
- Terminal para aterramento.

- Elemento Secundário – conversor (especificação)

- 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
- – Funções Incorporadas

O medidor de vazão 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 as unidades centrais de controle que estarão operando 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 macromedidores e sensores de nível 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 possua no mínimo, as seguintes características:

- Comunicação serial RS 232
- Módulo de conexão:
- Controlador interno para conexão e transmissão de dados com tecnologia via rádio ou similar (modem, chips e manutenção);
- Módulo de conexão para transmissão de dados via TCP/IP – Internet Controlador interno para conexão e transmissão de dados via rádio frequência spread spectrum. Ou seja, sistema misto, via Rádio e Celular.

9.1.12.2. Especificação técnica do medidor Ultrassônico flangeado

O método de medição do medidor ultrassônico é baseado em um tempo de trânsito ultra-sônico, sensor de feixe duplo, que determina a duração do tempo que leva uma onda ultra-som para percorrer a distância entre os dois sensores localizados no corpo do medidor. Os dois sensores apresentam duas funções, a de emissor e receptor, cada um, alternando essas funções para que a onda ultra-sônica viaje a favor e contra o sentido do fluxo. A onda ultra-sônica viaja mais lentamente contra o fluxo de água do que a favor, a diferença de tempo das duas ondas, viajando a favor e contra o fluxo, determina a velocidade da água.

Características técnicas do medidor a ser fornecido e instalado pela contratada:

- medidor de vazão ultrassônico alimentado por baterias, projetado para fluxo linear e bidirecional de água.
- valores de medição de vazão serão transferidos e convertidos através de saída digital ou analógica.

Dados Mecânicos:

- Pressão Máxima 16 bar
- Temperatura da Água 0,1 – 50°C
- Classe de precisão ISO 4064 rev.2005
- Configuração Compacta – O display está embutido na unidade
- Fonte de Energia Baterias de lítio – Tamanho 2 D – 10 anos de vida útil
- Grau de Proteção IP 68, Temperatura de operação no ambiente -25°C +55°C
- Unidades do display Display em LCD Multi Line de 9 dígitos.
- Display com indicação de volume total, vazão instantânea, indicador de bateria,

indicador de vazamento, etc.

- Saída Programável simples/duplo saída de pulso de coletor aberto.
- Saída 4-20 mA, para transmissão de dados via telemetria.
- Senha de proteção para evitar o acesso indevido.

A empresa a ser contratada deverá realizar o fornecimento completo incluindo todos os acessórios e ferramentas especiais para montagem e manuseio.

9.1.13. Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA)

9.1.13.1. Sistema de Aterramento

O sistema de aterramento deverá ser executado conforme indicação no manual do fabricante do sensor de vazão, sendo que a empresa contratada, antes da execução, deverá apresentar projeto do aterramento baseando-se nas normas da ABNT, para que a divisão técnica da Prefeitura possa analisá-lo e posterior aprovação. Na sequência são apresentadas as recomendações necessárias para realizar o aterramento.

A resistência de aterramento deverá ser inferior a 5 ohms, e terá que ser medido antes da interligação com o sensor de vazão a ser instalado.

O sistema de aterramento deverá ser construído com hastes de cobre do tipo copperweld de 5/8" x 2,4 m de alta camada de deposição e interligadas com cabo de cobre nu de 50mm².

As hastes de deverão ser tratadas com aterragel, com a quantidade mínima de 12kg por haste. Todas as conexões deverão ser feitas por solda exotérmica e/ou abraçadeiras específicas.

9.1.13.2. Abertura de valas no terreno aterramento

A tubulação, para rede de SPDA, deverá ser lançada em valas com as seguintes características técnicas:

- largura mínima de 15cm
- profundidade mínima de 60cm

No procedimento para abertura de valas deve-se tomar cuidado especial com outras tubulações existentes. Qualquer dano nas citadas tubulações, a correção será de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

9.1.13.3. Proteção contra Sobretensão (DPS)

Os equipamentos eletrônicos deverão ser protegidos contra sobretensão na rede elétrica através de varistor eletrônico com as seguintes características técnicas:

- tensão de disparo 175VCA
- corrente máxima de surto 45kA
- fixação com engate tipo rápido tipo DIN
- ligação entre fase e neutro (127V) para alimentadores 220V entre fases uma para cada fase dos circuitos alimentadores
- indicação do estado de operação

9.1.13.4. - Caixa de Inspeção do Aterramento

A inspeção das conexões da malha de terra deverá ser através de caixas de solo com as seguintes características:

- corpo em PVC Ø300mm.
- tampa em ferro.

9.1.14. Locais de Implantação de Macromedidores de Vazão no Sistema de Abastecimento de Água de Caconde

Na Tabela 33 são apresentados os locais onde serão implantados os macromedidores de vazão do sistema de abastecimento de água de Caconde. São trinta e nove (39) macromedidores de vazão, sendo trinta e oito (38) do tipo ultrassônico flangeado e um (01) do tipo eletromagnético carretel. Em anexo é apresentado o esquema hidráulico de Macromedição, mostrando os pontos onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Caconde.

Tabela 33. Locais onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Caconde

MM	Local	Ø	Tipo
1	Captação Serra dos Ciganos	Ø150mm	Ultrassônico Flangeado
2	Recalque Bomba para R03	Ø100mm	Ultrassônico Flangeado
3	Chegada R02	Ø150mm	Ultrassônico Flangeado
4	Recalque Bomba para R01	Ø200mm	Ultrassônico Flangeado
5	Saída 1 do R03	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
6	Saída 2 do R03	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
7	Saída 1 do R02	Ø100mm	Ultrassônico Flangeado
8	Derivação da saída 1 do R02 para R12	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
9	Saída 2 do R02 para R11	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
10	Saída 3 do R02 para R10 e R11	Ø300mm	Eletromagnético Carretel
11	Derivação da saída 3 do R02 para R11	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
12	Saída R01	Ø200mm	Ultrassônico Flangeado
13	Saída R07	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
14	Saída 1 do R08	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
15	Saída 2 do R08	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
16	Saída do R09	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
17	Saída do R11	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
18	Saída do R12	Ø100mm	Ultrassônico Flangeado
19	Saída do R10	Ø150mm	Ultrassônico Flangeado
20	Recalque B1 e B2 do Córrego da Vaca para ETA 01	Ø150mm	Ultrassônico Flangeado
21	Recalque B3 e B4 do Córrego da Vaca para ETA 02	Ø150mm	Ultrassônico Flangeado
22	Saída ETA 02	Ø150mm	Ultrassônico Flangeado
23	Saída 1 do R04	Ø150mm	Ultrassônico Flangeado
24	Saída 2 do R04	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
25	Saída R13	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
26	Saída R14	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
27	Recalque Poço Prainha	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
28	Saída R20	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
29	Recalque Poço Mirante	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
30	Recalque Poço Barânia	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
31	Saída R15	Ø100mm	Ultrassônico Flangeado
32	Saída 1 R16	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
33	Saída 2 R16	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
34	Saída R06	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
35	Saída R19	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
36	Chegada R17	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado
37	Saída 3 do R03	Ø75mm	Ultrassônico Flangeado
38	Saída do R05	Ø100mm	Ultrassônico Flangeado
39	Saída R21	Ø50mm	Ultrassônico Flangeado

9.1.15. Sensores de Nível

a). Tipos de Modelos de Medidores de Nível

Atualmente os modelos de sensores de nível mais utilizados para monitoramento e controle do nível de reservatórios de água tratada são:

- Medidor de nível Ultrassônico;
- Medidor de nível Transmissores de Pressão; e
- Medidor de nível Transmissores Hidrostáticos.

9.1.15.1. Relação de Fornecedores

A Tabela 34 apresenta alguns fornecedores dos macromedidores de vazão.

Tabela 34. Fornecedores de macromedidores de vazão

TIPO DE SENSOR DE NÍVEL	FORNECEDOR
SENSOR ULTRASSÔNICO	WIKA/TECNOFLUID/NIVETEC
TRANSMISSORES DE PRESSÃO	DIGITROL/DANFOSS/SMAR
TRANSMISSORES HIDROSTÁTICOS	TECNOLOG/LAMON/VELKI/WARME

9.1.15.2. Locais de Implantação de Macromedidores de Níveis no Sistema de Abastecimento de Água de Caconde

Na Tabela 35 são apresentados os locais onde serão implantados os macromedidores de níveis do sistema de abastecimento de água de Caconde. Observa-se que será necessária a implantação de vinte (20) sensores de nível do tipo hidrostático no sistema de abastecimento de água, anexo é apresentado o Esquema Hidráulico mostrando os pontos onde serão instalados os macromedidores de nível no sistema de abastecimento de água de Caconde.

Tabela 35. Locais onde deverão ser implantados os sensores de níveis (MN) no sistema de abastecimento de água do município de Caconde

MN	Local	Modelo
1	Reservatório R01	Hidrostático
2	Reservatório R02	Hidrostático
3	Reservatório R03	Hidrostático
4	Reservatório R04	Hidrostático
5	Reservatório R05	Hidrostático
6	Reservatório R06	Hidrostático
7	Reservatório R07	Hidrostático
8	Reservatório R08	Hidrostático
9	Reservatório R09	Hidrostático
10	Reservatório R10	Hidrostático
11	Reservatório R11	Hidrostático
12	Reservatório R12	Hidrostático
13	Reservatório R13	Hidrostático
14	Reservatório R14	Hidrostático
15	Reservatório R15	Hidrostático
16	Reservatório R16	Hidrostático
17	Reservatório R17	Hidrostático
18	Reservatório R19	Hidrostático
19	Reservatório R20	Hidrostático
20	Reservatório R21	Hidrostático

9.1.16. Informatização do Sistema de Macromedição de Vazão e Nível

9.1.16.1. Considerações Gerais

Como já foi descrito 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.

Portanto neste Projeto de Macromedição será apresentado um Modelo de Informatização contemplando o Centro de Controle Operacional com Estação Remota e o Sistema de Transmissão de dados via Telemetria. Sendo que o Centro de Controle Operacional será composto por :

- 01 estação remota de telemetria para recebimento dos dados;

- 01 software supervisor específico para processamento dos dados.

O Sistema de transmissão de dados via Telemetria será composto por dezenove (19) Estações Remotas de transmissão de dados e uma (01) estação remota na C.C.O, para recepção dos dados.

Desta forma todos os dados adquiridos nos medidores de vazão e nível, deverão ser enviados por um período pré-programado (a ser definido posteriormente à implantação do sistema pelos usuários da prefeitura, automaticamente para a Central de Controle Operacional (CCO).

Assim a Estação Remota é composta por um painel de automação com eletrônica dedicada, com interfaces apropriadas para comunicação entre os dispositivos. Neste projeto de Macromedição serão previstas dezenove (19) estações remotas, já descrito acima, sendo que cada Estação Remota (ER) é composta basicamente de um módulo gerenciador de sinais locais, provenientes dos diferentes dispositivos de captação, e de um módulo de transmissão telemétrica.

Junto à unidade central (CCO) também deverá haver uma estação remota a ser fornecida e instalada, e deverão obedecer às seguintes especificações técnicas:

9.1.16.2. Estação Remota (ER)

- Painel monobloco em chapa de aço tratada e pintura eletrostática;
- Grau de proteção IP- 54 ou melhor;
- Tamanho mínimo para eletrônica dedicada (descrita a seguir), acessórios e 20% de espaço livre para expansões;
- o Características da eletrônica dedicada:
 - Placa micro processada, com taxa de aquisição mínima de 2Hz;
 - Mínimo de 4 Canais de Entrada Analógica, 12 bits de resolução;
 - Mínimo de 4 Canais de Entradas Digitais, 0 à 5Vcc;
 - Mínimo de 4 Canais de Saídas Digitais, 0 à 5Vcc;
 - Mínimo de 2 Contadores Digitais, com acúmulo de informação;
 - Saída Serial (RS232C);
 - Transmissão com o protocolo de Telemetria do tipo ZigBee ou similar;

- Placas conversoras de sinais de entrada 0 a 10Vcc, 0 a 20mA e 4 a 20mA com saída 0~5Vcc;
- Alimentação utilizando Fonte Chaveada específica;
- Conjunto de ventilação forçada composto por: venezianas, filtros, grelhas, ventilador e exaustor;
- Placa de montagem removível;
- Acesso frontal com giro da porta lateralmente;
- Terminais para aterramento na caixa, porta e placa de montagem;
- Chapa de fechamento na parte inferior do painel.

No presente trabalho, serão necessários dezenove (19) Estações Remotas (ER) e mais uma junto a Central de Comando Operacional, totalizando vinte (20) Estações Remotas (ERs).

9.1.16.3. Central de Comando Operacional (CCO)

Para atender os requisitos do projeto deverá ser fornecido pela contratada um computador padrão industrial da linha PC, este deverá ter uma especificação mínima conforme abaixo, deverão ser fornecidos também os demais acessórios, módulo de software supervisor para monitoramento, controle (vazão e nível) e configurações (limiares, períodos de amostragem e alarmes) e módulo de software servidor para comunicação via Rede Mesh, utilizando protocolo ZigBee ou similar. Dessa forma o Centro de Comando Operacional (CCO) deverá conter as especificações mínimas a seguir:

- Equipamentos a serem fornecidos pela Contratada com as seguintes características mínimas:
 - o Gabinete Mini-ITX com Fonte 60W;
 - o Disco Rígido 320GB SATA 2.5" 5400;
 - o CPU Mini-ITX FAN LESS INTEL ATOM 1.6GHZ;
 - o Sistema Operacional WINDOWS 7 - 32bit;
 - o MEMORIA SO-DIMM DDR2 2GB/667MHz;

- o Placa de vídeo integrada;
- o placa de rede 10/100 Ethernet;
- o 4 entradas USB;
- o Placa de som integrada;
- o Monitor LCD mínimo 22”;
- o Teclado;
- o Mouse;
- o Nobreak no mínimo para 1 hora da estação de trabalho (CCO).
- Software e equipamentos a serem fornecidos pela Contratada, com as seguintes características mínimas:
 - o Software Supervisório com interface gráfica (IHM – Interface Homem Máquina) com as seguintes características:
 - Fornecimento e utilização de software aberto, com linguagem estruturada LabVIEW;
 - Leitura dos dados provenientes das Placas dedicadas descritas anteriormente no ítem Estação Remota;
 - Taxa de leitura compatível com o sistema de transmissão (2Hz);
 - Armazenamento contínuo de todos os dados adquiridos, numa temporização a ser definida posteriormente à implantação do sistema, pelos usuários da Prefeitura;
 - Telas amigáveis ao usuário com desenhos pictóricos dos reservatórios e dispositivos de monitoração (ou controle), de nível e vazão em tempo real;
 - Possibilidade de apresentação de gráficos da situação dos níveis e das vazões durante períodos definidos pelos usuários da Prefeitura;
 - Monitoramento continuado de cada Estação Remota (ER), com seus respectivos dispositivos de monitoração. Caso algum deles falhe na comunicação um alarme visual identificador é acionado, simultaneamente seu registro em memória (registro de falhas);
 - Gráficos temporais dos dados obtidos, com possibilidade de alteração de cor, presença ou ausência na tela;
 - Escalas configuráveis em unidade de Engenharia, objetivando relatórios e

visualização na tela;

- Seleção das curvas através de TAGs;
- Barra de cursores que determinam o período de análise das curvas apresentadas, bem como da sua exportação para relatório. Apresentação de valores de mínimos e máximos nesse período;
- Possibilidade de exportação dos dados obtidos e alarmes existentes na forma gráfica, por períodos pré-determinados pelos usuários da Prefeitura, na forma xls (uso em Excel);
- Deverá ser fornecido o código fonte a Prefeitura;
- o Protocolo de Telemetria (Padrão ZigBee ou similar)
- Padrão wireless para automação baseado no IEEE 802.15.4;
- RF Baud Rate: 250 Kbps (Baud Rate Util: ~125 Kbps);
- Segurança: AES-128bits;
- Topologias : Point-to-Point, Point-to-Multipoint, Mesh;
- Grande número de dispositivos numa rede (65.000 nodes);
- Comunicação RF protocolada (garantia da entrega de dados);
- 27 canais (16 canais 2.4 GHz / 10 canais 915 MHz / 1 canal 868 MHz)

9.1.17. Locais de Implantação da C.C.O. (Centro de Controle Operacional) e Estações Remotas para Telemetria no Sistema de Abastecimento de Água de Caconde

Na Tabela 36 são apresentados os locais onde serão implantadas a C.C. O. e as Estações Remotas para Telemetria no sistema de abastecimento de água de Caconde. Observa-se que será necessária a implantação de dezenove (19) estações remotas e uma C.C.O. (Centro de Controle Operacional).

Anexo é apresentado o esquema de Macromedição mostrando os locais onde serão implantados as Estações Remotas no sistema de abastecimento de água de Caconde.

Tabela 36. Relação dos locais que deverão conter as estações remotas no sistema de abastecimento de água de Caconde

Estação remota	Local
ER 01	Captação Serra dos Ciganos
ER 02	ETA 01
ER 03	Reservatório R08
ER 04	Reservatório R07
ER 05	Reservatório R17
ER 06	Reservatório R09
ER 07	Reservatório R11
ER 08	Reservatório R10
ER 09	Reservatório R12
ER 10	ETA 02
ER 11	Reservatório R15
ER 12	Poço Barrânia
ER 13	Captação Córrego da Vaca (São José)
ER 14	Reservatório R13
ER 15	Reservatório R14
ER 16	Poço Mirante
ER 17	Poço Prainha
ER 18	Reservatório R20
ER 19	Reservatório R19
ER 20	Junto a CCO

9.1.18. Orçamento para implantação do Projeto de Macromedição de Vazão e Nível

Na Tabela 37 é apresentado os investimentos necessários para implantação dos macromedidores de vazão e nível no sistema de abastecimento de água de Caconde, sendo considerado também a respectiva automação.

Tabela 37. Investimentos necessários para implantação dos macromedidores de vazão e nível no sistema de abastecimento de água de Caconde, sendo considerado também a respectiva automação

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
1	Fornecimento, Instalação e Montagem de Macromedidores de Vazão				
1.1	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 2"	13	Unid.	R\$ 11.226,60	R\$ 145.945,80
1.2	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 3"	11	Unid.	R\$ 12.794,76	R\$ 140.742,36
1.3	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 4"	5	Unid.	R\$ 15.700,61	R\$ 78.503,05
1.4	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 6"	7	Unid.	R\$ 22.049,28	R\$ 154.344,96
1.5	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 8"	2	Unid.	R\$ 25.855,20	R\$ 51.710,40
1.7	Fornecimento dos Medidores de Vazão Eletromagnético Carretel 12"	1	Unid.	R\$ 41.040,00	R\$ 41.040,00
1.9	Peças e acessórios para instalação do medidor de 2"	13	vb.	R\$ 2.245,32	R\$ 29.189,16
1.10	Peças e acessórios para instalação do medidor de 3"	11	vb.	R\$ 2.558,95	R\$ 28.148,47
1.11	Peças e acessórios para instalação do medidor de 4"	5	vb.	R\$ 3.140,12	R\$ 15.700,61
1.12	Peças e acessórios para instalação do medidor de 6"	7	vb.	R\$ 4.409,86	R\$ 30.868,99
1.13	Peças e acessórios para instalação do medidor de 8"	2	vb.	R\$ 5.171,04	R\$ 10.342,08
1.15	Peças e acessórios para instalação do medidor de 12"	1	vb.	R\$ 8.208,00	R\$ 8.208,00
1.17	Mão de obra para instalação do medidor de 2"	13	vb.	R\$ 1.683,99	R\$ 21.891,87
1.18	Mão de obra para instalação do medidor de 3"	11	vb.	R\$ 1.919,21	R\$ 21.111,35
1.19	Mão de obra para instalação do medidor de 4"	5	vb.	R\$ 2.355,09	R\$ 11.775,46
1.20	Mão de obra para instalação do medidor de 6"	7	vb.	R\$ 3.307,39	R\$ 23.151,74
1.21	Mão de obra para instalação do medidor de 8"	2	vb.	R\$ 3.878,28	R\$ 7.756,56
1.23	Mão de obra para instalação do medidor de 12"	1	vb.	R\$ 6.156,00	R\$ 6.156,00
1.25	Infra-estrutura de energia elétrica e SPDA	39	vb.	R\$ 6.900,00	R\$ 269.100,00
Sub-Total 01					R\$ 1.095.686,87

Continua...

Tabela 37. Investimentos necessários para implantação dos macromedidores de vazão e nível no sistema de abastecimento de água de Caconde, sendo considerado também a respectiva automação (Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
2	Fornecimento, Instalação e Montagem dos Macromedidores de Nível do tipo Hidrostático				
2.1	Fornecimento de Macromedidores de nível do tipo Hidrostático	20	Medidor	R\$ 5.616,00	R\$ 112.320,00
2.2	Instalação e montagem dos medidores de níveis do tipo Hidrostático	20	Medidor	R\$ 3.180,00	R\$ 63.600,00
Sub-Total 02					R\$ 175.920,00
3	Implantação do sistema de coleta e transferência via telemetria dos dados monitorados nos sensores de vazão e nível				
3.1	Implantação da CCO (Centro de Controle da Operação) incluindo software para supervisionar e controlar os parâmetros de vazão e níveis nas unidades remotas	1	unid.	R\$ 33.000,00	R\$ 33.000,00
3.2	Fornecimento de Estações Remotas compostas por: módulo eletrônico de aquisição e processamento de sinais, painel de montagem com CLP, aterramento/fonte/cabeamento	20	unid.	R\$ 28.000,00	R\$ 560.000,00
3.3	Montagem e Start-up das Estações Remotas	20	unid.	R\$ 6.200,00	R\$ 124.000,00
3.4	Implantação dos links utilizando tecnologia de rádio digital programável integrando cada ponto de medição até a central de controle (CCO)	20	unid.	R\$ 4.550,00	R\$ 91.000,00
Sub-Total 03					R\$ 808.000,00
4	Infra-Estrutura Elétrica para automação				
4.1	Infra-Estrutura Elétrica para instalação da automação	20	unid.	R\$ 7.280,00	R\$ 145.600,00
Sub-Total 04					R\$ 145.600,00
TOTAL					R\$ 2.225.206,87

9.1.19. Calibração e Aferição dos Macromedidores de Vazão

Para cada macromedidor de vazão a ser instalado no sistema de abastecimento de água de Caconde 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, menores que Ø100mm, não haverá a necessidade de instalação das estações pitométricas devido o diâmetro das tubulações, sendo que nesses casos a aferição deverá ser realizada através do medidor padrão Ultrassônico não intrusivo.

Desta forma no projeto de macromedição de vazão está sendo previsto a implantação de estações pitométricas 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 quando for possível. No desenho das caixas de proteção dos macromedidores é apresentado o local onde deverá ser instalada a estação pitométrica.

Na Tabela 38 é apresentado orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios pitométricos e ultrassônicos que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos.

Tabela 38. Orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos

Descrição	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Implantação das estações pitométricas (EP)	EP	15	R\$ 1.200,00	R\$ 18.000,00
Ensaio pitométrico para monitoramento dos parâmetros vazão e pressão	Ensaio	15	R\$ 3.500,00	R\$ 52.500,00
Ensaio com medidor padrão Ultrassônico para monitoramento dos parâmetros vazão e pressão	Ensaio	24	R\$ 1.800,00	R\$ 43.200,00
Aferição e calibração dos macromedidores	Medidor	39	R\$ 1.100,00	R\$ 42.900,00
Total				R\$ 156.600,00

9.1.20. Caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão

Para cada macromedidor de vazão está previsto a execução de uma caixa de alvenaria, 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.

Nas Tabelas 39 e 40 são apresentados os custos para execução de uma caixa de alvenaria e o total de investimentos para abrigo dos macromedidores de vazão a serem instalados no sistema de abastecimento de água de Caconde.

Tabela 39. Custo para execução de uma caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão

Descrição	Und.	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Material				
Bloco de concreto estrutural (0,14x0,39x0,19)	und.	256	R\$ 1,60	R\$ 409,60
Ferro CA50 3/16"	br	2	R\$ 9,50	R\$ 19,00
Ferro CA50 5/16"	br	16	R\$ 23,20	R\$ 371,20
Ferro CA50 3/8"	br	4	R\$ 31,70	R\$ 126,80
Rolo de arame recozido	und	3	R\$ 20,00	R\$ 60,00
Tampa de Ferro Fundido com Trava	und.	1	R\$ 480,00	R\$ 480,00
Cimento	sc.	6	R\$ 36,00	R\$ 216,00
Brita nº 1	m ³	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Areia Grossa	m ³	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Asfalto	m ²	6	R\$ 45,00	R\$ 270,00
Tampão de FoFo-600mm	Unid.	1	R\$ 360,00	R\$ 360,00
SUB-TOTAL (1)				R\$ 2.442,60
Mão de obra				
Construção da Caixa e Tampa de concreto	und.	1	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
Abertura da vala mecanizada	und.	1	R\$ 850,00	R\$ 850,00
Remoção e Recomposição asfáltica	und.	1	R\$ 740,00	R\$ 740,00
SUB-TOTAL (2)				R\$ 3.390,00
TOTAL				R\$ 5.832,60

Tabela 40. Valor dos investimentos para execução das caixas de proteção dos macromedidores de vazão

Descrição	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Execução de caixas de proteção para os macromedidores de vazão	Caixas	39	R\$ 5.832,60	R\$ 227.471,40
TOTAL				R\$ 227.471,40

Desta forma o valor unitário para execução de uma caixa de proteção de medidor de vazão é igual a R\$ 5.832,60 (cinco mil e oitocentos e trinta e dois reais e sessenta centavos). Como são no total trinta e nove (39) caixas de proteção a serem executadas, o valor para

execução desta atividade é igual a R\$ 227.471,40 (Duzentos e Vinte e Sete Mil Quatrocentos e Setenta e Um Real e Quarenta Centavos).

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

9.1.20.1. Memorial Descritivo para Execução das Caixas de Alvenaria 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 graute.

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 à 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.

10. DIAGNÓSTICO DA MICROMEDIÇÃO

O sistema de abastecimento de água de Caconde possui 4.524 ligações cadastradas. Na sequência é apresentado o descritivo do sistema de micromedição existente na Prefeitura.

10.1. Montagem, atualização e informatização da base cadastral de ligações domiciliares de água

A Prefeitura Municipal de Caconde possui contrato anual com a Empresa Eddydata – Serviços de Inf. Ltda., a qual foi responsável pela elaboração do software comercial existente. Neste software existe o cadastro de todas as ligações, contendo o número do hidrômetro, endereço (rua, número da casa e bairro), nome do usuário, consumo mensal e ano de instalação do hidrômetro. Assim, é possível gerar relatórios de consumo por usuário, bem como realizar consultas específicas, pois no software é possível realizar a filtragem de informações. Ressalta-se que a Empresa Eddydata possui contrato com a Prefeitura pois realiza a manutenção necessária no sistema, bem como sempre que necessário atualiza alguma ferramenta que o setor comercial solicita para melhoria no sistema de gestão da micromedição.

Sempre que é solicitada uma nova ligação no sistema de abastecimento de água de Caconde, o setor comercial lança a nova ligação no software, contendo todas as informações do usuário.

10.2. Classificação de usuários e de ligações de água

As 4.524 ligações do município de Caconde são classificados apenas na categoria residencial.

Recomenda-se que os hidrômetros sejam classificados em categorias diferentes, de acordo com a sua utilização, sendo recomendado a readequação para Residencial, Comercial, Industrial e Público. O setor de cadastro deve realizar constantes atualizações com o intuito de confirmar se as ligações estão realmente classificadas corretamente, com o intuito de constatar se o consumo está adequadamente padronizado para o tipo de medidor.

10.3. Política tarifária e sistema de leitura e faturamento

O sistema tarifário da Prefeitura segue o Decreto nº3136 de 27/12/2013 é igual para todos os usuários, não sendo diferenciado pela sua classificação. Assim, este sistema possui uma tarifa mínima para consumo até 10 m³ por mês. O valor da tarifa mínima para o consumo de água é igual a R\$ 12,00, sendo também tarifado o valor referente ao sistema de coleta e afastamento de esgoto sanitário que representa 50% do valor da tarifa de água. No sistema de tarifação também existe uma taxa referente ao serviço de expediente para emissão da conta, sendo este valor igual a R\$ 3,00 por usuário.

Na Tabela 41 é apresentado os valores referentes as tarifas de água exercidas pela Prefeitura no município de Caconde, sendo este variável conforme o consumo do usuário.

Tabela 41. Tabela de Consumo de Água no município de Caconde

Até 10m ³ - de Mensal (Tarifa Mínima)	12,00
Excesso – Alem de 10m ³ - Mensal	
De 01 à 10 p/m ³	0,80
De 11 à 20 p/m ³	0,95
De 21 à 30 p/m ³	1,30
De 31 à 40 p/m ³	1,40
De 41 à 50 p/m ³	1,50
Acima de 51 m ³ - p/m ³	2,00

10.4. Gerenciamento do Sistema de Micromedição

Um dos maiores problemas enfrentados pela Prefeitura é com relação ao desperdício de água. 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. No Anexo 03 é apresentada uma metodologia de combate às perdas sugerida no presente trabalho.

10.5. Recomendações Gerais: Plano visando à manutenção preventiva e elaboração de procedimentos para o controle do gerenciamento

A 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 Caconde, 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.

No Anexo 04 é apresentado um procedimento para a manutenção preventiva no parque dos hidrômetros, e uma seqüência fotográfica de algumas anomalias encontradas nos hidrômetros, como lacre violado, hidrômetro com arame e ligações clandestinas.

Nas Figuras 101 a 116 são apresentados alguns hidrômetros do município de Caconde.



Figura 101. Vista do Hidrômetro na Rua Amador Ribeiro, ao lado do nº 125

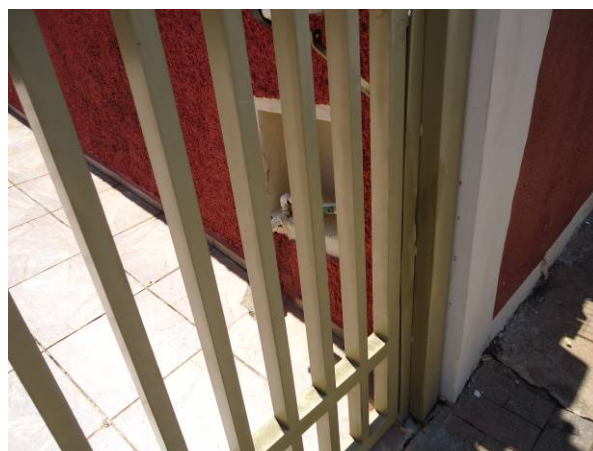


Figura 102. Vista do Hidrômetro na Rua Amador Ribeiro, ao lado do nº 60



Figura 103. Vista do Hidrômetro na Rua Amador Ribeiro, ao lado do nº 50



Figura 104. Vista do Hidrômetro na Rua Amador Ribeiro, ao lado do nº 125



Figura 105. Vista do Hidrômetro na Rua Caipós, em frente ao nº 74



Figura 106. Vista da ligação sem hidrômetro na Rua Elpídio Bernardes Ferreira, nº 47



Figura 107. Vista do Hidrômetro na Rua João Orrico, em frente ao nº. 379



Figura 108. Vista do Hidrômetro na Rua Luis Orrico, nº. 55



Figura 109. Vista do Hidrômetro na Rua Marechal Deodoro, nº 183 A



Figura 110. Vista do Hidrômetro na Rua Marechal Deodoro, nº 205 A



Figura 111. Vista do Hidrômetro na Rua Nabor Ribeiro, nº 50

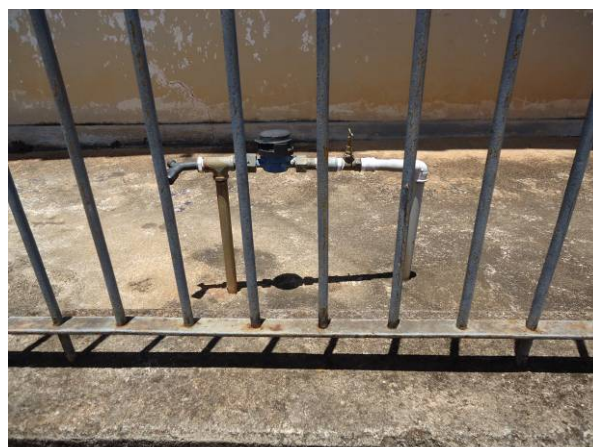


Figura 112. Vista do Hidrômetro na Rua Niterói, nº 27



Figura 113. Vista do Hidrômetro na Rua Niterói, nº 51



Figura 114. Vista do Hidrômetro na Rua Pio XV, nº 100



Figura 115. Vista do Hidrômetro na Rua Pio XV, nº 114



Figura 116. Vista do Hidrômetro na Rua Sebastião Correia, nº.27

10.6. Substituição de Hidrômetros no Município de Caconde

O sistema de abastecimento de água de Caconde possui 4.524 ligações, deste total de ligações tem-se que 274 ligações não possuem hidrômetros instalados. Não há muitos registros lançados no software comercial no que refere-se a data de instalação, no entanto tem-se que entre os anos de 2010 a 2015 foram instalados 585 hidrômetros, e existem 274 ligações sem hidrômetros. Para tanto devem ser substituídos 3.665 hidrômetros e instalados 274 hidrômetros nas ligações que não possuem hidrômetros. Portanto serão substituídos/ instalados 3.939 hidrômetros, ou seja 86% dos hidrômetros estão instalados e sem aferição a mais de cinco anos (apresentados no Anexo 05).

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.

Desta forma, a Prefeitura deve se planejar para realizar a troca dos hidrômetros a cada cinco anos de uso. Ressalta-se que os hidrômetros instalados no município de Caconde deve ser do tipo taquímetro de classe metrológica B.

Foi constatado que na grande maioria dos hidrômetros não existem lacres instalados no sistema de abastecimento de água de Caconde. Assim, torna-se essencial a instalação destes dispositivos em todos os hidrômetros do município.

Na Tabela 42 é apresentado os investimentos necessários para substituição dos hidrômetros no município de Caconde.

Tabela 42. Investimentos necessários para substituição dos hidrômetros no município de Caconde

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SINAPI	Código SABESP	Preço	BDI	Preço	Total (R\$)
						unit. (R\$)	(%)	Valor R\$	
1	Substituição de hidrômetros no sistema de distribuição de água do município de Caconde								
1.1	Hidrometro TAQ Trans. Mag. DN = 20mm Classe Metrológica B, QN=0,75m ³ /h; Q _{max} = 1,5m ³ /h	3.939	Unid.	12769		R\$ 84,46	28%	R\$ 23,65	R\$ 425.840,56
1.2	Lacre Anti Fraude para Hidrômetros até 3m ³ /h	7.878	Unid.		60002	R\$ 0,70	0%		R\$ 5.514,60
1.3	Tubete longo de liga cobre para hidrômetro (20mm) NBR 8193/8195	7.878	Unid.		31304	R\$ 10,45	0%		R\$ 82.325,10
1.4	Porca do tubete para hidrometro liga cobre DN 20 sextavada	7.878	Unid.		31316	R\$ 3,82	0%		R\$ 30.093,96
1.5	Ajudante de Montagem (considerado o serviço de troca sendo igual a 2 horas para cada hidrômetro, devido as dificuldades de deslocamento e não encontrar os proprietários nas residências)	7.878	horas		10104	R\$ 5,84	0%		R\$ 46.007,52
1.6	Técnico (considerado o serviço de troca sendo igual a 2 horas para cada hidrômetro, devido as dificuldades de deslocamento e não encontrar os proprietários nas residências)	7.878	horas		10165	R\$ 11,67	0%		R\$ 91.936,26
Total									R\$ 681.718,00

10.7. Curva de Permanência

Para auxiliar nas análises dos dados da micromedição, está sendo proposto o uso da curva de permanência do consumo por ligação nos municípios, a qual se baseia na análise de frequência de ocorrência do consumo mensal por ligação de um determinado município. Desta forma, deve-se obter um intervalo de consumo mensal por ligação associada a ocorrência de ligações que possuem consumo neste intervalo. Assim, é possível descrever que tantos por centos das ligações possuem consumo mensal dentro de um intervalo.

Para o traçado da curva de permanência de um parâmetro a ser monitorado (neste caso o parâmetro é consumo micromedido mensal) deve-se organizar os dados em uma distribuição de frequência, bastando, para isso, definir os intervalos de classe em função da amplitude dos valores obtidos nas análises e pela associação de cada uma destas classes ao número de registros observados de valores em cada intervalo. Assim, o primeiro passo para a estimativa da curva de permanência é definir o intervalo das classes de frequências. Como sugestão recomenda-se 50 classes de frequência para a estimativa da curva. Como existe no banco de dados uma grande variação na magnitude dos valores do consumo micromedido é recomendado o uso da escala logarítmica no cálculo de cada intervalo, o qual pode ser calculado pela seguinte equação:

$$\Delta X = \frac{[\ln(CM_{\max}) - \ln(CM_{\min})]}{n} \quad (1)$$

em que:

- ΔX = intervalo de classe;
- $CM_{\max}$ = consumo micromedido máximo do banco de dados;
- $CM_{\min}$ = consumo micromedido mínimo do banco de dados; e
- N = número de intervalos escolhidos (recomenda-se 50).

Os limites dos intervalos de classe é calculado a partir do menor consumo micromedido ($CM_{\min}$), adicionando-se a esta o intervalo calculado anteriormente, o que resulta no consumo micromedido do limite superior do intervalo i , e assim por diante.

$$CM_{i+1} = \exp[\ln(CM_i) + \Delta x] \quad (2)$$

Após o cálculo dos limites correspondentes a cada classe de frequência deve ser procedida, utilizando os valores do consumo micromedido do banco de dados, a determinação

do número de registros observados de valores de consumo micromedido que se enquadra na classe de frequência obtida. A frequência (f_i) associada a cada classe é calculada pela equação:

$$f_i = \frac{Nq_i}{NT} \cdot 100 \quad (3)$$

em que:

Nq_i = número de registros de valores de consumo micromedido em cada intervalo; e

NT = número total de dados de consumo micromedido.

De posse da frequência associada a cada classe é calculada a frequência acumulada, ou seja, acumulam-se as frequências de cada classe no sentido de menor consumo micromedido para maior. Para plotar a curva de permanência utiliza-se as frequências acumuladas como abscissa e os valores de consumo micromedido correspondente aos limites inferiores do intervalo de classe como ordenadas.

Na Tabela 43 é apresentado o intervalo de classes do consumo mensal por ligação (residencial) associada a ocorrência de ligações que possuem consumo neste intervalo.

Tabela 43. Intervalo de classes do consumo mensal por ligação (residencial) associada à ocorrência de ligações que possuem consumo neste intervalo

Classes	Intervalo de consumo mensal por ligação (m ³ /lig.mês)		Número de hidrômetros que possuem consumo mensal dentro do intervalo	Frequência de ocorrência dos hidrômetros dentro do intervalo de consumo mensal por ligação (%)	Frequência Acumulada
1	12.509	101	6	0,14	0,14
2	100	51	11	0,26	0,40
3	50	36	28	0,66	1,06
4	35	21	273	6,42	7,48
5	20	16	400	9,41	16,89
6	15	13	401	9,44	26,33
7	12	9	747	17,58	43,91
8	8	5	935	22,00	65,91
9	4	3	396	9,32	75,22
10	2	0	1.053	24,78	100,00
Total			4.250	100,00	

Analisando a Tabela 43, verifica-se que 22,00% dos hidrômetros existentes no sistema de abastecimento de água de Caconde-SP possuem um consumo mensal no intervalo de 5 a 8 m³/lig.mês e que 24,78% dos hidrômetros possuem um consumo mensal no intervalo de 0 a 2 m³/lig.mês.

A partir da Tabela 43 foi possível esboçar a curva de permanência do consumo mensal micromedido no sistema de abastecimento de água de Caconde-SP (Figura 117). O objetivo desta curva é estimar a porcentagem de hidrômetros no sistema de abastecimento de água de Caconde-SP que possuem consumos médios mensais superiores a um determinado valor.

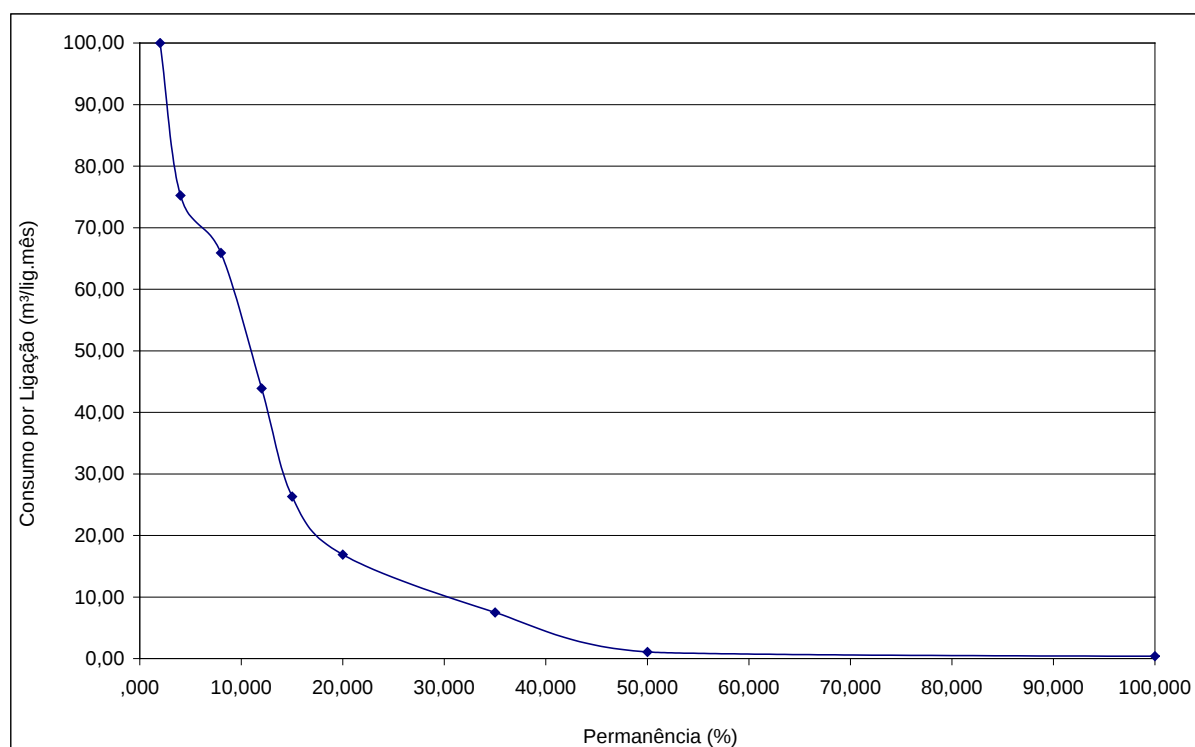


Figura 117. Curva de permanência do consumo mensal micromedido residencial no sistema de abastecimento de água de Caconde-SP

11. DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA ADEQUAÇÃO E MELHORIA DAS UNIDADE OPERACIONAIS

11.1. Criação de um Departamento de Combate as Perdas de Água

A metodologia de combate às perdas apresentada neste trabalho terá suas atividades baseadas 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. Desta forma, para a aplicação das metodologias a serem apresentadas a Prefeitura deverá criar um departamento com exclusividade na área de controle e redução das perdas de água. Deve compor este novo departamento os integrantes da equipe de pesquisa de vazamentos. Assim, o departamento deverá ser composto pelos seguintes profissionais:

- 02 técnicos em pesquisa de vazamentos não visíveis;
- 01 desenhista (cadista) para atualizar os dados cadastrais rotineiramente. Ressalta-se que toda ordem de serviço a ser realizada pelo departamento de manutenção, deverá ser solicitado ao encarregado de manutenção realizar um croqui da rede de abastecimento onde será realizado o reparo contendo informações do diâmetro, material, profundidade, localização (passeio ou rua), bem como o endereço do reparo, para que então o profissional desenhista possa atualizar estas informações no cadastro hidráulico do município. Tal Ordem de Serviço com o Croqui está apresentado na sequência deste item.

- 01 técnico em administração para gerenciar os serviços de micromedição conforme metodologia já apresentada neste relatório;

- 01 engenheiro responsável para gerenciar todas as atividades que visam o combate e redução das perdas de água, sendo estas atividades composta por: atualização do cadastro, monitoramento dos vazamentos não visíveis, monitoramento das pressões nos cavaletes das residências, gestão da micromedição e macromedição, gestão dos equipamentos mecânicos hidráulicos do sistema de abastecimento, implantação de projetos hidráulicos (ex: projeto de setorização) e implantação de projetos de automação (controle da vazão e nível dos reservatórios).

No trabalho de gestão da micromedição e macromedição, considera-se que a base de todo o trabalho deverá estar sedimentada em apenas duas variáveis que são o Volume Produzido (V_p) e o Volume Consumido (V_c), com o objetivo permanente de redução do volume produzido e o aumento do volume consumido.

Desta forma a primeira etapa do processo será o levantamento das possíveis causas que estariam afetando o parâmetro Volume Consumido (V_c) através dos relatórios do Rol de Hidrômetros. 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.

11.2. Ordem de Serviço – Atualização do Cadastro

Todo serviço de manutenção na rede de abastecimento de água deverá ser realizado mediante uma Ordem de Serviço. Assim, na sequência é apresentado um modelo para ser utilizado pela Prefeitura, visando atualizar a base cadastral do sistema de abastecimento.

Desta forma o procedimento consiste das seguintes etapas:

- Primeira etapa: solicitação ao setor administrativo da ordem de serviço para manutenção em campo da rede de abastecimento;
- Segunda etapa: fornecimento da ordem de serviço e impressão do formulário de campo para preenchimento;
- Terceira etapa: execução da manutenção da rede no campo, bem como preenchimento do formulário.
- Quarta etapa: entrega do formulário preenchido ao setor administrativo.

	ORDEM DE SERVIÇO NÚMERO:
---	---------------------------------

RELATÓRIO DE CAMPO							
RESPONSÁVEL PELO SERVIÇO:	DATA:						
ENDEREÇO / LOCALIZAÇÃO:							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> TIPO DE PAVIMENTAÇÃO ☐ ASFALTO ☐ TERRA ☐ CIMENTO ☐ PARALELEPÍPEDO ☐ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> POSIÇÃO DO VAZAMENTO (se existir) ☐ REDE ☐ FERRULE ☐ RAMAL ☐ REGISTRO ☐ CAVALETE ☐ </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> TIPO DE TUBULAÇÃO DA REDE DIÂMETRO: mm MATERIAL: </td> <td style="vertical-align: top;"> TIPO DE VAZAMENTO (se existir) ☐ NÃO VISÍVEL ☐ VISÍVEL ☐ INFILTRAÇÃO </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">EQUIPAMENTOS UTILIZADOS</td> <td style="vertical-align: top;"> PRESSÃO NA REDE PRESSÃO ☐ mca HORÁRIO ☐ h </td> </tr> </table>		TIPO DE PAVIMENTAÇÃO ☐ ASFALTO ☐ TERRA ☐ CIMENTO ☐ PARALELEPÍPEDO ☐	POSIÇÃO DO VAZAMENTO (se existir) ☐ REDE ☐ FERRULE ☐ RAMAL ☐ REGISTRO ☐ CAVALETE ☐	TIPO DE TUBULAÇÃO DA REDE DIÂMETRO: mm MATERIAL:	TIPO DE VAZAMENTO (se existir) ☐ NÃO VISÍVEL ☐ VISÍVEL ☐ INFILTRAÇÃO	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	PRESSÃO NA REDE PRESSÃO ☐ mca HORÁRIO ☐ h
TIPO DE PAVIMENTAÇÃO ☐ ASFALTO ☐ TERRA ☐ CIMENTO ☐ PARALELEPÍPEDO ☐	POSIÇÃO DO VAZAMENTO (se existir) ☐ REDE ☐ FERRULE ☐ RAMAL ☐ REGISTRO ☐ CAVALETE ☐						
TIPO DE TUBULAÇÃO DA REDE DIÂMETRO: mm MATERIAL:	TIPO DE VAZAMENTO (se existir) ☐ NÃO VISÍVEL ☐ VISÍVEL ☐ INFILTRAÇÃO						
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	PRESSÃO NA REDE PRESSÃO ☐ mca HORÁRIO ☐ h						
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO SERVIÇO							
							
OBS.:							
EQUIPE DE CAMPO: (NOME/ ASSINATURA):							

11.3. Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Na seqüência é apresentada uma programação dos serviços de pesquisa de vazamentos a serem implantadas no sistema de abastecimento de água do município de Caconde.

11.3.1. Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos

Todo Plano Diretor de Perdas de Água prevê a atuação intensiva de combate aos vazamentos, sejam eles visíveis ou não. Estudos têm mostrado que na grande maioria das empresas, o percentual de vazamentos nos ramais é maior que na rede de distribuição, obedecendo a ordem de 70% e 30%, respectivamente.

Caconde apresenta uma perda de produção de 35,0%, valor este elevado se considerarmos, que para um sistema com suas características esses valores deveriam estar na ordem de 20%. Assim, é vital a implantação de um sistema de controle de perdas no sistema.

São diversos os fatores responsáveis pela existência dos vazamentos. Estes fatores, quando combatidos, permitem a quase extinção dos mesmos, restando apenas aqueles ocasionados pelo desgaste das tubulações, ou mesmo por fatores alheios aos sistemas, e que ainda assim poderão ser controlados. A seguir, são apresentados os principais fatores.

- Pressão Alta

A pressão 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.

11.4. Projeto de Pesquisa de Vazamentos para Caconde

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 03 pessoas (funcionários da Prefeitura).

Com 01 equipe operando regularmente, estima-se que a equipe teria condições de pesquisar 4 km por dia.

Assim, como o sistema de abastecimento possui aproximadamente 139 km de rede de distribuição poderá concluir toda a pesquisa em torno de 02 meses, desde que não haja nenhum contratempo, tais como chuva, falta de água, equipe disponibilizada, viaturas, etc.

11.4.1. Plano de trabalho

Em Caconde o plano de trabalho foi elaborado em função de uma (01) 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.

11.4.2. Equipamentos necessários para estrutura de uma (01) 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 na Tabela 44 um orçamento estimativo para aquisição dos equipamentos requeridos para estrutura de formação de uma (01) equipe de pesquisa de vazamentos:

Tabela 44. Orçamento dos equipamentos para pesquisa de vazamentos

Equipamento	Unidade	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
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
TOTAL				143.949,00

No Anexo 06 é apresentada o método de pesquisa de vazamento adotado e alguns fotografias ilustrativas bem como método de pesquisa de vazamentos não visíveis.

Segue um Modelo de Formulário para registro da Detecção de Vazamentos Não Visíveis de Líquidos sob Pressão em Tubulações Enterradas.

	DETECÇÃO DE VAZAMENTO NÃO VISÍVEIS DE LÍQUIDOS SOB PRESSÃO EM TUBULAÇÕES ENTERRADAS
---	--

RELATÓRIO DE VAZAMENTO		
NOME DA EMPRESA		Nº DO VAZ.:
CLIENTE:		CONTRATO:
SETOR DE ABASTECIMENTO:		ZONA:
DATA DA CONFIRMAÇÃO:		PLANTA CADASTRAL Nº:
ENDEREÇO / LOCALIZAÇÃO:		
TIPO DE PAVIMENTAÇÃO ☐ ASFALTO ☐ TERRA ☐ CIMENTO ☐ PARALELEPÍPEDO ☐	POSIÇÃO DO VAZAMENTO ☐ REDE ☐ FERRULE ☐ RAMAL ☐ REGISTRO ☐ CAVALETE ☐	
TIPO DE TUBULAÇÃO DA REDE DIÂMETRO: mm MATERIAL:	TIPO DE VAZAMENTO ☐ NÃO VISÍVEL ☐ VISÍVEL ☐ INFILTRAÇÃO	
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS ☐ HASTE DE ESCUTA ☐ PERFURATRIZ ☐ GEOFONE MECÂNICO ☐ LOCADOR TUB. METÁLICA ☐ GEOFONE ELETRÔNICO ☐ LOCADOR TUB. NÃO METÁLICA ☐ CORRELACIONADOR ☐ LOCADOR DE MASSA METÁLICA ☐ BARRA DE PERFURAÇÃO ☐		PRESSÃO NA REDE PRESSÃO () mca HORÁRIO () h
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO VAZAMENTO		
OBS.:		
EQUIPE DA PESQUISA: (NOME/ ASSINATURA):		

11.4.3. Planilha de Estimativa de Custos para Realização de Pesquisa de Vazamento

Na Tabela 45 é apresentada a estimativa de custo para a realização da Pesquisa de Vazamentos no município de Caconde (extensão de rede de aproximadamente 138 km), através da contratação de uma Empresa Terceirizada.

Tabela 45. Estimativa de custo das atividades principais para a realização da pesquisa de vazamento no município de Caconde

ITEM	ATIVIDADE	QUANT.	UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
1	Pesquisa de Vazamentos realizados por uma equipe terceirizada	138 km	717,00	R\$ 98.964,00
2	Equipamentos de pesquisa de vazamentos	1	143.949,00	R\$ 143.949,00
TOTAL:				R\$ 242.895,00

11.4.5. Realização de Outorga na Captação

O sistema de produção de Caconde, não possui outorga dos Poços Prainha e Mirante. Assim, torna-se necessário realizar este processo de regularização junto ao DAEE. Na Tabela 46 é apresentado o investimento necessário para realizar o processo de outorgas do município de Caconde.

Tabela 46. Orçamento para realização de outorgas no sistema de abastecimento de água de Caconde

Item	Atividade	Unidade	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
1	Obtenção de Outorga nos poços tubulares profundos.	Unid.	2	10.000,00	20.000,00
TOTAL:					20.000,00

11.4.6. Substituição de Redes de Distribuição de Ferro Fundido

A rede de distribuição de água tratada de Caconde é composta por diversos tipos de tubulações com material de Ferro Fundido, Aço, PVC e PVC - Defofo, sendo que, na área central que geralmente é a mais antiga, existem muitas tubulações com ferro fundido.

Como é de total conhecimento, as condições dessas tubulações de ferro fundido, sempre são de profundo estado de deterioração, pelo fato de se encontrarem incrustadas,

devido o depósito de resíduos de dióxido de ferro provenientes da reação da parede do tubo com produtos químicos, apresentando elevadas perdas de carga, e necessitando de aumento de pressões para evitar falta de água, ocorrendo assim um aumento constante de vazamentos.

A figura 118 apresenta uma ilustração de tubulação de ferro fundido com a secção repleta de incrustações.



Figura 118: Ilustração de uma tubulação com secção incrustada

Além disso, ocorrem também algumas tubulações com diâmetros menores que 50mm, tais como 1.1/2” e 1” que eram usadas antigamente, com elevadas perdas de carga, com possibilidade de ocasionar falta de água em algumas áreas, nas horas de maior consumo.

Diante deste contexto foi realizado um levantamento com o pessoal de campo da Prefeitura de Caconde visando determinar a quantidade necessária de tubulações a serem substituídas. A tabela 47 abaixo apresenta uma estimativa de custos para a substituição da rede de distribuição através do Método não Destrutivo (MND).

Tabela 47: Valor dos investimentos para substituição de rede de distribuição

ITEM	ATIVIDADE	QUANT.	UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
1	Substituição de rede de distribuição com DE/DN-60/50mm	33.000 m	148,00	4.884.000,00
2	Substituição de rede de distribuição com DE/DN-80/75mm	5.000 m	158,00	790.000,00
TOTAL:				5.674.000,00

OBS: Valores estimados para execução de obra do tipo Método não Destrutivo (MND).

O que é o Método não Destrutivo?

O Método não Destrutivo (MND) é uma opção de execução de obras ligadas à instalação, reparação e reforma de tubos, dutos e cabos subterrâneos utilizando técnicas que minimizam ou eliminam a necessidade de escavações.

Os Métodos não Destrutivos (MND, Trenchless ou No Dig) podem reduzir os danos ambientais e os custos sociais e, ao mesmo tempo, representam uma alternativa econômica para os métodos de instalação, reforma e reparo com vala a céu aberto. Cada vez mais, vêm sendo vistas, como uma atividade de aplicação geral do que como uma especialidade, e muitas empresas de instalação de redes têm uma tendência a aplicar MND sempre que possível, em função dos custos e dos aspectos ambientais e sociais.

Levantamentos precisos e investigações adequadas de campo são essenciais para o sucesso desses métodos, por minimizarem o risco de imprevistos que possam ocorrer durante a execução dos serviços.

Os Métodos não Destrutivos (MND) podem ser divididos em três grandes categorias: reabilitação e recuperação; substituição in loco; e instalação de novas redes.

Reabilitação e Recuperação

Compreendem os métodos de recuperação da integridade de tubulações defeituosas e de estruturas subterrâneas, bem como a extensão de sua vida útil. Os Métodos compreendem: Revestimento por inserção de novo tubo (sliplining); Revestimento por inserção apertada de tubulação deformada (close-fit lining); Revestimento por aspersão (spray lining); Revestimento por inserção com cura in loco (CIPP - cured-in-place pipe); Reparos e vedações localizados; Recuperação de tubos de grande diâmetro e de Poços de Acesso.

Substituição por Arrebentamento in Loco pelo mesmo Caminhamento (Pipe-bursting)

Referem-se à substituição de uma rede por outra de mesmo diâmetro ou de diâmetro maior através do arrebentamento ou destruição da rede existente e instalação simultânea da tubulação final.

Instalação de Dutos e Redes Novas

Compreendem: Perfuração por Percussão & Cravação; Perfuração Direcional & Guiada; Cravação de Túneis e Micro-Túneis

11.4.7. Implantação de inversores de frequência dos conjuntos motor-bombas

No presente trabalho está sendo sugerido que seja instalado inversor de frequência nos nove (09) conjunto motor-bomba existentes e nos três (03) poços existentes no sistema de abastecimento de água, aonde foi observado a falta de inversores de frequência. Assim, será possível reduzir os custos de energia elétrica, bem como evitar paralisações do bombeamento de forma abrupta, evitando golpes de pressão na rede e consequentemente eliminando os rompimentos e vazamentos nas tubulações, como já vem ocorrendo nas unidades onde já estão implantados os inversores de frequência.

Na Tabela 48 é apresentado um orçamento para a implantação dos inversores de frequência no sistema de abastecimento de água do município de Caconde.

Tabela 48. Orçamento para implantação dos inversores de frequência no sistema de abastecimento de água do Município de Caconde

Item	Atividade	Unidade	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
1	Projeto Elétrico.	Projeto	12	3.800,00	45.600,00
2	Painel elétrico contendo o inversor de frequência dos poços e conjuntos motor-bomba.	Painel	12	16.500,00	198.000,00
3	Fornecimento e instalação da Infraestrutura elétrica.	Vb.	12	2.200,00	26.400,00
TOTAL:					270.000,00

11.4.9. Manutenção preventiva de poços tubulares profundos

O poço tubular profundo é uma construção civil realizada abaixo do nível do subsolo, fora do alcance visual, sujeito a problemas de origem mecânica, química ou geológica.

A Manutenção Preventiva é a maneira mais econômica e eficiente de reduzir os efeitos prejudiciais desta ocorrência. É necessária uma manutenção preventiva, o que certamente proporcionará benefícios na diminuição das despesas de energia e custo de operação.

A função da manutenção preventiva em poço tubular profundo, comumente chamado de semi-artesiano, é prolongar a vida útil do poço e seus equipamentos de bombeamento e assegurar uma performance produtiva no limiar máximo de sua capacidade sem interrupções de fornecimento para intervenções de reparos.

Nos poços de rochas sedimentares, totalmente revestidos e equipados com tubos lisos e filtros, são mais frequentes às incidências de incrustações por elementos químicos carreados pelo fluxo da água, que quando não removidos periodicamente comprometem a passagem deste fluxo, reduzindo a vazão do poço.

A manutenção preventiva do poço tubular profundo é realizada com produtos químicos de desincrustação ou remoção mecânica (escovamento) e bombeamento por ar comprimido, trabalhos que podem durar de 8 (oito) até 24 horas, incluindo retirada do equipamento de bombeamento, aplicação e repouso dos produtos químicos, instalação de tubulações de ar e água, turbilhonamento do interior do poço e remoção das partículas sólidas.

Após a regeneração da área contributiva é realizada a descontaminação com hipoclorito de sódio (cloro), reinstalação do sistema, descarte da solução clorada até sua eliminação total, coleta de água para análise bacteriológica (físico-química opcional) e elaboração de relatório com os devidos registros. Na Figura 119 é apresentada uma ilustração de uma manutenção em poço profundo.

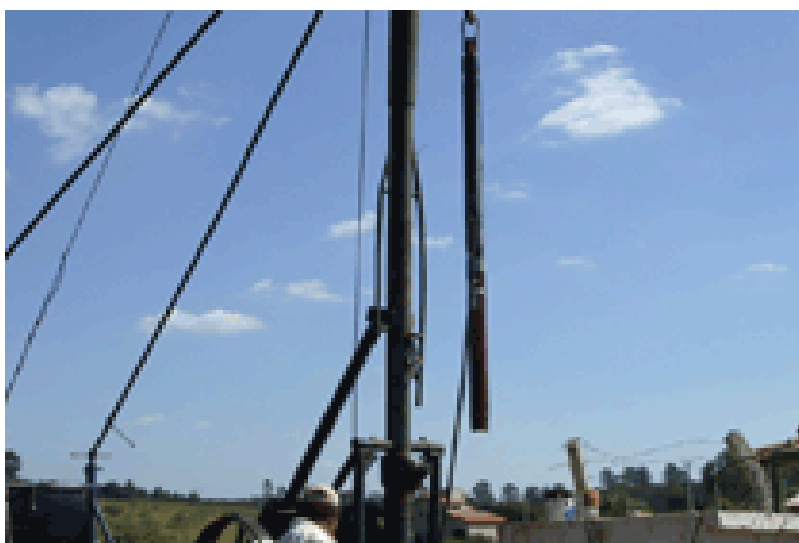


Figura 119: Ilustração de manutenção de poço tubular profundo

No sistema de abastecimento de água de Caconde foram detectados através das medições de vazão a diminuição de capacidade em praticamente todos os poços, sendo previsto neste item a manutenção dos três (03) poços existentes.

Na Tabela 49 é apresentado um orçamento para a manutenção dos poços tubulares existentes no sistema de abastecimento de água do município de Caconde.

Tabela 49. Orçamento para manutenção dos poços tubulares do sistema de abastecimento de água do Município de Caconde

Item	Atividade	Unidade	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
1	Manutenção de poço tubular profundo.	Poço	3	6.800,00	20.400,00
Total					20.400,00

12. PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS SETORIAL 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.

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 contêmplam 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, limpeza 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.

12.1. 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;
- 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.

12.1.1. 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).

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

Relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado pela equação:

$$IPD = \frac{VD - VU}{VD} \cdot 100 \quad (10)$$

VD = volume disponibilizado; e

VU = volume utilizado.

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

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

$$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \cdot 100 \quad (11)$$

VD = volume disponibilizado; e

VF = volume faturado.

c). Índice Linear Bruto de Perda (ILB)

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

$$ILB = \frac{VD - VU}{EP \cdot ND} \cdot 100 \quad (12)$$

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

d). Índice de Perda por Ligações (IPL)

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

$$IPL = \frac{VD - VU}{LA \cdot ND} \cdot 100 \quad (13)$$

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

12.1.2. 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).

12.1.2.1. Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais

a). Índice de Perda Física na Distribuição (PFD)

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

$$PFD = \frac{VD - VFU}{VD} \cdot 100 \quad (14)$$

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:

$$VFU = VU + \delta m + \delta M \pm \delta E \quad (15)$$

VU = volume utilizado;

δm = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de micromedição;

δM = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de macromedição; e

δE = Desvios estatisticamente fixados de consumo estimado.

b). Índice Linear de Perda Física (ILF)

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

$$ILF = \frac{VD - VFU}{ET \cdot ND} \quad (16)$$

VD = volume disponibilizado;

VFU = volume fisicamente utilizado;

ET = extensão total da rede; e

ND = número de dias.

12.1.2.1.3. 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:

$$ILP = \frac{ILF_a \cdot \varphi_a \cdot VD_a + ILF_b \cdot \varphi_b \cdot VD_b + \dots + ILF_n \cdot \varphi_n \cdot VD_n}{VD_a + VD_b + \dots + VD_n} \cdot 100 \quad (17)$$

ILF_n = índice linear de perda física no setor n;

φ_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.

12.1.1.4. 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.

a). Índice de Perda Física na Produção (PFP)

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

$$PFP = \frac{VC - VP}{VC} \cdot 100 \quad (18)$$

VC = volume captado; e

VP = volume efluente da ETA.

b). 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.

$$PFP = \frac{VC - VA}{VC} \cdot 100 \quad (19)$$

VC = volume captado; e

VA = volume aduzido afluyente a ETA.

c). 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).

$$PTR = \frac{VA - VP}{VA} \cdot 100 \quad (20)$$

VA = volume aduzido; e

VP = volume produzido.

d). 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.

$$TPF = \frac{(VC + VIm - VEx) - VFU}{VC + VIm - VEx} \cdot 100 \quad (21)$$

12.2. 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.

12.3. Gerenciamento das Perdas Físicas

12.3.1. 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 infraestrutura. 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 120 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.

12.3.2. 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.

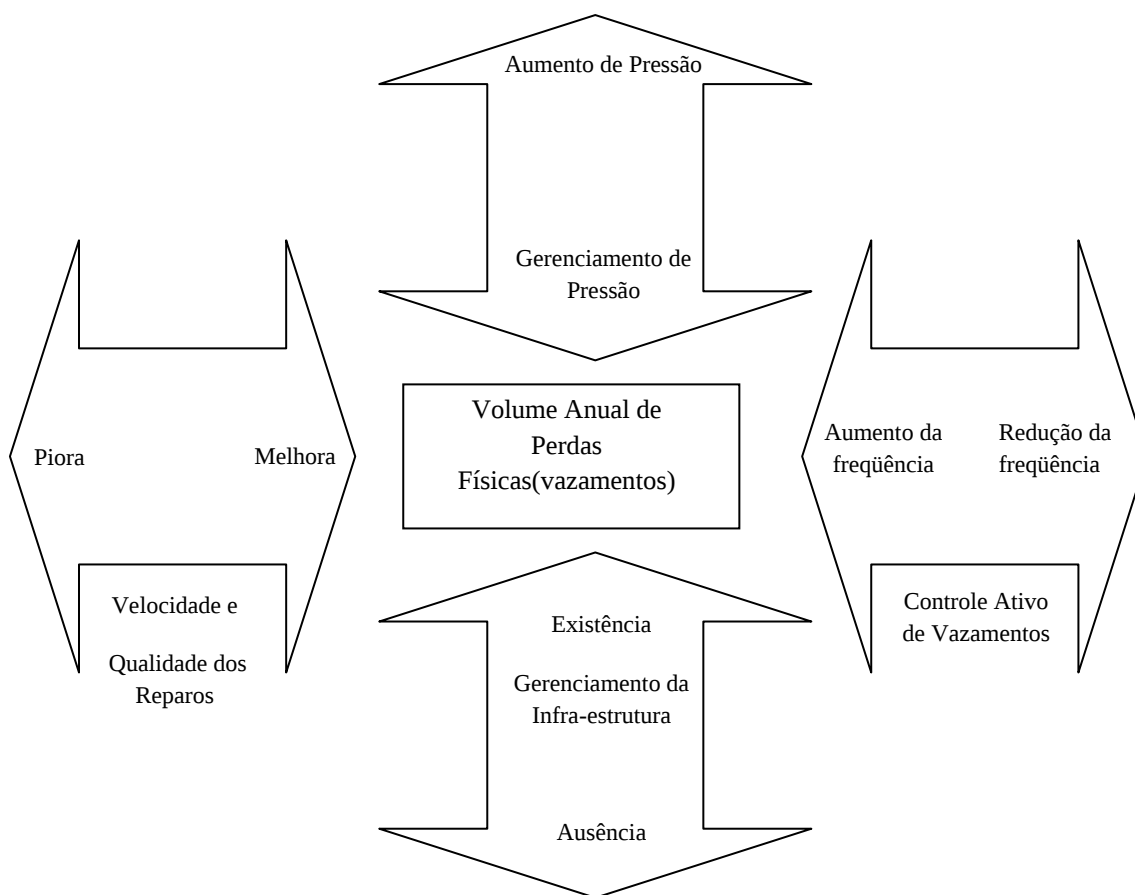


Figura 120. Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas

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 micromedição 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.

12.3.2.1. Setores e Zonas de Pressão

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 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.

12.3.2.2. 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.

12.4. Parâmetros Básicos de Controle das Perdas de Água

12.4.1. 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”.

12.4.2. 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).

12.4.3. 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.

12.4.4. 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:

$$FP = \frac{Q_{\text{mínima-noturna}}}{Q_{\text{média}}} \times 100(\%) \quad (22)$$

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.

12.5. 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:

Vol. Perdido no Vazam. X Custo Unit. Prod. Água = Custo (Pesquisa do Vazam + (23)
Reparo do Vazam.)

Da mesma forma, a análise econômica pode indicar a frequência ideal de pesquisas para a detecção de vazamentos. Ciclos maiores significam menores despesas anuais com atividades de prevenção de vazamentos, mas com maiores perdas de água pelos vazamentos. Menores ciclos requerem maiores despesas e menores perdas de água.

A aplicação da análise benefício-custo na abordagem econômica é conveniente para verificar o período de retorno dos investimentos feitos para detectar e corrigir os vazamentos, em contrapartida aos custos de produção da água que foi recuperada ao se estancar as perdas. É uma ferramenta útil para planejamento e avaliação das atividades de detecção.

12.6. Índices de Perdas de Água em Caconde

De posse das informações obtidas durante a realização do presente trabalho foi possível realizar o cálculo dos índices de perdas de água no sistema de abastecimento do município de Caconde.

A análise dos indicadores de perdas foi baseada nos dados informados e medidos. Assim, nas Tabelas 50 e 51 são apresentados os índices de perdas na distribuição e faturamento de água no município.

Tabela 43. Relação de Indicadores com Volumes produzidos, consumidos e faturados de água no sistema de abastecimento de água do município Caconde (SNIS)

INDICADORES	2013
Número de ligações totais	4.287
Extensão de rede (km))	70,00
Volume produzido (m³/ano)	2.390.000,00
Volume micromedidor (m³/ano)	1.553.500,00
Volume Faturado (m³/ano)	1.553.500,00
Índice de perdas Faturamento (%)	35,0%
Índice de perdas Distribuição (%)	35,0%
Índice de perdas Lineares (m³/dia x km)	32,73
Índice de perdas x Ligação (L/dia x lig.)	534,58

(Fonte: SNIS referente ao ano de 2013).

INDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO: 30,0%

INDICE DE PERDAS DE FATURAMENTO: 35,0%

INDICE DE PERDAS LINEAR: 32,73m³/km x dia

INDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO: 534,58 Litros/ligação x dia

13. RESUMO DOS INVESTIMENTOS

O estudo aqui realizado pela Empresa Hiper Ambiental demonstrou a necessidade de uma determinada sequência de implantação dos projetos, para que os resultados dos trabalhos sejam maximizados e os investimentos 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 ($>50\text{mca}$) que proporcionam maiores índices de vazamentos não visíveis, bem como, evitar também pressões baixas ($<10\text{mca}$), contribuindo para que a água consiga abastecer as residências.

O projeto da macromedição terá a finalidade de monitorar os volumes e vazões de água produzidos e distribuídos para a rede de abastecimento, além de realizar o monitoramento dos níveis dos reservatórios com o auxílio da telemetria e automação, sendo possível gerenciar os indicadores de perdas com os dados enviados via remota para uma central de comando operacional, que deverá ser instalada em sala apropriada, junto à Administração da Prefeitura de Caconde.

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).

Outra atividade relevante é a realização da pesquisa de vazamentos não visíveis através de haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos, que são 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 sua manutenção.

Após o término da primeira fase de implantação, está sendo proposta a segunda fase de implantação onde 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 diretamente as perdas de faturamento para a Prefeitura, em seguida estão sendo propostas as ações de elaboração dos projetos de outorgas, a manutenção para recuperação dos poços tubulares profundos, que apresentam diminuição das vazões de produção, e a implantação de inversores de frequência.

E finalmente uma terceira e ultima fase de implantação, com as ações de substituição de redes de distribuição, nos materiais de ferro fundido, que apresentam elevado estado de incrustação, diminuindo a capacidade de alimentação das ligações domiciliares, necessitando de aumento de pressão e ocasionando novos vazamentos nas tubulações.

Diante desse cenário, foram propostas três (03) etapas de implantação com a seguinte sequência dos projetos de combate a perdas de água:

PRIMEIRA ETAPA:

- Projeto do Sistema de Macromedição de vazão, nível, incluso Automação com Telemetria, caixas de proteção e aferição com Pitometria e Medidor Ultrassônico;
- Projeto da Setorização da rede de distribuição.
- Projeto de Pesquisa de Vazamentos não visíveis;

SEGUNDA ETAPA:

- Projeto da Micromedição;
- Elaboração dos projetos de Outorgas;
- Implantação de Inversores de Frequência; e
- Manutenção e recuperação dos poços tubulares profundos.

TERCEIRA ETAPA:

- Substituição das redes de Ferro Fundido antigas;

Na Tabela 51 são apresentados os custos necessários para a implantação das ações propostas no Plano Diretor de Combate às Perdas de Água do município de Caconde.

Tabela 51. Investimentos para redução das perdas de água no município de Caconde

ATIVIDADE	VALOR DO INVESTIMENTO (R\$)
PRIMEIRA ETAPA:	
Implantação do projeto de Setorização	R\$ 1.012.682,96
Projeto do Sistema de Macromedicação de Vazão e Nível, incluso Automação e Telemetria, caixas de proteção e aferição com Pitometria.	R\$ 2.609.278,27
Projeto de Pesquisa de Vazamentos não visíveis.	R\$ 242.895,00
SUB-TOTAL:	R\$ 3.864.856,23
SEGUNDA ETAPA:	
Projeto da Micromedicação	R\$ 681.718,00
Implantação dos Inversores de Frequência	R\$ 270.000,00
Elaboração dos projetos de Outorgas.	R\$ 20.000,00
Manutenção para recuperação dos poços profundos.	R\$ 20.400,00
SUB-TOTAL	R\$ 992.118,00
SEGUNDA ETAPA:	
Substituição das Redes de Ferro Fundido (60.428m - tubo DE/60mm).	R\$ 5.674.000,00
SUB-TOTAL	R\$ 5.674.000,00
Total dos investimentos	R\$ 10.530.974,23

Com a implantação dessas três (03) fases dos projetos elaborados, o sistema de abastecimento de água de Caconde deverá obter resultados excelentes, uma vez que os Indicadores de Perdas deverão atingir os seguintes resultados:

Após a 1ª etapa de implantação:

Índice de perdas = 30%

Após a 2ª etapa de implantação:

Índice de perdas = 25%

Após a 3ª etapa de implantação:

Índice de perdas ≤ 20%

Com esses resultados alcançados a Prefeitura deverá 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, poços profundos, adutoras e outros.

14. RESULTADOS ESPERADOS

As atividades realizadas e propostas no presente Plano Diretor do município de Caconde visam a redução das perdas e aumento da eficiência do sistema de abastecimento.

Desta forma os índices de perdas existente no município tendem 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 percebida pelo departamento, isto é, uma relevante parcela dos investimentos, atualmente aplicados no processo de produção, poderá ser investida em outras finalidades como, por exemplo, ampliação e melhorias do sistema atual. As ferramentas gerenciais que serão obtidas em fim de plano permitirão aos executivos do departamento 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, destacam-se os efeitos positivos sobre as questões ambientais como a conservação dos recursos hídricos nas Bacias do Rio Pardo – CBH-PARDO, e 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 Caconde.