PLANO DIRETOR DE COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

MUNICÍPIO: ITAPEVA - MG

VOLUME 01/04

JULHO – 2015

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP

Planos Diretores Para o Combate às Perdas em Sistemas de Abastecimento Público de Água nos municípios: Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Toledo – MG, 2014

Contratante: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.
Endereço: Rua Alfredo Guedes, nº.1949 – 6º andar – Sala 604 – Edifício Racz Center – Bairro: Higienópolis – Piracicaba/SP – CEP: 13416-901

Contratada: Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Endereço: Rua Bento Carlos, nº.672 – Centro – São Carlos/SP – CEP: 13560-660

EQUIPE TÉCNICA

Na sequência é apresentada a equipe técnica da Empresa Novaes Engenharia e Construções para elaborar o presente Plano Diretor de Combate às Perdas de Água.

Profissional	Função
Eng. Luciano Faria de Novaes	Responsável Técnico e Coordenador
Eng. Leonardo Emerick Gerosa	Engenheiro Ambiental
Eng. Flavio Roberto Araújo de Franceschi	Engenheiro Ambiental
Matheus Marques Simões	Engenheiro Químico
Rodrigo Akira Kaibara Endo	Técnico em Hidráulica
Cassiano Rasteli Gonçalves	Técnico em Hidráulica
Paula Fernanda Marcon	Desenhista Cadista

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

SUMÁRIO

ÍNDICE ANALÍTICO

VOLUME 01/04

Descrição	Página
Produto 01	**28**
1.1 Introdução	28
1.2. Diretrizes Gerais para o Desenvolvimento dos Estudos	29
1.2.1. Elaboração do Plano de Trabalho	30
1.2.2. Elaboração e/ou atualização do cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água do município	31
1.2.3. Determinação de parâmetros de vazão e pressão	31
1.2.4. Diagnóstico e estudos para readequação e melhoria das unidades operacionais	41
1.2.5. Elaboração de estudos de setorização das redes de distribuição	42
1.2.6. Implantação e/ou melhoria da macromedição	43
1.2.7. Gerenciamento de pressões	44
1.2.8. Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos	46
1.2.9. Determinação dos indicadores de perdas	46
1.2.10. Diagnóstico do parque de hidrômetros (micromedição) e estudos para melhoria da gestão de micromedição	47
1.2.11. Diagnóstico do estado das tubulações	49
1.2.12. Perdas financeiras e investimentos necessários	49
1.2.13. Análise de alternativas e retorno de investimentos	50
1.2.14. Plano Diretor de Combate às Perdas	51
1.3. Cronograma	53
Produto 02	**56**
2 Elaboração e/ou atualização do cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água no município de Itapeva	56

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Produto 03	**59**
3. Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão	59
3.1. Procedimento para Medição de Vazão com Medidor Ultrassônico	59
3.1.1. Teoria de operação do Medidor Ultrassônico	60
3.1.2. Ligando o equipamento (Medidor Ultrassônico)	60
3.1.3. Configuração do equipamento para a situação	61
3.1.4. Escolha do melhor ponto de medição	62
3.1.5. Montagem dos transdutores	63
3.1.6. Conectando o transdutor e aquisição dos dados	64
3.2. Procedimento para implantação das estações pitométricas e medição através da pitometria	64
3.2.1. Implantação das estações pitométricas (EP's)	64
3.3. Realização das medições de vazão e pressão para determinação dos parâmetros hidráulicos do sistema de abastecimento de água	71
3.3.1 Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão	71
3.3.2. Vazões monitoradas através de medidor ultrassônico	71
3.3.3. Vazões Monitoradas através de Pitometria	77
3.3.4. Relação com parâmetros hidráulicos para o projeto dos macromedidores e definição de estudos de melhoria e ampliação do sistema	87

VOLUME 02/04

Produto 04	**114**
4. Diagnóstico e estudos para readequação e melhoria das unidades operacionais	114
4.1. Descrição do Município de Itapeva - MG	114
4.1.1. História do Município	114
4.1.2. Formação Administrativa	115
4.1.3. Características Geográficas	115
4.2. Sistema de Abastecimento de Água	116
4.2.1. Sistema Captação, Booster e Estação de Tratamento ETA de Itapeva	119
4.2.2. Sistema de Reservação Principal e Booster Nova Itapeva	126
4.2.3. Sistema de Reservação Nova Itapeva	130

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

4.2.4. Sistema de Reservação Mandú	131
4.2.5. Booster Pôr do Sol	132
4.2.6. Sistema de Reservação Pôr do Sol	134
4.2.7. Sistema de Reservação São Jorge	135
4.3. Sistema de Micromedição	138
4.4. Sistema de Distribuição	138
4.5. Implantação de inversores de frequência dos conjuntos motor-bombas	139
Produto 05	**140**
5.Elaboração de estudos de setorização das redes de distribuição	140
5.1. Considerações Iniciais	140
5.2. Delimitação dos setores	141
5.3. Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores	142
5.4. Análise dos Reservatórios	143
5.5. Lista de Materiais Hidráulicos	144
5.6. Setores do sistema de distribuição de água	144
5.6.1. SETOR 01 – Mandú	145
5.6.2. SETOR 02 – Euclides Mariano	151
5.6.3 SETOR 03 – São Jorge	154
5.6.4. SETOR 04 – Centro – Zona Alta	157
5.6.5. SETOR 05 – Centro – Zona Baixa	160
5.6.6. SETOR 06 – Jardim Primavera	163
5.6.7. SETOR 07 – Nova Itapeva	163
5.6.8. SETOR 08 – Jardim Por do Sol	167
5.6.9. Investimento para Implantação da Setorização	167
5.6.10. Cronograma Físico-Financeiro para implantação da Setorização	169

VOLUME 03/04

Produto 06	**203**
6. Implantação e/ou melhoria da macromedição	203
6.1. Introdução	203

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

6.2. Objetivo	204
6.3. Controle de Perdas	205
6.4. Aquisição e Tratamento dos Dados	206
6.5. Registro Histórico - Banco de Dados	206
6.6. Sistema Informatizado	206
6.7. Central de Controle Operacional	207
6.8. Transmissão de Dados	207
6.9. Estudos, Controle, Acompanhamento e Planejamento Operacional	208
6.10. Monitoramento das Perdas	208
6.11. Funções Incorporadas nos Macromedidores de Vazão	212
6.12. Macromedidores a serem implantados no sistema de abastecimento de água de Itapeva	212
6.12.1. Especificação técnica do medidor Eletromagnético Carretel	212
6.12.2. Especificação técnica do medidor Ultrassônico flangeado	214
6.13. Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA)	215
6.13.1. Sistema de Aterramento	215
6.13.2. Abertura de valas no terreno aterramento	216
6.13.3. Proteção contra Sobretensão (DPS)	216
6.13.4. - Caixa de Inspeção do Aterramento	216
6.14. Locais de Implantação de Macromedidores de Vazão no Sistema de Abastecimento de Água de Itapeva	217
6.15. Sensores de Nível	217
6.15.1. Relação de Fornecedores	217
6.15.2. Locais de Implantação de Macromedidores de Níveis no Sistema de Abastecimento de Água de Itapeva	218
6.16. Informatização do Sistema de Macromedição de Vazão e Nível	218
6.16.1. Considerações Gerais	218
6.16.2. Estação Remota (ER)	219
6.16.3. Central de Comando Operacional (CCO)	220
6.17. Locais de Implantação da C.C.O. (Centro de Controle Operacional) e Estações Remotas para Telemetria no Sistema de Abastecimento de Água de	222

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Itapeva	
6.18. Orçamento para implantação do Projeto de Macromedição de Vazão e Nível	223
6.19. Calibração e Aferição dos Macromedidores de Vazão	226
6.20. Caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão	226
6.20.1. Memorial Descritivo para Execução das Caixas de Alvenaria para Abrigo dos Macromedidores	228
6.21. Cronograma Físico-Financeiro para implantação da macromedição	229
Produto 07	**234**
7. Gerenciamento das Pressões	234
7.1. Mapeamento das Pressões Dinâmicas e Estáticas nos Pontos Relevantes dos Municipio de Itapeva	234
7.2. Monitoramento de Pressão	236

VOLUME 04/04

Produto 08	**284**
8. Pesquisa de Vazamentos não Visíveis	284
8.1 Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos	284
8.2. Projeto de Pesquisa de Vazamentos para Itapeva	286
8.3. Plano de trabalho	286
8.4. Equipamentos necessários para estrutura de uma (01) equipe de pesquisa	287
8.5. Método de pesquisa de vazamentos adotado	288
8.5.1. Procedimento de Campo para Detecção de Vazamentos Não Visíveis	290
8.5.2. Aspectos Comportamentais	295
8.6. Planilha de Estimativa de Custos para Realização de Pesquisa de Vazamento	297
8.7. Cronograma físico-financeiro para aquisição dos equipamentos	297
Produto 09	**299**
9. Determinação dos indicadores de perdas	299
9.1. Procedimentos para Elaboração dos Índices de Perdas Setoriais e Global	299
9.1.1. Indicadores de Perdas de Água no Sistema de Abastecimento	302
9.1.1.1. Indicadores Básicos de Desempenho	304

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

9.1.1.2. Indicadores Intermediários e Avançados	305
9.1.1.2.1 Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais	306
9.1.1.2.2. Indicadores de desempenho hídrico do sistema	308
9.2. Melhorias Operacionais e Aumento de Confiabilidade dos Indicadores	310
9.3. Gerenciamento das Perdas Físicas	311
9.3.1. Esquema Geral	311
9.3.2. Áreas de Controle	312
9.3.2.1. Setores e Zonas de Pressão	313
9.3.2.1.1. Distritos Pitométricos	314
9.4. Parâmetros Básicos de Controle das Perdas de Água	316
9.4.1. Nível Mínimo de Vazamentos	316
9.4.2. Vazão Mínima Noturna	316
9.4.3. Pressão Média Noturna	317
9.4.4. Fator de Pesquisa	318
9.5. Análise Econômica	318
9.6. Indicadores de Perdas do Município Itapeva	320
9.7. Metas	322
Produto 10	**323**
10. Diagnóstico do parque de hidrômetros (micromedição) e estudos para melhoria da gestão de micromedição	323
10.1. Inspeção e pesquisa para averiguação dos hidrômetros instalados nas ligações	324
10.2. Diagnóstico do parque de hidrômetros e descrição de ações de melhorias	327
10.3. Elaboração de relação de hidrômetros com anomalias do tipo: mal dimensionado, quebrado, parado, embaçado, fraudado e possíveis ligações clandestinas	329
10.4. Elaboração de relação de hidrômetros antigos (mais de 5 anos) a serem aferidos e/ou trocados, e indicação de orçamento e cronograma para aferição/troca dos mesmo	331
10.5. Estudos para melhoria da gestão da micromedição: dimensionamento/troca, correção de hidrômetros inclinados, análise de consumos baixos, instalação de	335

lacres e caixas de proteção padrão, dentre outras	
10.5.1. Padronização das instalações	337
10.6. Elaboração de plano de manutenção preventiva do parque dos hidrômetros	337
10.6.1. Manutenção Corretiva	338
10.6.2. Manutenção Preventiva	338
10.6.3. Manutenção Preditiva	339
10.6.4. Metodologia de Combate às Perdas Comerciais	340
10.6.5. Elaboração de algorítimos para gerenciar e otimizar as informações da micromedição	344
10.6.5.1. Indicador X	344
10.6.5.2. Curva de Permanência	347
10.7. Estrutura de gerenciamento do sistema de medição de vazão	349
10.7.1.1. Dados dos Hidrômetros	350
10.7.1.2. Inscrição e marcas obrigatórias	350
10.7.1.3. Numeração do hidrômetro	351
10.7.1.4. Classe metrológica	352
10.8. Redimensionamento de medidores em grandes consumidores	353
10.9. Estudos e novas tecnologias aplicadas à medição de vazão	357
10.10. Identificação e readequação das categorias dos consumidores	359
10.11. Identificação dos percentuais de adequação dos hidrômetros, otimizando o faturamento, coletando informações e consequentemente reduzindo as perdas não faturadas	360
10.12. Adequação dos hidrômetros às suas respectivas faixas de trabalho	361
10.13 Procedimentos para gerenciamento da micromedição e treinamento dos funcionários dos departamentos envolvidos, na sistemática de trabalho	365
Produto 11	**369**
11. Diagnóstico do estado das tubulações	369
11.1. Coleta de dados e registros dos vazamentos ocorridos nas redes de distribuição	369
11.2. Mapeamento dos vazamentos em planta cadastral da rede de distribuição	370
11.3. Análise das ocorrências, considerando o tipo de material, idade, tipo de	370

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

vazamento (rede ou ramal), e pressões	
11.4 Programação de atividades e obras (limpeza ou troca de redes) para melhoria do estado das tubulações	372
11.5. Análise das ligações (ramais e cavaletes) e sugestões para melhoria	372
11.6. Elaboração de planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro para implantação das ações de melhoria	374
Produto 12	**376**
12. Perdas financeiras e investimentos necessários	376
12.1. Gestor do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Itapeva	376
12.1.1. Questionário visando identificar a satisfação do cliente quanto ao sistema de abastecimento de água	377
12.2 Despesas e Receitas do sistema de abastecimento de água do município de Itapeva	383
12.3. Gestão Comercial, Leitura, Emissões de Contas e Pagamentos das Contas	384
12.4. Tipos de Consumidores de Água no Município	385
12.5. Consumidores Especiais	386
12.6. Solicitação da Primeira Ligação de Água	389
12.7. Corte e religação de água	389
12.8. Tarifas de Água no Município	390
12.9. Inadimplências das Contas de Água	394
12.10. Tarifa Social	394
12.11. Indicadores de Perdas de Água e Metas a Serem Atingidas	395
12.12. Investimentos Necessários para Atingir as Metas de Redução das Perdas de Água	399
Produto 13	**405**
13. Análise de alternativas e retorno de investimentos	405
13.1 Despesas e Receitas do sistema de abastecimento de água do município de Itapeva	405
13.2. Resumo das Ações a Serem Executadas Visando a Redução das Perdas de Água no Município de Itapeva	406

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Produto 01	
Figura 1.1. Estação Pitométrica (EP)	33
Figura 1.2. Colocação do anel de borracha.	33
Figura 1.3. Colocação do suporte da máquina Muller.	34
Figura 1.4. Colocação da máquina Muller no suporte.	34
Figura 1.5. Broca encaixada na base da máquina Muller.	35
Figura 1.6. Momento em que a tubulação é furada.	35
Figura 1.7. EP encaixado na base da máquina	36
Figura 1.8. Momento em que a EP está sendo rosqueada na tubulação.	36
Figura 1.9. Medição do diâmetro real da adutora.	37
Figura 1.10. Perfil da velocidade em tubulação com escoamento pressurizado.	38
Figura 1.11. Perfis de velocidades obtidos em tubulações que possuem incrustações.	39
Figura 1.12. Equipamento utilizado na pitometria para obter dados de vazão e pressão	40
Figura 1.13. Software MDHidro 3.1 – Lamon utilizado para obter os dados de vazão e pressão.	41
Figura 1.14 *Logger*de pressão instalados em outros municípios.	44
Figura 1.15 *Logger*de pressão instalados em outros municípios.	44
Figura 1.16 *Logger*de pressão instalados em outros municípios.	45
Figura 1.17 *Logger*de pressão instalados em outros municípios.	45
Figura 1.18. *Logger*de pressão instalados em outros municípios.	45
Figura 1.19 *Logger*de pressão instalados em outros municípios	45
Produto 03	
Figura 3.1. Ilustração do Medidor ultrassônico	60
Figura 3.2. Ilustração da comunicação entre o Palm e Unidade Eletrônica	61
Figura 3.3. Ilustração da posição de escolha para instalação do medidor	62

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Ultrassônico (tubulação vertical)	
Figura 3.4. Ilustração do medidor Ultrassônico instalado	63
Figura 3.5. Ilustração da conexão entre os transdutores e a Unidade Eletrônica	64
Figura 3.6. Estação Pitométrica (EP)	65
Figura 3.7. Colocação do anel de borracha	65
Figura 3.8. Colocação do suporte da máquina Miller	66
Figura 3.9. Broca encaixada na base da máquina	66
Figura 3.10. Colocação da máquina no suporte	66
Figura 3.11. Máquina Miller instalada em uma tubulação	67
Figura 3.12. Momento em que a tubulação é furada	67
Figura 3.13. EP encaixada na base da máquina	68
Figura 3.14. Momento em que a EP está sendo rosqueada na tubulação	68
Figura 3.15. Estação Pitométrica (EP) instalada em uma tubulação de água	69
Figura 3.16. Equipamento Calibre	69
Figura 3.17. Medição do diâmetro real da adutora com o equipamento Calibre	69
Figura 3.18. Tubo Pitot utilizado para medição de vazão e pressão em tubulação de água	70
Figura 3.19. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão	70
Figura 3.20. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão	70
Figura 3.21. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão	70
Figura 3.22. Equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão	70
Figura 3.23. Vista da Medição 01	76
Figura 3.24. Vista da Medição 02	76
Figura 3.25. Vista da Medição 03	76
Figura 3.26. Vista da Medição 04	76
Figura 3.27. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 05	86
Figura 3.28. Vista durante a Medição 05	86
Figura 3.29. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 06	86

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.30. Vista durante a Medição 06	86
Figura 3.31. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 07	86
Figura 3.32. Vista durante a Medição 07	86
Figura 3.33. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 08	87
Figura 3.34. Vista durante a Medição 08	87
Produto 04	
Figura 4.1. Variação da população do Município de Itapeva no período de 1970 a 2014.	116
Figura 4.2. Localização da Captação, ETA, Booster e Reservatórios existentes no sistema abastecimento de água de Itapeva	118
Figura 4.3. Vista geral da barragem e balsa de captação	122
Figura 4.4. Vista balsa de captação	122
Figura 4.5. Vista Estação de Tratamento de Água – ETA	123
Figura 4.6. Vista geral da ETA	123
Figura 4.7. Vista calha parshall	123
Figura 4.8. Vista da corrosão na Calha Parshall	123
Figura 4.9. Vista dos Flucoladores	123
Figura 4.10. Vista dos decantadores	123
Figura 4.11. Vista dos filtros de Areia	124
Figura 4.12. Vista Tanque de contato e casa de bombas	124
Figura 4.13. Vista do armazenamento dos produtos químicos - Almoxarifado	124
Figura 4.14. Vista dos tanques de dosagem química	124
Figura 4.15. Vista dos tanques de dosagem química	124
Figura 4.16. Vista dos tubos rede de Cloro	124
Figura 4.17. Vista geral laboratório	125
Figura 4.18. Vista geral dos conjuntos de motor-bombas	125
Figura 4.19. Vista Booster do Mandú	125
Figura 4.20. Vista Booster Principal	125
Figura 4.21. Vista Booster de pressurização da rede de cloro	125
Figura 4.22. Vista do pressostato instalado na rede Mandú	125
Figura 4.23. Vista medidor de vazão saída rede Principal	126

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 4.24. Vista display medidor	126
Figura 4.25. Vista interna do painel elétrico	126
Figura 4.26. Vista externa do painel elétrico	126
Figura 4.27. Vista reservatório Principal	128
Figura 4.28. Vista geral dos reservatório de Concreto (desativado) e Metálico	128
Figura 4.29. Vista da tubulação de entrada e extravasor	128
Figura 4.30. Vista interna da caixa de limpeza, extravasor e tubulação de sucção e do booster	128
Figura 4.31. Vista da casa de Bombas	129
Figura 4.32. Vista tubulações recalque Booster Nova Itapeva	129
Figura 4.33. Conjuntos Motor-Bombas Nova Itapeva	129
Figura 4.34. Vista pressostato instalado na rede de abastecimento do Booster	129
Figura 4.35. Vista painel interno, chave de partida soft starter e stop	129
Figura 4.36. Vista externa dos Painéis	129
Figura 4.37. Vista medidor de vazão na tubulação do Booster	130
Figura 4.38. Vista medidor de vazão na tubulação do Booster	130
Figura 4.39. Vista reservatório Nova Itapeva	131
Figura 4.40. Vista medidor de vazão na tubulação do Booster	131
Figura 4.41. Vista tubulação de saída e descarga	131
Figura 4.42. Vista construções acima do nível do reservatório	131
Figura 4.43. Vista geral reservatório Mandú	132
Figura 4.44. Vista reservatório Mandú	132
Figura 4.45. Vista Tubulação de entrada e saída reservatório	132
Figura 4.46. Vista das marcas de corrosão no reservatório	132
Figura 4.47. Vista geral Casa de Bombas	133
Figura 4.48. Vista do conjunto de motor-bombas	133
Figura 4.49. Vista interna do painel elétrico e chave de partida soft-starter e stop.	134
Figura 4.50. Vista externa dos painéis elétricos	134
Figura 4.51. Vista geral reservatório Pôr do Sol	134
Figura 4.52. Vista tubulação de entrada, saída e extravasor	134

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 4.53. Vista válvula de altitude	135
Figura 4.54. Vista registro de limpeza e saída	135
Figura 4.55. Vista geral Sistema São Jorge	137
Figura 4.56. Vista reservatório R1	137
Figura 4.57. Vista reservatório R2	137
Figura 4.58. Vista Vazamentos reservatório R2	137
Figura 4.59. Vista Vazamentos nas tubulações	137
Figura 4.60. Vista casa de Bombas	137
Figura 4.61. Vista dos conjuntos de motor-bombas	138
Figura 4.62. Vista motor-bomba desativado	138
Figura 4.63. Vista interna do painel elétrico	138
Figura 4.64. Vista externa dos painéis elétricos	138
Produto 07	
Figura 7.1. Equipamento data-logger de pressão que será utilizado para medir pressão no sistema de abastecimento do município de Itapeva	236
Figura 7.2. Ponto de Monitoramento P01 situado no endereço Rua Joaquim Mariano, n° 10	237
Figura 7.3. Ponto de Monitoramento P02 situado no endereço Rua Miguel Chiaradia, n° 90	237
Figura 7.4. Ponto de Monitoramento P03 situado no endereço Rua Paraná, n° 40	238
Figura 7.5. Ponto de Monitoramento P04 situado no endereço Rua São Pedro, n° 247	238
Figura 7.6. Ponto de Monitoramento P05 situado no endereço Rua Benedito de Lima, n° 272	238
Figura 7.7. Ponto de Monitoramento P06 situado no endereço Rua Acesso Bairro Monjolinho, n° 17	239
Figura 7.8. Ponto de Monitoramento P07 situado no endereço Rua João Augusto da Fonseca, n° 375	239
Figura 7.9. Ponto de Monitoramento P08 situado no endereço Rua J, n° 135	239
Figura 7.10. Ponto de Monitoramento P09 situado no endereço Rua Duque	240

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

de Caxias, n° 76	
Figura 7.11. Ponto de Monitoramento P10 situado no endereço Rua Presidente Getúlio Vargas, n° S/N	240
Figura 7.12. Ponto de Monitoramento P11 situado no endereço Travessa Euclides Mariano, n°95	240
Figura 7.13. Ponto de Monitoramento P12 situado no endereço Estrada das Areias, S/ N	241
Figura 7.14. Ponto de Monitoramento P13 situado no endereço Rua projetada, n º3	241
Figura 7.15. Ponto de Monitoramento P14 situado no endereço Rua Geraldo Pereira , n º 185	241
Figura 7.16. Ponto de Monitoramento P15 situado no endereço Rua dos Nordestinos, S/N	242
Figura 7.17. Ponto de Monitoramento P16 situado no endereço Rua Antonio Conrado, n° 160	242
Produto 08	
Figura 8.1. Demarcação com tinta branca no local onde foi detectado vazamento não visível	289
Figura 8.2. Demarcação com tinta branca no local onde foi detectado vazamento não visível	289
Figura 8.3. Abertura de vala no local indicado de vazamento	290
Figura 8.4. Retroescavadeira abrindo o local do vazamento não visível	290
Figura 8.5. Localização do vazamento	290
Figura 8.6. Reparo do vazamento	290
Figura 8.7. Vista do Geofone Eletronico	294
Figura 8.8. Vista do Geofone Eletronico	294
Figura 8.9. Vista do Geofone Mecânico	294
Figura 8.10. Vista da haste de escuta	294
Figura 8.11. Vista da haste de escuta eletrônica	295
Figura 8.12. Vista da haste de escuta eletrônica	295
Figura 8.13. Vista do correlacionador de ruídos	295
Figura 8.14. Vista da operação do correlacionador de ruídos	295

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Produto 09	
Figura 9.1. Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas	312
Figura 9.2. Balanço hídrico do sistema de distribuição de água do município Itapeva	321
Produto 10	
Figura 10.1. Vista do hidrômetro na Rua Bendito Barbosa, nº. 69	324
Figura 10.2. Vista do hidrômetro na Rua Bendito Barbosa, nº. 97	324
Figura 10.3. Vista do hidrômetro na Rua Bendito Barbosa, nº. 159	324
Figura 10.4. Vista do hidrômetro na Rua João Lima de Oliveira, nº. 71 A e 71 B	324
Figura 10.5. Vista do hidrômetro na Rua João Lima de Oliveira, nº. 10 A e 10 B	325
Figura 10.6. Vista do hidrômetro na Rua Assis Monteiro, nº. 605	325
Figura 10.7. Vista do hidrômetro na Rua Assis Monteiro, nº. 710	325
Figura 10.8. Vista do hidrômetro na Rua Assis Monteiro, nº. 265	325
Figura 10.9. Vista do hidrômetro na Rua Tobias de Andrade, nº 161	325
Figura 10.10. Vista do hidrômetro na Rua Tobias de Andrade, nº 104	325
Figura 10.11. Vista do hidrômetro na Rua Otavio Lemes da Silva, nº 370	326
Figura 10.12. Vista do hidrômetro na Rua Otavio Lemes da Silva, nº 374 FDS e 374 B	326
Figura 10.13. Vista do hidrômetro na Rua Curitba, nº 6	326
Figura 10.14. Vista do hidrômetro na Rua Lopes Toledo, nº. 34	326
Figura 10.15. Vista do hidrômetro na Rua Lopes Toledo, nº. 34	326
Figura 10.16. Vista do hidrômetro na Rua São Paulo, nº 96	326
Figura 10.17. Cavalete sem hidrômetro	329
Figura 10.18. Hidrômetro com arame	329
Figura 10.19. Hidrômetro com arame	329
Figura 10.20. Hidrômetro com lacre violado	329
Figura 10.21. Ligação Clandestina	330
Figura 10.22. Ligação Direta	330
Figura 10.23. Ligação Direta	330
Figura 10.24. Ligação Direta	330

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, nº. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 10.25. Ligação Direta	330
Figura 10.26. Ligação Direta	330
Figura 10.27. Caixa de proteção para hidrômetros	336
Figura 10.28. Lacre para hidrômetros	336
Figura 10.29. Curva de permanência do consumo mensal micromedido residencial no sistema de abastecimento de água de Itapeva	349
Figura 10.30. Numeração do hidrômetro	351
Produto 11	
Figura 11.1. Cavalete existente em uma residência no município de Itapeva	373
Figura 11.2. Cavalete existente em uma residência no município de Itapeva	373
Figura 11.3. Cavalete existente em uma residência no município de Itapeva	373
Figura 11.4. Cavalete existente em uma residência no município de Itapeva	373

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

ÍNDICE DE TABELAS

Tabelas	Página
Produto 01	
Tabela 1.1. Prioridade para implantação de ações a serem financiadas pelos Comitês PCJ	52
Tabela 1.2. Cronograma de execução dos serviços que compõem o Plano Diretor de Combate às Perdas	54
Produto 02	
Tabela 2.1. Atividades Desenvolvidas para elaboração do Produto 02	57
Produto 03	
Tabela 3.1. Resumo geral com velocidades e vazões médias obtidas no medidor utrassônico	76
Tabela 3.2. Resumo geral com as velocidades, pressões e vazões médias obtidas através da Pitometria.	85
Tabela 3.3. Pontos de monitoramento de vazão	87
Produto 04	
Tabela 4.1. Histórico populacional do Município de Itapeva	116
Tabela 4.2. ETA existente no sistema de abastecimento de água de Itapeva.	117
Tabela 4.3. Boosters existentes no sistema de abastecimento de água de Itapeva.	117
Tabela 4.4. Reservatórios existentes no sistema de abastecimento de água de Itapeva.	117
Tabela 4.5. Características dos Conjuntos Motor-Bomba da Captação	121
Tabela 4.6. Características dos Conjuntos Motor-Bomba do Booster do Mandú	121
Tabela 4.7. Características dos Conjuntos Motor-Bomba do Booster Principal	122
Tabela 4.8. Características dos Conjuntos Motor-Bomba rede de Cloro	122
Tabela 4.9. Características dos Conjuntos Motor-Bomba Nova Itapeva	127
Tabela 4.10. Características dos Conjuntos Motor-Bomba Pôr do Sol	133
Tabela 4.11. Características dos Conjuntos Motor-Bomba Booster São	136

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Jorge	
Tabela 4.12. Características dos Conjuntos Motor-Bomba Desativado	136
Tabela 4.13. Redes de distribuição e seus respectivos materiais e diâmetros no município de Itapeva	139
Tabela 4.14. Orçamento para implantação dos inversores de frequência no sistema de abastecimento de água do município de Itapeva	139
Produto 05	
Tabela 5.1. Relação dos setores de abastecimento de água	145
Tabela 5.2. Dados referentes ao Setor 01 (Mandú)	145
Tabela 5.3. Orçamento para implantação do Setor 01	147
Tabela 5.4. Dados referentes ao Setor 02 (Euclides Mariano)	151
Tabela 5.5. Orçamento para implantação do Setor 02	152
Tabela 5.6. Dados referentes ao Setor 03 (São Jorge)	154
Tabela 5.7. Orçamento para implantação do Setor 03	155
Tabela 5.8. Dados referentes ao Setor 04 (Centro – Zona Alta)	157
Tabela 5.9. Orçamento para implantação do Setor 04	158
Tabela 5.10. Dados referentes ao Setor 05 (Centro – Zona Baixa)	160
Tabela 5.11. Orçamento para implantação do Setor 05	161
Tabela 5.12. Dados referentes ao Setor 06 (Jardim Primavera)	163
Tabela 5.13. Dados referentes ao Setor 07 (Nova Itapeva)	164
Tabela 5.14. Orçamento para implantação da Setorização	165
Tabela 5.15. Dados referentes ao Setor 08 (Jardim Pôr do Sol).	167
Tabela 5.16. Orçamento para implantação dos Reservatórios	168
Tabela 5.17 Orçamento dos serviço preliminares e segurança do trabalho	168
Tabela 5.18. Resumo dos Investimentos para implantação da Setorização	169
Tabela 5.19. Cronograma Físico-Financeiro para implantação da Setorização	170
Produto 06	
Tabela 6.1. Locais onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Itapeva	217
Tabela 6.2. Fornecedores de macromedidores de vazão	218

Tabela 6.3. Locais onde deverão ser implantados os sensores de níveis (MN) no sistema de abastecimento de água do município de Itapeva	218
Tabela 6.4. Relação dos locais que deverão conter as estações remotas no sistema de abastecimento de água de Itapeva	222
Tabela 6.5. Investimentos necessários para implantação dos macromedidores de vazão e nível no sistema de abastecimento de água de Itapeva, sendo considerado também a respectiva automação	224
Tabela 6.6. Orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos	226
Tabela 6.7. Custo para execução de uma caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão	227
Tabela 6.8. Valor dos investimentos para execução das caixas de proteção dos macromedidores de vazão	227
Tabela 6.9. Cronograma Físico-Financeiro para implantação da macromedição	230
Produto 07	
Tabela 7.1. Endereços dos pontos de monitoramento de pressão no sistema de abastecimento de água do municipio de Itapeva	236
Tabela 7.2. Pontos de monitoramento de pressão no municipio de Itapeva	259
Produto 08	
Tabela 8.1. Orçamento dos equipamentos para pesquisa de vazamentos	288
Tabela 8.2. Estimativa de custo das atividades principais para a realização da pesquisa de vazamento no município de Itapeva	297
Tabela 8.3. Cronograma físico das atividades de pesquisa de vazamentos a serem realizadas no município de Itapeva	298
Produto 09	
Tabela 9.1. Indicadores de perdas de água do sistema de distribuição do município de Itapeva	322
Produto 10	
Tabela 10.1. Número de ligações ativas do município Itapeva	328
Tabela 10.2. Quantidade de ligações enquadradas por faixas de consumos no sistema de abastecimento de água do município Itapeva	328
Tabela 10.3. Quantidade de hidrômetros instalados a mais de cinco anos no sistema de abastecimento de água do município Itapeva	328

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Tabela 10.4. Investimentos necessários para substituição dos hidrômetros no município Itapeva	333
Tabela 10.5. Cronograma para substituição de hidrômetros no município Itapeva	334
Tabela 10.6. Dados referente ao parque de hidrômetros do município de Itapeva	346
Tabela 10.7. Dados referente ao parque de hidrômetros do município de Itapeva	346
Tabela 10.8. Índice calculado para os bairros do município de Itapeva	346
Tabela 10.9. Intervalo de classes do consumo mensal por ligação (residencial) associada à ocorrência de ligações que possuem consumo neste intervalo	348
Tabela 10.10. Designação dos Hidrômetros quanto a vazão nominal.	352
Tabela 10.11. Códigos dos Fabricantes recomendados no presente trabalho	352
Tabela 10.12. Classe metrológica do hidrômetro	353
Tabela 10.13. Troca do medidor de acordo com seu tempo de funcionamento, vazão e diâmetro nominal	354
Tabela 10.14. Troca do medidor de acordo com a leitura obtida e respectiva vazão e diâmetro nominal	354
Tabela 10.15. Relação de ligações que possuem consumos superiores a 50 m^3/mês no município Itapeva	356
Tabela 10.16. Quantidades de ligações por categoria de consumidor no município Itapeva	360
Tabela 10.17. Vazões características de hidrômetros segundo sua classe metrológica e vazão nominal	362
Tabela 10.18. Pré-Dimensionamento de Hidrômetros e Manutenção Preventiva – SANEPAR (2014)	364
Produto 11	
Tabela 11.1. Relação dos locais onde foram identificados vazamentos na rede de distribuição de água do município de Itapeva	369
Tabela 11.2. Relação dos comprimentos e tipo de material das redes de distribuição de água existentes no município de Itapeva	371
Produto 12	
Tabela 12.1. Despesas referentes ao serviços de abastecimento de água do município de Itapeva durante o ano de 2013.	384
Tabela 12.2. Quantidades de ligações por categoria de consumidor no município Itapeva	386

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^0. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Tabela 12.3. Relação de ligações que possuem consumos superiores a 50 m^3/mês no município Itapeva	388
Tabela 12.4. Troca do medidor de acordo com a leitura obtida e respectiva vazão e diâmetro nominal	389
Tabela 12.5. Tarifas aplicadas aos municípios do interior do estado de Minas Gerais abastecidos pela COPASA.	391
Tabela 12.6. Tarifas aplicadas aos municípios do interior do estado de São Paulo abastecidos pela SABESP.	392
Tabela 12.7. Tarifas aplicadas no município de Campinas pela SANASA.	393
Tabela 12.8. Indicadores de perdas de água do sistema de distribuição do município de Itapeva	396
Tabela 12.9. Relação das ações a serem implantadas visando às reduções de perdas de água no sistema de abastecimento de Itapeva	402
Tabela 12.10. Orçamento das ações propostas para combate e redução das perdas de água no município de Itapeva	403
Produto 13	
Tabela 13.1. Despesas referentes ao serviços de abastecimento de água do município de Itapeva durante o ano de 2013	405
Tabela 13.2. Indicadores de perdas de água do sistema de distribuição do município de Itapeva	408
Tabela 13.3. Relação das ações a serem implantadas visando as reduções de perdas de água no sistema de abastecimento de Itapeva	410
Tabela 13.4. Valores em Reais (R$) recuperados pelo serviço de água, considerando a meta de atingir 15% de perdas físicas e 5% de perdas aparentes, ou seja, 20% de perdas totais	412
Tabela 13.5. Comparação entre os investimentos e recuperação de receita e redução de despesas	412

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^0. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
Produto 01	
Anexo 1.1. Material Didático	55
Produto 02	
Anexo 2.1. Plantas Cadastrais do sistema de abastecimento de água do município de Itapeva	58
Produto 03	
Anexo 3.1. Esquema Hidráulico contendo todas as unidade operacionais do sistema de abastecimento de água	89
Anexo 3.2. Esquema Hidráulico contendo a localização dos pontos de monitoramento de vazão	90
Produto 05	
Anexo 5.1. Projeto de setorização (planta geral) com a delimitação dos referidos setores	171
Anexo 5.2. Projeto de Setorização do Setor 01 - Mandú	172
Anexo 5.3. Projeto de Setorização do Setor 02 – Euclides Mariano	173
Anexo 5.4. Projeto de Setorização do Setor 03 – São Jorge	174
Anexo 5.5. Projeto de Setorização do Setor 04 - Centro – Zona Alta	175
Anexo 5.6. Projeto de Setorização do Setor 05 – Centro – Zona Baixa	176
Anexo 5.7. Projeto de Setorização do Setor 06 - Primavera	177
Anexo 5.8. Projeto de Setorização do Setor 07 – Nova Itapeva	178
Anexo 5.9. Projeto de Setorização do Setor 08 – Jardim Por do Sol	179
Produto 06	
Anexo 6.1 Modelos de macromedidores de vazão	231
Anexo 6.2 Modelos de medidores de nível	232
Anexo 6.3 Esquema Hidráulico com os locais onde serão instalados os macromedidores de vazão e nível no sistema de abastecimento de água de Itapeva	233
Produto 07	
Anexo 7.1. Pontos de monitoramento de pressões por um período de 7 dias	260

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

consecutivos.	
Produto 10	
Anexo 10.1. Relação dos hidrômetros a serem substituídos no município de Itapeva.	367
Anexo 10.2. Projeto com a padronização da instalação do cavalete e do hidrômetro no sistema de abastecimento de água do município de Itapeva.	368
Produto 11	
Anexo 11.1. Localização dos vazamentos reparados no município	375

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

DEFINIÇÕES / SIGLAS

EP = Estação Pitométrica;

DeFoFo = Diâmetro Equivalente ao Ferro Fundido;

PVC = Policloreto deVinil.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

PRODUTO 01

1.1. INTRODUÇÃO

Os sistemas públicos de abastecimento de água são afetados diretamente por perdas e desperdícios, fato que diminui a eficiência do sistema e contribui para um gasto crescente e elevado de recursos financeiros para o abastecimento de água para população, além de comprometer a sustentabilidade ambiental por representar a falta de eficiência no uso de um bem finito.

O conceito de perdas no sistema público de abastecimento de água evoluiu significativamente nos últimos 30 anos e passou da definição de ser apenas a diferença entre o volume macro e micromedido, sendo integrada outras varáveis como a definição de perdas físicas e não-físicas (perdas aparentes) até se chegar em conhecimentos sobre toda a gestão de perdas de água produzida pelo IWA (*International Water Association*) com a padronização de conceitos e indicadores em todo o mundo.

Além disso, o problema das perdas de água no sistema de abastecimento público no Brasil é preocupante, tendo em vista a grande magnitude deste índice, que possui média nacional entre 35 a 40% nos últimos anos. Ressalta-se que este índice é muito variável dependendo da região do Brasil ou ainda com base na diferença dos operadores do sistema.

No âmbito legal, o estabelecimento de políticas nacionais voltadas ao meio ambiente, recursos naturais e saneamento têm ganhado espaço como por exemplo com a promulgação da Politica Nacional de Recursos Hídricos (Lei n° 9.433 de 1997).

Desta forma, na seqüência será apresentado o Plano de Trabalho referente à elaboração do Plano Diretor de Combate à Perdas dos municípios do Lote 03 do Contrato n° 28/2014, a ser realizado pela empresa Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP. O Plano de Trabalho é uma ferramenta que permite ordenar e sistematizar informação considerada relevante para realização do presente Plano de Combate às Perdas.

Assim, os municípios que serão base de estudo para elaboração do Plano de Perdas do presente trabalho são: Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Todedo, sendo todos situados no estado de Minas Gerais.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

1.2. DIRETRIZES GERAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS

A seguir serão apresentados as diretrizes gerais para o desenvolvimento do Plano Diretor de Combate às Perdas no Sistema Público de Abastecimento de Água dos municípios de Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Toledo.

Destaca-se que a ordem de serviço para início do trabalho foi emitida pela Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí em 23 de julho de 2014, quando iniciaram-se os serviços.

O objetivo do presente Plano após sua elaboração é fazer com que todos os interessados na gestão dos recursos hídricos e que os responsáveis no combate às perdas no sistema de abastecimento identifiquem e conheçam as perdas físicas totais dentro das regiões estudadas, conheçam os projetos para adequação e melhoria do desempenho das unidades operacionais envolvidas, monitorem e operem adequadamente as redes de distribuição setorizadas, e por fim controlem e acompanhem os índices de perdas físicas totais dos sistemas.

A elaboração do presente Plano foi subdividida em diversos grupos de atividades que visam o estabelecimento de uma base de dados inicial, sua análise e consistência, o processamento destes dados, o diagnóstico dos problemas de perdas físicas, a busca de alternativas de solução e, finalmente, sua consolidação na forma de projetos básicos e institucionais e recomendações de ações não estruturais, que comporão a ferramenta de planejamento em questão. A realização destas atividades será apresentada em quatorze (14) produtos, que serão detalhados e apresentados posteriormente, sendo eles:

- Produto 01 - Plano de Trabalho e Palestra sobre a conceituação Internacional e Nacional de Perdas de Água em Sistema de Abastecimento Público;

- Produto 02 - Elaboração e/ou atualização do cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água do município;

- Produto 03 – Determinação de parâmetros de vazão e pressão;

- Produto 04 – Diagnóstico e estudos para readequação e melhoria das unidades operacionais;

- Produto 05 – Elaboração de estudos de setorização das redes de distribuição;

- Produto 06 – Implantação e/ou melhoria da macromedição;

- Produto 07 – Gerenciamento de pressões;

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

- Produto 08 – Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos;

- Produto 09 – Determinação dos indicadores de perdas;

- Produto 10 – Diagnóstico do parque de hidrômetros (micromedição) e estudos para melhoria da gestão de micromedição;

- Produto 11 – Diagnóstico do estado das tubulações;

- Produto 12 – Perdas financeiras e investimentos necessários;

- Produto 13 – Análise de alternativas e retorno de investimentos;

- Produto 14 – Plano Diretor de Combate às Perdas.

A seguir serão detalhadas todas as atividades em cada Produto, de modo a apresentar a seqüência a ser realizada até a entrega da versão final do Plano Diretor de Combate à Perdas de Água nos Sistemas de Abastecimento Público dos cinco municípios que compõem o Lote 03 (Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Toledo).

1.2.1. Elaboração do Plano de Trabalho

Esta atividade contempla a realização do presente Plano de Trabalho, que é a descrição detalhada das etapas ou fases, metodologia e cronograma para a elaboração do Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento dos munícipios do Lote 03, referente ao Contrato n° 28/2014 da Agência das Bacias PCJ.

Além disso, será apresentada uma Palestra sobre a conceituação internacional e nacional de perdas de água em sistemas de abastecimentos públicos e a importância dos recursos hídricos e financeiros no controle e redução de perdas. Esta palestra contará com ao menos um representante de cada município e será elaborado material didático (apostilas e manuais, apresentado no Anexo 1.1) resumido para atendimento a todos os participantes da Palestra. Esse material didático irá abordar todos os conceitos para o acompanhamento e controle dos indicadores dos índices para a redução das perdas, além de conscientizar as diversas unidades das entidades responsáveis pelo serviço de saneamento de cada município, sobre a importância de reduzir os desperdícios com a água. Em anexo é apresentado a referida palestra a ser apresentada nos seguintes municípios: Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Toledo.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

1.2.2. Elaboração e/ou atualização do cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água do município

Será elaborado um levantamento prévio das informações da rede de distribuição de água com a entidade responsável pelo serviço de saneamento de cada município para coletar as informações pré-existentes que auxiliarão no cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água do município.

Após esta atividade que compreenderá a situação de momento dos cadastros técnicos das redes de adução e distribuição de água de cada localidade, será elaborado, juntamente com o auxílio de representantes do serviço de saneamento do município, todo o mapeamento de rede de distribuição em plantas do município, a digitalização das redes de distribuição em planta em escala 1:3.000, com arruamento e curvas de nível em software CAD, contendo as unidades operacionais do sistema de abastecimento, tais como: captação, adutoras de água bruta e tratada, poços artesianos, estações elevatórias, reservatórios e rede de distribuição.

1.2.3. Determinação de parâmetros de vazão e pressão

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

Para estas medições, será elaborado posteriormente ao cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água, um esquema hidráulico resumo que indicará toda a situação do abastecimento do município, e servirá como base para a tomada de decisão acerca dos pontos para serem realizadas as medições.

No conjunto dos municípios do Lote 3, a empresa Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP realizará medições de vazão e pressão por processo pitométrico em no mínimo 30 pontos dos cinco (05) municípios do conjunto.

Para a realização das medições de vazão e pressão algumas atividades serão necessárias, como: estudo para a definição dos locais de instalação dos equipamentos para a medição de vazão e pressão, após a consulta e estudo prévio do esquema hidráulico; instalação dos equipamentos nos locais escolhidos; a própria medição de vazão e pressão, que servirão como base para a determinação dos parâmetros hidráulicos do sistema de

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

abastecimento de água bruta e água tratada; e por fim a utilização dos parâmetros hidráulicos necessários para a execução de projeto de macromedidores e estudos de melhoria e ampliação do sistema.

Os parâmetros hidráulicos citados anteriormente que podem ser medidos em uma Estação Pitométrica são: diâmetro real da tubulação; valores de vazão e pressão; e perfis de velocidade dos quais é possível diagnosticar incrustações nas tubulações.

A seguir serão descritos os procedimentos a serem realizados nas atividades supracitadas.

A primeira atividade a ser desenvolvida para o desenvolvimento da implantação de no mínimo trinta (30) Estações Pitométricas (EPs) será a definição dos locais das suas instalações. Estes locais serão definidos junto aos engenheiros das ERSS (Entidades Responsáveis pelo Serviço de Saneamento). Os pontos onde serão instaladas as Estações Pitométricas (EPs) devem ser adotados conforme o seguinte procedimento:

- a localização de uma EP deve estar em média a uma distância equivalente a 10 diâmetros (da tubulação) a montante e 20 diâmetros (da tubulação) a jusante de qualquer singularidade na tubulação, tais como curvas, válvulas etc. Este procedimento é para garantir o escoamento laminar do fluxo de água na tubulação; e

- verificar o material da tubulação, pois caso for de PVC ou DeFoFo deve-se colocar o acessório colar de tomada. Ressalta-se que o colar de tomada não se faz necessário para tubulações de PVC ou DeFoFo quando a pressão nestas for inferior a 15 mca..

Uma vez definidos os pontos de instalação das EPs serão elaborados croquis dos locais onde estas serão instaladas. Tais croquis devem conter as informações da tubulação, tais como diâmetro e material. Na Figura 1.1 é apresentada a fotografia de uma Estação Pitométrica (EP).

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

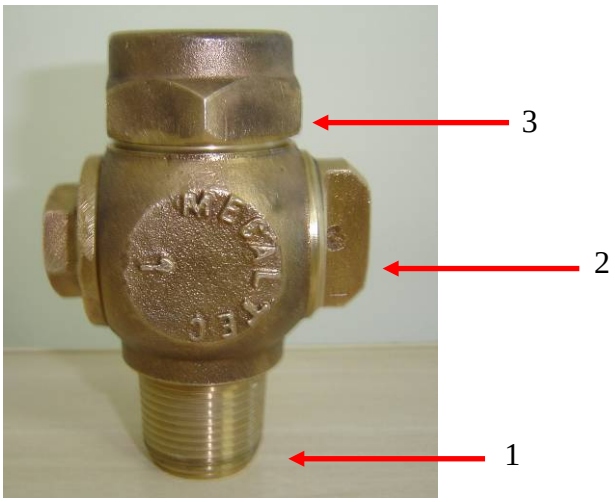


Figura 1.1. Estação Pitométrica (EP)
[Notas: (1) – rosca da EP que deve ser rosqueada na tubulação; (2) – orelha da EP que serve para abrir e fechar o contato externo com o interno da tubulação; (3) – tampa da EP que deve ser retirada no momento em que for realizar a pitometria]

Na sequência é apresentado o procedimento utilizado para a implantação das EPs nas tubulações.

O procedimento de implantação das EPs apresenta uma grande vantagem, pois não necessita interromper o fluxo de água na tubulação para a sua instalação, ou seja, o procedimento é efetuado com a tubulação em carga.

A máquina utilizada para a colocação da EP na tubulação é denominada de Máquina Muller. Para colocar a máquina Muller na tubulação 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 1.2).

Figura 1.2. Colocação do anel de borracha.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Em cima do anel de borracha é colocado o suporte da máquina Muller (Figura 1.3) 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.

Uma vez colocado o suporte é inserido a máquina Muller dentro deste (Figura 1.4), a qual na base possui um encaixe para colocar a broca (Figura 1.5) que fura (com rosca) a tubulação. Após colocar a máquina, contendo na base a broca, dentro do suporte é inserida uma catraca na parte superior da máquina (Figura 1.6) que por um sistema hidráulico ao ser girada faz com que a broca fure a tubulação. Ao furar a tubulação é também realizado simultaneamente a rosca neste furo, na qual será rosqueada a EP.

Figura 1.3. Colocação do suporte da máquina Muller.

Figura 1.4. Colocação da máquina Muller no suporte.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 1.5. Broca encaixada na base da máquina Muller.

Figura 1.6. Momento em que a tubulação é furada.

Após a perfuração da tubulação a máquina Muller é retirada do suporte e a broca é substituída por um copo no qual é encaixado EP (Figura 1.7). 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.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 1.7. EP encaixado 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 1.8).

Figura 1.8. Momento em que a EP está sendo rosqueada na tubulação.

Como já citado anteriormente, existem diversos parâmetros hidráulicos que podem ser medidos em uma Estação Pitométrica. Desta forma, a seguir será detalhada a maneira de obtenção destes parâmetros hidráulicos.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

- Medição do diâmetro real da tubulação

Para a medição do diâmetro real da tubulação é utilizado o equipamento denominado Calibre. Este equipamento consiste de uma haste metálica que é adaptada na parte superior da EP através de rosca. Ao abrir a orelha da EP esta haste penetra dentro da tubulação, sendo inserida até o fim desta. Para medir o diâmetro real deve-se marcar através de uma referência o quanto a haste percorre do final do tubo até a parte superior. Ressalta-se que o Calibre possui uma pequena alavanca na sua parte inferior que é aberta após a sua inserção dentro do tubo. Esta alavanca bate na parte superior da tubulação no momento em que se quer determinar o diâmetro real. Na Figura 1.9 é apresentada fotografia da ilustração de um Calibre inserido em uma EP.

Figura 1.9. Medição do diâmetro real da adutora.

- Obtenção do Perfil de Velocidade

Após a obtenção dos diâmetros reais das adutoras, é colocado na tubulação, através da EP, o aparelho Pitot. Neste aparelho existem duas tomadas de pressão, sendo que em uma é medida a pressão dinâmica e estática enquanto que na outra tomada de pressão somente a estática. Desta forma o equipamento de Pitot mede diferencial de pressão. De posse deste diferencial de pressão, utilizando a fórmula de Bernoulli é possível estimar a velocidade do

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

fluxo de água na posição em que o Pitot estiver inserido na tubulação. Sabe-se que o perfil da velocidade em líquidos newtoniano escoando sobre pressão em tubulações é uma parábola com o maior valor de velocidade no centro da tubulação. Assim, a velocidade do fluxo de água varia com o diâmetro da tubulação, tendendo a zero no contato líquido – sólido, ou seja, nas paredes do tubo. Na Figura 1.10 é apresentada a ilustração de um perfil de velocidade em uma tubulação com escoamento pressurizado, onde é possível observar que a velocidade é máxima no centro da tubulação e mínima nas paredes do tubo.

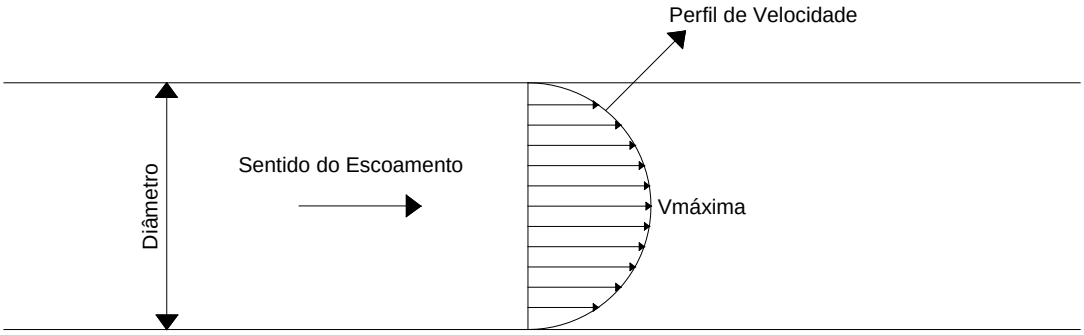


Figura 1.10. Perfil da velocidade em tubulação com escoamento pressurizado.

Como o tubo de Pitot mede o diferencial de pressão e consequentemente a velocidade na posição em que for colocado dentro da tubulação, é possível estimar a velocidade em vários pontos dentro da tubulação. Desta forma, o procedimento adotado é obter o perfil de velocidade do escoamento, ou seja, é medida a velocidade em dez (10) partes proporcionais do diâmetro do tubo, sendo a primeira medição efetuada na parte inferior da tubulação (contato líquido – sólido) e o restante subindo o Pitot a uma distância de 10% do diâmetro do tubo.

Quando o perfil de velocidade obtido não apresenta um perfil de uma parábola arredondada com o maior valor no centro, como por exemplo, um perfil de velocidade com parábola pontiaguda, ou o centro da parábola não apresentar a maior velocidade, ou a inda a parábola não tiver o formato homogêneo, significa sinal de incrustação na tubulação. Como exemplo é apresentado na Figura 1.11 dois perfis de velocidades obtidos em tubulações que possuem incrustações. Desta forma, verifica-se a contribuição que o perfil de velocidade oferece para o diagnóstico da condição física da tubulação.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

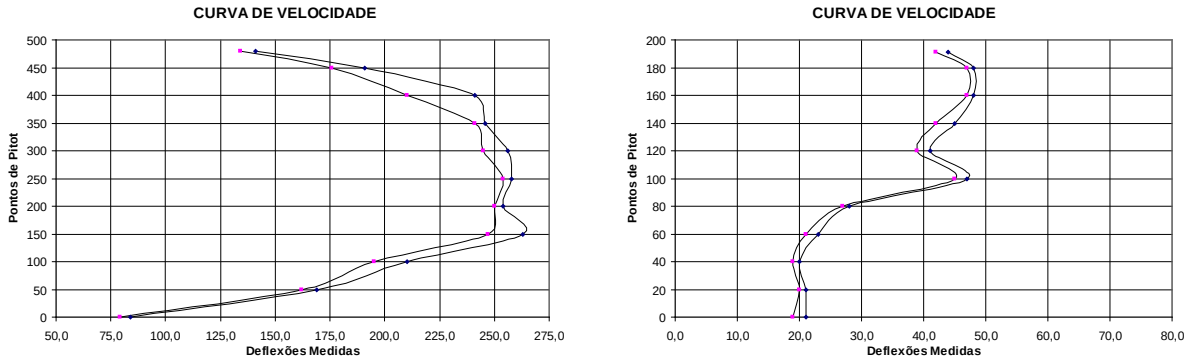


Figura 1.11. Perfis de velocidades obtidos em tubulações que possuem incrustações.

Ressalta-se que para a obtenção do perfil de velocidade deve-se respeitar as distâncias recomendadas da EP em relação a qualquer singularidade na tubulação, tais como curvas, válvulas, pois deve-se garantir que o fluxo de água esteja na condição de escoamento laminar para proporcionar a interpretação correta dos dados.

De posse do perfil de velocidade é possível através de aplicação de processos matemáticos "teorema da média", onde se aplica a integral da velocidade variando ao longo do diâmetro da tubulação, obter a velocidade média da tubulação.

- Obtenção da Vazão

Uma vez determinada a velocidade média da tubulação torna-se possível a obtenção da vazão de água na mesma. Para tanto basta multiplicar a velocidade média pela área da seção transversal. Como o diâmetro real foi medido através do Calibre, tem-se a área real da seção transversal da tubulação.

A Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP. utiliza um equipamento que possui sensor de pressão e diferencial de pressão, bastando apenas inserir no equipamento as duas mangueiras que estão acopladas nas duas tomadas de pressão do tubo Pitot, para desta forma o equipamento mede no mesmo instante tanto a pressão como o diferencial de pressão existentes na tubulação. De posse de um software "MDHidro 3.1 – Lamon" é possível descarregar os dados do equipamento, calculando a vazão no ponto monitorado. Tal equipamento também registra os dados (logger) de pressão e diferencial de pressão. Desta forma também é possível obter dados de vazões ao longo do tempo (histograma) em diversos períodos pré definidos, principalmente nas redes de abastecimento que alimentam diretamente

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^0. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

o consumo. Assim, com o histograma de vazão é possível fornecer subsídios para o entendimento de vários processos que estão ocorrendo na rede de distribuição, como por exemplo, vazões mínimas noturnas, máximas diárias e horárias. Este equipamento também permite aferir macromedidores de vazão bastando existir uma EP situada a montante ou a jusante do macromedidor, comparando o histograma destes dois.

Na Figura 1.12 é apresentada fotografia do equipamento utilizado para medição de pressão e diferencial de pressão através do tubo de Pitot. Na Figura 1.13 é apresentado o Software MDHidro 3.1 – Lamon utilizado para obter os dados de vazão e pressão.

Figura 1.12. Equipamento utilizado na pitometria para obter dados de vazão e pressão.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

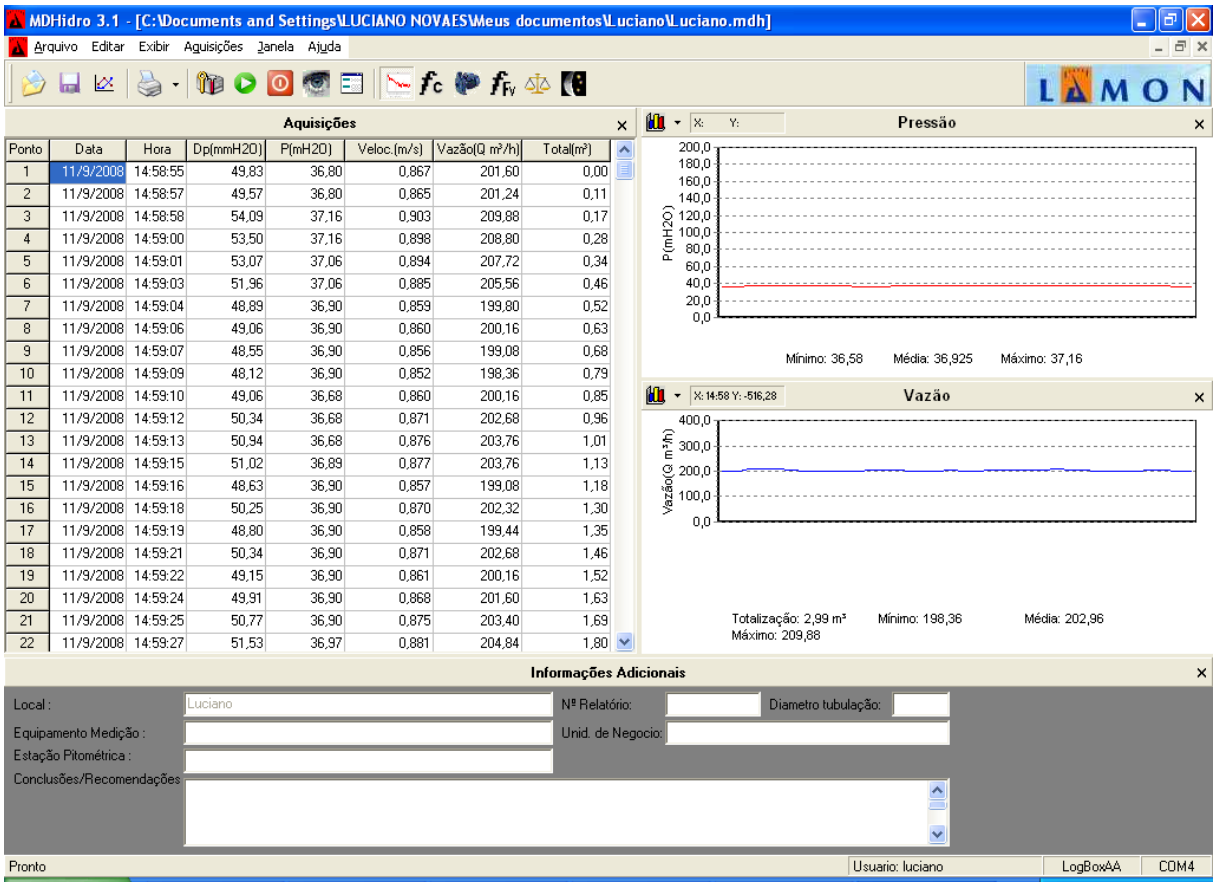


Figura 1.13. Software MDHidro 3.1 – Lamon utilizado para obter os dados de vazão e pressão.

1.2.4. Diagnóstico e estudos para readequação e melhoria das unidades operacionais

Juntamente com a realização das atividades detalhadas nos itens 2.2 e 2.3 será avaliada a situação operacional das unidades do sistema para o diagnóstico de melhorias, adequações, ampliações, telemetria, automação e controle, monitoramento e substituições de equipamentos, caso necessário.

Para a execução desta atividade será realizada a coleta de dados físicos das unidades operacionais (adutoras, reservatórios, estações elevatórias, estações de tratamento de água, poços tubulares profundos) tais como capacidade, demanda, rendimento, ponto de trabalho, vazão, pressão, perdas de carga, por meio de visitas técnicas em cada município.

Além disso, a definição dos parâmetros hidráulicos determinados na atividade do item 2.3 será importante para análise da situação atual.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Desta forma, com as visitas técnicas e os dados já produzidos nas atividades anteriores, será elaborado o diagnóstico da situação operacional do sistema com sugestões e recomendações para adequação e melhoria das unidades operacionais, que servirá como base para todos os estudos a serem realizados ainda na elaboração do Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Sistema de Abastecimento dos munícipios.

1.2.5. Elaboração de estudos de setorização das redes de distribuição

Assim como na atividade anterior, para esta atividade será necessário a utilização da base cadastral digital, curvas de nível e posição geográfica dos reservatórios existentes elaboradas nas atividades iniciais para que possam ser realizados os estudos de setorização para a rede de distribuição em zonas de pressão que deverão ficar dentro das faixas de pressões dinâmicas e estáticas admissíveis conforme normas da ABNT.

Para isso, será elaborado croqui de localização, com dimensionamento, especificação e orçamento de todos os macromedidores e válvulas redutoras de pressão (VRP's) necessárias para o sistema.

Para um maior aproveitamento do sistema, buscará a adequação de estruturas já existentes como reservatórios desativados, sempre que possível, para melhor performance e aproveitamento dentro do sistema.

Para os estudos de setorização, assim como os demais, serão necessários alguns procedimentos em sequência, como: determinação e planejamento dos setores de abastecimento de água com base no cadastro técnico e na utilização dos parâmetros de vazão e pressão já determinados; delimitação dos setores determinados com suas respectivas zonas de pressão nas redes de distribuição, em plantas cadastrais; compatibilização dos setores de abastecimento com os setores comerciais, para comparação dos volumes produzidos e micromedidos; adequação dos setores delimitados, com as pressões admissíveis nas redes de distribuição, e indicação dos serviços necessários à implantação definitiva da setorização tais como: implantação de redes de reforço, reservatórios, registros, válvulas, entre outros; e por fim, a elaboração de lista de materiais, planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro das obras e serviços necessários para a setorização do sistema de distribuição.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

1.2.6. Implantação e/ou melhoria da macromedição

A base para esta atividade são as atividades do item 2.3 e 2.5, sendo estes os dados de vazão e pressão e os dados obtidos na modelagem hidráulica dos setores de distribuição de água tratada.

Desta forma serão calculadas e apresentadas as faixas de velocidades mínimas e máximas, bem como a média, para o dimensionamento correto dos macromedidores de vazão. Com base nestas informações será elaborado um projeto detalhando todos os pontos para serem instalados macromedidores em pontos estratégicos como, por exemplo, em locais de captação de água bruta, entradas e saídas das Estações de Tratamento de Água, entrada dos principais reservatórios do município e ainda em entradas dos setores de distribuição de água tratada.

Neste projeto de macromedição de vazão será detalhada a especificação técnica do macromedidor, o desenho do detalhe onde será instalado, bem como desenho da caixa de alvenaria a ser construída para a sua proteção. A especificação técnica de todas as peças hidráulicas necessárias para a sua instalação e por fim o orçamento para a implantação dos macromedidores.

A instalação dos macromedidores de vazão nos locais indicados será base para um controle mais refinado sobre os volumes setoriais de abastecimento fornecendo informações sobre as vazões que por sua vez formarão o histórico da operação e que servirá de base para decisões estratégicas futuras de ampliação e manutenção do sistema de abastecimento. A atividade do item 2.3 será importante pois indicará a faixa adequada de trabalho para cada macromedidor a ser instalado.

O Projeto de Macromedição é composto desta forma por: elaboração do croqui de localização, com dimensionamento, especificações e orçamentos dos macromedidores necessários para quantificação dos volumes captados, produzidos e distribuídos; projetos para instalação dos macromedidores, caixas, conexões e acessórios; especificação dos sensores de nível para monitoramento dos volumes dos reservatórios; programação das atividades para a instalação dos macromedidores no sistema; elaboração de planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro para aquisição e instalação gradual e sucessiva dos macromedidores e sensores de nível.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

1.2.7. Gerenciamento de pressões

A etapa de gerenciamento das pressões na rede de distribuição é importante para comparar o comportamento esperado das pressões na rede com o perfil de variação de pressão de cada setor realmente medido, sendo esperados valores mais altos no período da madrugada (baixo consumo) e valores mais baixos no período de maior consumo. Esta análise será realizada com base nas diferenças de cotas dos reservatórios e dos pontos de cotas geométrica máxima e mínima da rede de distribuição, além do monitoramento nos locais escolhidos para a realização de um mapeamento de pressões no projeto de setorização a ser elaborado.

O Monitoramento de pressão será realizado em cada ponto por um período mínimo de 07 (sete) dias consecutivos, fornecendo um banco de dados estatístico da variação da pressão ao longo do tempo e serão utilizados equipamentos para medição de pressão com *"logger"* para o armazenamento de dados. Os *logger* de pressão serão instalados junto às torneiras dos cavaletes das residências, permanecendo registrando informações por um período mínimo de sete (07) dias consecutivos, com a transmissão dos dados via telemetria para uma central.

As Figuras 1.14 a 1.19 apresentam alguns *logger* de pressão instalados em diferentes localidades pela Empresa Novaes Engenharia, mostrando que os pontos a serem monitorados neste trabalho serão realizados desta forma, utilizando os mesmos equipamentos apresentados.

Figura 1.14 *Logger* de pressão instalados em outros municípios.

Figura 1.15. *Logger* de pressão instalados em outros municípios.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 1.16. *Logger* de pressão instalados em outros municípios.

Figura 1.17. *Logger* de pressão instalados em outros municípios.

Figura 1.18. *Logger* de pressão instalados em outros municípios.

Figura 1.19. *Logger* de pressão instalados em outros municípios.

Para a execução desta atividade pela empresa Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP serão realizados os monitoramentos de pressões em 130 pontos distintos nos cinco (05) municípios do Lote 03, referente ao presente contrato.

Com base nas medições de pressões obtidas será executado o mapeamento das pressões máximas e mínimas de todos os setores de distribuição elaborados. Além disso será realizada uma correlação entre as pressões e as perdas físicas, para definir áreas passíveis de instalação de válvulas redutoras de pressão e/ou “boosters” com inversores de frequência onde houver necessidade.

A sequencia de atividades nesta etapa de gerenciamento das pressões é primeiramente o estudo das pressões no sistema de abastecimento de água com base na definição prévia dos pontos e dos dados de monitoramento nos pontos escolhidos, a definição dos pontos para instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) caso haja necessidade e a especificação

destas VRPs a serem instaladas em cada ponto seguida da respectiva planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro para aquisição e instalação das VRPs.

1.2.8. Programação dos serviços de pesquisa de vazamentos

A identificação de vazamentos não visíveis é de grande importância na redução das perdas no sistema de abastecimento uma vez que em locais que não há a manutenção adequada das instalações pode haver grandes perdas de água, que podem ser corrigidas com um investimento relativamente pequeno tendo em vista os benefícios advindos da redução das perdas.

Para a realização desta atividade serão especificados os equipamentos necessários para detecção de vazamentos não visíveis, tais como geofone eletrônico, haste de escuta, correlacionador de ruídos, armazenador de dados portátil, com elaboração de orçamentos e cronograma físico-financeiro para aquisição dos mesmos, além da programação dos serviços de pesquisa de vazamentos não visíveis, que incluirá o plano de trabalho, equipe mínima necessária e priorização dos locais para pesquisa e metodologia de pesquisa de vazamentos não visíveis.

1.2.9. Determinação dos indicadores de perdas

Os indicadores de perdas de água são organizados principalmente 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 relacionada 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.

Desta forma, serão executadas as seguintes atividades para a determinação dos indicadores das perdas: determinação dos índices de perdas setoriais, identificados os setores de abastecimento; determinação do índice de perdas global do sistema de abastecimento;

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

determinação de indicadores de desempenho básicos, intermediários e avançados; determinação da vazão mínima noturna, perdas físicas e perdas aparentes; especificação, quantificação, descrição da metodologia de cálculo e da forma de apresentação periódica dos indicadores de perdas setoriais e globais do sistema de abastecimento de água, incluindo treinamento do pessoal quanto à sistemática de trabalho; e por fim serão estabelecidos os procedimentos para gerenciamento das perdas físicas como o controle de pressão, controle ativo de vazamentos, velocidade e qualidade dos reparos, e gerenciamento da infraestrutura.

1.2.10. Diagnóstico do parque de hidrômetros (micromedição) e estudos para melhoria da gestão de micromedição

Esta atividade será realizada visando à proposição de melhorias e substituição de hidrômetros, adoção de novos modelos padrão de instalação de cavaletes e abrigo dos medidores, com melhor acesso para os leituristas. A atividade consistirá em um diagnóstico com os procedimentos para que a micromedição venha a reduzir sua parcela de perdas de água através da redução e eliminação dos erros de medição e com isso resultar num desempenho relevante e eficiente para que as entidades responsáveis pelo serviço de saneamento de cada município venham a atingir as metas do Plano de Combate às Perdas de Água nos municípios envolvidos.

Será levantado pela Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP a relação de endereços e ano de instalação dos hidrômetros gerando assim do diagnóstico do parque de hidrômetros do sistema de abastecimento dos municípios de modo ter a base para realizar um estudo que prevê a substituição adequada dos micromedidores.

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), os hidrômetros precisam ser aferidos em no máximo cinco anos de uso, pois estes perdem sua precisão devido ao desgaste do rolamento do equipamento, comprometendo a leitura. Ressalta-se ainda que o volume medido passe a ser inferior ao real, ocasionando prejuízo financeiro para o sistema de abastecimento. No entanto, para residências que possuam pouco consumo de água, a troca dos hidrômetros não apresenta uma relação custo-benefício interessante. Para realizar o trabalho de acordo com os recursos disponíveis, a Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP realizará um estudo dos hidrômetros que estão

instalados há mais tempo, associado àqueles que possuem alto consumo de água, priorizando a substituição dos mesmos.

Além disso, irá se realizar um diagnóstico completo identificando medidores quebrados, parados, embaçados e aqueles com vida útil acima de 10 anos. Na sequência será feita uma análise criteriosa entre a rota de leitura e a compatibilização com as zonas setorizadas da rede de distribuição, objetivando procedimento sistemático de análise do índice de perdas por setor.

Serão também levantados os medidores dos grandes consumidores para o seu devido redimensionamento, e realizado um estudo de novas tecnologias aplicadas à medição de vazão.

O diagnóstico do parque de hidrômetros seguirá as seguintes atividades:

- Inspeção e pesquisa para averiguação dos hidrômetros instalados nas ligações;
- Diagnóstico do parque de hidrômetros e descrição das ações de melhorias;
- Elaboração de relação de hidrômetros com anomalias do tipo: mal dimensionado, quebrado, parado, embaçado, fraudado e possíveis ligações clandestinas;
- Elaboração de relação de hidrômetros antigos (mais de 5 anos) a serem aferidos e/ou trocados, e indicação de orçamento e cronograma para aferição/troca dos mesmos;
- Estudos para melhoria da gestão da micromedição: dimensionamento/troca, correção de hidrômetros inclinados, análise de consumos baixos, instalação de lacres e caixas de proteção padrão, dentre outras;
- Elaboração de plano de manutenção preventiva do parque de hidrômetros;
    - Elaboração de algoritmos para gerenciar e otimizar as informações da micromedição.
    - Elaboração de aquisição de informações sistemáticas que permitam o gerenciamento da micromedição (através de banco de dados) a fim de manter sob controle seus índices e que permitam, ao confrontar com as informações da macromedição, a obtenção de índices seguros de perdas no sistema, contemplando as seguintes atividades:
        - Estruturação de gerenciamento do sistema de medição de vazão;
        - Redimensionamento de medidores em grandes consumidores;
        - Estudos de novas tecnologias aplicadas à medição de vazão;
        - Identificação e readequação das categorias de consumidores;

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

- Identificação dos percentuais de adequação dos hidrômetros, otimizando o faturamento, coletando informações e consequentemente reduzindo as perdas não faturadas;
- Adequação dos hidrômetros às suas respectivas faixas de trabalho;
- Procedimentos para gerenciamento da micromedição e treinamento dos funcionários dos departamentos envolvidos, na sistemática de trabalho.

1.2.11. Diagnóstico do estado das tubulações

Concomitantemente com algumas outras atividades, serão coletadas informações referentes ao estado atual das tubulações, de forma a possibilitar a identificação de ocorrências de vazamentos nas redes de distribuição de água. Esta atividade ainda subsidiará outras como na determinação do Projeto de Pesquisas de Vazamentos e no item que indicará a necessidade de substituição de algumas redes, caso necessário.

Desta forma, as atividades a serem realizadas incluem a coleta de dados e registros dos vazamentos ocorridos nas redes de distribuição nos últimos 06 meses; o mapeamento dos vazamentos em planta cadastral da rede de distribuição; a análise das ocorrências, considerando o tipo de material, idade, tipo de vazamento (rede ou ramal), e pressões; a programação de atividades e obras (limpeza ou troca de redes) para melhoria do estado das tubulações; a análise das ligações (ramais e cavaletes) e sugestões para melhoria; e por fim, a elaboração de planilha de orçamento e cronograma físico-financeiro para implantação das ações de melhoria.

1.2.12. Perdas financeiras e investimentos necessários

Será realizada a análise de toda a gestão financeira do sistema de abastecimento dos municípios, que incluirão a caracterização e diagnósticos (levantamento de informações sobre o sistema de forma a constituir um histórico e evolução dos principais elementos tais como: tipos de consumidores, valores cobrados etc.), o cadastro de usuários (levantamento de todos os tipos de usuários: residenciais, comerciais, industriais, públicos e não medidos, com proposição de soluções para melhor organizar e definir cada segmento), a estrutura tarifária (levantamento de informações e proposição de novas formas de estruturação tarifária para

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

melhor atender as características dos clientes e comparações com outros sistemas públicos e privados), o sistema de faturamento que analisará a leitura, emissão de contas, recebimento, inadimplências, entre outros, realizará-se também a análise dos consumidores especiais incluindo até mesmo propostas para políticas diferenciadas para estes consumidores. Além disso, será analisado todo o sistema de atendimento aos consumidores como, por exemplo, a central de atendimento ao cliente, chamadas de urgências e pesquisas sobre a satisfação dos clientes. Juntamente com a análise atual do sistema serão propostas metas a serem atingidas como reduzir 15% (quinze por cento) no índice de perdas financeiras.

Por fim serão detalhados todos os investimentos necessários como os recursos financeiros para atendimento das atividades, obras e serviços necessários para atendimento às metas propostas para Perdas Físicas, os recursos financeiros para atendimento das atividades, obras e serviços necessários para atendimento às metas propostas para Perdas Financeiras e recursos financeiros para outras atividades.

1.2.13. Análise de alternativas e retorno de investimentos

Serão elaboradas três (03) alternativas com diversas situações possíveis para atendimento aos parâmetros a seguir, em 10 anos, 15 anos e em 20 anos:

- Atendimento a meta de 25% de Perdas Totais;
- Atendimento a meta de 10% de Perdas Físicas;
- Atendimento a meta de 15% de Perdas Financeiras;
- Atualização em 100% dos macros e micromedidores;
- Automação em 100% do sistema;
- Controle de pressão em 100% da rede;
- Previsão/necessidade de troca de redes e adutoras;
- Cadastro técnico real (compatível ao geoprocessamento);
- Rede de distribuição 100% setorizada;
- Construção de reservatórios.

Além disso, vai ser realizada uma comparação entre os investimentos realizados e a recuperação de receitas e redução de despesas.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

1.2.14. Plano Diretor de Combate às Perdas

Por fim, todas as atividades descritas nos itens 2.1. a 2.13 serão compiladas em um Relatório Final que consistirá no Plano Diretor de Combate às Perdas do município.

Este relatório contemplará todas as etapas desenvolvidas durante o processo e indicadas no presente Plano de Trabalho. A empresa Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP apresentará o Relatório Final de forma consolidada e sucinta. Exercendo rigoroso controle de qualidade sobre as informações apresentadas, tanto nos dados como no texto. O referido controle será orientado para clareza, objetividade, consistência das informações e justificativa de resultados. O texto será isento de erros de português e/ou digitação, a empresa entregará 02 (duas) vias impressas e 02 (duas) vias em arquivo digital para cada um dos municípios envolvidos.

Por fim de acordo com a Agência das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, se fazem necessária a adoção de prioridades nas ações que serão propostas no Plano Diretor de Combate as Perdas que serão financiadas pelos Comitês PCJ. As ações seguirão uma ordem de prioridade para implantação das diversas ações propostas, de acordo com a hierarquização mostrada pela Tabela 1.1.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Tabela 1.1. Prioridade para implantação de ações a serem financiadas pelos Comitês PCJ

Item	Descrição da Ação	Requisitos
1	Elaboração ou atualização do Plano Diretor de Combate às Perdas	- Termo de Referência.
2	Elaboração e/ou atualização de cadastro técnico	- Termo de Referência.
3	Controle de pressão	- Cadastro técnico do sistema de abastecimento de água da área de intervenção, e/ou gráfico de pressões das áreas a serem instaladas as VRPs.
4	Setorização da rede de distribuição	- Cadastro técnico do sistema de abastecimento de água da área de intervenção; - Projeto das intervenções com croqui e peças.
5	Macromedição	- Cadastro técnico do sistema de abastecimento de água da área de intervenção; - Projeto com o dimensionamento dos macros, incluindo caixa para instalação e peças.
6	Micromedição	- Cadastro técnico do sistema de abastecimento de água da área de intervenção; - Macromedição implantada na área de intervenção; - Setorização da rede de distribuição implantada na área de intervenção; - Controle de pressão implantada na área de intervenção.
7	Telemetria	- Cadastro técnico do sistema de abastecimento de água da área de intervenção; - Macromedição implantada na área de intervenção; - Setorização da rede de distribuição implantada na área de intervenção; - Controle de pressão implantada na área de intervenção.
8	Pesquisa de Vazamentos Não Visíveis	- Cadastro técnico do sistema de abastecimento de água da área de intervenção; - Macromedição implantada na área de intervenção; - Setorização da rede de distribuição implantada na área de intervenção; - Controle de pressão implantada na área de intervenção.
9	Outras	- Cadastro técnico do sistema de abastecimento de água da área de intervenção; - Macromedição implantada na área de intervenção; - Setorização da rede de distribuição implantada na área de intervenção; - Controle de pressão implantada na área de intervenção; - Micromedição implantada na área de intervenção; - Telemetria implantada na área de intervenção; - Programa de pesquisa de vazamentos não visíveis implantados na área de intervenção.

Fonte: Manual Orientativo para Seleção e Identificação de Empreendimentos – PCJ.T.MA.001/2013.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

1.3. Cronograma

De acordo com o Termo de Referência, o prazo para o desenvolvimento dos serviços é de 8 (OITO) meses, e desta forma foi elaborado o cronograma para a execução das atividades conforme apresentado na Tabela 1.2. Vale ressaltar que as atividades descritas na Tabela 1.2 são referentes às atividades descritas nos itens 2.1 a 2.14.

Destaca-se que as atividades descritas no presente plano de trabalho serão realizadas individualmente para cada um dos cinco municípios do presente contrato. Assim, o produto final constituirá em um Plano Diretor de Combate as Perdas de Água para cada município, sendo estes: Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Toledo.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP
Rua Bento Carlos, n^{0}. 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 E.mail: comercial@novaes.eng.br

Tabela 1.2. Cronograma de execução dos serviços que compõem o Plano Diretor de Combate às Perdas

Atividades	Período (Meses)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
Plano Diretor de Combate às Perdas (Relatório Final)								
Total	**10%**		**25%**	**20%**	**15%**	**10%**	**10%**	**10%**

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

ANEXO 1.1

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

NOVAES ENGENHARIA

Agência das Bacias PCJ

PLANO DIRETOR DE COMBATE AS PERDAS DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS

INTRODUÇÃO

PERDAS DE ÁGUA

PERDAS DE ÁGUA

Gerenciando o índice de perdas:

Economia de produtos químicos

Economia de energia elétrica

Investimento para expansão do sistema de abastecimento

PERDAS = Indicativo da eficiência operacional da companhia

PERDAS DE ÁGUA

Número Bom de Perdas Totais

25%

Liberação de recursos dos governos federal e estadual

PERDAS DE ÁGUA

PERDAS TOTAIS 40 % → 1 - PERDAS FÍSICAS - 10 % VAZAMENTOS

VOLUME DE ÁGUA NÃO FATURADO

- 10 % LAVAGEM FILTROS
  DESCARGAS REDE
  EXTRAVAZ. RESERVATÓRIOS

10	10	20

2 - PERDAS FATURAMENTO - 20 %

VOLUME CONSUMIDO E NÃO PAGO

- ✓ LIGA. CLANDESTINAS
- ✓ LIGA. N CADASTRADAS
- ✓ CADASTRO DESATUALIZADO
- ✓ HIDROS PARADOS
- ✓ SUBMEDIÇÃO

NAS PERDAS TOTAIS ENTRAM OS VOLUMES UTILIZADOS E NÃO FATURADOS: ISENÇÕES, BOMBEIROS, OBRAS PÚBLICAS.

RACIONALIZAR – ECONOMIZAR

PERDAS DE ÁGUA

SABESP (RMSP)

TIPOS DE PERDAS (%)	FÍSICAS	NÃO FÍSICAS	SUB TOTAL
VAZAMENTOS	19,04	-----	19,04
MACROMEDIÇÃO	-----	2,12	2,12
MICROMEDIÇÃO	-----	8,12	8,12
HABITAÇÕES SUBANORMAIS	1,36	2,52	3,88
GESTÃO COMERCIAL	-----	6,84	6,84
TOTAL	**20,4**	**19,6**	**40,0**

HABITACÕES SUBANORMAIS : FAVELAS, IRREGULARES.

GESTÃO COMERCIAL : NÃO CADASTRA TEMPO REAL -- POLÍTICAS COBRANÇA DEFICIÊNCIA CADASTRO – CLANDESTINAS -- FRAUDES -- OUTROS.

PERDAS DE ÁGUA

PAÍSES/CIDADES	UFW %	PAÍSES/CIDADES	UFW %
SABESP (RMSP)	40	FINLÂNDIA	17
SANASA	29*	ITÁLIA	15
SEMAE PIRA	36*	ESPANHA (16 A 43#)	14
HONG KONG	28	HOLANDA	9
TAIWAN	26	ALEMANHA	7
INGLATERRA	25	SUIÇA	7
PORTUGAL	21	SINGAPURA	7
MALASIA	20	SAN FRANCISCO –Calif.	8
SUÉCIA	20	HOUSTON – Texas	14

UNACCOUNTED FOR WATER (UFW)

PERDAS DE ÁGUA

MUITOS ÍNDICES PARA SE OBTER PERDAS

ALGUNS:

a) ÍNDICADOR VOLUMÉTRICO **(m^3/h) – (L/s)**

b) PERDAS POR KM DE REDE **(m3/h/Km de rede)** – Europa.

c) LITROS POR HORA POR HABITANTE **(L/h.hab)** – Sabesp.

PERDAS DE ÁGUA

Índice de Perda na Distribuição (IPD)

$$IPD = \frac{VD - VU}{VD} \cdot 100$$

VD = volume disponibilizado; e
VU = volume utilizado.

PERDAS DE ÁGUA

Índice de Perda de Faturamento (IPF)

$$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \cdot 100$$

VD = volume disponibilizado; e
VF = volume faturado.

INTRODUÇÃO

1 – Cadastro do Sistema de Abastecimento de Água;
2 – Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão;
3 – Diagnóstico e Estudos para readequação e melhoria das unidades operacionais;
4 – Setorização das redes de distribuição;
5 – Macromedição;
6 – Gerenciamento das Pressões;
7 – Programação dos serviços de Pesquisa de Vazamentos;
8 – Indicadores de perdas;
9 - Micromedição;
10 – Diagnóstico do Estado das Tubulações;
11 - Perdas Financeiras e investimentos necessários;
12 – Análise das alternativas e retorno dos investimentos.

Cadastro da rede de distribuição

DIGITALIZAÇÃO DAS CURVAS DE NÍVEL

↓

IBGE – ESCALA 1:50.000 – 5 em 5 metros

↓

Porém, há necessidade de gerar um cadastro topográfico

DIGITALIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

↓

BAIRRO POR BAIRRO

Cadastro da rede de distribuição

DADOS IMPORTANTES

DIÂMETRO

MATERIAL

IDADE

QUANTIDADE DE REPAROS

LOCALIZAÇÃO DA ETA, CAPTAÇÃO, POÇOS, RESERVATÓRIOS

FINALIDADE: INCÊNDIO; CONSUMO; CAPTAÇÃO

Cadastro da rede de distribuição

Implantação das EPs

Implantação das EPs

Figura 1. Estação Pitométrica (EP).

[Notas: (1) – rosca da EP que deve ser rosqueada na tubulação; (2) – orelha da EP que serve para abrir e fechar o contato externo com o interno da tubulação; (3) – tampa da EP que deve ser retirada no momento em que for realizar a pitometria]

Máquina Müller

Implantação das EPs

Colocação do anel de borracha

Implantação das EPs

Colocação do suporte da máquina Müller

Implantação das EPs

Colocação da máquina Müller no suporte

Implantação das EPs

Broca encaixada na base da máquina Müller

Implantação das EPs

Momento em que a tubulação é furada

Implantação das EPs

EP encaixada na base da máquina

Implantação das EPs

Momento em que a EP esta sendo rosqueada na tubulação.

Nem sempre é tudo maravilha!!!

Implantação das EPs – Colar de tomada

Medição do diâmetro real

Medição de Vazão nas EPs

Tubo de Pitot

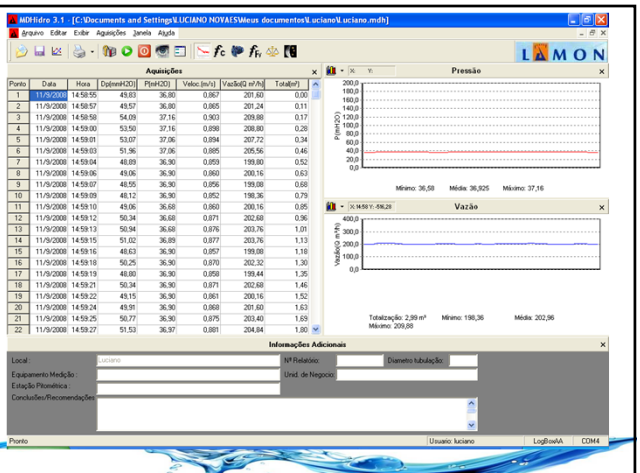
Medição de Vazão nas EPs

Medição de Vazão nas EPs

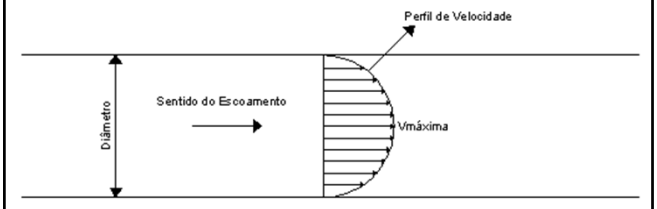
Medição de Vazão nas EPs

Medição de Vazão nas EPs

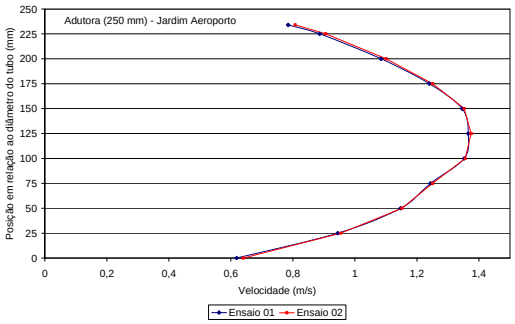
Medição de Vazão nas EPs



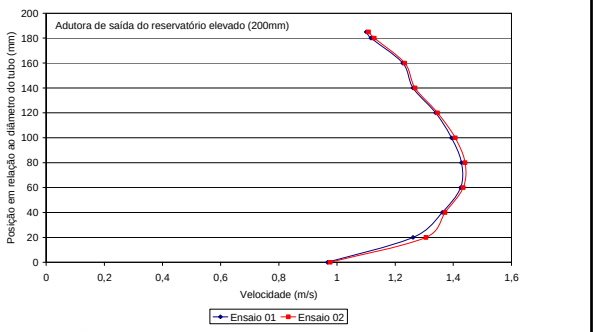
Perfil de Velocidade



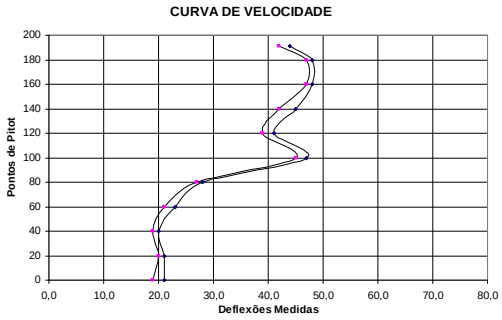
Perfil de Velocidade



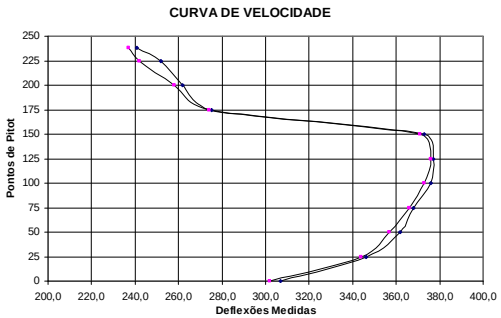
Perfil de Velocidade



Perfil de Velocidade

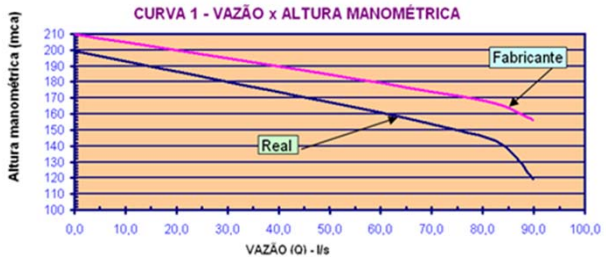


Perfil de Velocidade



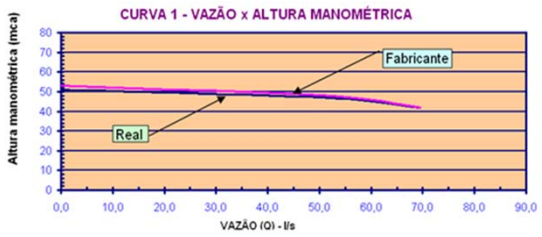
INCRUSTAÇÃO

Ensaio de Bomba



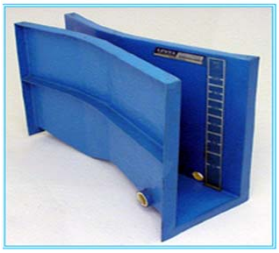
Curva real da bomba 01

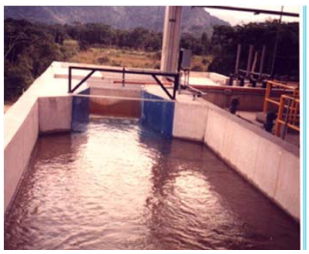
Ensaio de Bomba



Curva real da bomba 01

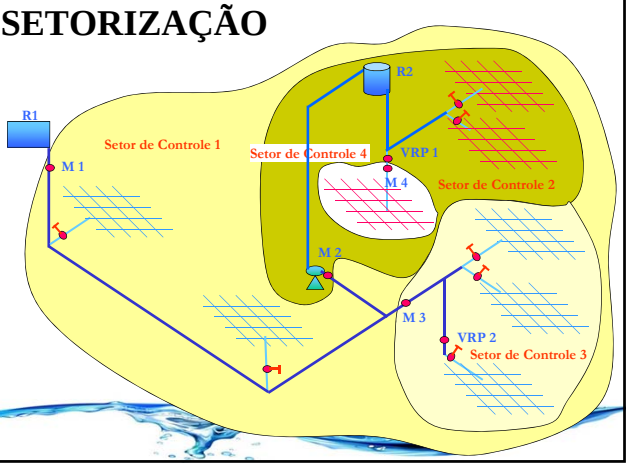
Calibração da Calha Parshall





Calibração da Calha Parshall

SETORIZAÇÃO



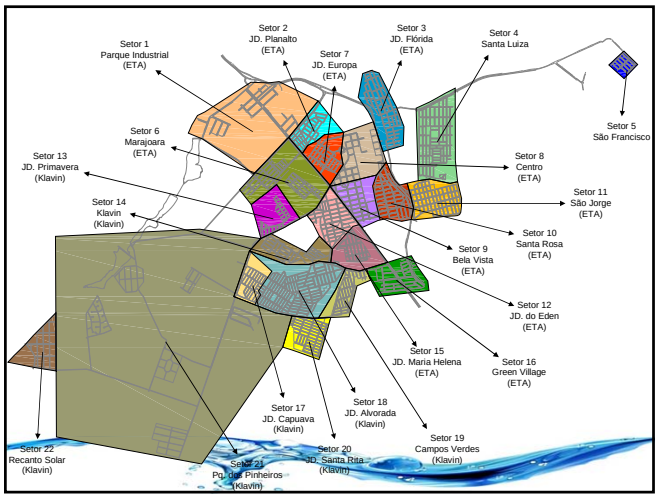
SETORIZAÇÃO

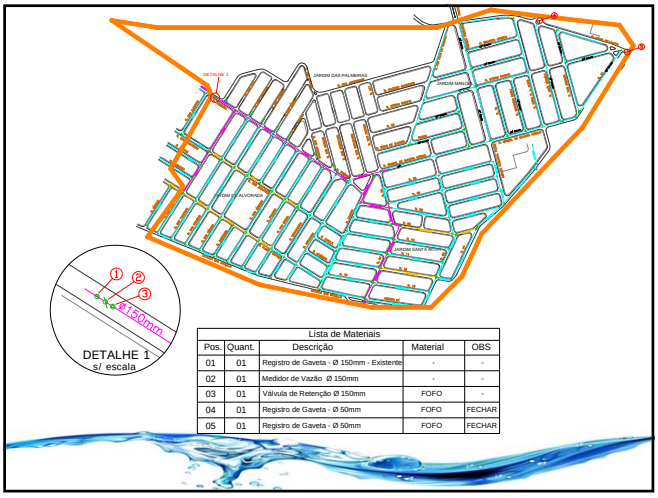
Os setores de abastecimento deverão ser divididos em zonas de pressão

NBR 12.218/1994

Máxima estática = 50 mca

Mínima dinâmica = 10 mca





SETORIZAÇÃO

Após implantação da setorização, será possível estimar os índices de perdas setoriais

$$IPS(\%) = \left(\frac{V.Macromedido - V.Micromedido}{V.Macromedido}\right) * 100 \qquad (1)$$

em que:

IPS = índice de perda setorial (%);

V.Macromedido = volume medido no macromedidor instalado na entrada do setor; e

V.Micromedido = volume micromedido nos hidrômetros situados dentro do setor.

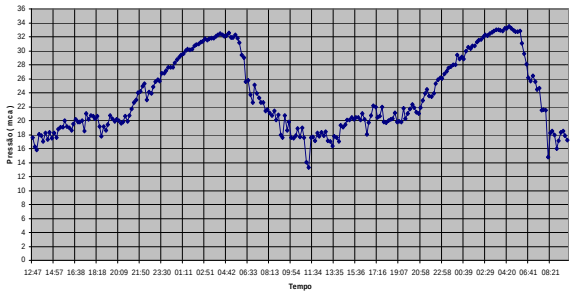
SETORIZAÇÃO

Após a implantação da setorização:

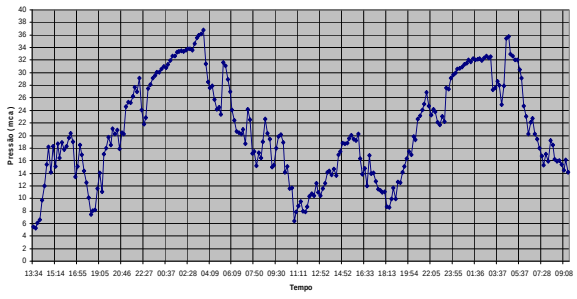
Execução de manometria com a tomada de medições de pressão dinâmica nos pontos relevantes dos setores

MANOMETRIA

MANOMETRIA



MANOMETRIA



Pressão na rede x Vazamento

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{0,5}$$

em que:

Q_0 = vazão inicial do vazamento;

Q_1 = vazão final do vazamento;

p_0 = pressão inicial no tubo; e

p_1 = pressão final no tubo.

Monitoramento das Perdas

FP = Fator de Pesquisa

$$FP = \frac{Q_{mínimanoturna}}{Q_{média}}$$

Quanto maior o valor de FP maior a probabilidade de ocorrer vazamentos

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

HASTE DE ESCUTA

GEOFONE

CORRELACIONADOR DE RUÍDO

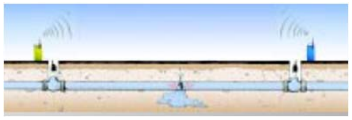
LOGGER DE RUÍDO

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

HASTE DE ESCUTA

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis



Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Locador de Massa Metálica

Locador de Tubulação Metálica

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

Pesquisa de Vazamentos Não Visíveis

FORMAÇÃO DE 01 EQUIPE DE PESQUISA DE VAZAMENTOS

A EQUIPE SERÁ COMPOSTA POR TRÊS INTEGRANTES

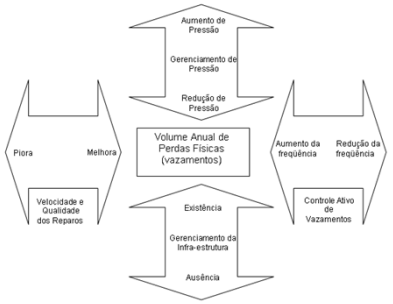
A EQUIPE PERCORRE EM MÉDIA 2 km POR DIA

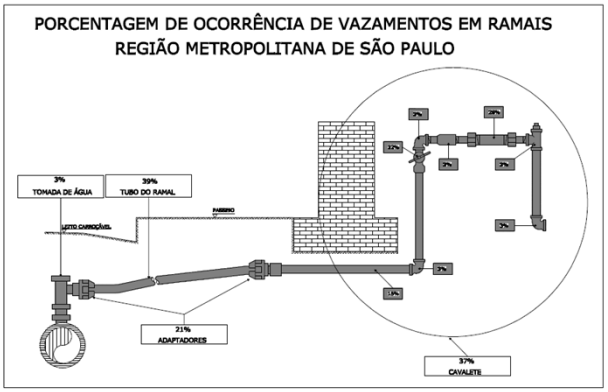
Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

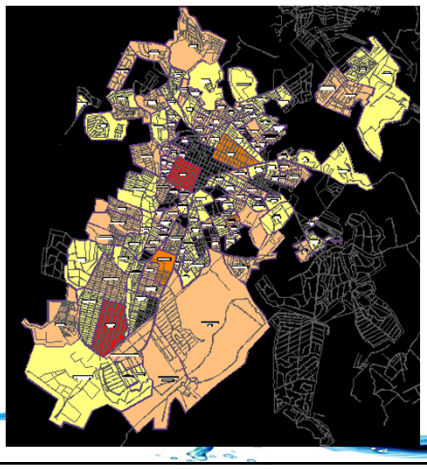
Orçamento dos equipamentos para pesquisa de vazamentos.

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.	02	3.250,00	6.500,00
	TOTAL			**137.449,00**

Vazamentos







Vermelho – mais de 10 vazamentos em 1 ano

Bairros: Morada do Sol e Centro

MACROMEDIÇÃO

MACROMEDIÇÃO

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

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

Medidor woltmann
Faixa de vazões Ø50=> 0,3 a 15 m^3/h
Ø75=> 0,5 a 40 m^3/h
Ø100=> 0,6 a 60 m^3/h
Ø150=> 1,6 a 150 m^3/h
Ø200=> 7,5 a 250 m^3/h
Ø250=> 10,0 a 400 m^3/h

MACROMEDIÇÃO

MEDIDOR ELETRO-MAGNÉTICO

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

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

CARRETEL x INSERÇÃO

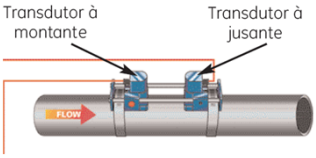
MEDIDOR ELETRO-MAGNÉTICO - INSERÇÃO

MEDIDOR ELETRO-MAGNÉTICO - CARRETEL

CARRETEL x INSERÇÃO

TIPO DE MEDIDOR	VANTAGENS	DESVANTAGENS
ELETRO-MAGNÉTICO Tipo carretel	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada. -Baixo índice de manutenção	-Necessário o corte da canalização para instalação.
ELETRO-MAGNÉTICO Tipo inserção Hot-Tap	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada.	-Necessário o corte da canalização para instalação.no modelo não Hot-Tap - índice alto de manutenção

MEDIDOR ULTRASSÔNICO

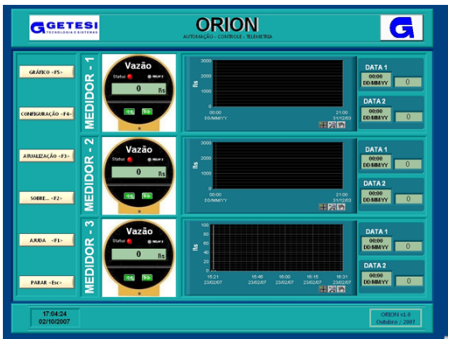


TIPO DE MEDIDOR	VANTAGENS	DESVANTAGENS
ULTRA-SÔNICO	-Permite a instalação e manutenção sem a interrupção da operação. -Permite a transmissão à distância.	-Alto Custo.

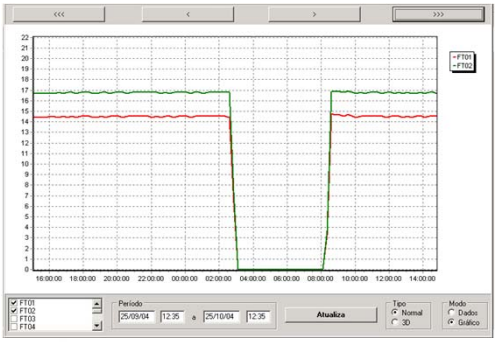
MEDIDOR WOLTMANN

TIPO DE MEDIDOR	VANTAGENS	DESVANTAGENS
HIDRÔMETRO Woltmann	-Com saída pulsante permite a transmissão à distância. -Vem calibrado de fábrica.	-Não indicado para água bruta -Necessário o corte da tubu- lação para instalação. -Apresenta desgaste de seus componentes girantes com o tempo.

MACROMEDIÇÃO - TELEMETRIA



MACROMEDIÇÃO - TELEMETRIA



MACROMEDIÇÃO - TELEMETRIA

Integral

Remoto

Medição de Nível dos Reservatórios

Sensores de Nível

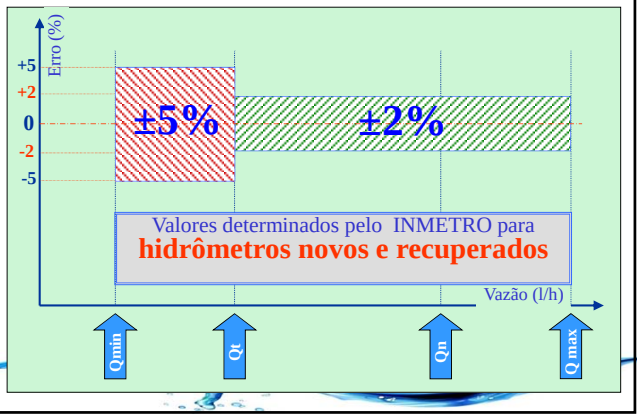
Ultrassônico

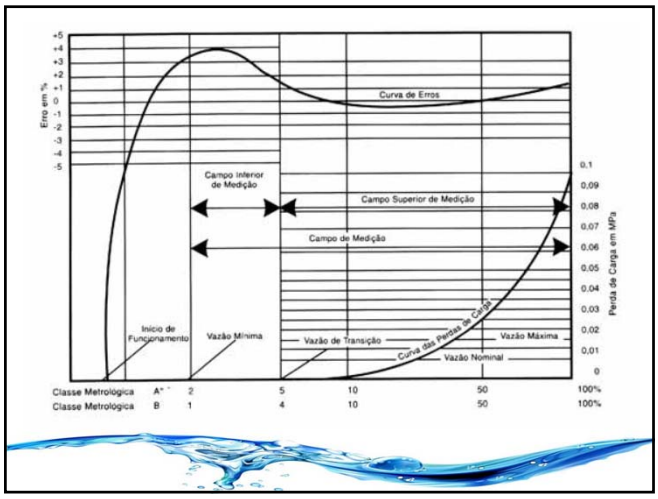
Transdutor de Pressão

Transmissor Hidrostático

MICROMEDIÇÃO

Curva de erros em hidrômetros





Classe Metrológica

Hidrômetro de 3m³/h

Classe Metrológica	Qn = 1.500 l/h	
	Vazão Mínima	Vazão Transição
A	40	150
B	30	120
C	15	22,5

Valores em l/h

Comparativo entre classes metrológicas

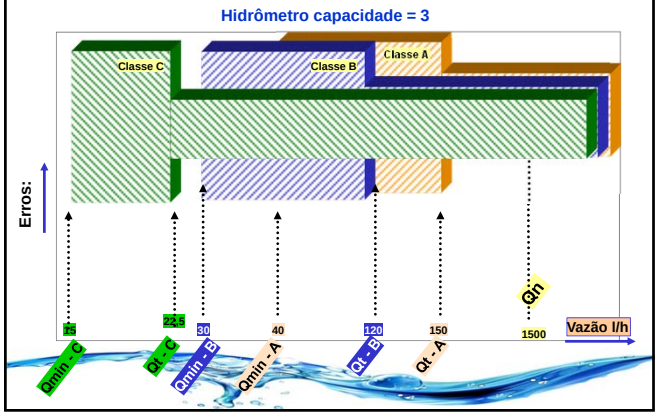


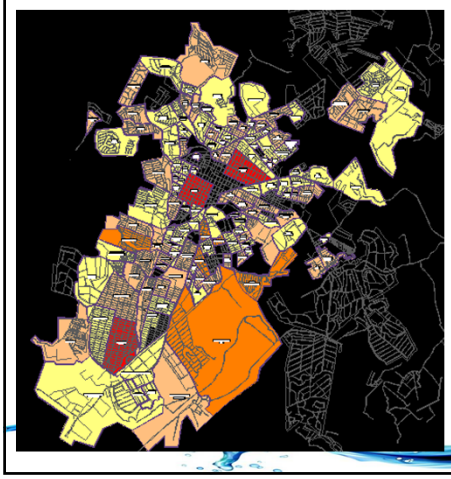
TABELA DE APLICAÇÃO DE HIDRÔMETROS

OBJETIVO: USO DE MEDIDORES DE CAPACIDADE E CLASSE METROLÓGICA ADEQUADAS AO CONSUMO DOS CLIENTES.

Micromedição

Tabela 37 - Relação de hidrômetros por período de instalação.

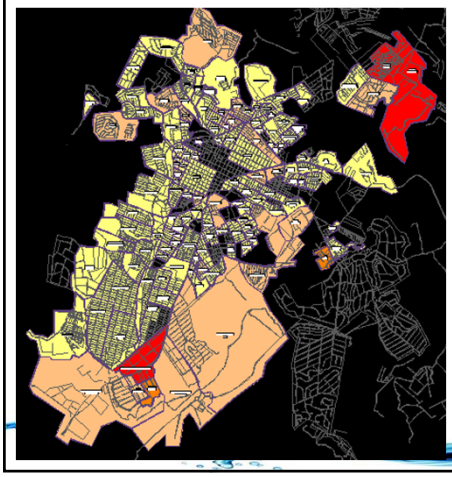
Ano de Instalação	Quantidade de Hidrômetros	Porcentagem (%)
Antes de 1980	834	1,5
Entre 1980 e 1990	12.521	21,9
Entre 1991 e 2000	15.647	27,4
Entre 2001 e 2003	5.864	10,3
Menos de 5 anos de uso	22.213	38,9
Total	**57.079**	**100,0**



Hidrômetros sem consumo

Vermelho – mais de 100 hidrômetros

Bairros: Morada do Sol, Centro e Cidade Nova 1



Consumo por ligação

Vermelho – mais de 100m³/lig.

Bairros: Distrito Industrial e Helvétia

Micromedição

Micromedição

Micromedição

Micromedição

Micromedição

Micromedição

Micromedição

Micromedição

Micromedição

Micromedição

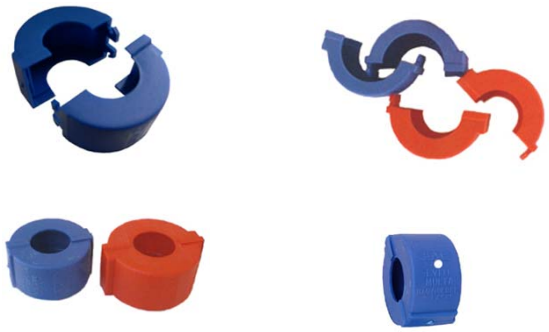
Micromedição

Micromedição

Micromedição

Caixa de Proteção

Lacre de Vedação



Corretamente instalado

METAS

Após a 1ª fase de implantação:

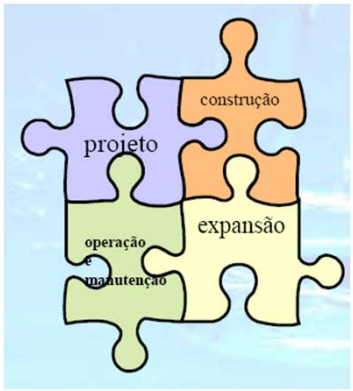
Índice de perdas = 35%

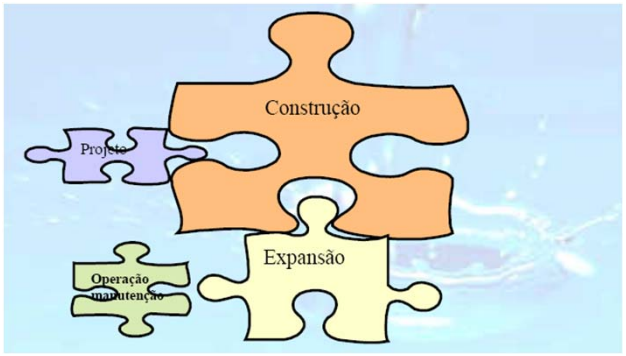
Após a 2ª fase de implantação:

Índice de perdas = 20% até 25%

PORQUE É TÃO FÁCIL PERDER ÁGUA E TÃO DIFÍCIL COMBATER AS PERDAS??

AFINAL, DO PONTO DE VISTA DA ENGENHARIA, SÃO AMPLAMENTE CONHECIDOS OS MODOS COMO AS PERDAS ACONTECEM E A ENERGIA ELÉTRICA É DESPERDIÇADA...





OBRIGADO

PRODUTO 02

2. Elaboração e/ou atualização do cadastro técnico das redes de adução e distribuição de água no município de Itapeva

A Equipe da Empresa Novaes Engenharia realizou visitas em campo visando cadastrar as principais unidades do sistema de abastecimento de água, bem como coletou informações existentes junto ao setor de Engenharia da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) de Itapeva.

Destaca-se que a COPASA já possuía um cadastro digital contendo o arruamento, rede de adução e distribuição entre outras informações necessárias. No entanto, foram realizadas reuniões junto aos profissionais da COPASA visando validar estas informações, sendo realizadas diversas alterações.

O município não possui cadastro topográfico da área urbana. Desta forma, foram geradas as curvas de níveis da área urbana do município de Itapeva através do software Google Earth, sendo que as imagens base foram de 02 de março de 2014.

No cadastro foram inseridos os novos loteamentos, bem como também cadastrados as informações necessárias para o sistema de distribuição de água.

Para todo cadastro foi padronizado as cores das tubulações, simbologias para reservatórios e elevatórias, bem como os tamanhos dos textos.

Desta forma, no anexo 2.1 são apresentados os mapas contendo o cadastro do sistema de abastecimento de água do município de Itapeva, em escala 1:2.000, contendo:

- arruamento com devidos nomes;
- bairros;
- adutoras;
- redes de distribuição;
- reservatórios;
- ETA;
- elevatórias e boosters.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Na Tabela 2.1 são apresentas as atividades desenvolvidas para elaboração do Produto 02.

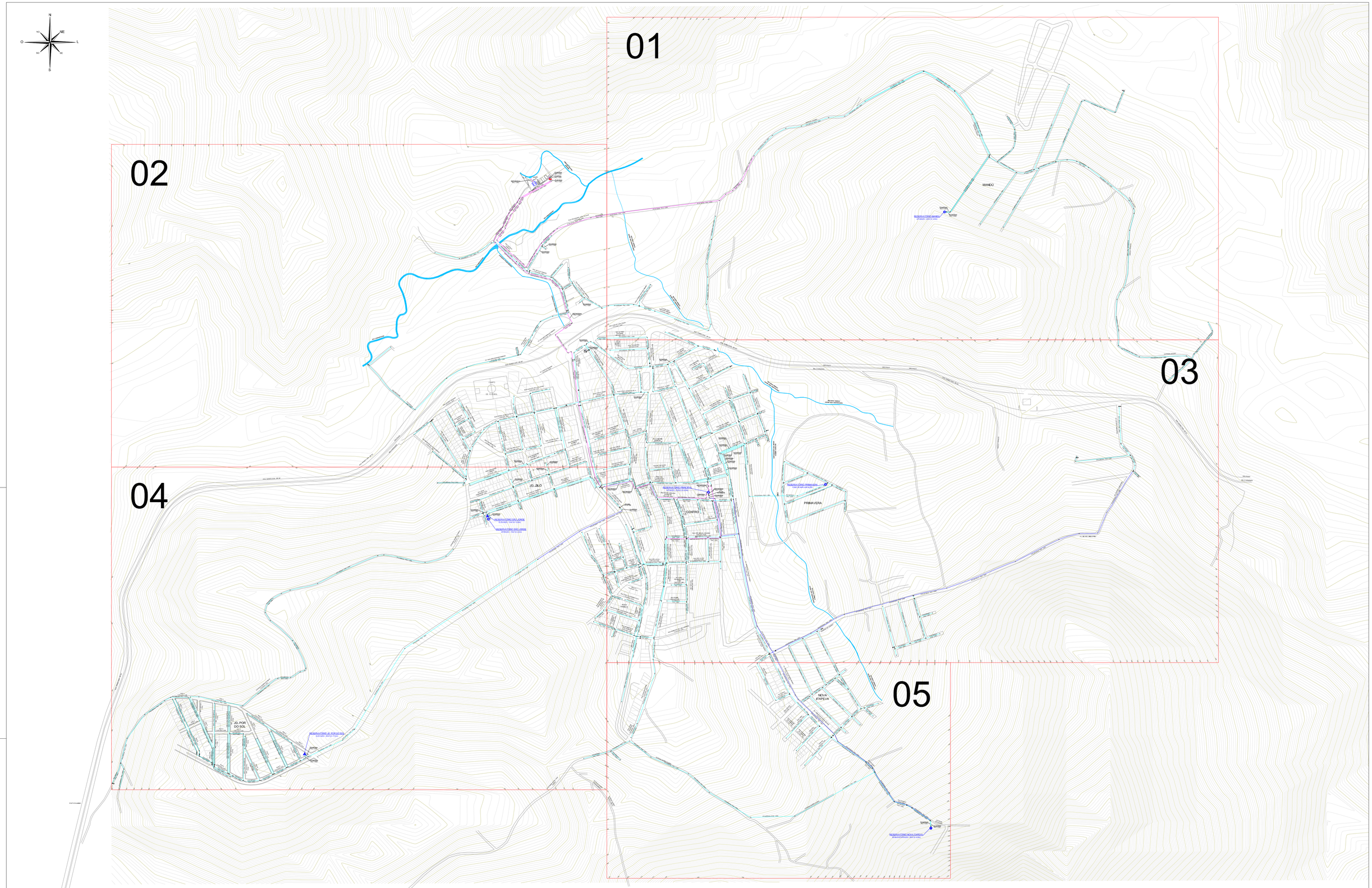
Tabela 2.1 Atividades Desenvolvidas para elaboração do Produto 02

Atividades	**Período**			
	23/07	**23/08**	**23/09**	**23/10**
Visitas em campo, bem como no setor de engenharia da COPASA para coletar as informações iniciais do sistema de abastecimento de água				
Cadastramento em software CAD das informações coletadas e obtidas junto a COPASA				
Geração das curvas de níveis através do software Google Earth				
Reuniões junto ao setor de engenharia da COPASA visando validar os dados cadastrados no sistema de abastecimento de água de Itapeva				

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

ANEXO 2.1

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br



Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM		Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM	
ETA	7482305.32 S	374172.61 E	Reserv. Nova Itapeva	7480200.21 S	375471.69 E
Booster Jd. Por do Sol	7481282.44 S	374411.42 E	Reserv. Primavera	7481315.00 S	375102.00 E
Booster Mandú	7482326.00 S	374205.00 E	Reserv. Principal	7481294.00 S	374724.00 E
Booster Nova Itapeva	7481279.00 S	374727.00 E	Reserv. São Jorge Apoiado	7481220.00 S	374006.00 E
Booster Principal	7482326.00 S	374204.00 E	Reserv. São Jorge Elevado	7481216.00 S	374007.00 E
Reserv. Jd. Por do Sol	7480434.81 S	373427.37 E	Captação	7482322.55 S	374157.65 E
Reserv. Mandú	7482207.13 S	375492.91 E			

ABREVIATURAS - MATERIAL DA REDE

1 - FF (Ferro Fundido)	4 - AG (Aço Galvanizado)	7 - CA (Cimento Amianto)
2 - FG (Ferro Galvanizado)	5 - PVC (Cloreto Polivinila)	8 - DEFF (PVC DEFF)
3 - Aço (Aço)	6 - PBA (PVC PBA)	9 - PEAD (Polietileno Alta Densidade)

CARACTERIZAÇÃO DE UM TRECHO

Material - Diâmetro Nominal (mm) - Prof. (m)

SIMBOLOGIA

- Tê
- Tê com Redução
- Cruzeta
- Cruzeta com Redução
- Junção 45°
- Luva
- Curva 11°15'
- Curva 22°30'
- Curva 45°
- Curva 90°
- Cap
- Redução
- Registro
- Hidrante
- Retenção
- Ventosa
- Descarga
- Macromedidor
- Válvula Redutora de Pressão
- Booster
- Bomba
- Cruzamento de Redes sem interligação
- Poço
- Captação
- Reservatório Apoiado
- Reservatório Elevado
- Reservatório Enterrado
- Reservatório Semi-Enterrado
- ETA

LEGENDA DE TUBULAÇÕES

- DN < 100mm
- DN = 100mm
- DN >100mm

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

Executado por:

NOVAES ENGENHARIA

Rua Bento Carlos, nº 672,
Centro • CEP: 13560-660
São Carlos • SP
(16) 3412 • 5060

PLANO DIRETOR PARA COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

ANEXO 2.1 - BASE CADASTRAL COM AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (PLANTA GERAL)

Eng. Projetista: Luciano Farias de Novaes		
Eng. Responsável: Luciano Farias de Novaes		
ART: 92221220140982674		
Desenhista: Maria Lygia Nasser		Rev.: 02/03/15 (L)
Esc.: 1:5.500	Data: Março/2015	Folha: 01/01

PCJ Agência das Bacias PCJ

Prefeitura Municipal de Itapeva - MG

FOLHA: A1
(594X841)

Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM		Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM	
ETA	7482305.32 S	374172.61 E	Reserv. Nova Itapeva	7480200.21 S	375471.69 E
Booster Jd. Por do Sol	7481282.44 S	374411.42 E	Reserv. Primavera	7481315.00 S	375102.00 E
Booster Mandú	7482326.00 S	374205.00 E	Reserv. Principal	7481294.00 S	374724.00 E
Booster Nova Itapeva	7481279.00 S	374727.00 E	Reserv. São Jorge Apoiado	7481220.00 S	374006.00 E
Booster Principal	7482326.00 S	374204.00 E	Reserv. São Jorge Elevado	7481216.00 S	374007.00 E
Reserv. Jd. Por do Sol	7480434.81 S	373427.37 E	Captação	7482322.55 S	374157.65 E
Reserv. Mandú	7482207.13 S	375492.91 E			

ABREVIATURAS - MATERIAL DA REDE

1 - FF (Ferro Fundido)
2 - FG (Ferro Galvanizado)
3 - Aço (Aço)
4 - AG (Aço Galvanizado)
5 - PVC (Cloreto Polivinila)
6 - PBA (PVC PBA)
7 - CA (Cimento Amianto)
8 - DEFF (PVC DEFF)
9 - PEAD (Polietileno Alta Densidade)

CARACTERIZAÇÃO DE UM TRECHO

Material - Diâmetro Nominal (mm) - Prof. (m)

SIMBOLOGIA

Tê
Tê com Redução
Cruzeta
Cruzeta com Redução
Junção 45°
Luva
Curva 11°15'
Curva 22°30'
Curva 45°
Curva 90°
Cap
Redução
Registro
Hidrante
Retenção
Ventosa
Descarga
Macromedidor
Válvula Redutora de Pressão
Booster
Bomba
Cruzamento de Redes sem interligação
Poço
Captação
Reservatório Apoiado
Reservatório Elevado
Reservatório Enterrado
Reservatório Semi-Enterrado
ETA

LEGENDA DE TUBULAÇÕES

DN < 100mm
DN = 100mm
DN >100mm

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

01

Executado por: NOVAES ENGENHARIA

Rua Bento Carlos, nº 672,
Centro - CEP: 13560-660
São Carlos - SP
(16) 3412 - 5060

Eng. Projetista: Luciano Farias de Novaes
Eng. Responsável: Luciano Farias de Novaes
ART: 92221220140982674
Desenhista: Maria Lygia Nasser | Rev.: 02/03/15 (L)
Esc.: 1:2.000 | Data: Março/2015 | Folha: 01/05

PLANO DIRETOR PARA COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

ANEXO 2.1 - BASE CADASTRAL COM AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Agência das Bacias PCJ

Prefeitura Municipal de Itapeva - MG

FOLHA: A1
(594X1030)

Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM		Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM	
ETA	7482305.32 S	374172.61 E	Reserv. Nova Itapeva	7480200.21 S	375471.69 E
Booster Jd. Por do Sol	7481282.44 S	374411.42 E	Reserv. Primavera	7481315.00 S	375102.00 E
Booster Mandú	7482326.00 S	374205.00 E	Reserv. Principal	7481294.00 S	374724.00 E
Booster Nova Itapeva	7481279.00 S	374727.00 E	Reserv. São Jorge Apolado	7481220.00 S	374006.00 E
Booster Principal	7482326.00 S	374204.00 E	Reserv. São Jorge Elevado	7481216.00 S	374007.00 E
Reserv. Jd. Por do Sol	7480434.81 S	373427.37 E	Captação	7482322.55 S	374157.65 E
Reserv. Mandú	7482207,13 S	375492.91 E			

ABREVIATURAS - MATERIAL DA REDE

1 - FF (Ferro Fundido)	4 - AG (Aço Galvanizado)	7 - CA (Cimento Amianto)
2 - FG (Ferro Galvanizado)	5 - PVC (Cloreto Polivinila)	8 - DEFF (PVC DEFF)
3 - Aço (Aço)	6 - PBA (PVC PBA)	9 - PEAD (Polietileno Alta Densidade)

CARACTERIZAÇÃO DE UM TRECHO

Material - Diâmetro Nominal (mm) - Prof. (m)

SIMBOLOGIA

Tê; Tê com Redução; Cruzeta; Cruzeta com Redução; Junção 45°; Luva; Curva 11°15'; Curva 22°30'; Curva 45°; Curva 90°; Cap; Redução; Registro; Hidrante; Retenção; Ventosa; Descarga; Macromedidor; Válvula Redutora de Pressão; Booster; Bomba; Cruzamento de Redes sem interligação; Poço; Captação; Reservatório Apoiado; Reservatório Elevado; Reservatório Enterrado; Reservatório Semi-Enterrado; ETA

LEGENDA DE TUBULAÇÕES

DN < 100mm
DN = 100mm
DN >100mm

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM		Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM	
ETA	7482305.32 S	374172.61 E	Reserv. Nova Itapeva	7480200.21 S	375471.69 E
Booster Jd. Por do Sol	7481282.44 S	374411.42 E	Reserv. Primavera	7481315.00 S	375102.00 E
Booster Mandú	7482326.00 S	374205.00 E	Reserv. Principal	7481294.00 S	374724.00 E
Booster Nova Itapeva	7481279.00 S	374727.00 E	Reserv. São Jorge Apoiado	7481220.00 S	374006.00 E
Booster Principal	7482326.00 S	374204.00 E	Reserv. São Jorge Elevado	7481216.00 S	374007.00 E
Reserv. Jd. Por do Sol	7480434.81 S	373427.37 E	Captação	7482322.55 S	374157.65 E
Reserv. Mandú	7482207.13 S	375492.91 E			

ABREVIATURAS - MATERIAL DA REDE

1 - FF (Ferro Fundido)
2 - FG (Ferro Galvanizado)
3 - Aço (Aço)
4 - AG (Aço Galvanizado)
5 - PVC (Cloreto Polivinila)
6 - PBA (PVC PBA)
7 - CA (Cimento Amianto)
8 - DEFF (PVC DEFF)
9 - PEAD (Polietileno Alta Densidade)

CARACTERIZAÇÃO DE UM TRECHO

Material - Diâmetro Nominal (mm) - Prof. (m)

SIMBOLOGIA

Tê
Tê com Redução
Cruzeta
Cruzeta com Redução
Junção 45°
Luva
Curva 11°15'
Curva 22°30'
Curva 45°
Curva 90°
Cap
Redução
Registro
Hidrante
Retenção
Ventosa
Descarga
Macromedidor
Válvula Redutora de Pressão
Booster
Bomba
Cruzamento de Redes sem interligação
Poço
Captação
Reservatório Apoiado
Reservatório Elevado
Reservatório Enterrado
Reservatório Semi-Enterrado
ETA

LEGENDA DE TUBULAÇÕES

DN < 100mm
DN = 100mm
DN >100mm

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

03

Executado por:

NOVAES ENGENHARIA

Rua Bento Carlos, nº 672,
Centro - CEP: 13560-660
São Carlos - SP
(16) 3412 - 5060

PLANO DIRETOR PARA COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

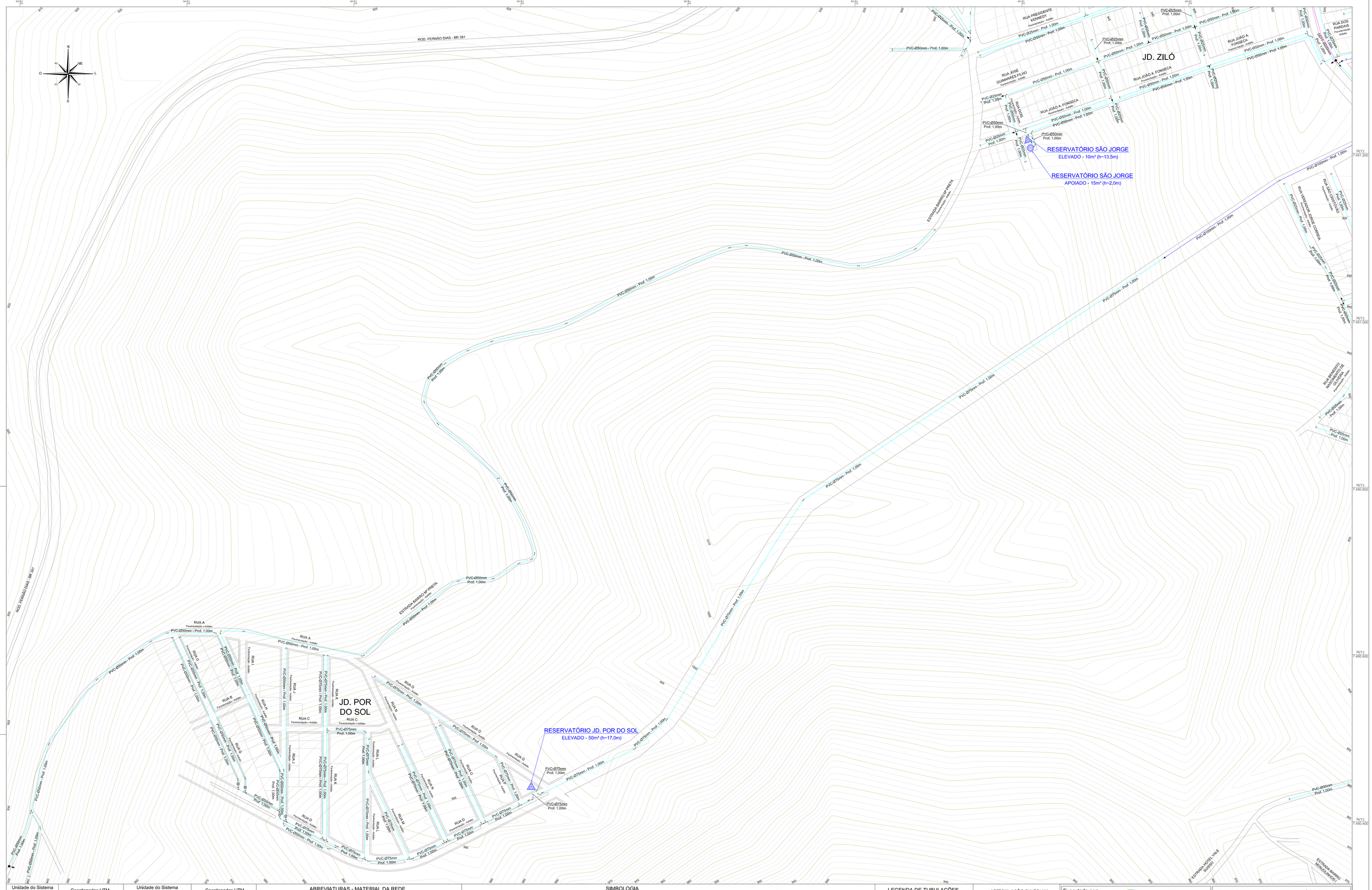
ANEXO 2.1 - BASE CADASTRAL COM AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Eng. Projetista: Luciano Farias de Novaes
Eng. Responsável: Luciano Farias de Novaes
ART: 92221220140982674
Desenhista: Maria Lygia Nasser | Rev.: 02/03/15 (L)
Esc.: 1:2.000 | Data: Março/2015 | Folha: 03/05

Agência das Bacias PCJ

Prefeitura Municipal de Itapeva - MG

FOLHA: A1
(594X1030)



Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM		Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM	
ETA	7482305.32 S	374172.61 E	Reserv. Nova Itapeva	7480200.21 S	375471.69 E
Booster Jd. Por do Sol	7481282.44 S	374411.42 E	Reserv. Primavera	7481315.00 S	375102.00 E
Booster Mandú	7482326.00 S	374205.00 E	Reserv. Principal	7481294.00 S	374724.00 E
Booster Nova Itapeva	7481279.00 S	374727.00 E	Reserv. São Jorge Apolado	7481220.00 S	374006.00 E
Booster Principal	7482326.00 S	374204.00 E	Reserv. São Jorge Elevado	7481216.00 S	374007.00 E
Reserv. Jd. Por do Sol	7480434.81 S	373427.37 E	Captação	7482322.55 S	374157.65 E
Reserv. Mandú	7482207,13 S	375492.91 E			

ABREVIATURAS - MATERIAL DA REDE

1 - FF (Ferro Fundido)	4 - AG (Aço Galvanizado)	7 - CA (Cimento Amianto)
2 - FG (Ferro Galvanizado)	5 - PVC (Cloreto Polivinila)	8 - DEFF (PVC DEFF)
3 - Aço (Aço)	6 - PBA (PVC PBA)	9 - PEAD (Polietileno Alta Densidade)

CARACTERIZAÇÃO DE UM TRECHO

Material - Diâmetro Nominal (mm) - Prof. (m)

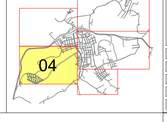
SIMBOLOGIA

- Tê
- Tê com Redução
- Cruzeta
- Cruzeta com Redução
- Junção 45°
- Luva
- Curva 11°15'
- Curva 22°30'
- Curva 45°
- Curva 90°
- Cap
- Redução
- Registro
- Hidrante
- Retenção
- Bomba
- Ventosa
- Descarga
- Macromedidor
- Válvula Redutora de Pressão
- Booster
- Cruzamento de Redes sem interligação
- Poço
- Captação
- Reservatório Apoiado
- Reservatório Elevado
- Reservatório Enterrado
- Reservatório Semi-Enterrado
- ETA

LEGENDA DE TUBULAÇÕES

- DN < 100mm
- DN = 100mm
- DN >100mm

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



Executado por:

NOVAES ENGENHARIA

Rua Bento Carlos, nº 672,
Centro - CEP: 13560-660
São Carlos - SP
(16) 3412 - 5060

PLANO DIRETOR PARA COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

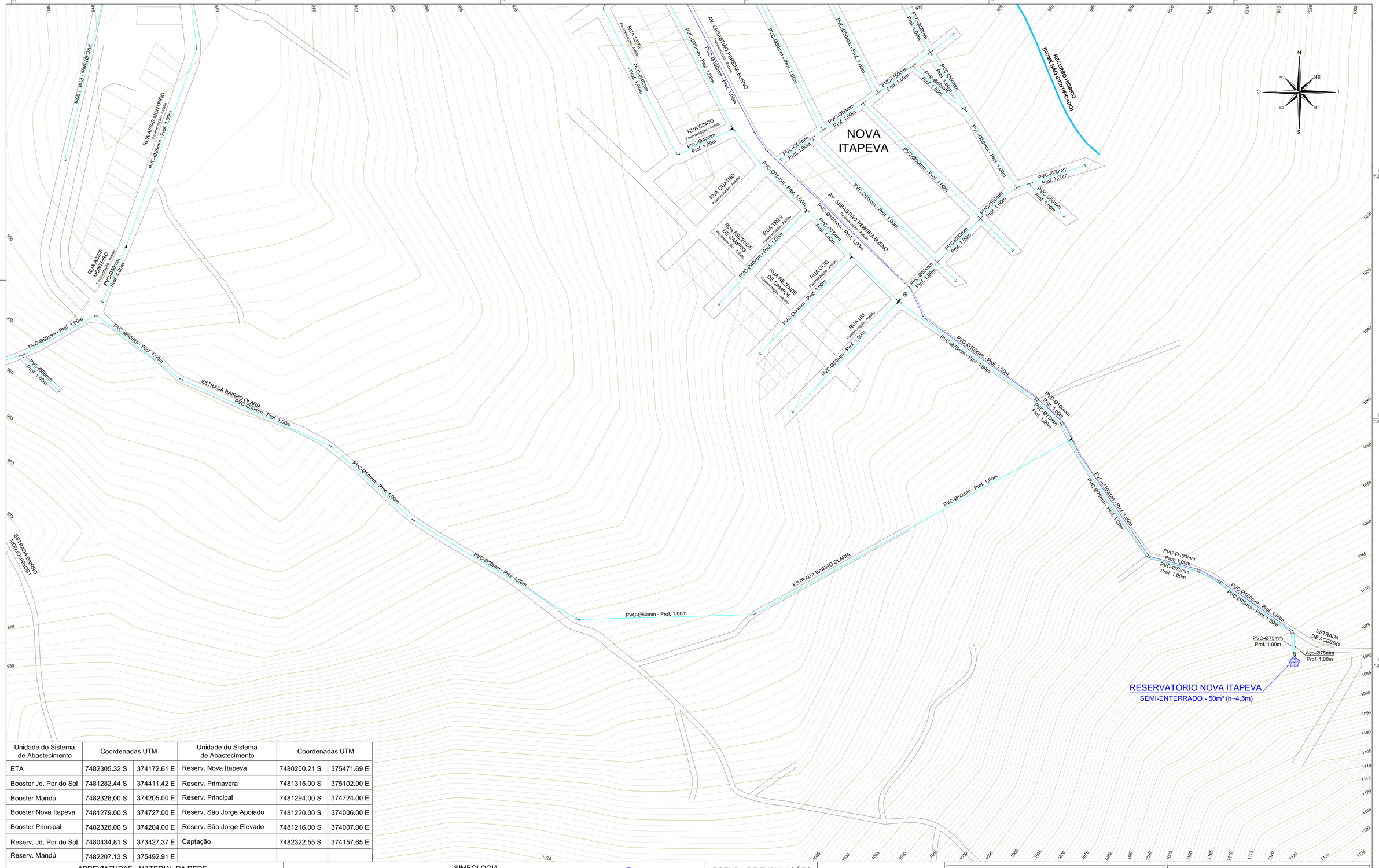
ANEXO 2.1 - BASE CADASTRAL COM AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Eng. Projetista: Luciano Farias de Novaes	
Eng. Responsável: Luciano Farias de Novaes	
ART: 92221220140982674	
Desenhista: Maria Lygia Nasser	Rev.: 02/03/15 (L)
Esc.: 1:2.000	Data: Março/2015
	Folha: 04/05

Agência das Bacias PCJ

Prefeitura Municipal de Itapeva - MG

FOLHA: A1
(594X841)



Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM		Unidade do Sistema de Abastecimento	Coordenadas UTM	
ETA	7482305.32 S	374172.61 E	Reserv. Nova Itapeva	7480200.21 S	375471.69 E
Booster Jd. Por do Sol	7481282.44 S	374411.42 E	Reserv. Primavera	7481315.00 S	375102.00 E
Booster Mandú	7482326.00 S	374205.00 E	Reserv. Principal	7481294.00 S	374724.00 E
Booster Nova Itapeva	7481279.00 S	374727.00 E	Reserv. São Jorge Apoiado	7481220.00 S	374006.00 E
Booster Principal	7482326.00 S	374204.00 E	Reserv. São Jorge Elevado	7481216.00 S	374007.00 E
Reserv. Jd. Por do Sol	7480434.81 S	373427.37 E	Captação	7482322.55 S	374157.65 E
Reserv. Mandú	7482207.13 S	375492.91 E			

ABREVIATURAS - MATERIAL DA REDE

1 - FF (Ferro Fundido)
2 - FG (Ferro Galvanizado)
3 - Aço (Aço)
4 - AG (Aço Galvanizado)
5 - PVC (Cloreto Polivinila)
6 - PBA (PVC PBA)
7 - CA (Cimento Amianto)
8 - DEFF (PVC DeFoFo)
9 - PEAD (Polietileno Alta Densidade)

CARACTERIZAÇÃO DE UM TRECHO

Material - Diâmetro Nominal (mm) - Prof. (m)

SIMBOLOGIA

Tê
Tê com Redução
Cruzeta
Cruzeta com Redução
Junção 45°
Luva
Curva 11°15'
Curva 22°30'
Curva 45°
Curva 90°
Cap
Redução
Registro
Hidrante
Retenção
Ventosa
Descarga
Macromedidor
Válvula Redutora de Pressão
Booster
Bomba
Cruzamento de Redes sem interligação
Poço
Captação
Reservatório Apoiado
Reservatório Elevado
Reservatório Enterrado
Reservatório Semi-Enterrado
ETA

LEGENDA DE TUBULAÇÕES

DN < 100mm
DN = 100mm
DN >100mm

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

Executado por:

NOVAES ENGENHARIA

Rua Bento Carlos, nº 672,
Centro - CEP: 13560-660
São Carlos - SP
(16) 3412 - 5060

PLANO DIRETOR PARA COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

ANEXO 2.1 - BASE CADASTRAL COM AS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Eng. Projetista: Luciano Farias de Novaes
Eng. Responsável: Luciano Farias de Novaes
ART: 92221220140982674
Desenhista: Maria Lygia Nasser | Rev.: 02/03/15 (L)
Esc.: 1:2.000 | Data: Março/2015 | Folha: 05/05

Agência das Bacias PCJ

Prefeitura Municipal de Itapeva - MG

FOLHA: A2
(420x594)

PRODUTO 03

3. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO

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, considerando as principais vazões, volumes e pressões.

Após visita em campo para levantamento do sistema, foi elaborado um esquema hidráulico contendo todas as unidades operacionais do sistema de abastecimento de água, desde a captação até a distribuição, o qual está sendo apresentado no Anexo 3.1.

No Anexo 3.2 esta sendo apresentado o esquema hidráulico contendo a localização dos pontos de monitoramento 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.

3.1. Procedimento para Medição de Vazão com Medidor Ultrassônico

Na Figura 3.1. 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 seqüência é apresentado o procedimento para realização do monitoramento das vazões através do medidor ultrassônico.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.1. Ilustração do Medidor ultrassônico

3.1.1. Teoria de operação do Medidor Ultrassônico

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

3.1.2. 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. Após este procedimento irá acender uma luz verde e esta ficará acesa sinalizando que existe comunicação. Na Figura 3.2 é apresentada à ilustração da comunicação entre o Palm e a Unidade Eletrônica.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.2. Ilustração da comunicação entre o Palm e Unidade Eletrônica

3.1.3. 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.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

3.1.4. 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 3.3 é apresentado o ponto onde foi instalado os transdutores em uma tubulação vertical, respeitando a distância de uma curva de 90º existente a montante do ponto de instalação do equipamento.

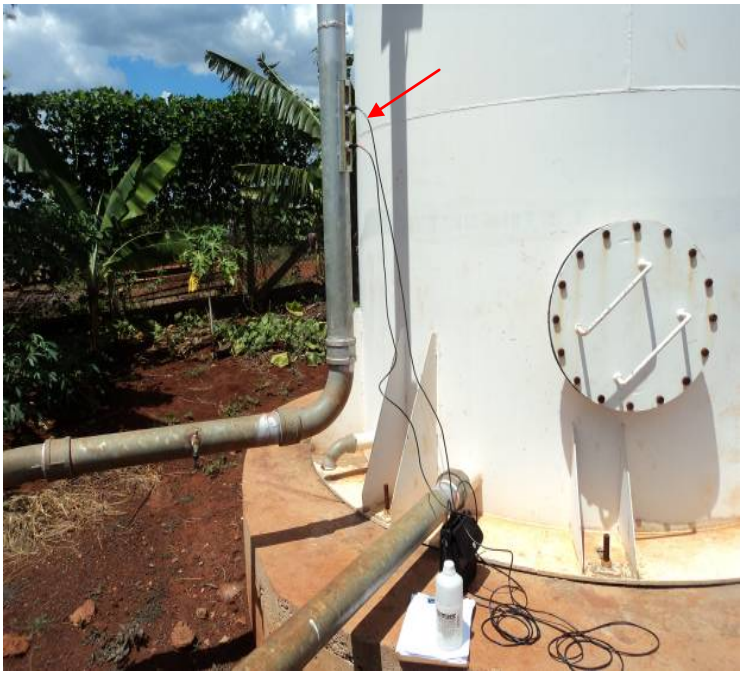


Figura 3.3. Ilustração da posição de escolha para instalação do medidor Ultrassônico (tubulação vertical)

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

3.1.5. 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. Para tanto deverá ser removida a ferrugem e incrustação existente na superfície do tubo, bem como 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 3.4 é apresentada à ilustração do medidor Ultrassônico instalado em uma tubulação.

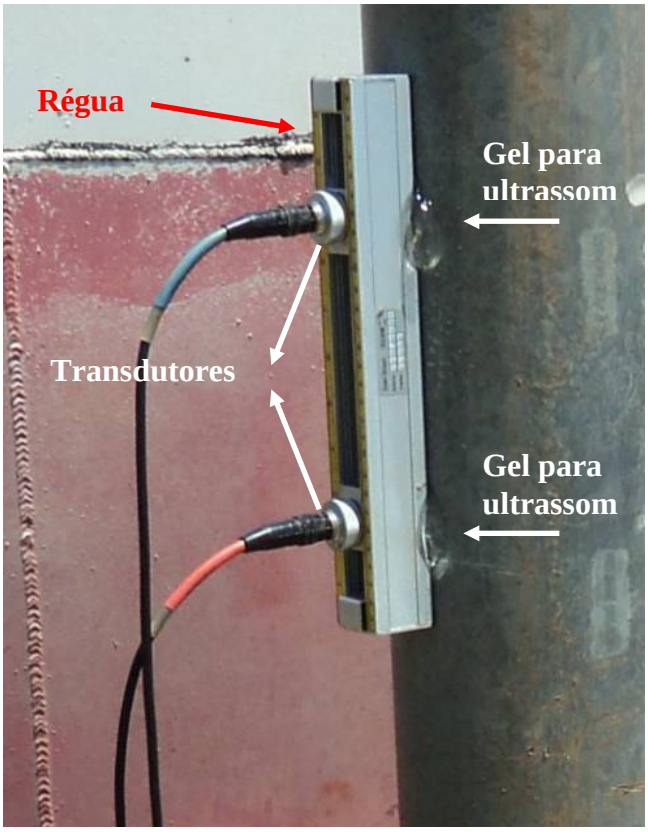


Figura 3.4. Ilustração do medidor Ultrassônico instalado

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

3.1.6. 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 3.5 é apresentada ilustração da conexão entre os transdutores e a Unidade Eletrônica.

Figura 3.5. Ilustração da conexão entre os transdutores e a Unidade Eletrônica

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

3.2.1. 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.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Na Figura 3.6 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 3.6. Estação Pitométrica (EP)

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

Antes de instalar a máquina Miller, deve ser colocado um anel de borracha na base da máquina o qual tem como função vedar a passagem da água (Figura 3.7).

Figura 3.7. Colocação do anel de borracha

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

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 3.8).

Figura 3.8. 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 3.9 a 3.11).

Figura 3.9. Broca encaixada na base da máquina

Figura 3.10. Colocação da máquina no suporte

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.11. Máquina Miller instalada em uma tubulação

Após colocar a máquina, contendo na base à 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 3.12). Ao furar a tubulação é também feito, na seqüência, rosca neste furo, na qual será rosqueada a EP (Estação Pitométrica).

Figura 3.12. Momento em que a tubulação é furada

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

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 3.13). 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 3.13. 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 3.14).

Figura 3.14. Momento em que a EP está sendo rosqueada na tubulação

Na Figura 3.15 é apresentada uma Estação Pitométrica instalada em uma tubulação de água.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.15. 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 3.16 e 3.17), com o intuito de obter a área real da seção transversal da tubulação.

Figura 3.16. Equipamento Calibre

Figura 3.17. 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 3.18 a 3.22. Através desta diferença de pressão é possível calcular a velocidade com que a água passa no tubo através da pitometria.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.18. Tubo Pitot utilizado para medição de vazão e pressão em tubulação de água

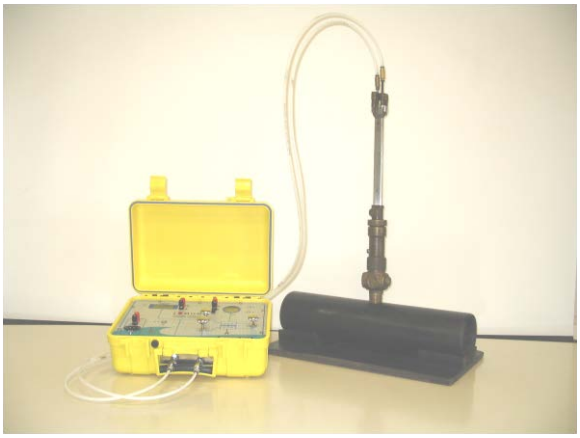


Figura 3.19. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão

Figura 3.20. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão

Figura 3.21. Tubo Pitot inserido em uma tubulação e conectado a um equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão

Figura 3.22. Equipamento que contém um sensor de diferencial de pressão

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

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.

3.3. Realização das medições de vazão e pressão para determinação dos parâmetros hidráulicos do sistema de abastecimento de água

3.3.1. Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão

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

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 Itapeva.

3.3.2. Vazões monitoradas através de medidor ultrassônico

Foram realizadas neste trabalho quatro medições de vazão através de medidor ultrassônico em pontos distintos do sistema de abastecimento de água, sendo estes:

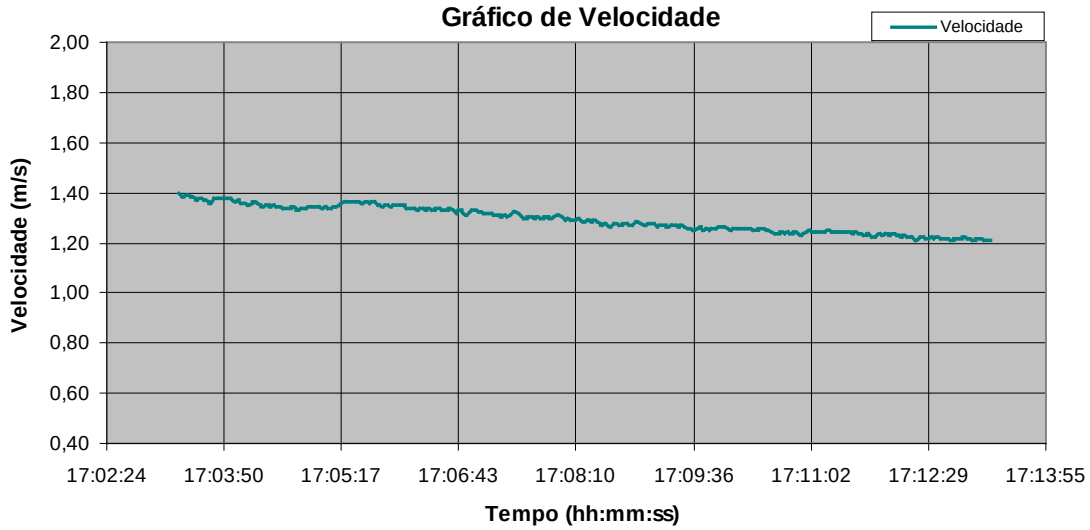
- Medição 01: Recalque Booster Por do Sol para o Reservatório Jardim Por do Sol;
- Medição 02: Chegada Reservatório Mandú (Bomba B1 em operação);
- Medição 03: Chegada Reservatório Nova Itapeva;
- Medição 04: Chegada Reservatório São Jorge.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

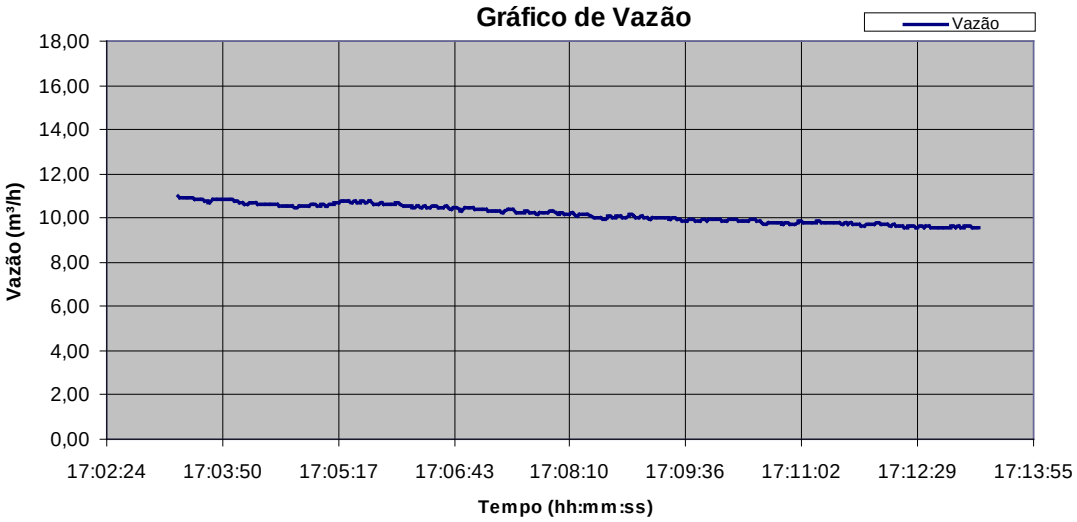
Na sequência são apresentados os gráficos de velocidade e vazão referentes ao monitoramento de vazão com o medidor ultrassônico realizado no sistema de abastecimento de água de Itapeva.

MEDIÇÃO 01 – ULTRASSÔNICO

Local: Recalque do Booster Por do Sol **– Diâmetro: 50mm**



Vel. Mínima=	1,21	m/s
Vel. Média=	**1,29**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,39	m/s

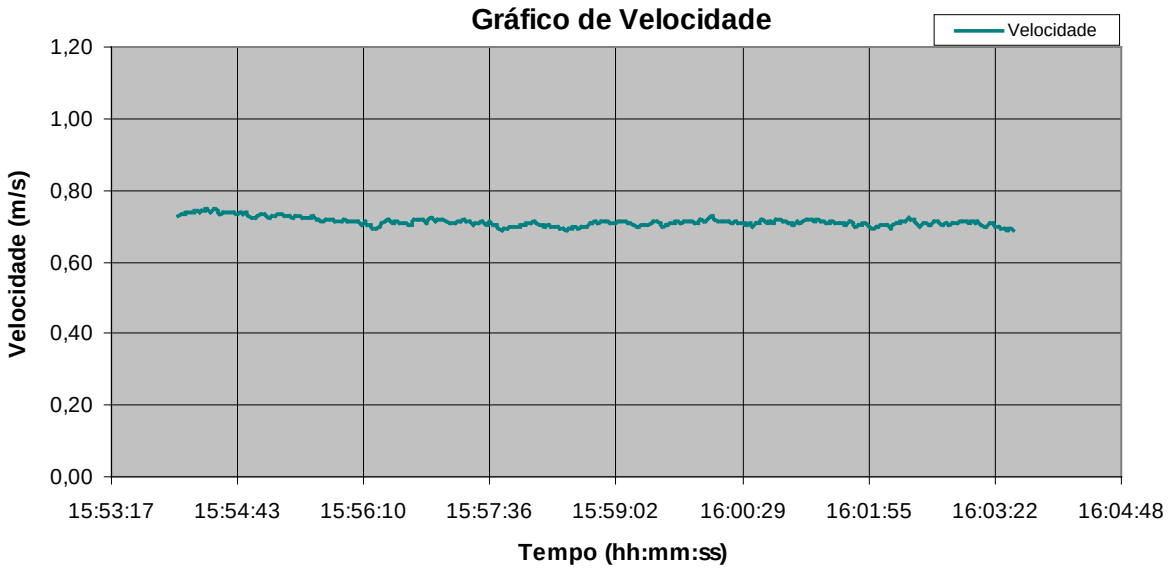


Vazão mín=	9,53	m³/h
Vazão méd.=	**10,19**	**m³/h**
Vazão máx=	10,99	m³/h

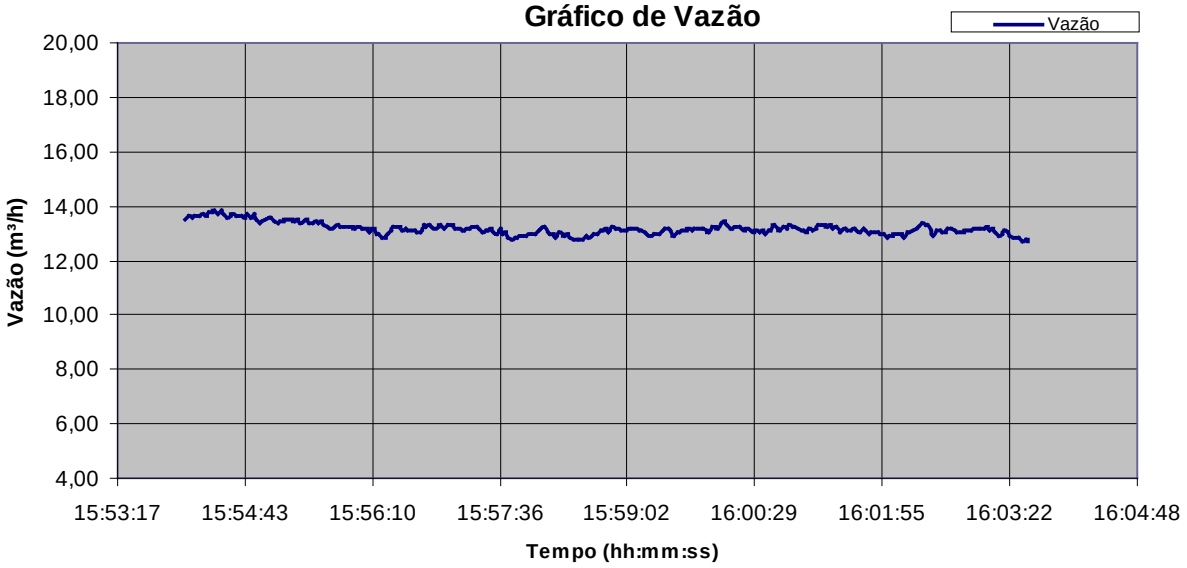
Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

MEDIÇÃO 02 – ULTRASSÔNICO

Local: Chegada Reservatório Mandú **– Diâmetro: 75mm**



Vel. Mínima=	0,69	m/s
Vel. Média=	**0,71**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,75	m/s

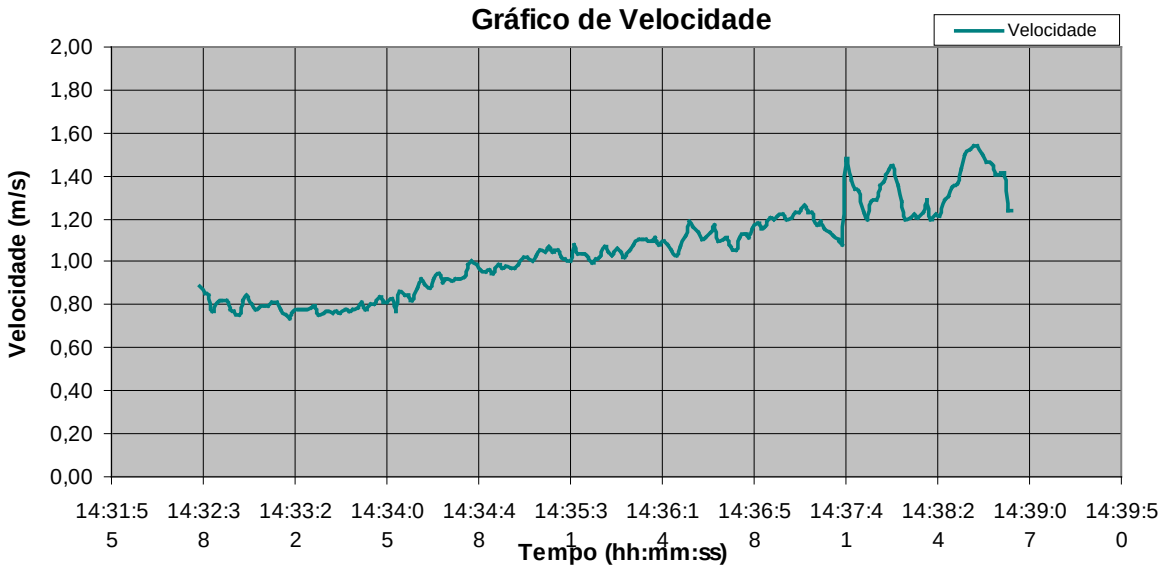


Vazão mín=	12,69	m³/h
Vazão méd.=	**13,17**	**m³/h**
Vazão máx=	13,86	m³/h

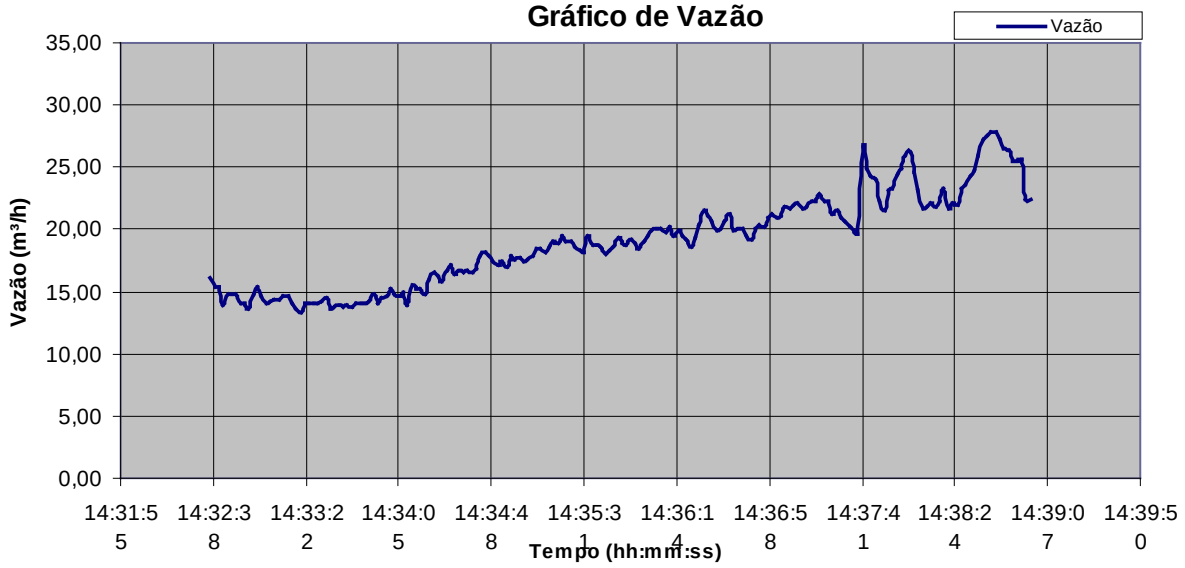
Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

MEDIÇÃO 03 – ULTRASSÔNICO

Local: Chegada Reservatóiro Nova Itapeva **– Diâmetro: 75mm**



Vel. Mínima=	0,73	m/s
Vel. Média=	**1,05**	**m/s**
Vel. Máxima=	1,54	m/s

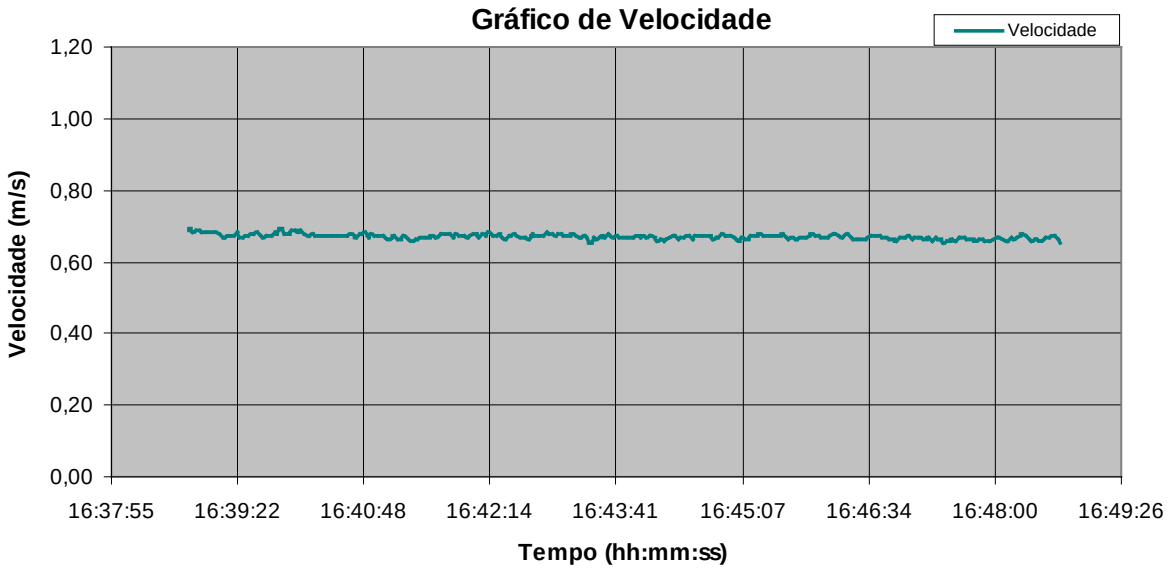


Vazão mín=	13,30	m³/h
Vazão méd.=	**19,02**	**m³/h**
Vazão máx=	27,84	m³/h

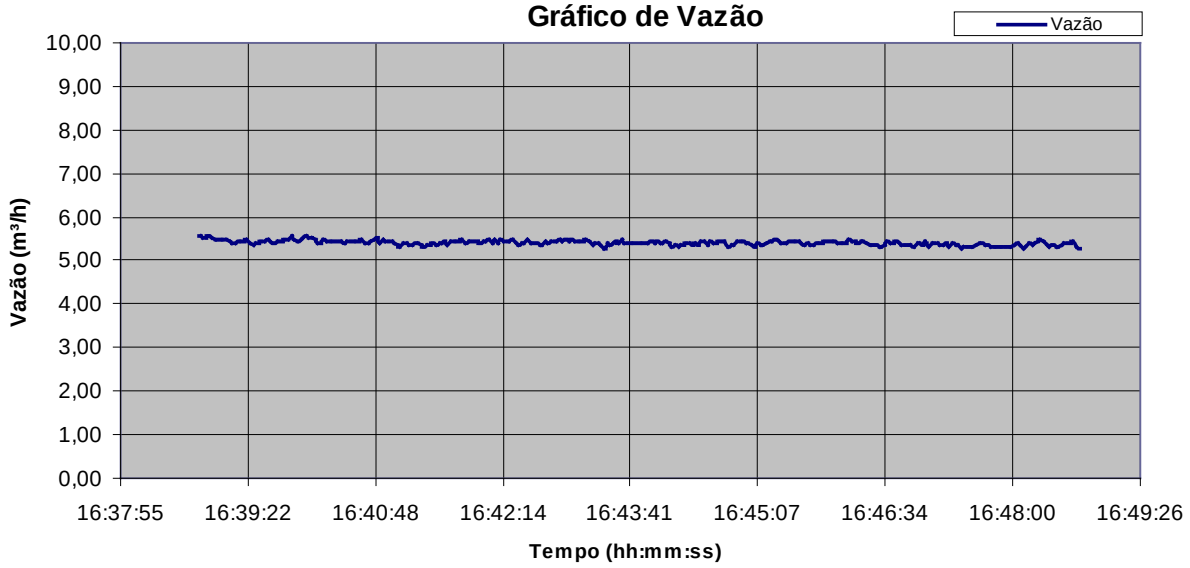
Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

MEDIÇÃO 04 – ULTRASSÔNICO

Local: Reservatório São Jorge **– Diâmetro: 50mm**



Vel. Mínima=	0,65	m/s
Vel. Média=	**0,67**	**m/s**
Vel. Máxima=	0,69	m/s



Vazão mín=	5,28	m³/h
Vazão méd.=	**5,41**	**m³/h**
Vazão máx=	5,58	m³/h

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

A Tabela 3.1 apresenta as velocidades e vazões médias obtidas com o medidor ultrassônico no sistema de abastecimento de água de Itapeva.

Tabela 3.1. Resumo geral com vazões e velocidades médias obtidas no medidor ultrassônico

Medição	Local	Velocidade média (m/s)	Vazão média (m^3/h)
01	Booster Por do Sol	1,29	10,19
02	Chegada Reservatório Mandú	0,71	13,17
03	Chegada Reservatório Nova Itapeva	1,05	19,02
04	Chegada Reservatório São Jorge	0,67	5,41

Nas Figuras 3.23 a 3.26 são apresentadas imagens dos monitoramentos realizados com medidor de vazão ultrassônico no sistema de abastecimento de água de Itapeva.

Figura 3.23. Vista da Medição 01

Figura 3.24. Vista da Medição 02

Figura 3.25. Vista da Medição 03

Figura 3.26. Vista da Medição 04

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

3.3.3. Vazões Monitoradas através de Pitometria

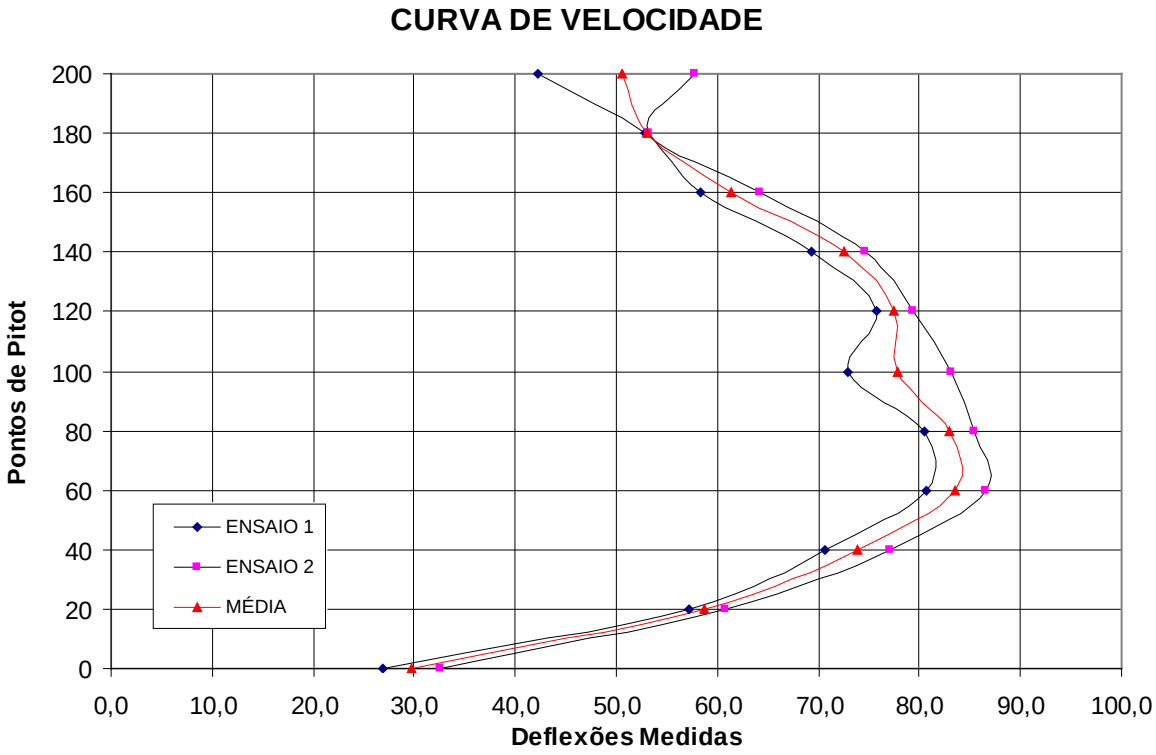
Para a realização da medição através de Pitometria, foram instaladas quatro (04) Estações Pitométricas no sistema de abastecimento de água, sendo estas implantadas nos seguintes locais:

- Medição 05 – Chegada Água Bruta na ETA;
- Medição 06 – Saída Água Tratrada da ETA para o tanque de contato;
- Medição 07 – Recalque do Booster da ETA para o Reservatório Principal (Bomba B1 em operação);
- Medição 08 – Chegada no Reservatório Principal.

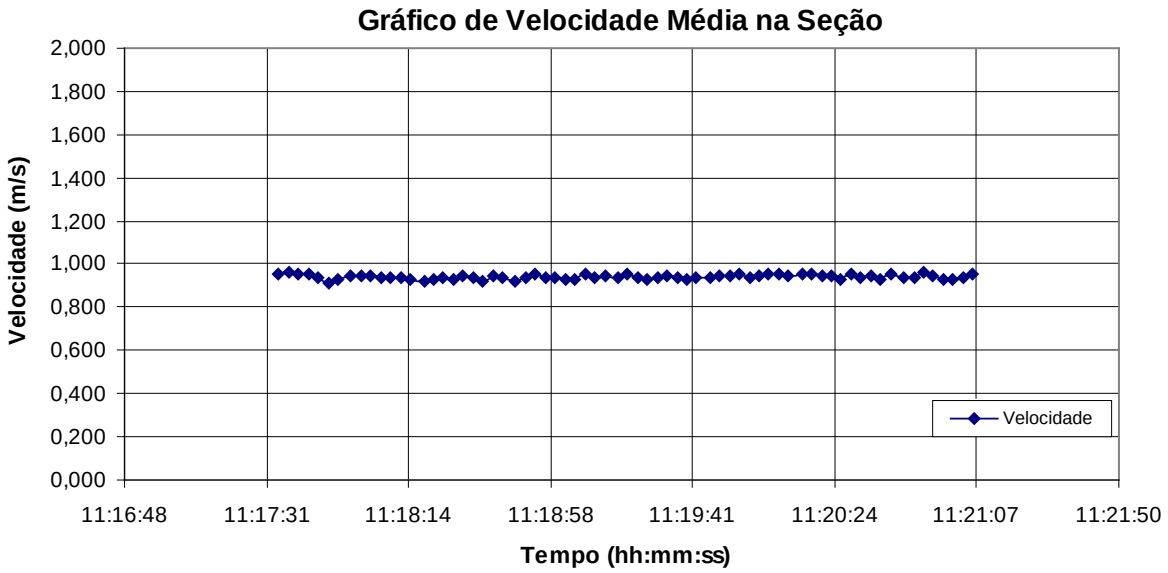
Na sequencia são apresentados os dados monitorados pelo processo pitométrico no sistema de abastecimento de água de Itapeva.

MEDIÇÃO 05 – PITOMETRIA

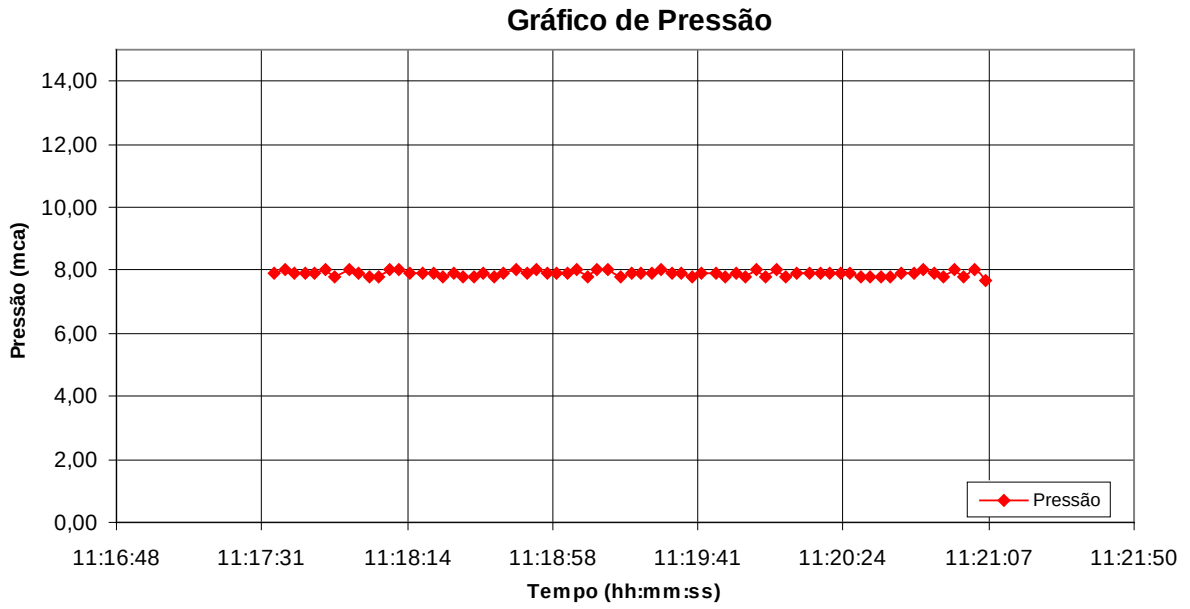
Local: Chegada Água Bruta na ETA (EP 01) **– Diâmetro: 200mm**



Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

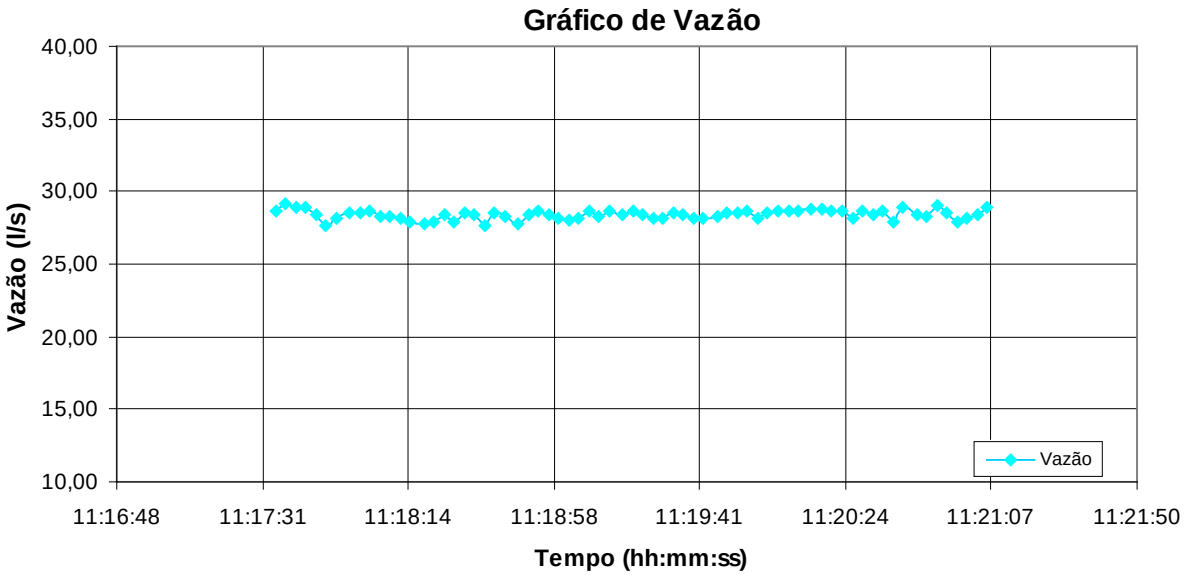


Vel. Média=	0,94	m/s



P média=	7,89	mca

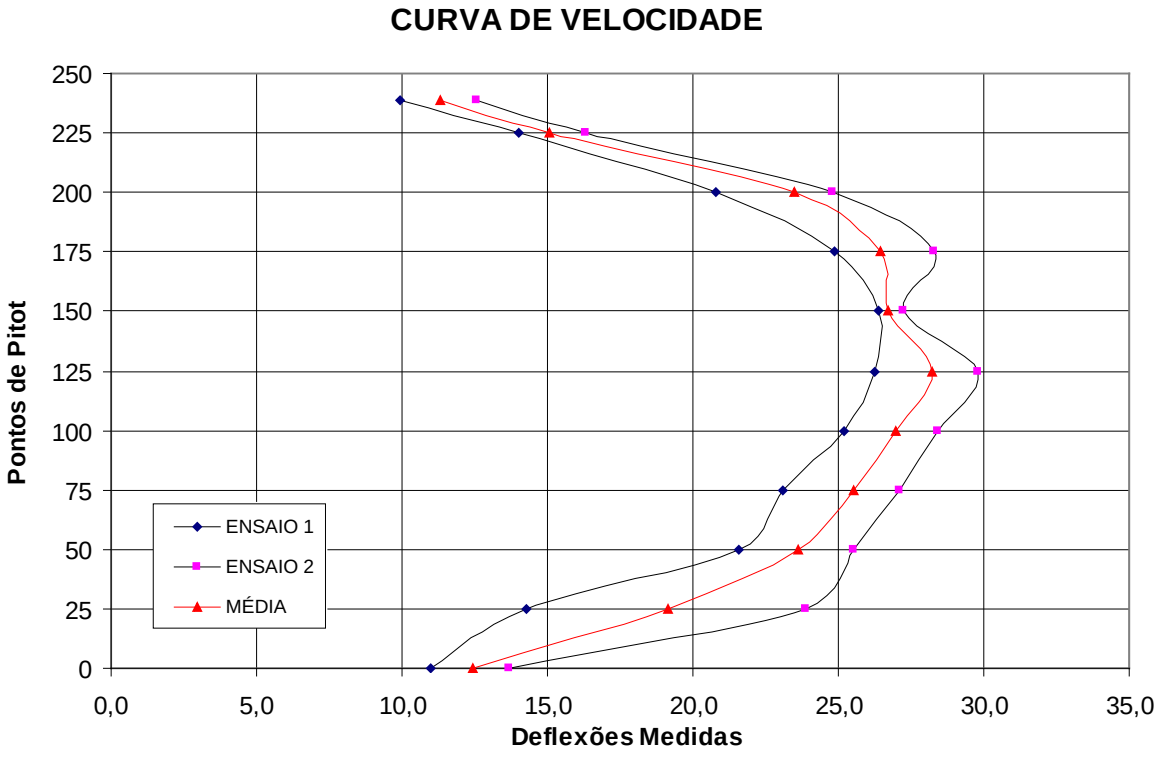
Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br



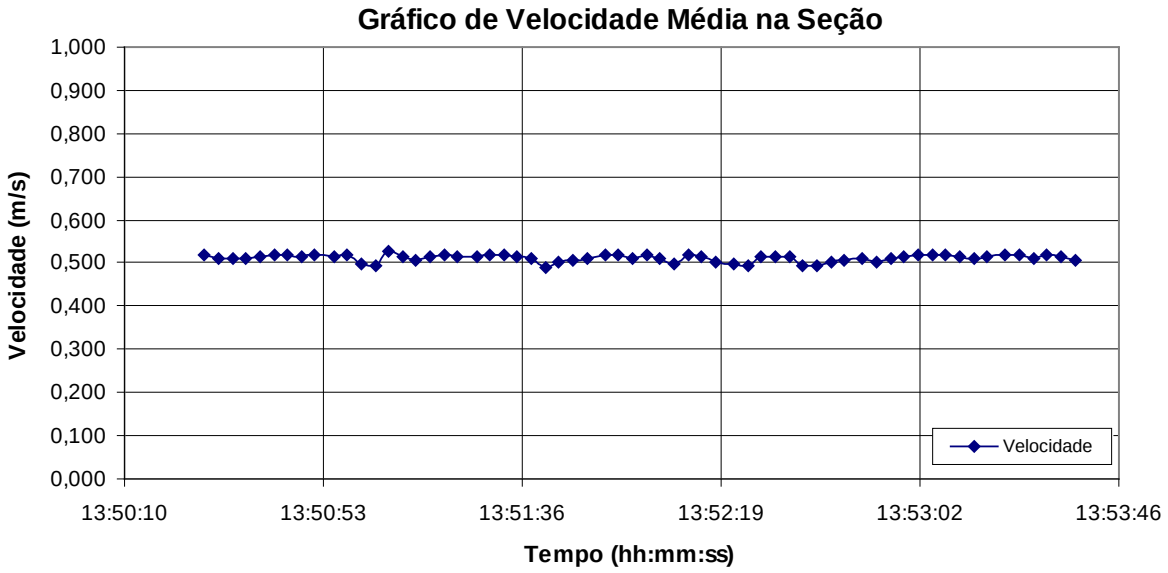
Vazão méd.=	28,39	l/s
Vazão méd.=	102,22	m³/h

MEDIÇÃO 06 – PITOMETRIA

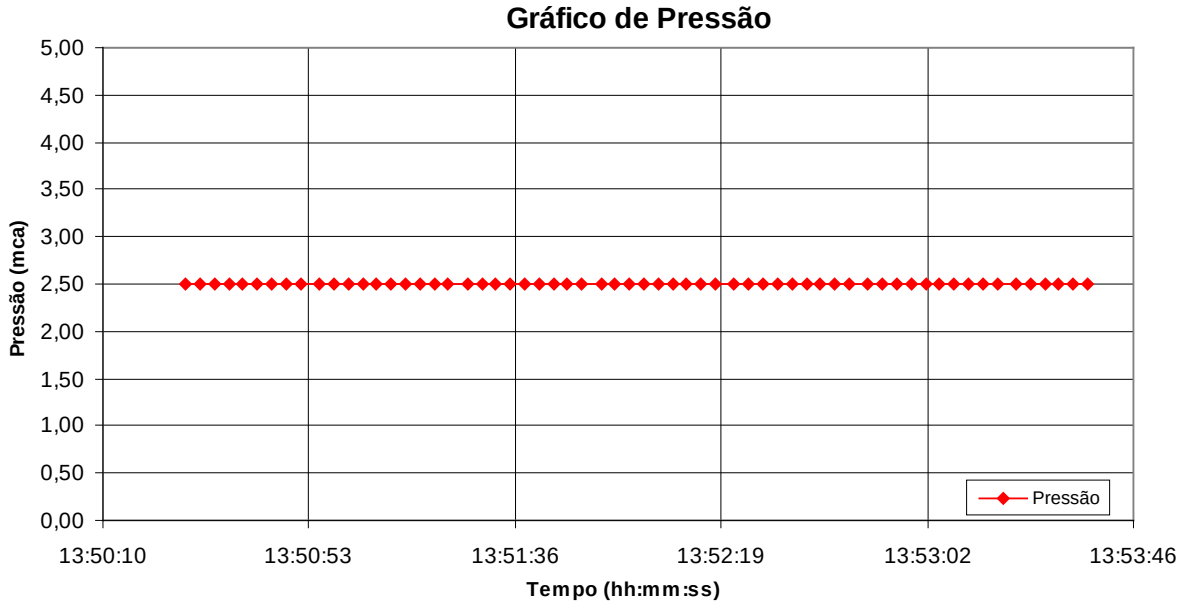
Local: Saída Água Tratada da ETA (EP 02) **– Diâmetro: 250mm**



Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

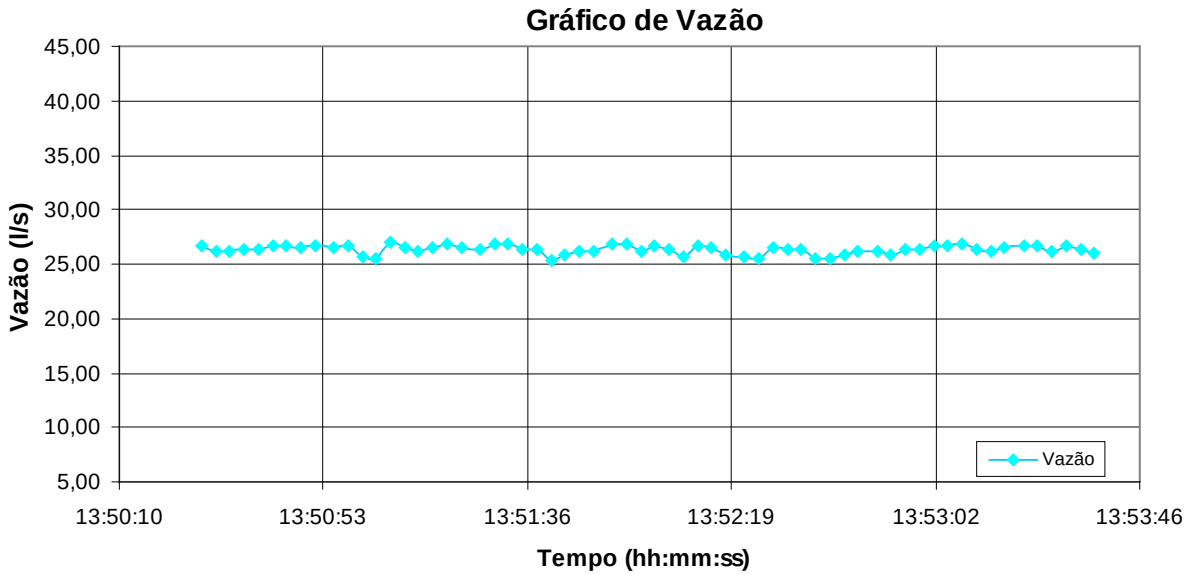


Vel. Média=	0,51	m/s



P média=	2,50	mca

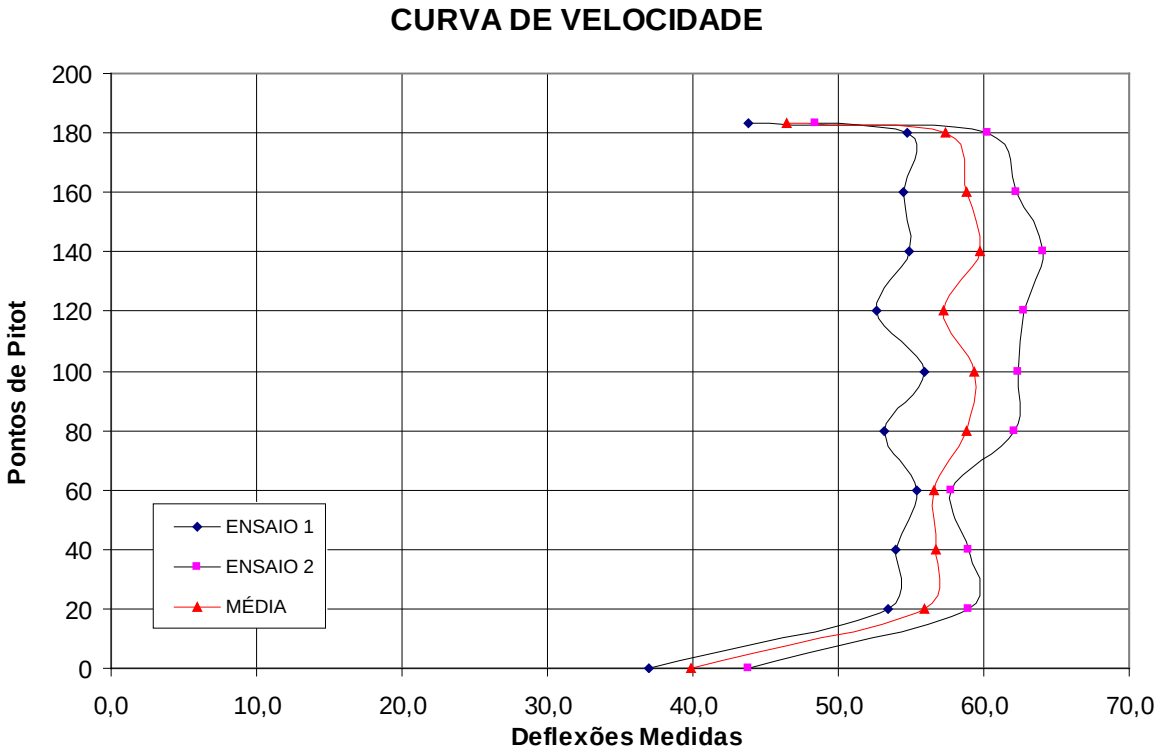
Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br



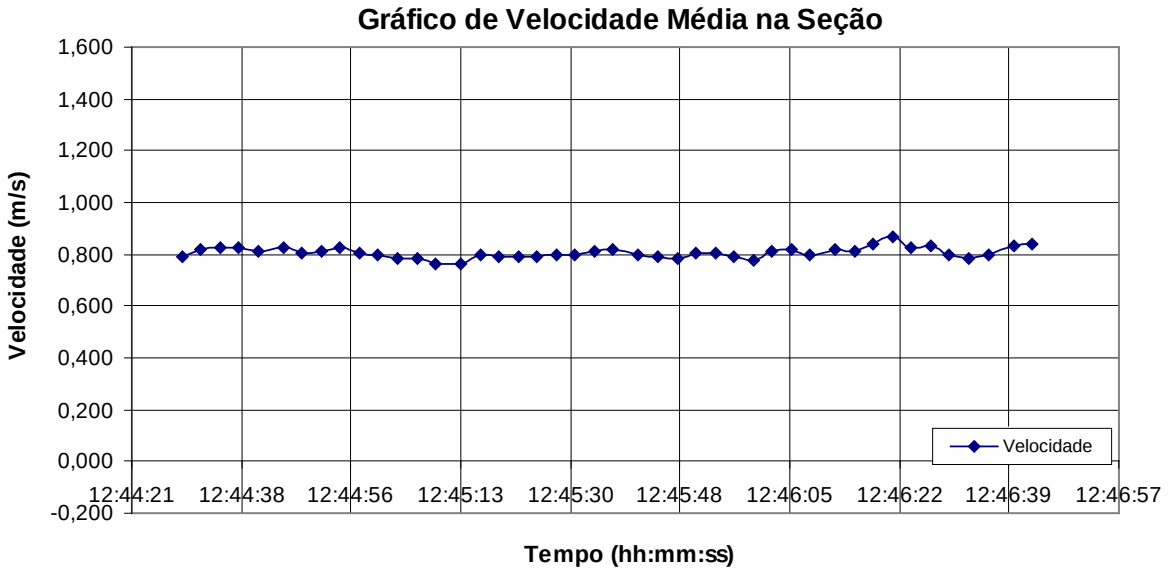
Vazão méd.=	26,31	l/s
Vazão méd.=	94,71	m³/h

MEDIÇÃO 07 – PITOMETRIA

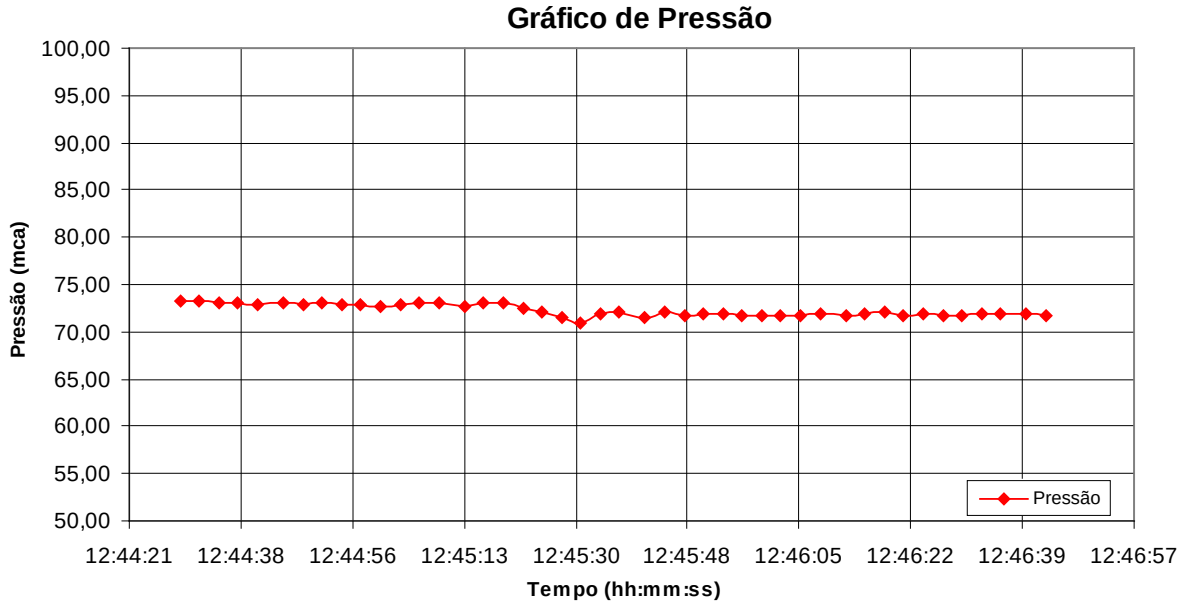
Local: Recalque do Booster Principal para o Reservatório Principal **– Diâmetro: 200mm**



Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

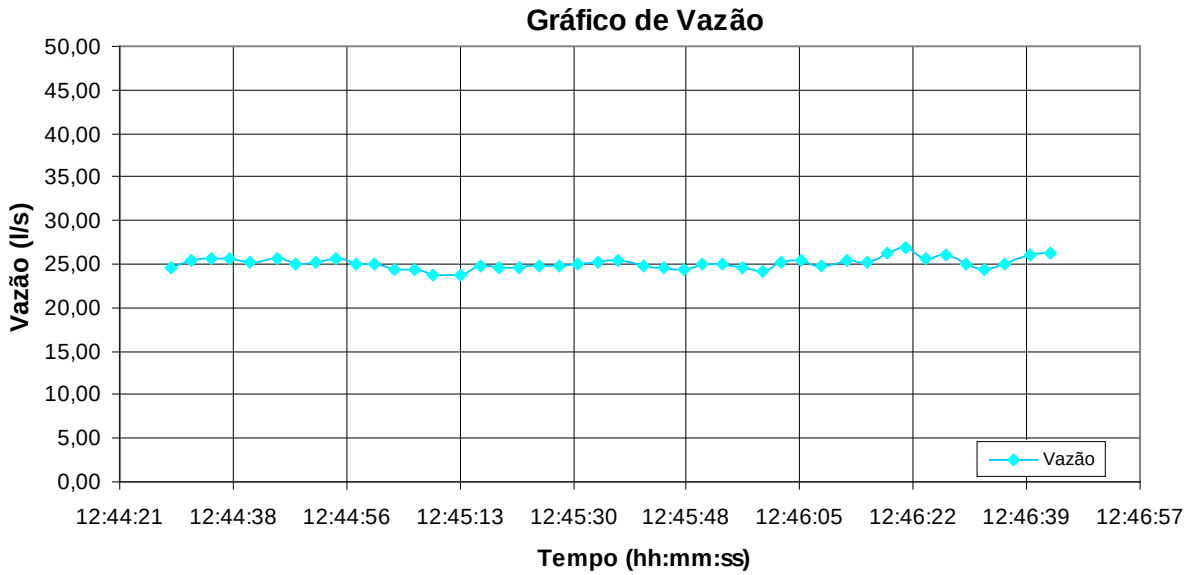


Vel. Média=	0,80	m/s



P média=	72,26	mca

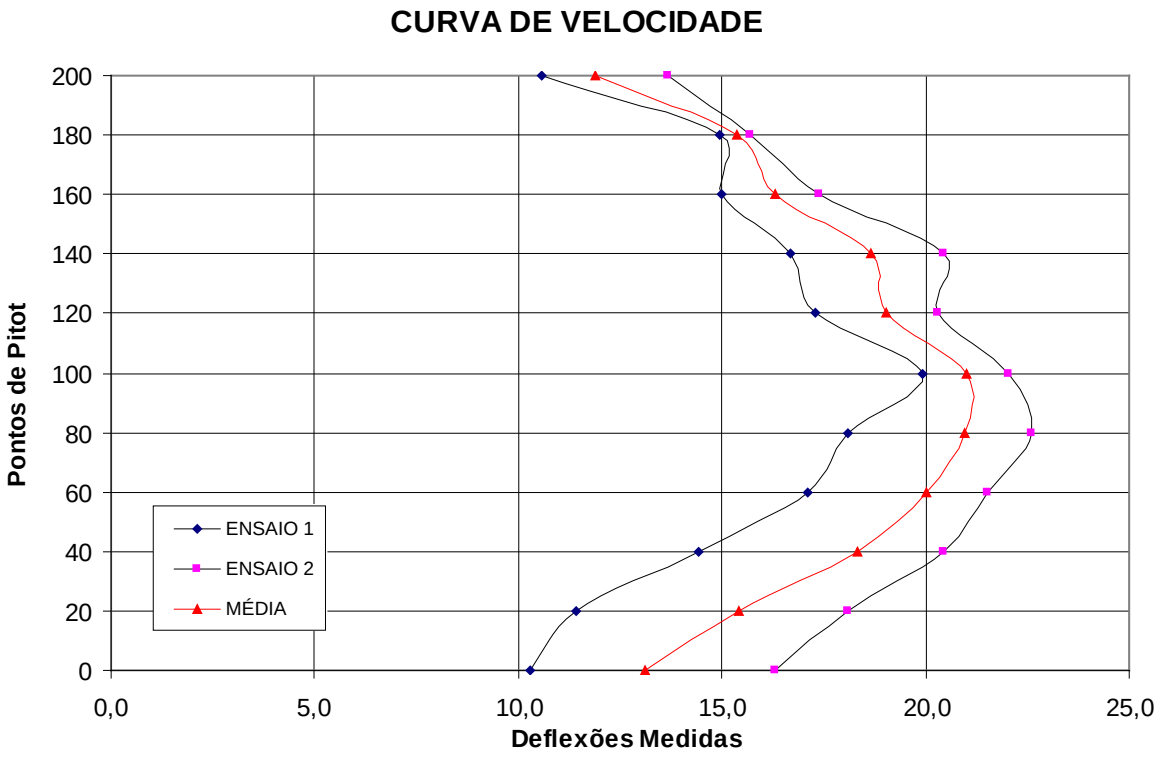
Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br



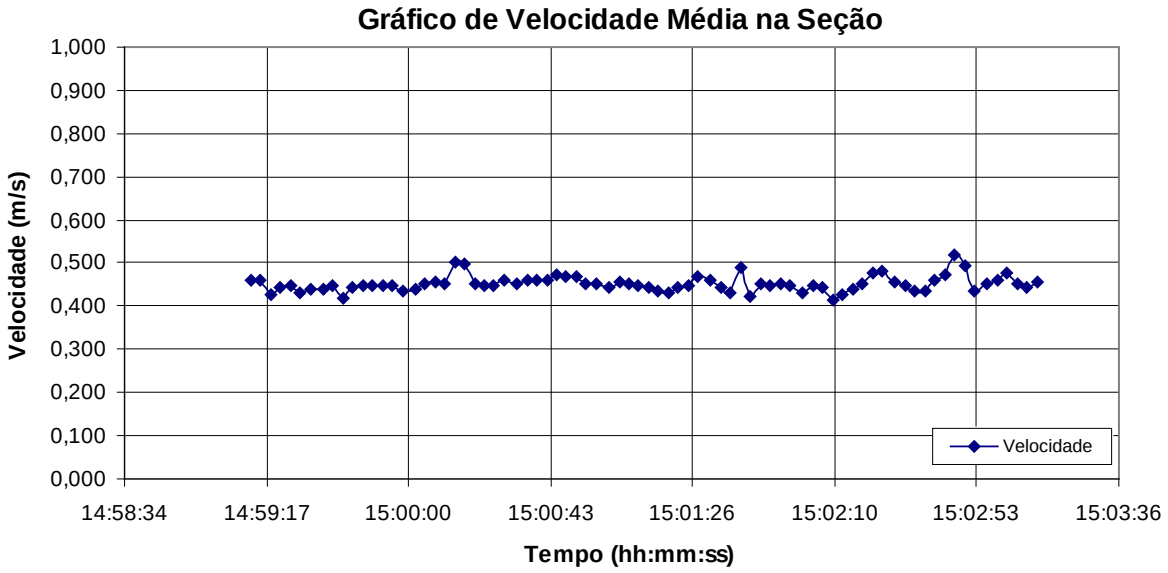
Vazão méd.=	25,07	l/s
Vazão méd.=	90,26	m³/h

MEDIÇÃO 08 – PITOMETRIA

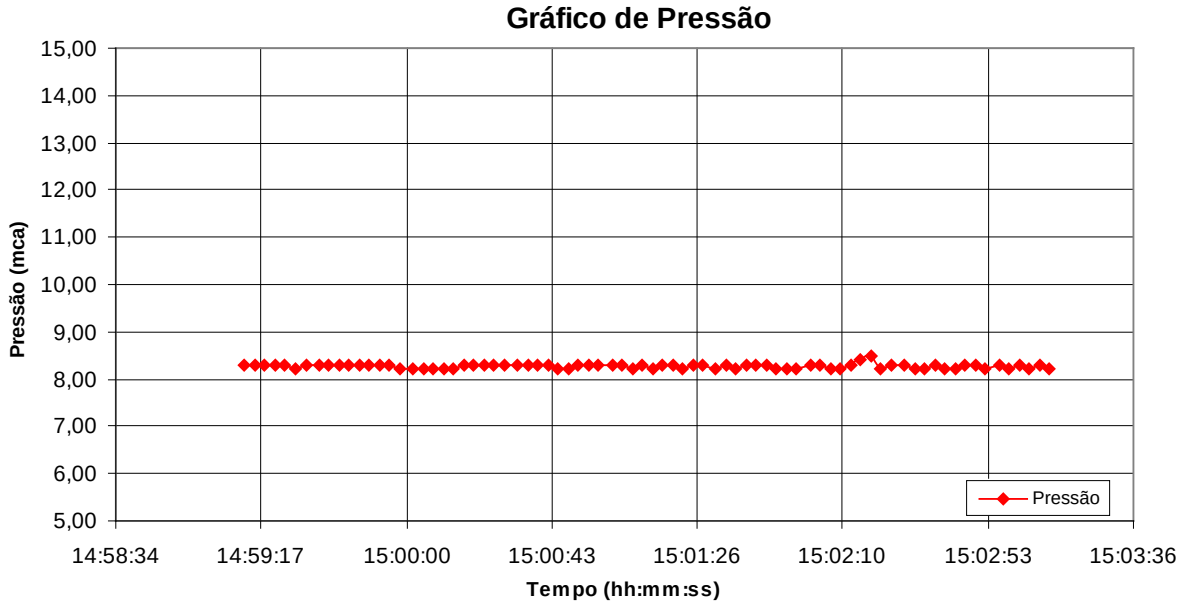
Local: Chegada no Reservatório Principal **– Diâmetro: 200mm**



Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

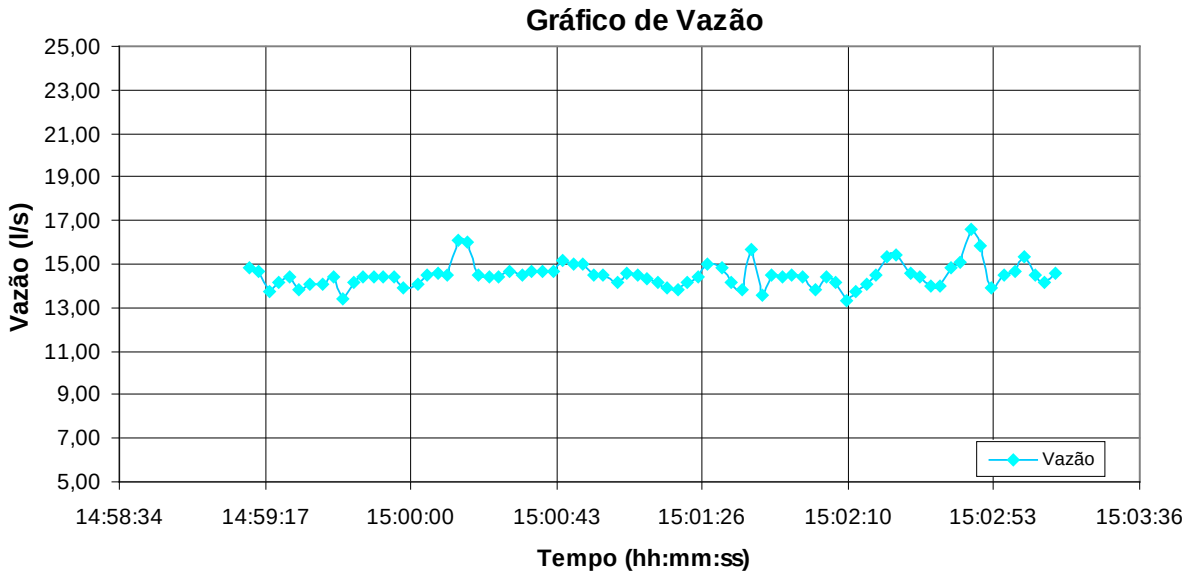


Vel. Média=	0,45	m/s



P média=	8,27	mca

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br



Vazão méd.=	14,49	l/s
Vazão méd.=	52,18	m³/h

A Tabela 3.2 apresenta as velocidades, pressões e vazões médias obtidas através da pitometria.

Tabela 3.2. Resumo geral com as velocidades, pressões e vazões médias obtidas através da pitometria

Medição	Local	Vazão média (m^3/h)	Pressão média (m.c.a)	Velocidade média (l/s)
05	Chegada Água Bruta ETA	102,22	7,89	0,94
06	Saída Água Tratada ETA	94,71	2,80	0,51
07	Recalque do Booster Principal para o Reservatório Principal	90,26	72,26	0,80
08	Chegada Reservatório Principal	52,18	8,27	0,45

Nas Figuras 3.27 a 3.34, é possível observar os locais durante a medição através da pitometria bem como os “TAP’s” que foram instalados.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.27. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 05

Figura 3.28. Vista durante a Medição 05

Figura 3.29. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 06

Figura 3.30. Vista durante a Medição 06

Figura 3.31. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 07

Figura 3.32. Vista durante a Medição 07

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Figura 3.33. Vista do TAP instalado na tubulação – Medição 08

Figura 3.34. Vista durante a Medição 08

3.3.4. Relação com parâmetros hidráulicos para o projeto dos macromedidores e definição de estudos de melhoria e ampliação do sistema

Na Tabela 3.3 são apresentados os valores monitorados de vazão nos oito pontos do sistema de abastecimento de Água de Itapeva.

Um dos principais parâmetros para dimensionamento dos macromedidores de vazão é a velocidade, sendo recomendado valores superiores a 0,3 m/s para realizar o monitoramento das vazões. Nos oito pontos monitorados no sistema de abastecimento de água de Itapeva, pode-se constatar que em todas as situações as velocidades foram superiores a 0,3m/s, sendo os menores valores observados nos Pontos 6 e 8. No entanto, no Ponto 8 pode existir valores de vazões maiores que as observadas, pois conforme apresentado no esquema hidráulico em anexo, quando o booster Por do Sol for desligado, maiores volumes de água são encaminhados para o reservatório principal.

Tabela 3.3. Pontos de monitoramento de vazão

Ponto	Diametro (mm)	Vazão Média (m^3/h)	Velocidade Média (m/s)
01	50	10,19	1,29
02	75	13,17	0,71
03	75	19,02	1,05
04	50	5,41	0,67
05	200	102,22	0,94
06	250	94,71	0,51
07	200	90,26	0,80
08	200	52,18	0,45

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Observa-se que pelos perfis de velocidades obtidos nos processos de medição por pitometria os fluxos não são totalmente laminares. Como as Estações Pitométricas foram implantadas dentro dos limites de distâncias a montante e jusante de peças especiais, conclui-se que estes desvios de laminaridade no sentido do escoamento são em virtude de pequenas incrustações existentes nas tubulações. Desta forma, recomenda-se a implantação de macromedidores de vazão do tipo carretel, ou seja, equipamentos que tendem a implantar seções novas junto as tubulações. Caso for implantado medidores de vazão do tipo inserção, recomenda-se somente utilizar os modelos que permitem introduzir a constante fator de velocidade, que representa justamente a relação entre a velocidade média e a velocidade máxima. Destaca-se que nem todos os macromedidores de vazão do tipo inserção possuem este parâmetro de calibração, sendo estes equipamentos calibrados em laboratório onde a situação do escoamento se aproxima da idealidade.

Como a vazão da ETA é constante, verfica-se que a vazão na entrada e saída são sempre constantes, sendo verificado que em média na entrada as vazões são iguais a 102,22 m^3/h (Medição 05) e na saída é igual a 94,71 m^3/h (Medição 06), mostrando uma tendência de perda igual a 7,3% no tratamento. Estes valores são elevados, devendo-se atentar para vazamentos existentes junto a ETA.

Na medição 03 (Chegada Reservatório Nova Itapeva vinda do booster Nova Itapeva) verifica-se que ocorreu significativa variação da vazão em pouco intervalo de tempo (máxima 27,84 m^3/h e mínima 13,30 m^3/h), sendo que não existe derivação na rede de recalque. Este fato mostra a necessidade de realizar manutenções junto ao conjunto moto-bomba do booster Nova Itapeva.

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

ANEXO 3.1

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br

Reservatório Nova Itapeva
Semi Enterrado - Alvenaria

V=50m³
h= 4,5m

Aço - Ø 75 mm

L= 1.429,51m
PVC - Ø 100 mm

Booster
Nova Itapeva

DeFF- Ø 150 mm

Reservatório Principal
Apoiado - Metálico

500 m³
h = 9,0m

L=849,00m
DeFF - Ø 150 mm

PVC - Ø 75 mm

PVC - Ø 75 mm

- Nova Itapeva

- Centro

Reservatório São Jorge
Apoiado - Metálico

V=15m³
h= 2,0m

PVC - Ø 50 mm

PVC - Ø 50 mm

Reservatório São Jorge
Elevado - Metálico

V=10m³
h=13,5m

PVC - Ø 50 mm

- São Jorge

FF - Ø 200 mm
L=1.667,28m

Reservatório Mandú
Apoiado - Metálico

V=20m³
h= 3,5m

PVC - Ø 75 mm

PVC - Ø 75 mm

FF - Ø 150 mm
L=2.494,10m

- Mandú

PVC - Ø 75 mm

Booster Por do Sol

Aço - Ø 50 mm

PVC - Ø 100 mm
L=1.989,95m

PVC - Ø 75 mm

Reservatório Jardim Por do Sol
Elevado - Metálico

V=50m³
h= 17,0m

PVC - Ø 75 mm

- Por do Sol

Booster
Mandú

Booster
Principal

FF - Ø 75 mm

FF - Ø 150 mm

Estação de Tratamento de
Água (ETA)

Rio Ribeirão
Sertão Grande

B1

DeFF - Ø 200 mm
L=120,00m

Tanque de Contato

FF - Ø 250 mm

Reservatório Apoiado - Metálico

Reservatório Apoiado - Concreto

Reservatório Elevado

Bomba

Captação

ETA

Rede existente

Executado por:

NOVAES ENGENHARIA

Rua Bento Carlos, nº 672,
Centro - CEP: 13560-660
São Carlos - SP
(16) 3412 - 5060

PLANO DIRETOR PARA COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

ANEXO 3.1: ESQUEMA HIDRÁULICO CONTENDO TODAS AS UNIDADES OPERACIONAIS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Eng. Projetista: Luciano Farias de Novaes

Eng. Responsável: Luciano Farias de Novaes

ART: 92221220140982674

Desenhista: Maria Lygia Nasser | Rev.: 27/04/15 (L)

Esc.: Sem escala | Data: Abril/2015 | Folha: 01/01

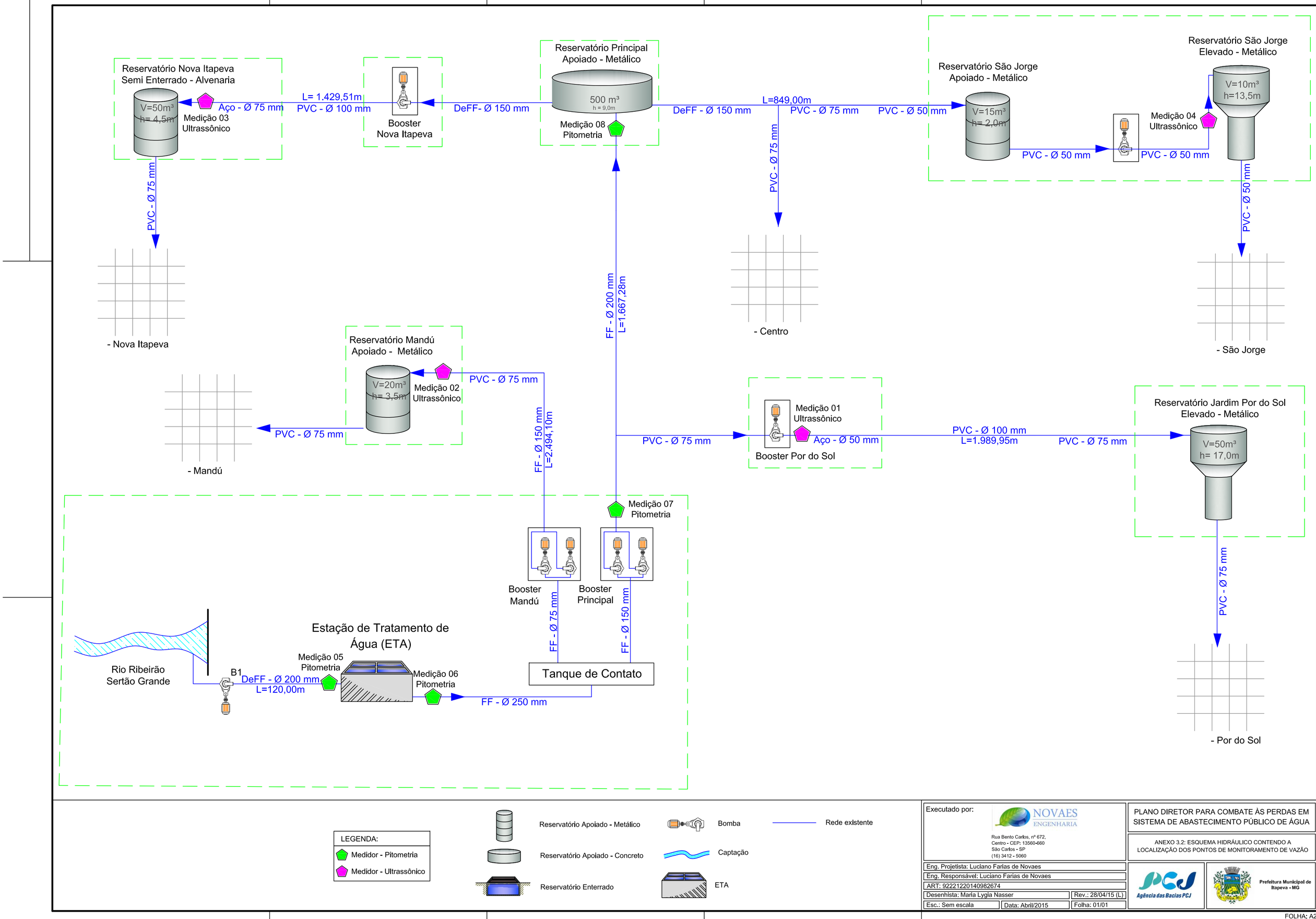
Agência das Bacias PCJ

Prefeitura Municipal de Itapeva - MG

FOLHA: A2
(420x594)

ANEXO 3.2

Novaes Engenharia e Construções Ltda. - EPP
Rua Bento Carlos, 672 – Centro – São Carlos – 13560-660 – Fone 16- 3412.5060 - E.mail: comercial@novaes.eng.br



Executado por:

NOVAES ENGENHARIA

Rua Bento Carlos, nº 672,
Centro - CEP: 13560-660
São Carlos - SP
(16) 3412 - 5060

PLANO DIRETOR PARA COMBATE ÀS PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

ANEXO 3.2: ESQUEMA HIDRÁULICO CONTENDO A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE VAZÃO

Eng. Projetista: Luciano Farias de Novaes

Eng. Responsável: Luciano Farias de Novaes

ART: 92221220140982674

Desenhista: Maria Lygia Nasser | Rev.: 28/04/15 (L)

Esc.: Sem escala | Data: Abril/2015 | Folha: 01/01

Agência das Bacias PCJ

Prefeitura Municipal de Itapeva - MG

FOLHA: A2
(420x594)