



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

**PLANO DE COMBATE ÀS PERDAS
DE ÁGUA NO ABASTECIMENTO PÚBLICO
DO MUNICÍPIO DE PONTAL – SP**



RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES

CONTRATO Nº 210/2024

FEVEREIRO

2025



ÍNDICE ANÁLITICO

1.	APRESENTAÇÃO	20
2.	INTRODUÇÃO.....	21
3.	OBJETIVOS.....	25
4.	CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	26
4.1.	TERRITÓRIO E POPULAÇÃO	27
4.1.1.	Área.....	27
4.1.2.	População	28
4.1.3.	Densidade Demográfica.....	29
4.1.4.	Taxa Geométrica de Crescimento anual da população.....	30
4.1.5.	Grau de Urbanização	31
4.1.6.	Índice de Envelhecimento	32
4.1.7.	População por grupo de idades e razão de sexos	33
4.1.8.	Domicílios.....	35
4.2.	ESTATÍSTICAS VITAIS E SAÚDE	36
4.2.1.	Taxa de Mortalidade Infantil:	36
4.3.	CONDIÇÕES DE VIDA.....	37
4.3.1.	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM.....	37
4.4.	ECONOMIA	39
4.4.1.	Indicadores:.....	39
4.5.	HABITAÇÃO E INFRAESTRUTURA URBANA	42
4.6.	POLÍTICA URBANA	44
4.7.	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA – DIVISAS MUNICIPAIS	44
4.8.	SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS.....	46
4.9.	PLUVIOMETRIA.....	46
4.10.	FLUVIOMETRIA.....	48
4.11.	CLIMA	48
5.	RELATÓRIO TOPOGRÁFICO.....	52
6.	SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PONTAL	58
6.1.	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTAL	59



6.2.	DESCRIÇÃO DOS SISTEMA DE ABASTECIMENTO NO MUNICÍPIO DE PONTAL	67
7.	SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO	117
7.1.	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO.....	117
8.	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	119
9.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	119
9.1.	ELABORAÇÃO DE BASE CADASTRAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	119
9.2.	PROJETO DE SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	120
9.2.1.	Considerações Iniciais	120
9.2.2.	Delimitação dos setores em plantas cadastrais	121
9.2.3.	Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores	122
9.2.4.	Sistema de distribuição de água	124
9.2.5.	Análises dos Reservatórios	126
9.2.6.	Setores do sistema de distribuição de água.....	128
9.2.7.	Setor 01 – Cidade	130
9.2.8.	Setor 02 – Distrito de Cândia	131
9.2.9.	Setor 03 – Vila Barbacena Walter Becker	132
10.	REALIZAÇÃO DE PARAMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO ATRAVÉS DO SOFTWARE EPANET	133
10.1.	SIMULAÇÃO HIDRÁULICA.....	134
11.	RELATÓRIO DE PROGNÓSTICO	207
11.1.	PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA	208
12.	PROJETO DE SETORIZAÇÃO	214
12.1.	PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	215
12.2.	CÁLCULOS ATUALIZADOS DE DEMANDA DOS SETORES.....	219
12.3.	RELAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS A SEREM IMPLANTADOS NO PROJETO DE SETORIZAÇÃO	227
12.4.	GERENCIAMENTO DE PRESSÕES – INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP).....	229



12.5.	DEFINIÇÃO DOS PONTOS PARA INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP'S).....	230
12.6.	ESPECIFICAÇÃO DAS VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP) A SEREM INSTALADAS	230
12.7.	CUSTO ESTIMADO PARA INSTALAÇÃO DAS VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP'S).....	234
12.8.	RESUMO DOS INVESTIMENTOS PARA O PROJETO DE SETORIZAÇÃO.....	236
13.	ELABORAÇÃO DO PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E SENSORES DE NÍVEL	236
13.1.	INTRODUÇÃO	236
13.2.	OBJETIVO.....	237
13.3.	CONTROLE DE PERDAS.....	239
13.4.	AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS	240
13.5.	REGISTRO HISTÓRICO - BANCO DE DADOS	240
13.6.	SISTEMA INFORMATIZADO	240
13.7.	CENTRAL DE CONTROLE OPERACIONAL	241
13.8.	TRANSMISSÃO DE DADOS.....	241
13.9.	ESTUDOS, CONTROLE, ACOMPANHAMENTO E PLANEJAMENTO OPERACIONAL	241
13.10.	MONITORAMENTO DAS PERDAS	242
13.11.	FUNÇÕES INCORPORADAS NOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO.....	246
13.12.	MACROMEDIDORES A SEREM IMPLANTADOS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTAL	246
13.12.1.	Tipos de modelos de Medidores de Vazão Permanente	247
13.12.2.	Medidor de vazão eletromagnético de Inserção	247
13.12.3.	Especificação técnica do medidor Eletromagnético Carretel....	249
13.12.4.	Medidor com conexão tipo Flanges.....	251
13.12.5.	Funções Incorporadas.....	253
13.12.6.	Medidor de vazão ultrassônico	253
13.12.7.	Especificação técnica do medidor Ultrassônico Flangeado.....	254
13.12.8.	Especificação técnica do medidor de vazão hidrômetro tipo Woltmann	258



13.12.9. Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA)	260
13.12.10. Locais de Implantação de Macromedidores de Vazão no Sistema de Abastecimento de Água de Pontal	261
13.13. SENSORES DE NÍVEL	264
13.13.1. Tipos de Modelos de Medidores de Nível	264
13.13.2. Locais de Implantação de Macromedidores de Níveis no Sistema de Abastecimento de Água de Pontal	272
13.14. INFORMATIZAÇÃO DO SISTEMA DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL	273
13.14.1. Considerações Gerais	273
13.14.2. Estação Remota (ER)	274
13.14.3. Central de Comando Operacional (CCO).....	275
13.15. ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL	277
13.16. CALIBRAÇÃO E AFERIÇÃO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO.....	280
13.17. CAIXAS DE ALVENARIA PARA ABRIGO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO	281
13.18. MEMORIAL DESCRITIVO PARA EXECUÇÃO DAS CAIXAS DE ALVENARIA PARA ABRIGO DOS MACROMEDIDORES	283
14. PROJETO DE MICROMEDIÇÃO	284
14.1. GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO	284
14.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS: PLANO VISANDO A MANUTENÇÃO PREVENTIVA E ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA O CONTROLE DO GERENCIAMENTO.....	284
14.2.1. Procedimentos para manutenção preventiva no parque dos hidrômetros	285
14.2.2. Dispositivos para proteção dos hidrômetros.....	286
14.3. SUBSTITUIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MICROMEDIDORES	287
14.4. CURVA DE PERMANÊNCIA.....	290
14.5. METODOLOGIA DE COMBATE ÀS PERDAS COMERCIAIS	291
14.6. ESTRUTURAÇÃO DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE VAZÃO	295
14.6.1. Etapa 01 – Segmentação de clientes.....	296



14.6.2.	Etapa 02 – Análise das condições de fornecimento atual	297
14.6.3.	Etapa 03 – Dimensionamento do medidor e análise do perfil de consumo por segmento	297
14.6.4.	Etapa 04 – Criação de especificações técnicas por segmento de cliente	298
14.6.5.	Etapa 05 – Aquisição de plano de inspeção de recebimento de hidrômetros	299
14.6.6.	Etapa 06 – Armazenamento e distribuição para instalação em campo: Processos físicos e administrativos	300
14.6.7.	Etapa 07 – Processo de instalação em campo	301
14.6.8.	Etapa 08 – Gestão da coleta de dados e faturamento	301
14.6.9.	Etapa 09 – Manutenção preditiva e preventiva	302
14.6.10.	Etapa 10 – Descarte do equipamento após completar a vida útil	303
14.6.11.	Resultados esperados	304
14.7.	ASPECTOS LEGAIS	306
14.8.	ADEQUAÇÃO DOS HIDRÔMETROS ÀS SUAS RESPECTIVAS FAIXAS DE TRABALHO	307
14.8.1.	Características de operação, limitações e normas	308
14.8.2.	Tipos de hidrômetros	310
14.8.3.	Dimensionamento de hidrômetros	310
14.8.4.	Avaliação da vazão de trabalho (demanda ou vazão estimada)	311
14.8.5.	Dimensionamento por consumo estimado	311
14.8.6.	Perfil do consumo – análise de traço	312
14.8.7.	Redimensionamento	312
14.8.8.	Uso de Hidrômetros Classe Metrológica C e Eletrônicos	312
14.8.9.	Criação de Laboratório de Hidrometria	314
14.8.10.	Outras Aplicações	316
14.9.	TIPOS DE HIDRÔMETROS E SUAS FAIXAS DE TRABALHO	319
14.9.1.	Micromedição	319
14.9.2.	Principais Causas de Perdas na Micromedição ou de Faturamento	323
14.9.3.	Classificação de Medidores de Água	324
14.10.	CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE DEFEITOS EM HIDRÔMETROS	334



14.11.	IDENTIFICAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE ADEQUAÇÃO DOS HIDRÔMETROS	336
15.	DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA ADEQUAÇÃO E MELHORIAS DAS UNIDADES OPERACIONAIS.....	336
15.1.	CRIAÇÃO DE UM DEPARTAMENTO DE COMBATE AS PERDAS DE ÁGUA	336
15.2.	ORDEN DE SERVIÇO – ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO	338
16.	PESQUISA DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS	340
16.1.	PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PESQUISA DE VAZAMENTOS.....	340
16.1.1.	Pressão Alta	340
16.1.2.	Frequência de vazamentos	340
16.1.3.	Localização dos vazamentos	341
16.1.4.	Ondas de pressão	341
16.1.5.	Deterioração das tubulações.....	342
16.2.	PROJETO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS PARA PONTAL.....	342
16.2.1.	Plano de trabalho	342
16.2.2.	Equipamentos necessários para estrutura de uma (01) equipe de pesquisa	344
16.2.3.	Método de Pesquisa.....	345
16.2.4.	Procedimento de Campo para detecção de Vazamentos Não Visíveis	346
16.2.5.	Haste de Escuta	346
16.2.6.	Geofone.....	347
16.2.7.	Correlacionador de Ruído	347
16.2.8.	Confirmação e Marcação do Vazamento	349
16.2.9.	Confirmação do Cadastro da Tubulação	349
16.2.10.	Registro do Ensaio	349
16.2.11.	Manuseio dos Equipamentos	349
16.2.12.	Aspectos Comportamentais	349
16.2.13.	Modelo de Formulário	350
16.2.14.	Planilha Estimativa de Custos para realização de Pesquisa de Vazamento	352



17.	REALIZAÇÃO DE OUTORGA NOS POÇOS	352
18.	DIAGNÓSTICO DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES	354
18.1.	INTRODUÇÃO	354
18.2.	DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA...355	
18.3.	DESEMPENHO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO .358	
18.4.	QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	359
18.5.	CONFIABILIDADE DO SERVIÇO	360
18.6.	ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS, CONSIDERANDO O TIPO DE MATERIAL, IDADE, TIPO DE VAZAMENTO (REDE OU RAMAL), E PRESSÕES	361
18.6.1.	Causa das falhas.....	361
18.6.2.	Idade e período de instalação	362
18.6.3.	Corrosão.....	362
18.6.4.	Diâmetro.....	363
18.6.5.	Comprimento da tubulação	364
18.6.6.	Material da tubulação	364
18.6.7.	Variação de temperatura.....	364
18.6.8.	Condições do solo.....	365
18.6.9.	Falhas anteriores.....	366
18.6.10.	Defeitos de fabricação.....	366
18.6.11.	Pressão	367
18.6.12.	Uso do solo	367
18.6.13.	Tipos de falhas	368
18.6.14.	Frequência de falhas.....	370
18.7.	CONSEQUÊNCIAS DE UMA FALHA.....	370
18.7.1.	Custos diretos	370
18.7.2.	Custos indiretos.....	371
18.7.3.	Custos sociais	371
18.8.	PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES PARA LIMPEZA E TROCA DE REDES PARA MELHORIA DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES	372
18.9.	ANÁLISE DAS LIGAÇÕES (RAMAIS E CAVALETES) E SUGESTÕES PARA MELHORIA.....	375
18.10.	RECOMENDAÇÕES E PROGRAMA DE SUBSTITUIÇÃO DE REDES PARA O MUNICÍPIO DE PONTAL.....	378



19.	MEMORIAL DESCRITIVO EXECUTIVO DE REDE DE ÁGUA	382
19.1.	REDE DISTRIBUIDORA	382
19.2.	LOCAÇÃO DA OBRA.....	382
19.3.	ESCAVAÇÕES.....	383
19.4.	PREPARO DO LEITO PARA ASSENTAMENTO	383
19.5.	ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO	383
19.6.	REATERRO DE VALAS	384
19.7.	ANCORAGENS.....	384
19.8.	ENSAIO DE LINHA	384
19.9.	TESTE DE PRESSÃO HIDROSTÁTICA.....	385
19.10.	DESINFECÇÃO DOS TUBOS ASSENTADOS	385
20.	PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS SETORIAIS E GLOBAL	385
20.1.	INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO.....	387
20.1.1.	Indicadores Básicos de Desempenho	389
20.1.2.	Indicadores Intermediários e Avançados.....	391
20.1.3.	Indicadores de desempenho hídrico do sistema	394
20.1.4.	Melhorias Operacionais e Aumento de Confiabilidade dos Indicadores	396
20.2.	GERENCIAMENTO DAS PERDAS FÍSICAS.....	397
20.2.1.	Esquema Geral	397
20.2.2.	Áreas de Controle	398
20.2.3.	Setores e Zonas de Pressão	399
20.2.4.	Distritos Pitométricos.....	401
21.	PARÂMETROS BÁSICOS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA.....	402
21.1.	NÍVEL MÍNIMO DE VAZAMENTOS	402
21.2.	VAZÃO MÍNIMA NOTURNA.....	402
21.3.	PRESSÃO MÉDIA NOTURNA	403
21.4.	FATOR DE PESQUISA.....	403
21.5.	ANÁLISE ECONÔMICA	404
22.	ÍNDICE DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE PONTAL.....	405



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

23.	RESUMO DOS INVESTIMENTOS	407
24.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	410
25.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	411





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Pontal no Estado de São Paulo.	20
Figura 2 – Localização do município de Pontal na bacia hidrográfica.....	26
Figura 3 – Carta do IBGE (escala 1:50.000)	27
Figura 4 - Área (km²)	28
Figura 5 - População	28
Figura 6 – Evolução da População.....	29
Figura 7 – Densidade Demográfica.....	30
Figura 8 – Taxa Geométrica de Crescimento anual da população.....	30
Figura 9 – Grau de Urbanização	31
Figura 10 – Índice de Envelhecimento	32
Figura 11 – Taxa de mortalidade infantil	37
Figura 12 - Localização da base	53
Figura 13 - Marco Implantado e Base montada (BASE 01)	54
Figura 14 - Ponto de origem do referencial geocêntrico.....	55
Figura 15 – Quantidade de Ligações de Água	59
Figura 16 – Localização dos poços e reservatórios no município de Pontal	64
Figura 17 – Localização dos poços e reservatórios no distrito de Cândia.....	65
Figura 18 – Localização dos poços e reservatórios na Vila Barbacena Walter Becker	66
Figura 19 – Poço P 01 – Rua Rui Barbosa, s/n.....	68
Figura 20 – Poço P 02 – Rua Luiz Moura, nº 100.	69
Figura 21 – Poço P 03 – Rua 9 de Julho, nº 1.038.	71
Figura 22 – Poço P 04 – Rua Vicente Venna, nº 33.....	72
Figura 23 – Poço P 05 – Rua Henrique L. Maranhão, nº 33.	73
Figura 24 – Poço P 06 – Rua Liberato Manopeli, nº 99.	74
Figura 25 – Poço P 07 – Rua 9 de Julho, s/n.....	75
Figura 26 – Poço P 08 – Av. Carmelino V. Barbosa, s/n.....	76
Figura 27 – Poço P 09 – Rua José Leonel Pupo, s/n.....	78
Figura 28 – Poço P 10 – Rua João dos Reis, s/n.....	79
Figura 29 – Poço P 11 – Rua Guilherme Silva, nº 566 - DAE.	80
Figura 30 – Poço P 12 – Rua Ananias C. Freitas, nº 587 - DAE.	81
Figura 31 – Poço P 13 – Rua José Murad, s/n.....	82



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Figura 32 – Poço P 16 – Rua Vitório Bazan, s/n.	84
Figura 33 – Poço P 17 – Avenida Cristo Redentor, s/n.	85
Figura 34 – Poço P 18 – Rua Olegário A. da Silva, nº 600.	86
Figura 35 – Poço P 19 – Rua Olegário A. da Silva, nº 600.	87
Figura 36 – Poço P 20 – Rua Caramuru, nº 429.	88
Figura 37 – Poço P 21 – Rua Caramuru, nº 1.051.	90
Figura 38 – Poço P 22 – Rua Eugênia Viel Biagi, s/n.	91
Figura 39 – Poço P 23 – Rua Rui Barbosa, s/n.	92
Figura 40 – Poço P 25 – Rua Ângelo Bazan, s/n.	93
Figura 41 – Poço P 26 – Rua João Pugim, s/n.	95
Figura 42 – Poço P 27 – Alameda Geraldo Isaías Ferreira, s/n.	96
Figura 43 – Poço P 28 – Rua E, s/n – Bairro Morada Pontal.	97
Figura 44 – Poço P 29 – Rua José P. Lourenço, s/n.	99
Figura 45 – Poço P 30 – Rua Alcebiades Spinola, s/n.	100
Figura 46 – Poço P 31 – Rua 01, s/n.	101
Figura 47 – Poço P 32 – Rua Augusta Cassaroli Bonardi, nº 689.	103
Figura 48 – Reservatório R 01 – Rua Vicente Venna, s/n.	104
Figura 49 – Reservatório R 03 – Rua João dos Reis, s/n.	105
Figura 50 – Reservatório R 06 – Rua Guilherme Silva - DAE.	106
Figura 51 – Reservatório R 08 – Avenida Cristo Redentor, s/n.	107
Figura 52 – Reservatório R 09 – Rua Caramuru, nº 429.	108
Figura 53 – Reservatório R 10 – Rua Eugênia Viel Biagi, s/n.	109
Figura 54 – Reservatório R 11 – Rua Rui Barbosa, s/n.	110
Figura 55 – Reservatório R 12 – Rua Ângelo Bazan, s/n.	111
Figura 56 – Reservatório R 13 – Rua João Pugim, s/n.	112
Figura 57 – Reservatório R 14 – Alameda Geraldo Isaías Ferreira, s/n.	113
Figura 58 – Reservatório R 15 – Rua E, Bairro Morada Pontal.	114
Figura 59 – Reservatório R 16 – Rua 10, s/n.	115
Figura 60 – Reservatório R 17 – Rua Alcebiades Spinola, s/n.	116
Figura 61 – Reservatório R 18 – Rua 01, s/n.	117
Figura 62 – Setorização do sistema de distribuição de água da Cidade de Pontal.	125
Figura 63 – Setorização do sistema de distribuição de água do Distrito de Cândia.	125



Figura 64 – Setorização do sistema de distribuição de água da Vila Barbacena Walter Becker.....	126
Figura 65 – Indicador de trecho com maior pressão Setor 01 – Pontal.....	135
Figura 66 – Identificação dos trechos e nós Parte 01 – Município de Pontal	137
Figura 67 – Indicador de trecho com maior pressão Parte 02 – Pontal.....	195
Figura 68 – Identificação dos trechos e nós Parte 02 – Município de Pontal	197
Figura 69 – Indicador de trecho com maior pressão Parte 03 – Pontal.....	200
Figura 70 – Identificação dos trechos e nós Parte 03 – Município de Pontal	201
Figura 71 – Esquema de Plano de Amostragem para Água Subterrânea.....	214
Figura 72 – Evolução populacional Pontal, segundo SEADE.	217
Figura 73 – População de Pontal em 2045, segundo SEADE.....	218
Figura 74 – Evolução de taxas de crescimento anual da população de Pontal	218
Figura 75 – Memória de Cálculo para o Setor 01 – Prognóstico.....	220
Figura 76 – Memória de Cálculo para o Setor 02 – Prognóstico.....	221
Figura 77 – Memória de Cálculo para o Setor 03 – Prognóstico.....	222
Figura 78 – Esquema de Válvula Redutora de Pressão (VRP).....	232
Figura 79 – Exemplo de Estação Redutora de Pressão.....	233
Figura 80 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção	248
Figura 81 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção para diâmetros de 2” a 40” (Tipo Hot-tap).....	248
Figura 82 – Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer	249
Figura 83 – Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges.....	252
Figura 84 – Macromedidor Ultrassônico de vazão	254
Figura 85 – Macromedidor Ultrassônico Flangeado.....	255
Figura 86 – Medidor de vazão tipo Woltmann com conexão em flanges	259
Figura 87 – Medidor de nível Ultrassônico	265
Figura 88 – Transmissão de pressão para reservatórios (TP-ST18).....	269
Figura 89 – Transmissor de nível hidrostático para reservatórios	271
Figura 90 – Caixa de proteção para hidrômetros	286
Figura 91 – Lacre para hidrômetros	287
Figura 92 – Tipos de hidrômetros.....	310
Figura 93 - Medidor de Vazão Eletromagnético	315
Figura 94 - Curvas de erros e perda de carga (INMETRO, 2000).....	320



Figura 95 - Hidrômetro de jato único	326
Figura 96 - Hidrômetro de jato múltiplo	328
Figura 97 - Hidrômetro Woltmann Horizontal	330
Figura 98 - Configuração Típica de Telemetria em Micromedicação	332
Figura 99 – Modelo de formulário de relatório de campo	339
Figura 100 – Modelo de formulário de Relatório de vazamento	351
Figura 101 – Quebra circunferencial	368
Figura 102 – Quebra longitudinal	369
Figura 103 – Fissura na bolsa	369
Figura 104 – Perdas associadas à falha	372
Figura 105 – Modelo proposto de Medição domiciliar – UMC	376
Figura 106 – Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas.....	399





ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de mapas anexo	24
Tabela 2 – População de Pontal por idade e sexo	34
Tabela 3 – Domicílios por espécie	35
Tabela 4 – Domicílios por espécie e taxa anual de crescimento (%)	36
Tabela 5 – Dados de saneamento básico do município	46
Tabela 6 – Fluviograma – vazões mensais	48
Tabela 7 – Dados climatológicos em Pontal.....	50
Tabela 8 - Processamento do Marco Base.	56
Tabela 9 - Coordenadas corrigidas pelo PPP.	56
Tabela 10 – Dados referentes ao ano de 2024 do sistema de abastecimento de água do município	58
Tabela 11 – Poços existentes no sistema de abastecimento de água de Pontal.....	61
Tabela 12 – Reservatórios existentes no sistema de abastecimento de água de Pontal	63
Tabela 13 – Características do Poço P 01	67
Tabela 14 – Características do Poço P 02	69
Tabela 15 – Características do Poço P 03	70
Tabela 16 – Características do Poço P 04	71
Tabela 17 – Características do Poço P 05	72
Tabela 18 – Características do Poço P 06	73
Tabela 19 – Características do Poço P 07	75
Tabela 20 – Características do Poço P 08	76
Tabela 21 – Características do Poço P 09	77
Tabela 22 – Características do Poço P 10	78
Tabela 23 – Características do Poço P 11	79
Tabela 24 – Características do Poço P 12	80
Tabela 25 – Características do Poço P 13	82
Tabela 26 – Características do Poço P 16	83
Tabela 27 – Características do Poço P 17	84
Tabela 28 – Características do Poço P 18	85
Tabela 29 – Características do Poço P 19	87
Tabela 30 – Características do Poço P 20	88



Tabela 31 – Características do Poço P 21	89
Tabela 32 – Características do Poço P 22	90
Tabela 33 – Características do Poço P 23	91
Tabela 34 – Características do Poço P 25	93
Tabela 35 – Características do Poço P 26	94
Tabela 36 – Características do Poço P 27	95
Tabela 37 – Características do Poço P 28	97
Tabela 38 – Características do Poço P 29	98
Tabela 39 – Características do Poço P 30	99
Tabela 40 – Características do Poço P 31	101
Tabela 41 – Características do Poço P 32	102
Tabela 42 – Diâmetro e extensão das redes do município de Pontal	118
Tabela 43 - Relação dos setores no município com ligações atuais de água existentes	128
Tabela 44 - Relação dos Reservatórios existentes com suas capacidades	129
Tabela 45 – Dados referentes ao Setor 01 do município	130
Tabela 46 – Dados referentes ao Setor 02 do município	131
Tabela 47 – Dados referentes ao Setor 03 do município	132
Tabela 48 – Resultados da Simulação nos trechos Parte 01– Município de Pontal	137
Tabela 49 – Resultados da simulação nos nós Parte 01 – Município de Pontal	170
Tabela 50 – Relatório de Energia das Bombas dos Poços da Parte 01 Município de Pontal	194
Tabela 51 – Resultados da Simulação nos trechos Parte 2 – Município de Pontal.	197
Tabela 52 – Resultados da simulação nos nós Parte 02 – Município de Pontal	198
Tabela 53 – Relatório de Energia das Bombas dos Poços Setor 2 do Município de Pontal	199
Tabela 54 – Resultados da Simulação nos trechos Parte 3 – Município de Pontal.	202
Tabela 55 – Resultados da simulação nos nós Parte 03 – Município de Pontal	204
Tabela 56 – Relatório de Energia das Bombas dos Poços Parte 3 do Município de Pontal	206
Tabela 57 – Relação dos setores no município com ligações totais de água	219
Tabela 58 – Orçamento estimativo de Setorização Proposta	224



Tabela 59 - Relação dos volumes existentes e projetados para setor de distribuição	227
Tabela 60 - Orçamento estimativo para implantação de reservatório para o projeto de setorização de Pontal	228
Tabela 61 – Dimensões das VRP's de acordo com diâmetro	232
Tabela 62 – Lista de Material	232
Tabela 63 - Orçamento estimativo para implantação de VRPs para o projeto de setorização de Pontal	235
Tabela 64 – Planilha de orçamento geral do Projeto de Setorização	236
Tabela 65 – Vantagens e desvantagens para medidor eletromagnético de inserção	248
Tabela 66 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer	250
Tabela 67 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges	252
Tabela 68 – Locais onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Pontal	262
Tabela 69 – Fornecedores de macromedidores de vazão	272
Tabela 70 – Locais onde deverão ser implantados os sensores de níveis (MN) no sistema de abastecimento de água do município de Pontal	273
Tabela 71 – Investimentos necessários para implantação do projeto de macromedição no sistema de abastecimento de Pontal	278
Tabela 72 – Orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos	280
Tabela 73 – Custo para execução de uma caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão	281
Tabela 74 – Valor dos investimentos para execução das caixas de proteção dos macromedidores de vazão	282
Tabela 75 – Valor dos investimentos para substituição e instalação de hidrômetros no município de Pontal	289
Tabela 76 - Classes metrológicas x $Q_{mín}$ e Q_t	322
Tabela 77 – Valor dos investimentos para formação de uma equipe de pesquisa de vazamentos	344



Tabela 78 – Estimativa de custo das atividades principais para realização da pesquisa de vazamento no município de Pontal	352
Tabela 79 – Orçamento para realização de outorga nos poços do sistema de abastecimento de água de Pontal	353
Tabela 80 – Frequência de quebras de tubulação para diferentes diâmetros.....	363
Tabela 81 – Consequências da reabilitação insuficiente ou inadequada em estruturas do sistema de abastecimento de água.....	374
Tabela 82 – Estimativa de custo para substituição de redes na distribuição de Pontal	380
Tabela 83 - Poços existentes no sistema de abastecimento água de Pontal.....	406
Tabela 84 – Orçamento estimativo para redução de perdas de água no município de Pontal	409





ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Grau de Urbanização.....	32
Gráfico 2 – Índice de Envelhecimento.....	33
Gráfico 3 – Porcentagem da população de Pontal por idade e sexo.....	34
Gráfico 4 – População por grupos de idade	35
Gráfico 5 – Participação dos domicílios por espécie (%)	36
Gráfico 6 – Índice de desenvolvimento humano.....	39
Gráfico 7 – PIB per capita	40
Gráfico 8 – Participação da agropecuária	41
Gráfico 9 – Participação da indústria.....	41
Gráfico 10 – Participação dos Serviços.....	42
Gráfico 11 – Pluviograma acumulado médio mensal – B4-060.....	47
Gráfico 12 – Pluviograma acumulado médio mensal – C5-024.....	47
Gráfico 13 – Precipitações médias mensal	49
Gráfico 14 – Temperatura média mensal	50
Gráfico 15 - Desvio padrão x coordenada da latitude.	57
Gráfico 16 - Desvio padrão x coordenada da longitude.	57
Gráfico 17 - Desvio padrão x coordenada da altitude.	57
Gráfico 18 – Distribuição de vazão Setor 01 – Município de Pontal.....	136
Gráfico 19 – Distribuição de Pressão Setor 01 – Município de Pontal	136
Gráfico 20 – Rendimento das Bombas Setor 01	195
Gráfico 21 – Distribuição de vazão Parte 02 – Município de Pontal.....	196
Gráfico 22 – Distribuição de Pressão Parte 02 – Município de Pontal	196
Gráfico 23 – Rendimento das Bombas Setor 02 do Município de Pontal	199
Gráfico 24 – Distribuição de vazão Parte 03 – Município de Pontal.....	200
Gráfico 25 – Distribuição de Pressão Parte 03 – Município de Pontal	201
Gráfico 26 – Rendimento das Bombas Parte 03 do Município de Pontal	206



1. APRESENTAÇÃO

A Empresa F.S. Projetos Ambientais Ltda EPP apresenta a seguir, o **RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES** visando à elaboração completa do Plano de Combate a Perdas de Água no Abastecimento Público do município de Pontal, conforme Contrato nº. 210/2024 de 28 de maio de 2024 e nos termos da Concorrência nº. 001/2024 e Convênio firmado com a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos – FEHIDRO.

Na Figura 1 é apresentada a localização do município de Pontal no Estado de São Paulo.



Figura 1 – Localização do município de Pontal no Estado de São Paulo.



2. INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais importante para a humanidade, visto que sem ela, não há vida. Nós, seres humanos, os animais e os vegetais dependemos dela para viver, por isso temos o dever e obrigação de preservá-la em todas as circunstâncias de nosso cotidiano. Estamos tão habituados com a sua presença em nossas vidas, que só conseguimos entender sua importância, quando ela nos falta.

Preservar o ciclo da água é preservar a natureza. Em muitos locais, este ciclo natural vem sofrendo muitas alterações nos últimos tempos. Os intensos desmatamentos que ocorrem no planeta fazem com que a cobertura vegetal diminua consideravelmente, de forma que a água que é precipitada através das chuvas escoe mais rapidamente, causando a redução da infiltração no solo e na sustentação dos cursos d'água. Com isso, a disponibilidade de água abundante nos rios e córregos de nosso território tem diminuído de forma acelerada, causando prejuízos aos povoados e munícipes que se utilizam deste recurso para as mais diversas atividades humanas.

Outro quesito fundamental que contribui para o aumento da escassez da água em nosso território é a poluição, que representa uma ameaça real à qualidade de nossas águas, à saúde e ao meio ambiente. A grande maioria das indústrias instaladas em nossas cidades despejam diariamente produtos químicos tóxicos diretamente nos rios, córregos e lagos. Esses detritos além de representar um grave risco ao meio ambiente trazem consequências à saúde humana, visto que podem matar organismos vivos e se acumular no tecido dos peixes, por exemplo, que fazem parte da cadeia alimentar humana. Pela qualidade de vida hoje e pela sobrevivência das futuras gerações, é preciso proteger e preservar os mananciais, recuperar rios poluídos e incentivar a educação ambiental e o uso consciente da água.

A escassez de água é um problema que afeta todo o mundo. Especificamente no Brasil, apesar de uma porcentagem de aproximadamente 12% da água doce do planeta estar concentrada em nosso território, a crise hídrica dos últimos anos tem causado discussões e debates sobre a verdadeira disponibilidade de água em nosso planeta, o que nos leva a crer que o recurso natural mais importante da humanidade,



antes tratado como abundante e infinito, pode não ter mais essa caracterização daqui a algumas décadas.

A impermeabilização do solo nas cidades, caracterizada pelo uso de asfalto, cimento, concreto e calçamento, reduz a infiltração da água, que por sua vez, deixa de abastecer os lençóis freáticos e nossos cursos de água subterrâneos. Para realizar o abastecimento de água da população, visto que os mananciais estão cada vez mais poluídos e em condições insalubres de utilização da água, a melhor saída é a perfuração de poços profundos, que são responsáveis por captar a água que é oferecida à população de nossas cidades.

As modalidades de consumo de água podem ser divididas em quatro: agricultura, produção energética, atividade industrial e abastecimento humano. Com o crescimento constante da população mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que, em 2030 a sociedade vai necessitar de 35% a mais de alimento, 40% a mais de água e 50% a mais de energia. Ao mesmo tempo, esse crescimento traz consigo ameaças aos mananciais de abastecimento, tanto superficiais, quando subterrâneos, e a maior parte das águas residuais é devolvida ao ambiente sem qualquer tipo de tratamento, gerando danos para os seres humanos e ecossistemas.

Cada gota de água economizada é importante, mas ao contrário do que pode indicar o senso comum, o principal fator que põe em risco a segurança hídrica dos brasileiros não é o desperdício com banhos demorados ou lavagem de calçadas, até porque menos de 10% da água é destinada aos domicílios. Estudos apontam que a situação mais dramática está justamente nas empresas gestoras e operadoras dos sistemas de abastecimento público de nossos municípios. Em 2010, vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas no consumo de água, responderam, na média nacional, por 37,5%, segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) das perdas de faturamento das empresas. O raciocínio é simples: se as perdas são tão elevadas, é preciso retirar do meio ambiente muito mais água do que a população realmente necessita.

A elaboração do Plano Municipal de Controle de Perdas de Água abrange o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações inerentes ao setor de abastecimento público de um município. O seu desenvolvimento está previsto na Lei Federal nº 9.433/97 (Política Nacional de Recursos Hídricos), como um instrumento



de planejamento dos recursos hídricos de um município com a integração dos setores usuários e em consonância com os órgãos gestores dos sistemas de abastecimento público.

O controle de perdas de água num sistema de abastecimento público constitui uma das principais atividades operacionais que deve ser desenvolvida pelo órgão gestor municipal, pois seu controle está diretamente relacionado com a receita e a despesa da empresa. Além de garantir a preservação de um recurso que tem se tornado cada vez mais escasso em nossos territórios, conforme causas já apresentadas anteriormente.

O combate às perdas e o desperdício de água são os fatores que mais comprometem o setor de saneamento nos municípios brasileiros. A busca pela solução destes problemas, dada a falta de planejamento adequado da maioria das administrações públicas em nosso país, tem se tornado cada vez mais intensa e desordenada. As diretrizes que serão propostas neste trabalho proporcionarão aos órgãos e empresas gestoras dos serviços de saneamento, a capacidade de elaborar um Programa de Combate às Perdas de Água eficiente e organizado, no qual deverão ser estabelecidas medidas e ações efetivas para a redução dos índices de perdas e conseqüentemente auxiliar na preservação do mais valioso recurso hídrico disponível em nosso planeta.

Segundo a IWA (Associação Internacional da Água), definem-se perdas como “toda perda real ou aparente de água ou todo o consumo não autorizado que determina aumento do custo de funcionamento ou que impeça a realização plena da receita operacional”.

Sobre as “perdas reais” recaem os custos de produção e distribuição da água, e sobre as “perdas aparentes”, os custos de venda de água no varejo, acrescido dos eventuais custos da coleta de esgoto. (ABES, 2013, p.9)

No Brasil, a média das perdas totais de água existentes nas empresas de saneamento é de aproximadamente metade, variando de 25% a 65% de uma região para outra segundo o PNCD (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água), ou ainda segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2010).



Esses índices de perdas foram também citados por outros pesquisadores que explicam, além de outros parâmetros, que para melhorar a qualidade da água de consumo, é necessário minimizar as perdas e os vazamentos.

Segundo o artigo redigido por Pauli (2015) presidente nacional da ABES, por conta do elevado índice de perdas de água no cenário brasileiro, ocorre a redução de faturamento das empresas e, conseqüentemente, a redução dos investimentos e obtenção de financiamentos.

A seguir é apresentada a Tabela 1 com a relação de mapas anexo a este relatório.

Tabela 1 – Relação de mapas anexo

MAPAS DIAGNÓSTICO	
FL 01-DIAG	MAPAS DE LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO PONTOS
FL 02-DIAG	MAPAS DE LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO TRIANGULAÇÃO
FL 03-DIAG	MAPAS DE LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CURVAS
FL 04-DIAG	MAPAS DE LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO DECLIVIDADES
FL 05-DIAG	MAPA CADASTRAL DA REDE EXISTENTE
FL 06-DIAG	MAPA DE SETORIZAÇÃO
MAPAS PROGNÓSTICO	
FL 01-PROG	MAPA DE SETORIZAÇÃO PROPOSTA E SUBSTITUIÇÃO DE REDE
FL 02- PROG	MAPA DE DETALHE DE MACROMEDIDORES
FL 03- PROG	MAPA DE DETALHAMENTO DE RESERVATÓRIO
FL 04- PROG	MAPA DE DETALHAMENTO VRP
FL 05- PROG	MAPA DE DETALHAMENTOS GERAIS



3. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi elaborar procedimentos metodológicos para o gerenciamento das perdas nos sistemas de abastecimento de água do município, visando contribuir com a redução dos custos de operação e com a recuperação de receitas, além da preservação dos recursos hídricos. Os objetivos específicos são:

1. Realizar um diagnóstico das perdas de água no município de Pontal;
2. Elaborar metodologias direcionadas para a gestão da micromedição e consequentemente redução dos índices de perdas de água no município, foi elaborado para este trabalho e sua função é a de encontrar bairros com maior prioridade na calibração dos instrumentos de medição (hidrômetros) ou que haja necessidade de realizar substituições dos mesmos.
3. Desenvolver um modelo de gestão que visa o gerenciamento dos índices de perdas de água nos municípios situados no Estado de São Paulo.

O Plano de Combate a Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público do município de Pontal tem por objetivo o diagnóstico e a elaboração de atividades de consultoria e projetos que venham resultar em diversas ações de curto, médio e longo prazo que irão permitir a redução permanente dos índices de perdas atual, com metas pré-estabelecidas, basicamente compreendendo os serviços como segue:

- 1 - Elaboração de Base Cadastral da Rede de Distribuição de Água;
- 2 - Projeto de Setorização da Rede de Distribuição de Água;
- 3 - Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão obtidos com a Pitometria;
- 4 - Elaboração do Projeto de Macromedição de Vazão e Sensores de Nível;
- 5 - Diagnóstico da Micromedição;
- 6 - Diagnóstico e Estudos para Melhorias e Adequação das Unidades Operacionais;
- 7 - Procedimentos para Elaboração dos índices de Perdas Setoriais e Global.



4. CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

De acordo com o Termo de Referência apresentado pela Prefeitura, o município de Pontal é também membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pardo - CBH-PARDO (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 4), apesar de ter sua sede localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 9 (Mogi-Guaçu), pertencendo, desta forma, também, ao Comitê da Bacia Hidrográfica Mogi-Guaçu – CBH-MOGI.

A Figura 2 ilustra a localização de Pontal na Bacia Hidrográfica e a Figura 3 apresenta a carta do IBGE.

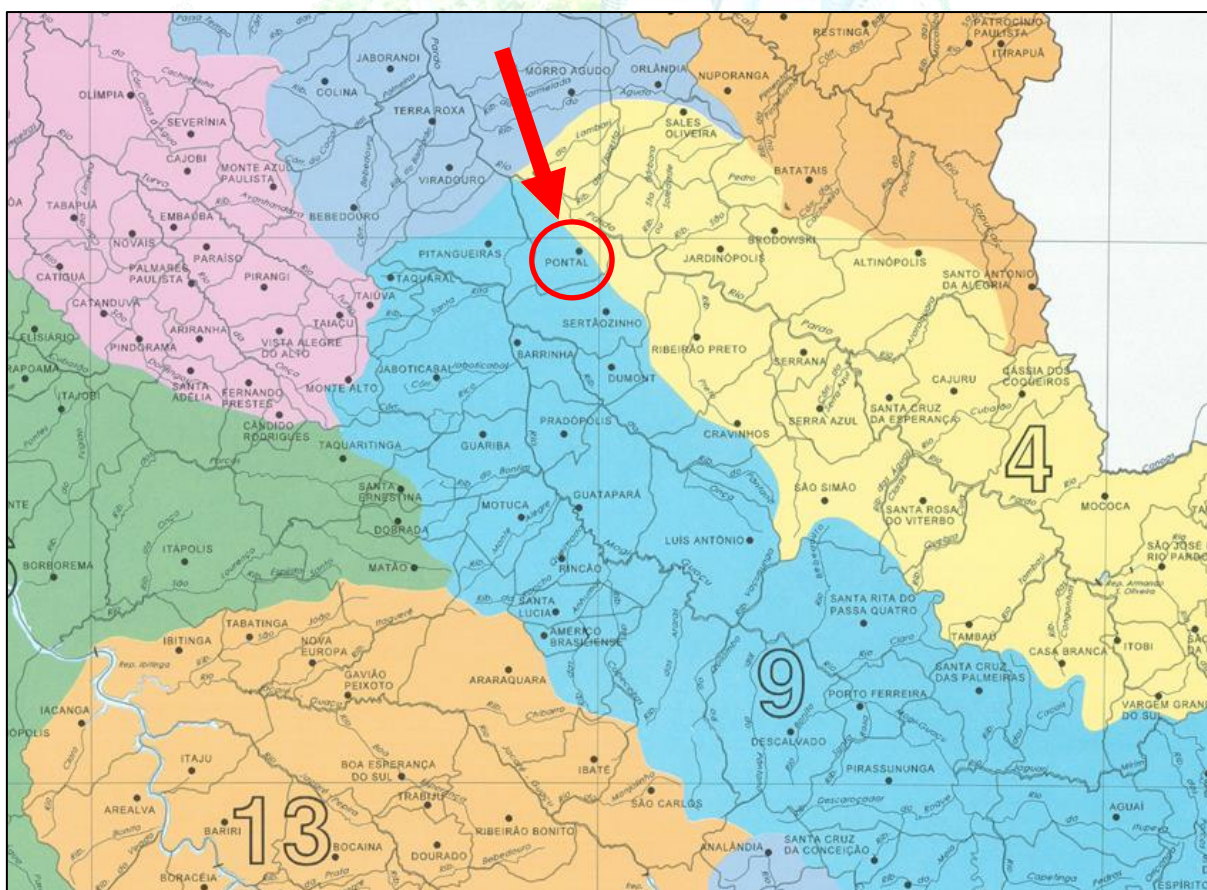


Figura 2 – Localização do município de Pontal na bacia hidrográfica
CBH-PARDO – UGRHI 04



Figura 3 – Carta do IBGE (escala 1:50.000)

Pontal pertence à Região Administrativa e de Governo de Ribeirão Preto. O município faz divisa com as seguintes cidades: Jardinópolis ao leste, Sertãozinho ao sul, Pitangueiras a oeste e Sales de Oliveira e Morro Agudo ao norte.

Quanto ao perfil socioeconômico, o município de Pontal apresenta os seguintes dados:

4.1. TERRITÓRIO E POPULAÇÃO

Quanto ao território e a população, no município de Pontal, têm-se:

4.1.1. Área

A Figura 4 a seguir apresenta a relação da área do município de Pontal em relação as regiões do Estado de São Paulo e Brasil.

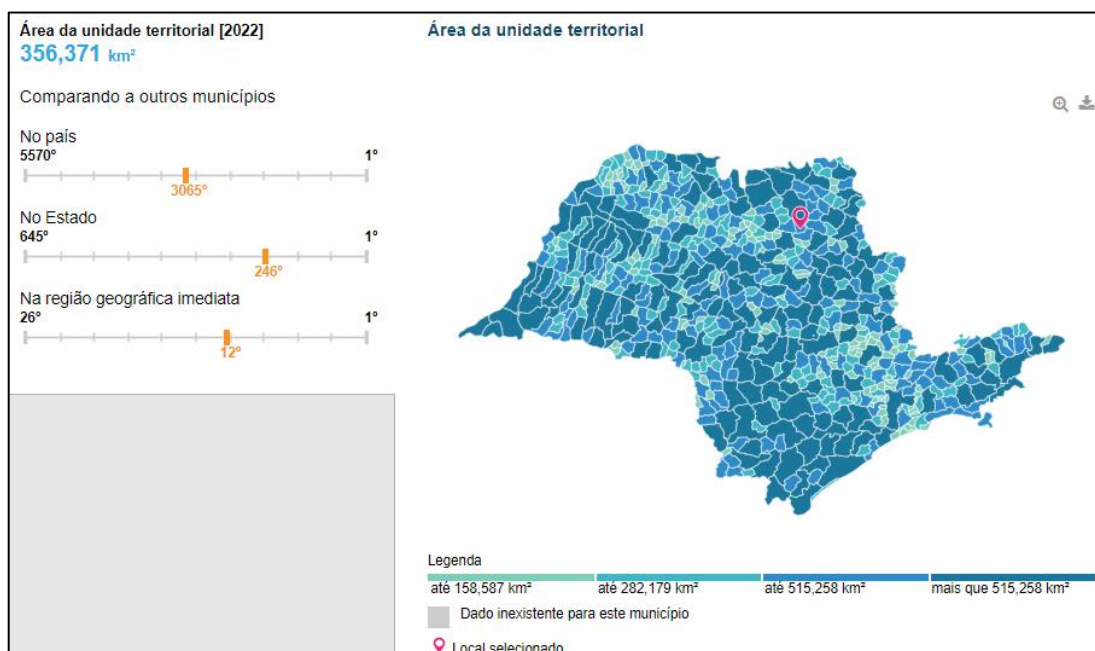


Figura 4 - Área (km²)

Fonte: IBGE, Censo 2022.

4.1.2. População

A Figura 5 e Figura 6 apresentam a população do município de Pontal no ano de 2022 (Censo IBGE, 2022) e seu crescimento ao longo dos anos (SEADE, 2023).

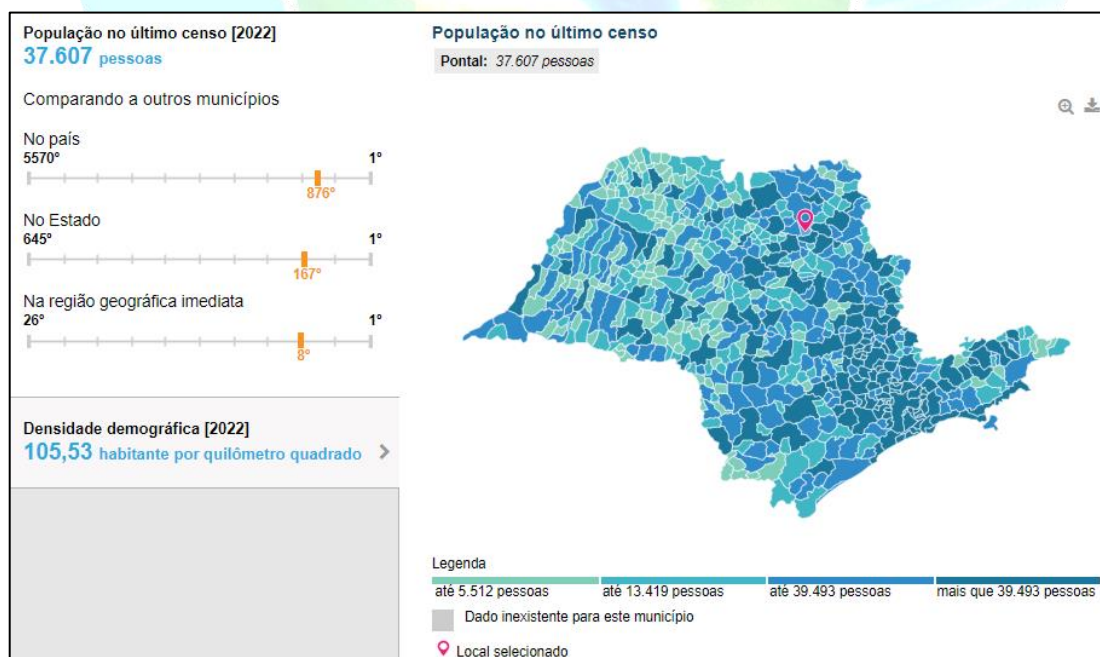


Figura 5 - População

Fonte: IBGE, Censo 2022.

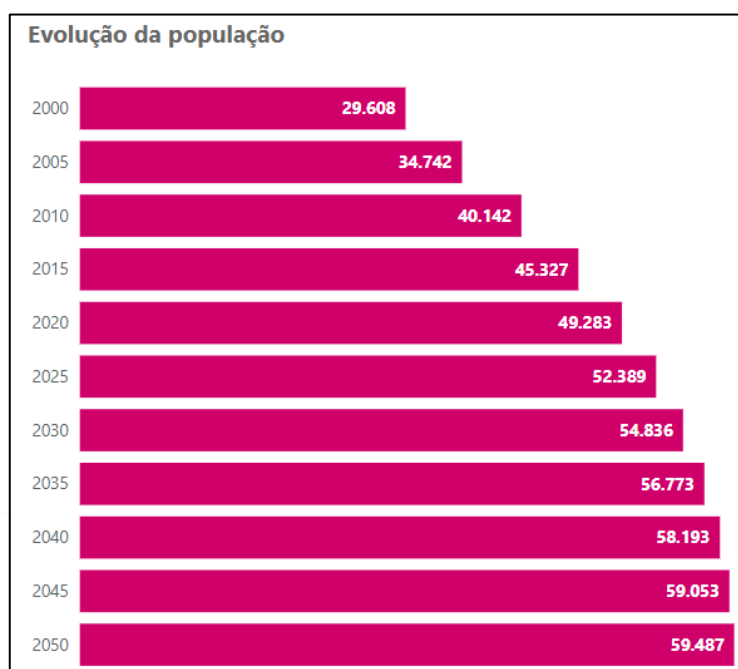


Figura 6 – Evolução da População

Fonte: Fundação SEADE.

4.1.3. Densidade Demográfica

Densidade demográfica é o número de habitantes residentes de uma unidade geográfica em determinado momento, em relação à área dessa mesma unidade. A densidade demográfica é um índice utilizado para verificar a intensidade de ocupação de um território e a Figura 7 apresenta a densidade demográfica do município.

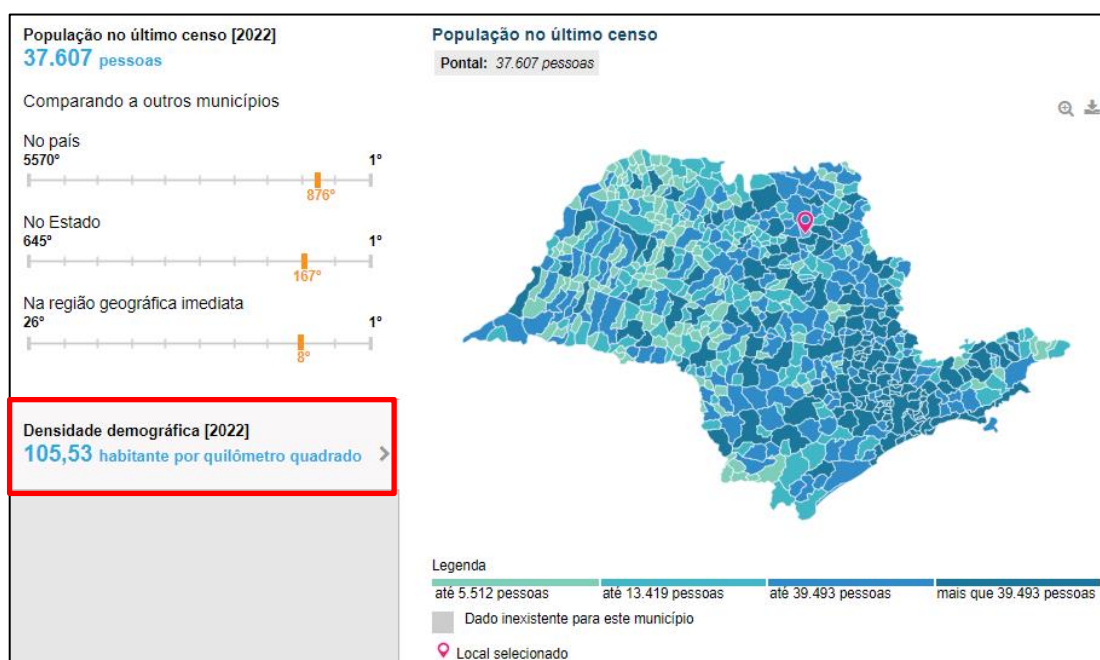


Figura 7 – Densidade Demográfica

Fonte: IBGE, Censo 2022.

4.1.4. Taxa Geométrica de Crescimento anual da população

A Figura 8 apresenta a taxa geométrica de crescimento anual da população entre os anos de 2000-2010 e 2010-2022, de acordo com o último Censo, do município de Pontal.

Brasil

203.080.756

0,52%

População 2022

Crescimento anual (2010-2022)

RA Ribeirão Preto

37.607

-0,56%

0,02%

Pontal

População 2022

Crescimento anual (2010-2022)

Participação no Brasil

População e taxa anual de crescimento populacional

Município	2000	2010	2022	Taxa (%) 2000-2010	Taxa (%) 2010-2022
Pontal	29.681	40.244	37.607	3,09%	-0,56%
Total	29.681	40.244	37.607	3,09%	-0,56%

Taxa anual de crescimento populacional (%)

2000-2010

2010-2022

De -1 a < 0

Figura 8 – Taxa Geométrica de Crescimento anual da população

Fonte: Fundação SEADE-IBGE.



4.1.5. Grau de Urbanização

É o percentual da população urbana em relação à população total. É calculado, geralmente, a partir de dados censitários, segundo a fórmula:

$$\text{Grau de Urbanização} = \frac{\text{População Urbana}}{\text{População Total}} \times 100$$

A Figura 9 e Gráfico 1 apresentam o grau de urbanização do município de Pontal entre os anos de 2010 e 2021.

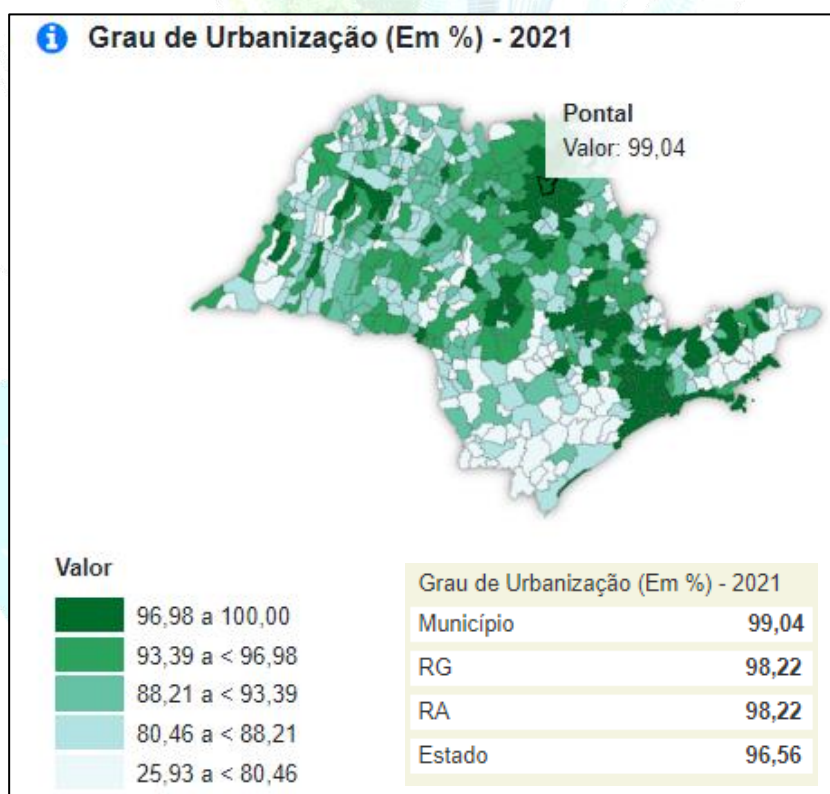


Figura 9 – Grau de Urbanização

Fonte: Fundação SEADE

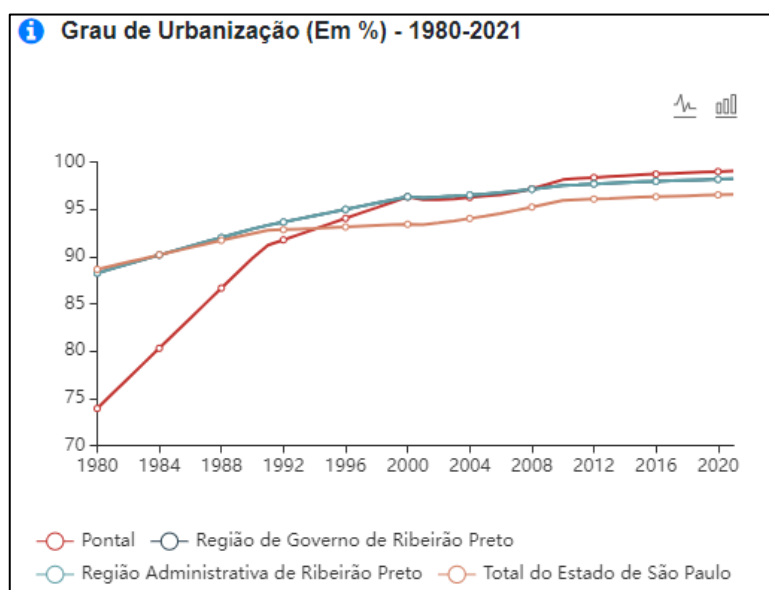


Gráfico 1 – Grau de Urbanização

Fonte: Fundação SEADE

4.1.6. Índice de Envelhecimento

A Figura 10 e Gráfico 2 apresentam o índice de envelhecimento do município de Pontal entre os anos de 2010 e 2021.

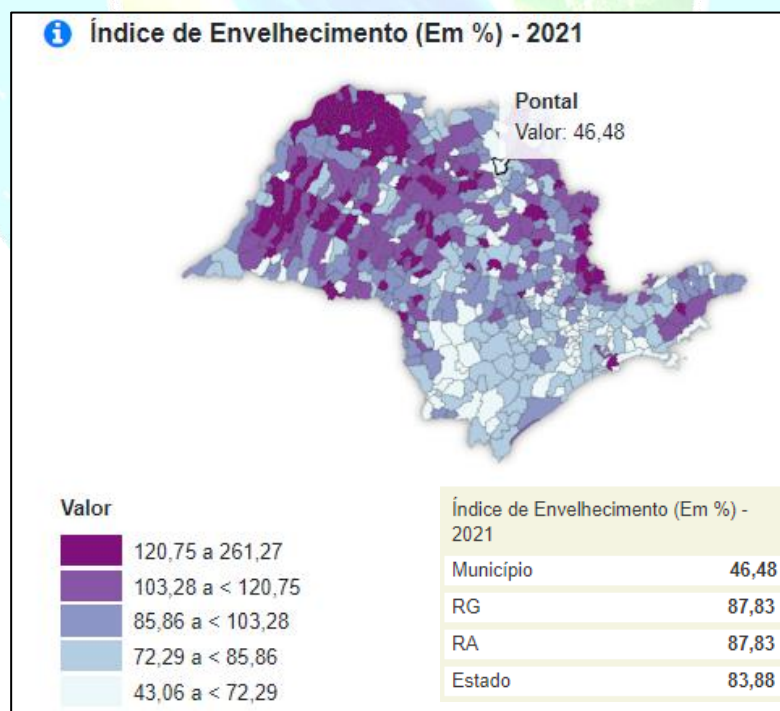


Figura 10 – Índice de Envelhecimento

Fonte: Fundação SEADE

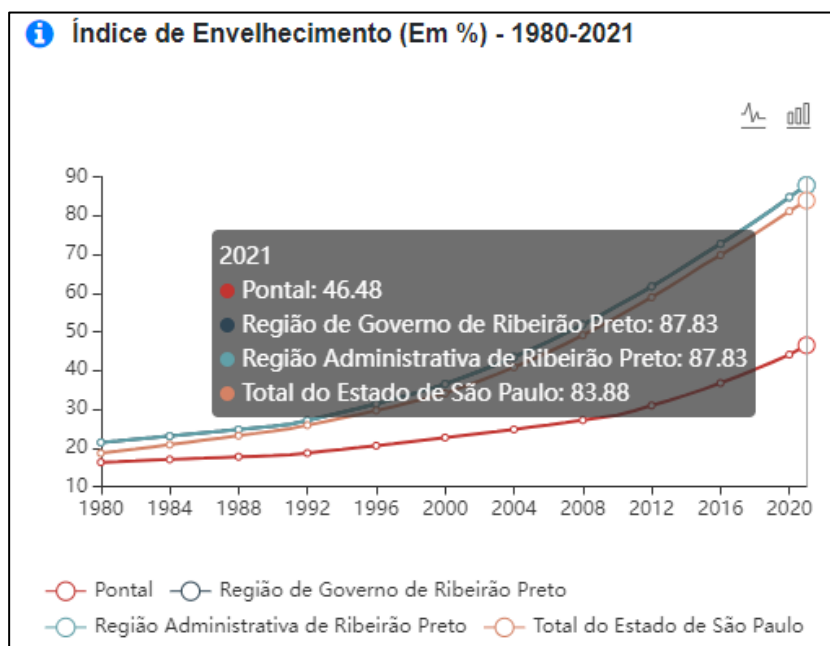


Gráfico 2 – Índice de Envelhecimento

Fonte: Fundação SEADE

4.1.7. População por grupo de idades e razão de sexos

As figuras, gráfico e tabelas a seguir apresentam a população de Pontal por grupo de idades e razão de sexos, conforme último Censo IBGE 2022.



Tabela 2 – População de Pontal por idade e sexo

População por idade e sexo				2010	2022
Idade	Homens	Mulheres	Total		
90 e +	27	56	83		
85 a 89	75	117	192		
80 a 84	110	183	293		
75 a 79	237	269	506		
70 a 74	338	415	753		
65 a 69	577	650	1.227		
60 a 64	818	855	1.673		
55 a 59	1.016	1.059	2.075		
50 a 54	1.099	1.084	2.183		
45 a 49	1.347	1.292	2.639		
40 a 44	1.573	1.571	3.144		
35 a 39	1.600	1.599	3.199		
30 a 34	1.580	1.512	3.092		
25 a 29	1.552	1.477	3.029		
20 a 24	1.693	1.497	3.190		
15 a 19	1.417	1.394	2.811		
10 a 14	1.304	1.276	2.580		
05 a 09	1.321	1.186	2.507		
00 a 04	1.227	1.204	2.431		
Total	18.911	18.696	37.607		

Fonte: SEADE Censo 2022.

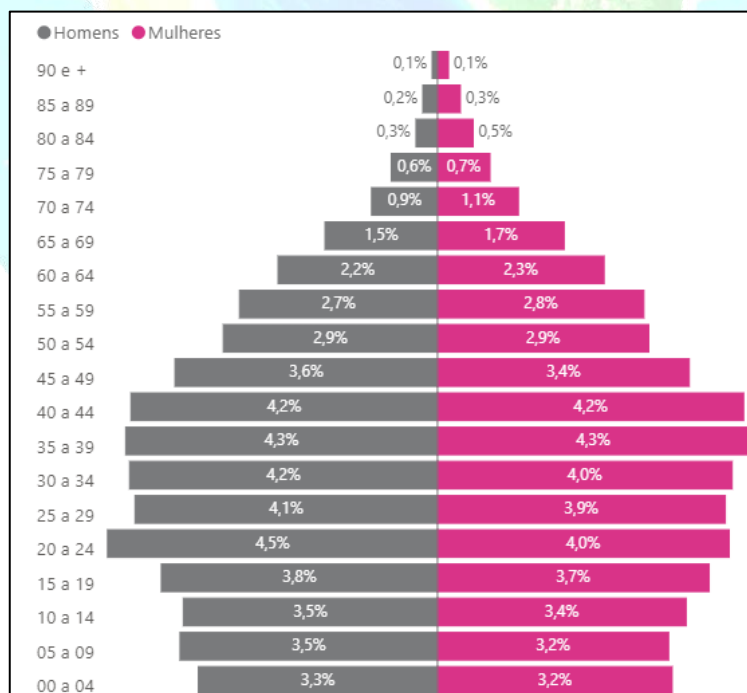


Gráfico 3 – Porcentagem da população de Pontal por idade e sexo

Fonte: Fundação SEADE

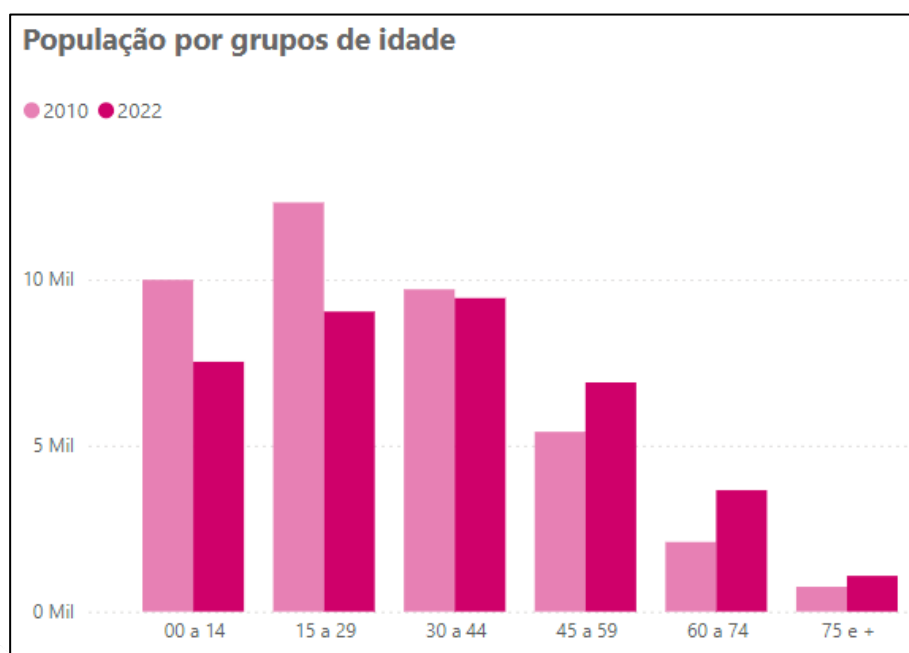


Gráfico 4 – População por grupos de idade

Fonte: Fundação SEADE

4.1.8. Domicílios

As figuras, gráfico e tabelas a seguir apresentam os números de domicílios de Pontal, conforme último Censo IBGE 2022.

Tabela 3 – Domicílios por espécie

Domicílios por espécie		
Espécie do domicílio	2010	2022
Particular permanente ocupado	11.682	13.115
Particular permanente não ocupado - vago	799	1.947
Particular permanente não ocupado - uso ocasional	182	378
Particular improvisado	20	4
Coletivo	5	4
Total	12.688	15.448

Fonte: SEADE Censo 2022.



Tabela 4 – Domicílios por espécie e taxa anual de crescimento (%)

Domicílios por espécie e taxa anual de crescimento (%)				
Total	Ocupado		Vago	Uso ocasional
Município	2010	2022	Taxa anual de crescimento	
Pontal	12.688	15.448	1,65%	
Total	12.688	15.448	1,65%	

Fonte: SEADE Censo 2022.

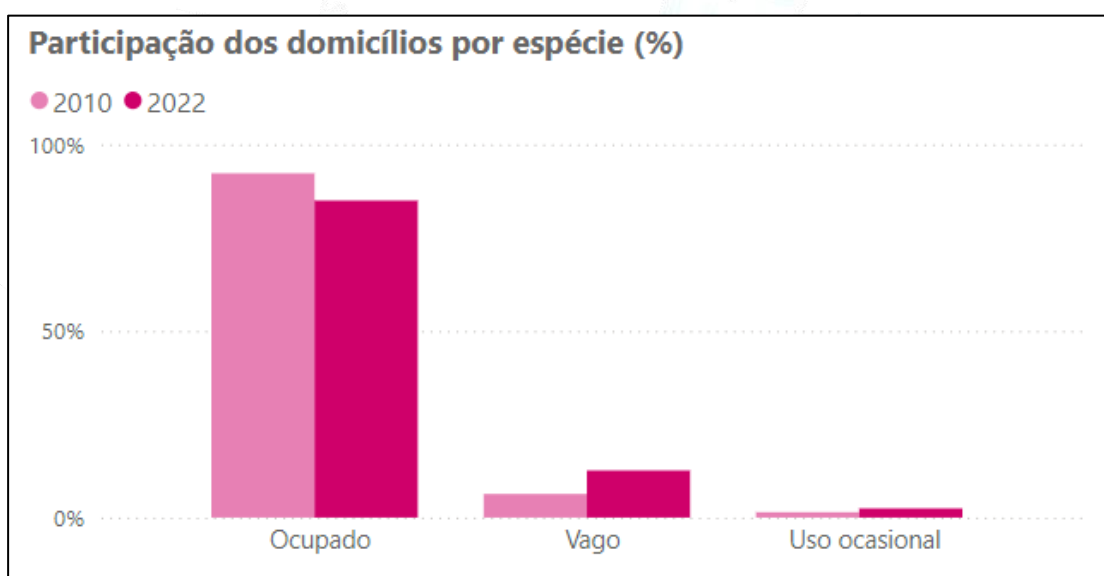


Gráfico 5 – Participação dos domicílios por espécie (%)

Fonte: Fundação SEADE

4.2. ESTATÍSTICAS VITAIS E SAÚDE

4.2.1. Taxa de Mortalidade Infantil:

Relação entre os óbitos de menores de um ano residentes numa unidade geográfica, num determinado período de tempo (geralmente um ano) e os nascidos vivos da mesma unidade nesse período, segundo a fórmula:

$$\text{Taxa de Mortalidade Infantil} = \frac{\text{Óbitos de Menores de 1 Ano}}{\text{Nascidos Vivos}} \times 1.000$$



A Figura 11 apresenta a taxa de mortalidade infantil do município de Pontal no ano de 2022.

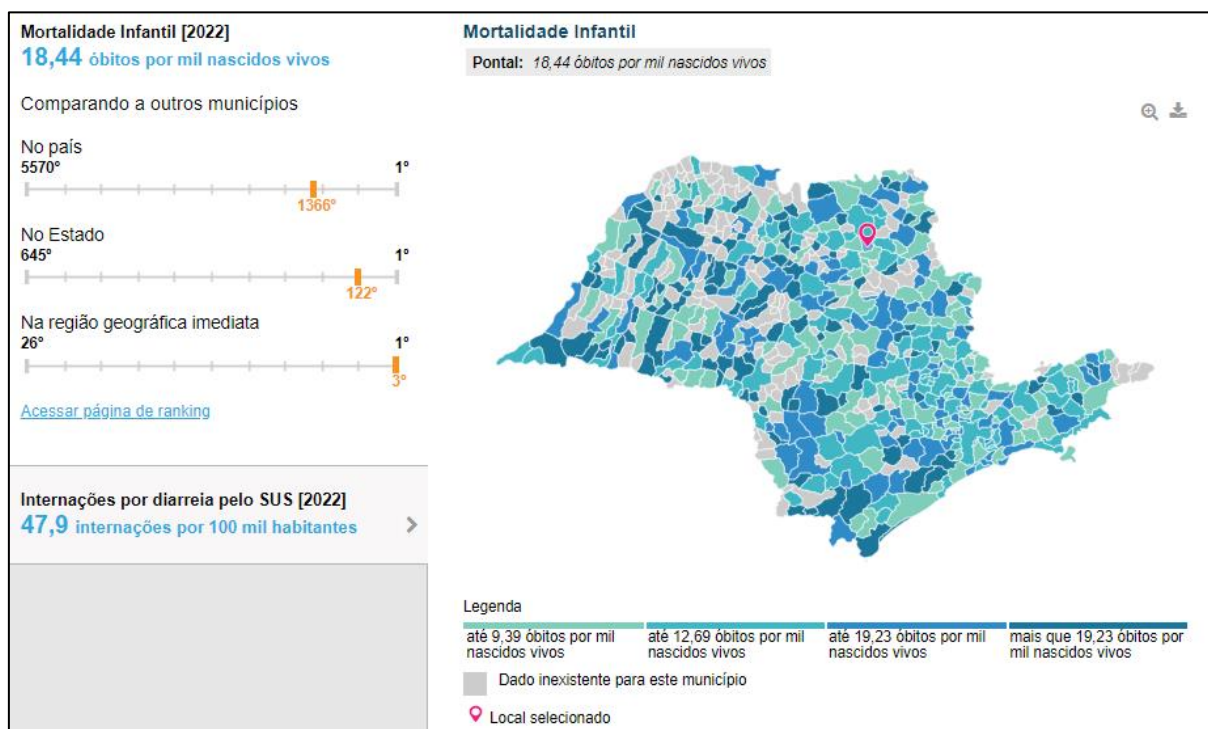


Figura 11 – Taxa de mortalidade infantil

Fonte: Censo IBGE 2022.

4.3. CONDIÇÕES DE VIDA

4.3.1. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

Indicador que focaliza o município como unidade de análise, a partir das dimensões de longevidade, educação e renda, que participam com pesos iguais na sua determinação, segundo a fórmula:

$$\text{IDHM} = \frac{\text{Índice de Longevidade} + \text{Índice de Educação} + \text{Índice de Renda}}{3}$$



Em relação à Longevidade, o índice utiliza a esperança de vida ao nascer (número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento). No aspecto educação, considera o número médio dos anos de estudo (razão entre o número médio de anos de estudo da população de 25 anos e mais, sobre o total das pessoas de 25 anos e mais) e a taxa de analfabetismo (percentual das pessoas com 15 anos e mais, incapazes de ler ou escrever um bilhete simples). Em relação à renda, considera a renda familiar per capita (razão entre a soma da renda pessoal de todos os familiares e o número total de indivíduos na unidade familiar). Todos os indicadores são obtidos a partir do Censo Demográfico do IBGE. O IDHM se situa entre 0 (zero) e 1 (um), os valores mais altos indicando níveis superiores de desenvolvimento humano. Para referência, segundo classificação do PNUD, os valores distribuem-se em 3 categorias:

- Baixo desenvolvimento humano, quando o IDHM for menor que 0,500;
- Médio desenvolvimento humano, para valores entre 0,500 e 0,800;
- Alto desenvolvimento humano, quando o índice for superior a 0,800.

O Gráfico 6 apresenta o índice de desenvolvimento humano do município de Pontal entre os anos de 1991 e 2010.

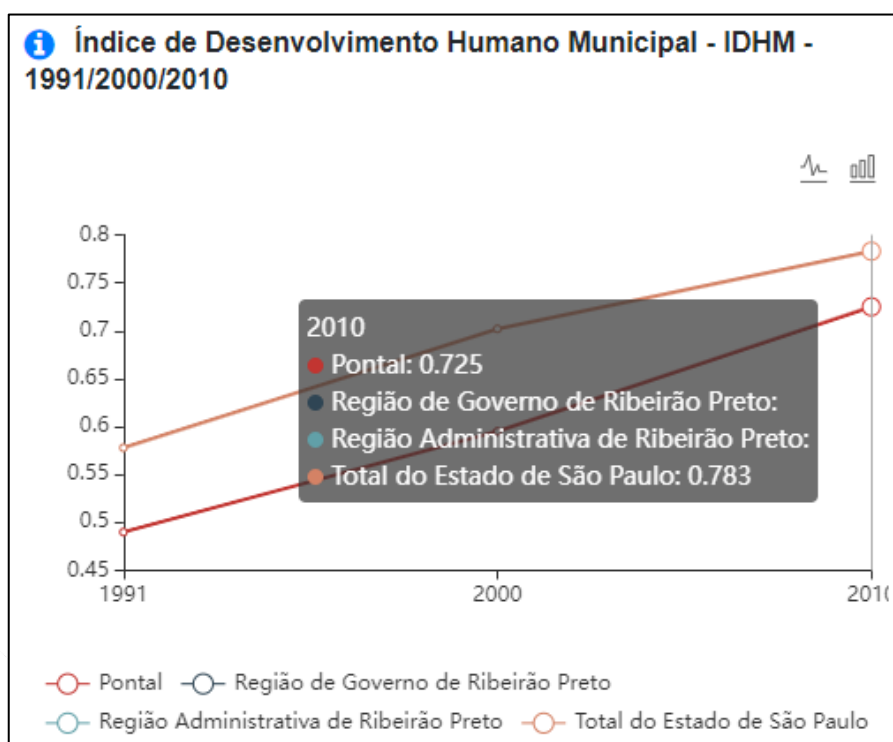


Gráfico 6 – Índice de desenvolvimento humano

Fonte: Fundação SEADE

4.4. ECONOMIA

4.4.1. Indicadores:

Outros indicadores também ilustram a representatividade da economia do município de Pontal. Dentre eles, podemos destacar:

- Participação no PIB do Estado
- Participação da Agropecuária no Total do Valor Adicionado
- Participação da Indústria no Total do Valor Adicionado
- Participação dos Serviços no Total do Valor Adicionado
- Participação nas Exportações do Estado

Com relação ao PIB de Pontal, o mesmo se define como o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtivas, ou seja, a soma dos valores adicionados acrescida dos impostos. O Gráfico 7 na sequência apresenta o PIB de Pontal no ano de 2021.

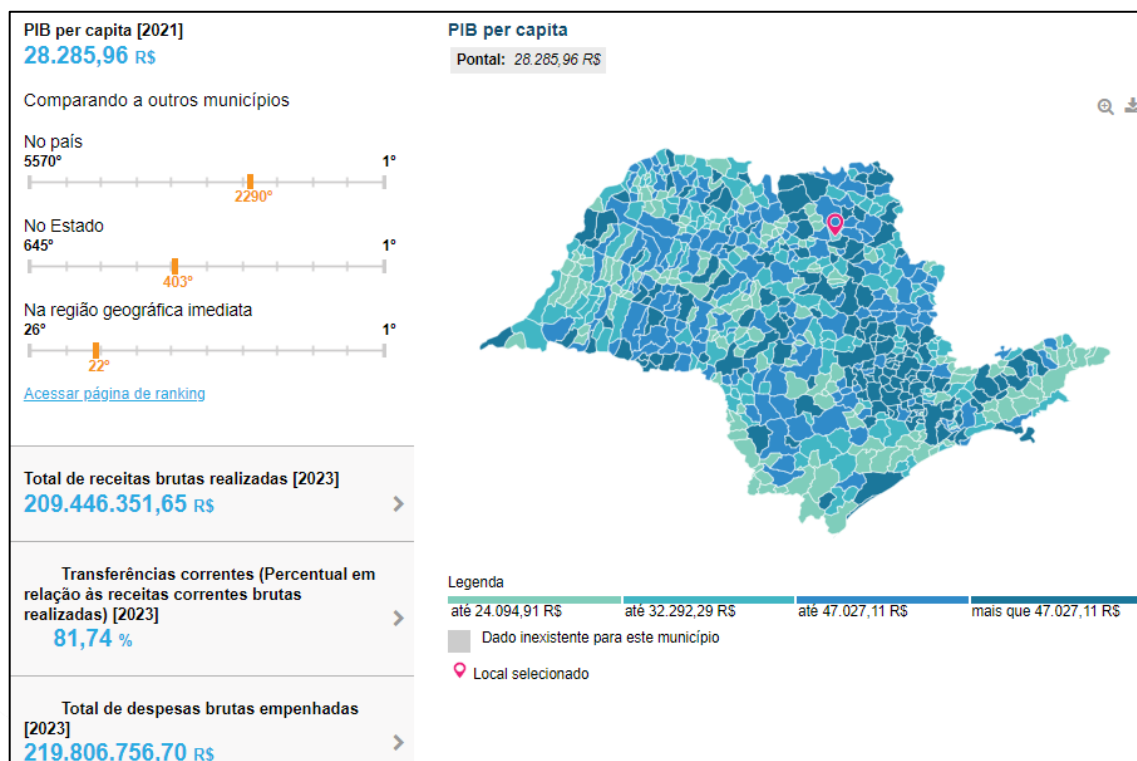


Gráfico 7 – PIB per capita

Fonte: Censo IBGE 2022

O valor adicionado do setor agropecuário é o valor que a atividade Agropecuária agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo e no Gráfico 8 é apresentada a participação do município de Pontal na agropecuária.

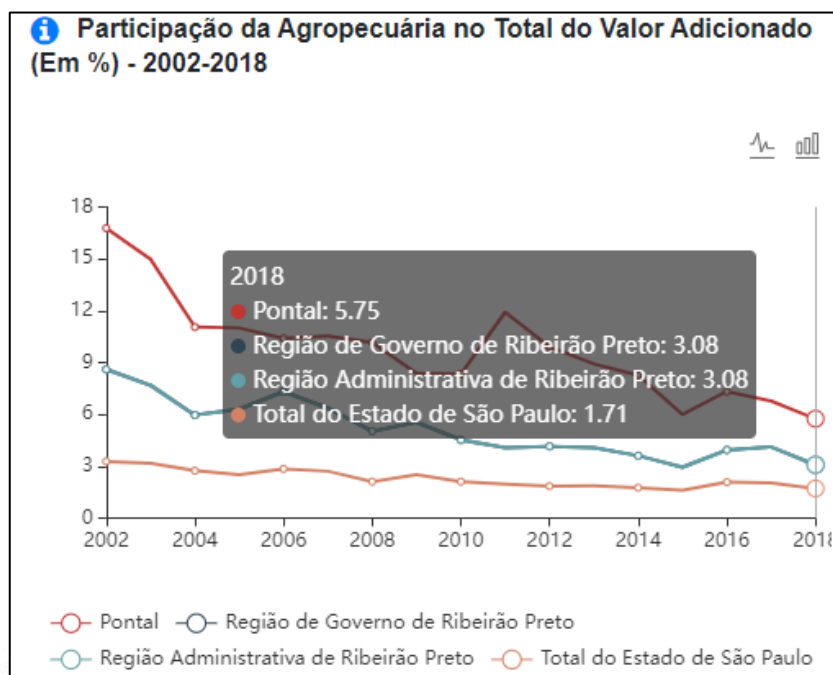


Gráfico 8 – Participação da agropecuária

Fonte: Fundação SEADE

O mesmo conceito se aplica aos setores da Indústria e de Serviços, conforme apresentado nos gráficos na sequência (Gráfico 9 e Gráfico 10)

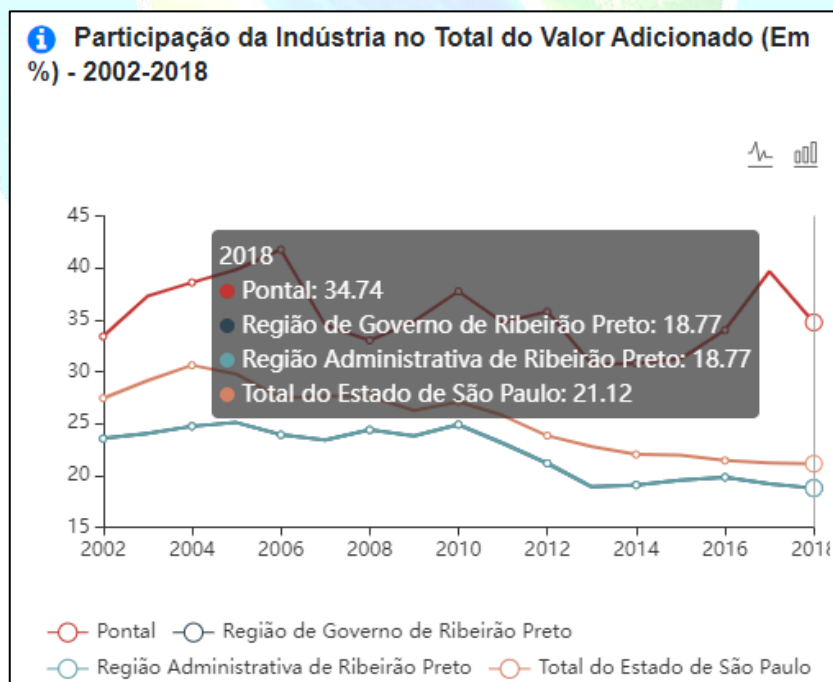


Gráfico 9 – Participação da indústria

Fonte: Fundação SEADE

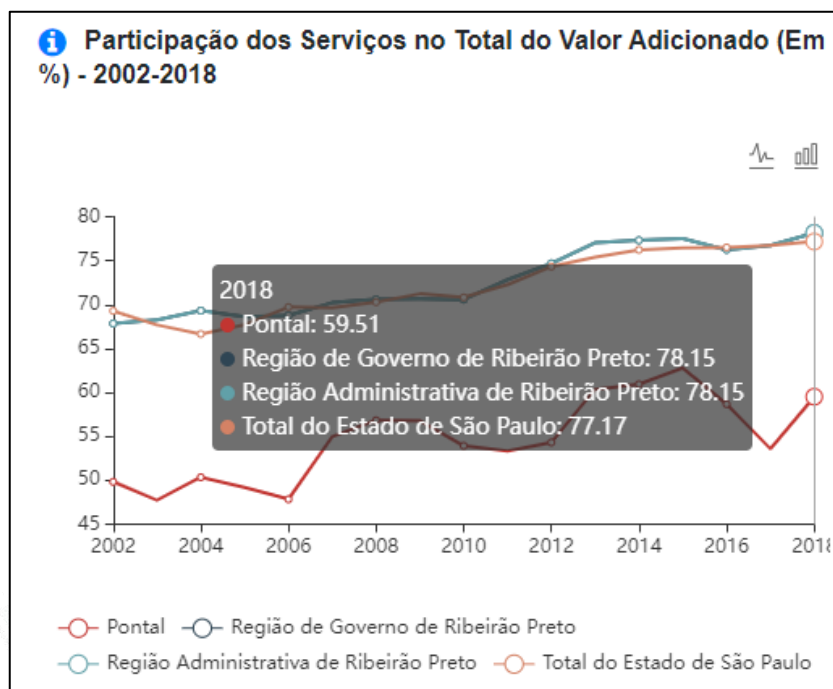


Gráfico 10 – Participação dos Serviços

Fonte: Fundação SEADE

4.5. HABITAÇÃO E INFRAESTRUTURA URBANA

O conjunto de sistemas técnicos de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas é conhecido como infraestrutura urbana.

A atividade econômica, em conjunto com a evolução social, ocasiona um aumento nas migrações, que gera um crescimento populacional localizado e, consequentemente, uma escassez de habitações. Para suprir a necessidade de habitações, há um aumento na área urbana, geralmente com falta de infraestrutura devido à falta de recursos para a administração da cidade. Neste contexto surgem as favelas, os cortiços e casas precárias da periferia; sendo, normalmente, constituídas por uma ou mais edificações construídas em lote urbano cujo acesso e uso comum dos espaços não edificadas e instalações sanitárias, circulação e infraestrutura, no geral, são precários. Isto pode ocasionar a poluição da água devido às condições precárias de saneamento, culminando em doenças.

Sendo assim, a infraestrutura urbana tem como objetivo final a prestação de um serviço, pois, por ser um sistema técnico, requer algum tipo de operação e algum tipo de relação com o usuário.



Porém, os subsistemas da infraestrutura urbana estão relacionados ao conceito de habitação e de meio ambiente e devem ser analisados em conjunto.

O próprio conceito de habitação não se restringe apenas à unidade habitacional, mas necessariamente deve ser considerado de forma mais abrangente envolvendo também o seu entorno, envolvendo serviços urbanos, infraestrutura urbana e equipamentos sociais. De acordo com o Habitat, Agência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, uma habitação adequada, considerando-se a infraestrutura, deve contar com serviços de abastecimento de água seguro e em quantidade suficiente, serviços de eliminação de dejetos domésticos e humanos. Sendo assim, pode-se afirmar que quando há densidades populacionais inadequadas aos tipos de edificações implantadas como, por exemplo, em um conjunto habitacional com moradias individuais (adequadas a baixas densidades) implantadas com uma densidade alta, tem-se um espaço urbano desagradável e uma qualidade de vida obviamente baixa. Outro problema ressaltado é colocar blocos de apartamentos (adequados a altas densidades) em densidades populacionais baixas, pois a qualidade de vida não seria necessariamente alta, havendo dificuldades de se manter os espaços vazios entre os blocos, resultando em áreas urbanas pouco agradáveis.

Para uma maior conceituação, o IBGE define abastecimento de água como sendo a porcentagem de domicílios particulares permanentes urbanos ligados à rede geral de abastecimento de água.

Segundo o IBGE, o **município de Pontal** apresenta 99,40% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 96,80% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 2,90% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 10 de 645, 254 de 645 e 619 de 645, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 10 de 5570, 603 de 5570 e 3878 de 5570, respectivamente.

Em relação aos dados de Saneamento Básico, os dados mais recentes são apresentados no SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, conforme indicadores principais indicados abaixo:



Atendimento com abastecimento de água: 100,00%

Consumo médio per capita: 236,00 l.hab. /dia

Índice de hidrometração (água): 76,21%

Índice de coleta de esgoto: 68,50%

Índice de tratamento de esgoto: 95,42%

4.6. POLÍTICA URBANA

A população do município de Pontal não teve um aumento considerado, porém, de acordo com as políticas públicas junto a Secretaria da Habitação, implantam-se Loteamentos Urbanos e Distritos Industriais na área do município.

Em relação aos dispositivos legais para a gestão urbana, o município Pontal não possui Plano Diretor do Município. A inexistência de mecanismos legais indica, de certa forma, o grau de mobilização do poder público, no sentido de organizar o processo de ocupação antrópica e impedir ações que possam degradar os recursos naturais no meio urbano. Um bom exemplo disso veio com a Lei Federal chamada “Estatuto das Cidades”, o qual trouxe a obrigatoriedade de os municípios elaborarem seus Planos Diretores.

Outro instrumento importante para o planejamento das cidades, que vem sendo implantado dentro do CBH-PARDO, é o Estudo de Combate as Perdas no Abastecimento de Água do Município. O objetivo deste estudo é minimizar os desperdícios do bem mais valioso que temos.

4.7. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA – DIVISAS MUNICIPAIS

- Distrito criado no município de Sertãozinho pela Lei nº 1.093, de 18/10/1907.
- Município criado pelo Decreto nº 6.915, de 23/01/1935.
- Aniversário em 18 de outubro.

1 - Com o Município de Morro Agudo



Começa no rio Pardo na foz do rio Mogi-Guaçu; sobe por aquele até a foz do córrego Contendas e por este acima até o córrego da Vasante, pelo qual sobe até sua cabeceira; alcança em reta a foz do córrego da Lagoa, no ribeirão da Floresta.

2 - Com o Município de Sales Oliveira

Começa no ribeirão da Floresta, na foz do córrego da Lagoa; vai em reta à foz do córrego Limeira, no ribeirão Santa Quitéria; sobe pelo córrego Limeira até sua cabeceira no divisor da margem esquerda do ribeirão Santa Quitéria.

3 - Com o Município de Jardinópolis

Começa na cabeceira do córrego Limeira, no divisor da margem esquerda do ribeirão Santa Quitéria; segue por este divisor até o divisor entre as águas dos ribeirões Santa Quitéria, à direita, e as do Mata da Chuva, à esquerda; segue por este divisor em demanda da foz do ribeirão Mata da Chuva, no rio Pardo; sobe por este até a foz do córrego do Tamboril.

4 - Com o Município de Sertãozinho

Começa no rio Pardo, na foz do córrego do Tamboril; sobe por este até a foz do córrego dos Sítios, pelo qual sobe até sua cabeceira; daí, vai, em reta, à cabeceira setentrional do córrego das Pedras, cabeceira setentrional do galho que passa na fazenda Engenho Central; desce pelo córrego das Pedras até a ponte da estrada Pontal-Sertãozinho; daí, vai, em reta, à confluência dos córregos da Vendinha e da fazenda Santa Elisa, antiga Santo Antônio, formadores do córrego Ponte Nova; daí, vai, por nova reta, à lagoa onde se origina o córrego do Mico; desce por este até onde é cortado pela reta de rumo Sul, que vem da cabeceira do córrego Sorocaba.

5 - Com o Município de Pitangueiras

Começa no córrego do Mico, onde ele é cortado pela reta de rumo Sul, que vem da cabeceira do córrego Sorocaba; vai pela reta até a referida cabeceira; desce pelo córrego Sorocaba, pelo córrego do Cascalho e pelo ribeirão Sertãozinho, até o rio Mogi-Guaçu, pelo qual desce até sua foz no rio Pardo, onde tiveram início estas divisas.



Divisas Interdistritais:

1 - Entre os Distritos de Cândia e Pontal

Começa no rio Pardo, na foz do ribeirão Mata da Chuva; desce pelo rio Pardo até a foz do córrego Contendas

4.8. SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS

O sistema de água e esgoto do município é operado pela Prefeitura Municipal, através de um Departamento de Água e Esgoto. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2022 (apresentado na Tabela 5), elaborado pela CETESB, o município de Pontal apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário:

Tabela 5 – Dados de saneamento básico do município

UGRHI	Município	Concessão	População Urbana	Atendimento (%)		Eficiência (%)	Carga Poluidora (kg DBO/dia)		ICTEM	Município litorâneo com emissário*	Corpo Receptor
				Coleta	Tratamento		Potencial	Remanesc.			
9	Pontal	DAE	50751	98,9	100	81,9	2741	521	9,98		Cór.Machado

Fonte: Relatório de Qualidade do Estado de SP–2022

A eficiência do tratamento é de 81,90%.

O nível de atendimento ao abastecimento de água tratada para a população urbana do município gira em torno de 98,90%.

4.9. PLUVIOMETRIA

Em relação à postos pluviométricos, de acordo com o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, há cadastro de 02 (dois) postos pluviométricos no município de Pontal conforme os gráficos na sequência (Gráfico 11 e Gráfico 12).

Município	Prefixo	Nome	Altitude	Latitude	Longitude
PONTAL	B4-060	CANDIA	540,000	20° 54' 00"	47° 59' 00"

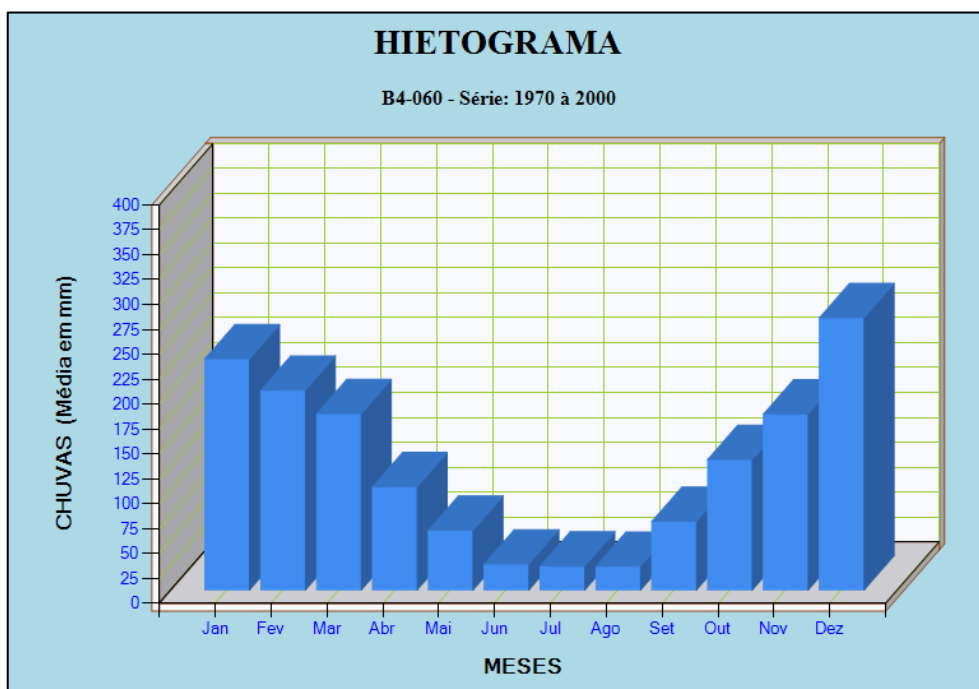


Gráfico 11 – Pluviograma acumulado médio mensal – B4-060

Município	Prefixo	Nome	Altitude	Latitude	Longitude
PONTAL	C5-024	PONTAL	500,000	21° 01' 00"	48° 02' 00"

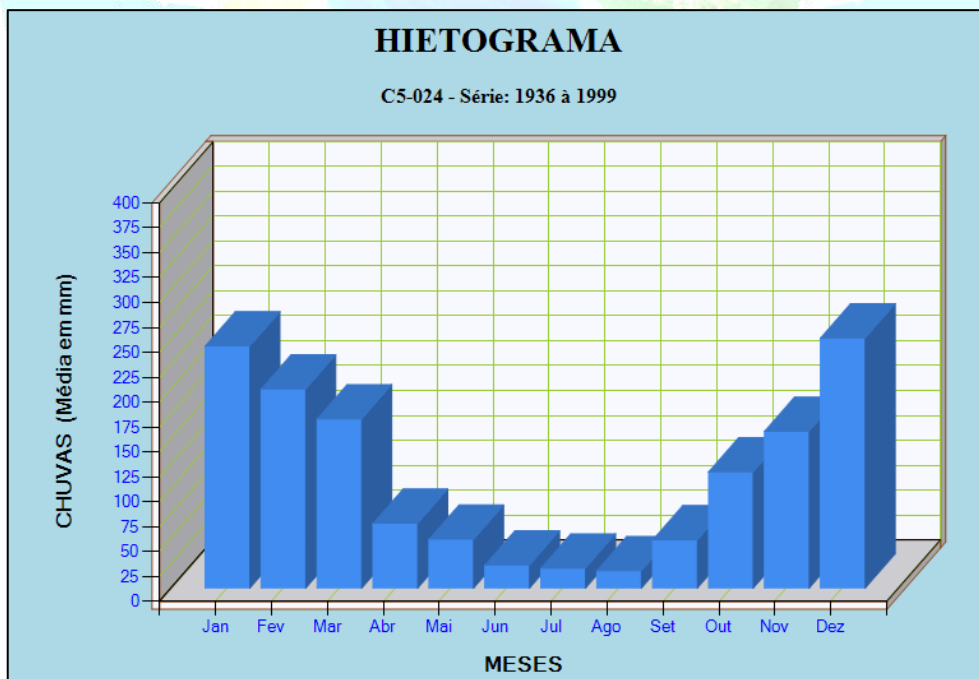


Gráfico 12 – Pluviograma acumulado médio mensal – C5-024



4.10. FLUVIOMETRIA

Já em relação aos dados fluviométricos, que medem as vazões dos rios, no município de Pontal, segundo os dados do DAEE que possui 01 (um) posto de medição. Portanto, na Tabela 6 é apresentado o índice de vazões mensais deste posto.

Tabela 6 – Fluviograma – vazões mensais

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água
PONTAL	5B-011	FAZENDA BELA VISTA	20° 54' 33"	48° 05' 16"	12.445,00	PARDO,R (04 - PARDO)

Data	Hora Inicial	Hora Final	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Vazão (m³/s)	Área (m²)	Larg. (m)	Prof. (m)	Veloc. (m/s)	Raio Hidráulico (m)
19/06/2020	09:46	11:00	0,82	0,82	158,000	196,00	94,00	2,09	0,804	2,08
17/12/2020	10:50	12:05	1,23	1,23	204,000	231,00	95,00	2,43	0,882	2,42
09/06/2021	10:30	11:45	0,45	0,45	71,400	163,80	90,00	1,82	0,436	1,81
26/10/2021	10:00	11:20	0,56	0,56	97,400	162,00	92,00	1,76	0,603	1,75
13/01/2022	10:50	12:00	1,62	1,62	256,000	270,00	93,00	2,95	0,933	2,94
13/07/2022	10:15	11:30	0,64	0,64	112,870	176,45	92,00	1,92	0,640	0,00
14/02/2023	09:47	10:01	3,30	3,30	517,630	449,92	107,28	4,19	1,151	0,00
19/05/2023	10:00	11:10	1,30	1,30	229,930	243,61	91,00	2,68	0,944	2,66

Fonte: DAEE.

4.11. CLIMA

O clima em Pontal é tropical. Há muito menos pluviosidade no inverno que no verão. A classificação do clima é Aw segundo a Köppen e Geiger. A temperatura neste local é de aproximadamente 23.6 °C, conforme determinado por análise estatística. Cerca de 1256 mm da precipitação ocorre numa base anual.

A posição geográfica de Pontal está situada no hemisfério sul. O verão começa no dezembro e termina no final do janeiro. Os meses de verão são: dezembro, janeiro, fevereiro e março.



Julho é o mês mais seco com 19 mm. Apresentando uma média de 240 mm, o mês de janeiro é o mês de maior precipitação.

Dezembro é o mês mais quente do ano com uma temperatura média de 25.7 °C. 20.5 °C é a temperatura média de julho. Durante o ano é a temperatura mais baixa.

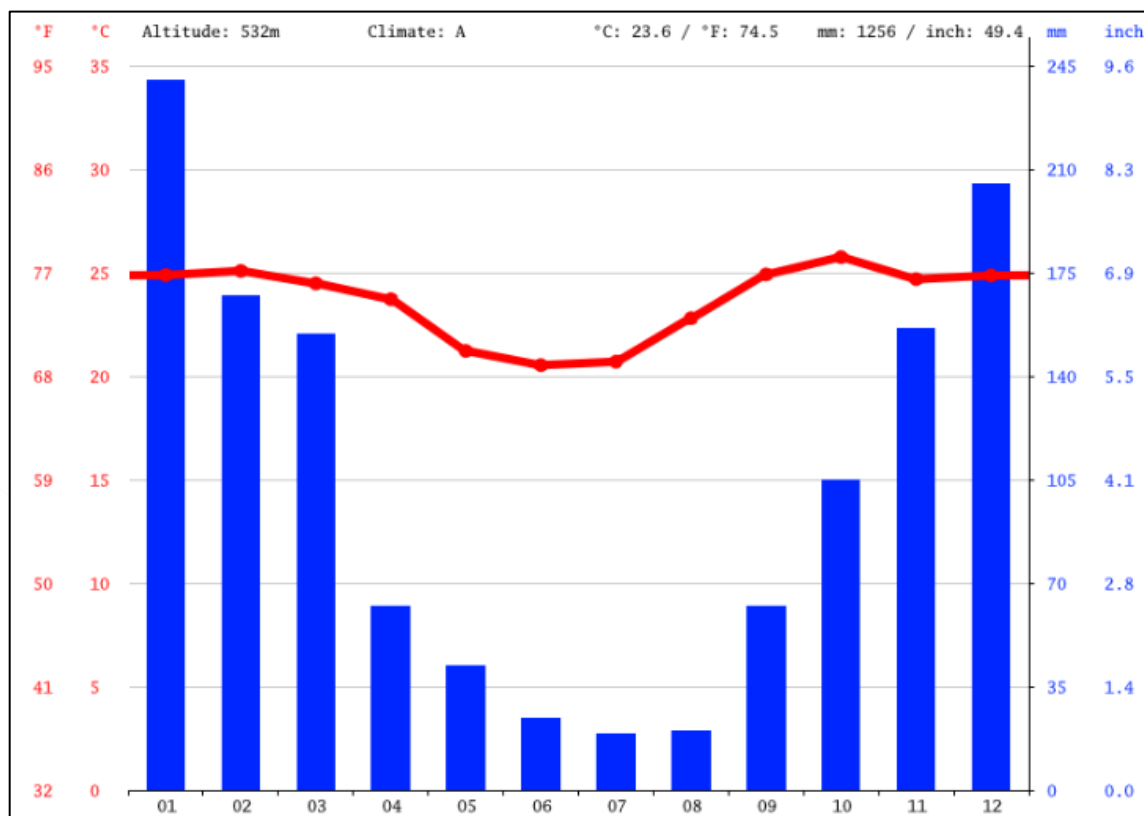


Gráfico 13 – Precipitações médias mensal

Fonte: CLIMATE-DATA

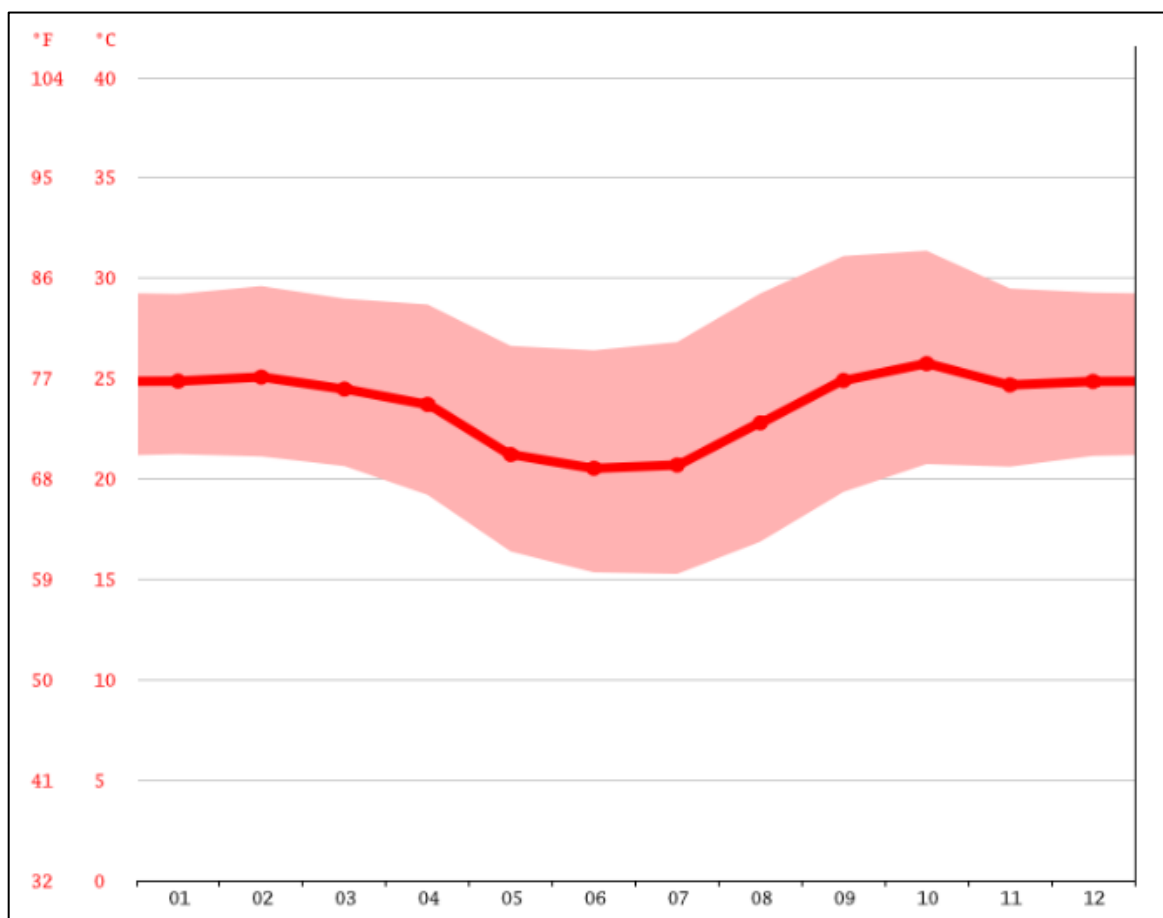


Gráfico 14 – Temperatura média mensal

Fonte: CLIMATE-DATA

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	24.9	25.1	24.5	23.7	21.2	20.5	20.7	22.8	24.9	25.7	24.7	24.9
Temperatura mínima (°C)	21.2	21.1	20.6	19.2	16.4	15.3	15.3	16.9	19.4	20.7	20.6	21.1
Temperatura máxima (°C)	29.2	29.6	29	28.7	26.6	26.4	26.8	29.2	31.1	31.4	29.5	29.3
Chuva (mm)	240	167	154	62	42	24	19	20	62	105	156	205
Umidade(%)	76%	74%	76%	68%	64%	62%	56%	45%	48%	56%	69%	75%
Dias chuvosos (d)	15	13	13	6	4	2	2	2	5	9	13	16
Horas de sol (h)	9.4	9.6	9.1	9.2	8.8	9.0	9.3	10.0	10.0	10.1	9.4	9.2

Tabela 7 – Dados climatológicos em Pontal

Fonte: CLIMATE-DATA

221 mm é a diferença de precipitação entre o mês mais seco e o mês mais chuvoso. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 5.2 °C.

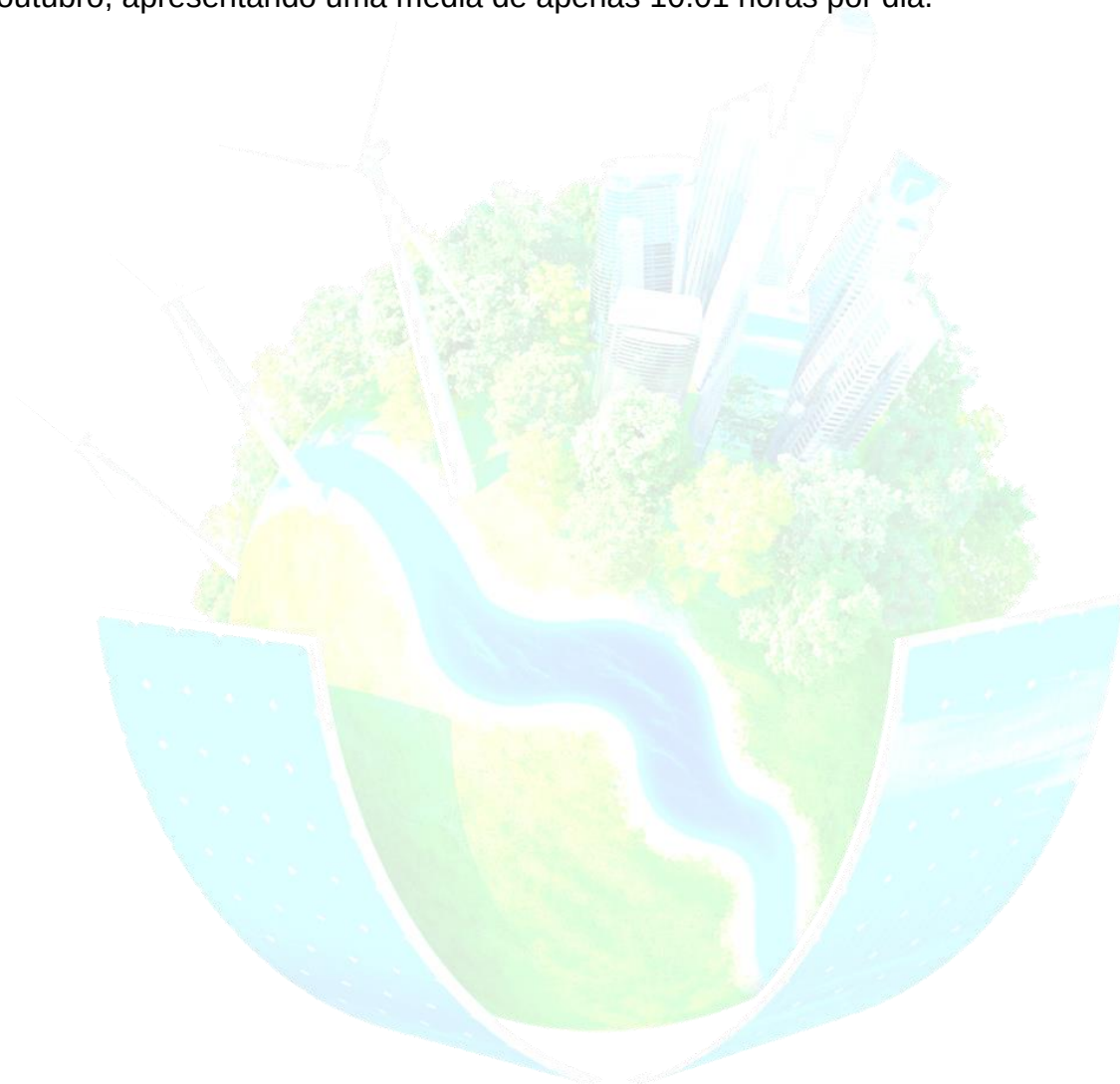


=====

O mês de humidade relativa mais elevada é março (75.92 %). O mês com a humidade relativa mais baixa é agosto (45.26 %). O mês que regista mais precipitação é dezembro (20.73 dias). O mês mais seco do ano é julho (2.17 dias).

Em Pontal, o mês com mais horas diárias de sol é agosto com uma média de 9.71 horas de sol. No total, há 300.9 horas de sol durante agosto.

O mês que apresenta o menor número de horas de sol diárias em Pontal é outubro, apresentando uma média de apenas 10.01 horas por dia.





5. RELATÓRIO TOPOGRÁFICO

RELATÓRIO TÉCNICO E DE ATIVIDADES DO SERVIÇO DE TOPOGRAFIA NO MUNICÍPIO DE PONTAL - SP

Introdução:

Este Relatório Técnico contém informações gerais sobre o levantamento e processamento dos dados levantados na malha urbana do Município, com a finalidade de Projeto Executivo de Emissário de Esgoto e Estação Elevatória.

Finalidade:

O presente trabalho tem a finalidade em efetuar a Planta Topográfica da malha urbana, onde demonstra através deste relatório, que utilizando equipamentos de alta tecnologia e como resultado as peças técnicas, que ao final juntadas ao mesmo, colocarão de forma clara a posição do Município, através de pontos seguros e precisos, referenciado ao novo Sistema de Referência Geocêntrico SIRGAS2000, pós processado pelo IBGE-PPP, a planta e demais documentos elaborados com suficiente qualidade técnica e provável ausência de erros, servirão para atender os objetivos de uma forma mais confiável e segura.

Metodologia:

Para o presente levantamento foi utilizado um aparelho GPS RTK L3, onde a base foi deixada no campo de futebol municipal da cidade, nas coordenadas UTM X: 7.671.139;808 Y: 807.593,003 com altitude de 518,80 metros (BASE 01) em relação ao nível do mar, fuso 22. Foram coletados pontos de 20 em 20 metros por toda extensão das ruas com precisão horizontal de 3 mm. As ruas foram desenhadas a partir do mapa fornecido pela prefeitura, deixando-as em coordenadas real.



As coordenadas corrigidas pelo RTK e pelo PPP foram descarregadas no software GlobalMapper, onde foi possível gerar as curvas de nível para a representação topográfica da área.

Da maneira como foi executado o transporte de coordenadas e o levantamento dos pontos no município, a precisão dos pontos é considerada bem melhor que a precisão requerida para a finalidade.



Figura 12 - Localização da base



Figura 13 - Marco Implantado e Base montada (BASE 01)

Período de Execução:

O trabalho de campo foi realizado nos dias 23 e 24 de julho de 2024.

No escritório houve o descarregamento de dados em microcomputador para processamento e verificação do trabalho executado e elaboração das peças técnicas.



Origem (Datum):

O Datum geodésico SIRGAS tem como origem os parâmetros do elipsóide GRS80, (Geodetic Reference System 1980), sendo considerado idêntico ao WGS84 para efeitos práticos da cartografia.

As constantes dos dois elipsóides são praticamente idênticas, com exceção de uma pequena variação no achatamento terrestre ($WGS84=1/298,257223563$; $GRS80=1/298,257222101$), as diferenças apresentadas são na ordem de um centímetro.

Devidas as características do sistema GPS, às coordenadas podem ser aplicadas diretamente aos levantamentos cartográficos, evitando a necessidade de transformação e integração entre os referencias.

O SAD-69 é um sistema topocêntrico que tem como referência uma origem na superfície terrestre, enquanto o WGS84 e SIRGAS são sistemas geocêntricos que tem como referencial um ponto no centro de massa da terra. O ponto de origem do geóide coincide com o do elipsóide geocêntrico conforme mostrado na figura abaixo.

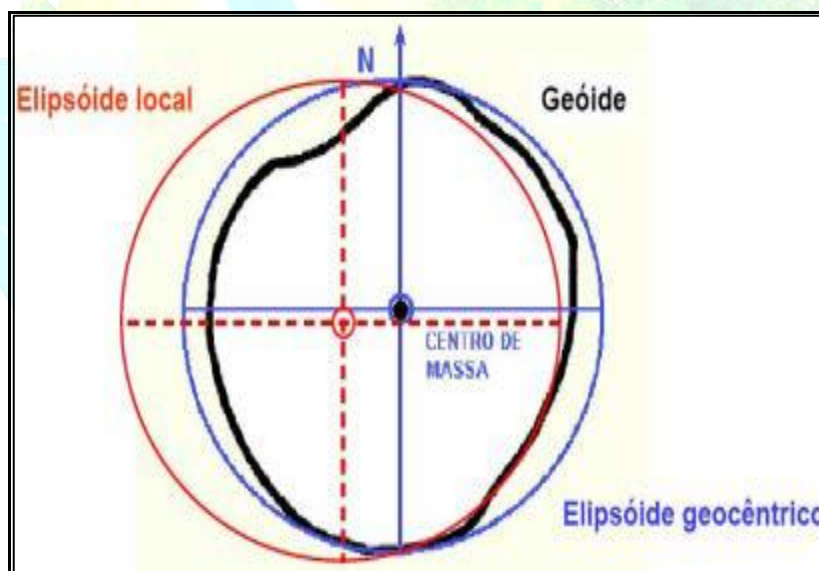


Figura 14 - Ponto de origem do referencial geocêntrico

Utilização do Pós Processamento por PPP.

O IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso ou Posicionamento Absoluto Preciso) é um serviço on-line para o pós-processamento de dados GPS (Global



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Positioning System). Ele permite aos usuários de GPS, obterem coordenadas de boa precisão no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e no International Terrestrial Reference Frame (ITRF). No posicionamento com GPS, o termo Posicionamento por Ponto Preciso normalmente refere-se à obtenção da posição de uma estação utilizando as observáveis fase da onda portadora coletadas por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos do IGS (International GNSS Service).

No referente trabalho realizado obtemos os seguintes dados de pós processamento.

Tabela 8 - Processamento do Marco Base.

Sumário do Processamento do marco: Base01	
Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/07/23 16:06:14,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/07/23 20:05:27,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TRMR4-3 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,692
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,20 GPS 1,85 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,81 GPS 0,98 GLONASS

Tabela 9 - Coordenadas corrigidas pelo PPP.

Coordenadas SIRGAS						
	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-21° 02' 05,5436"	-48° 02' 26,3212"	518,80	7671139.808	807593.003	-51
Na data do levantamento ⁵	-21° 02' 05,5345"	-48° 02' 26,3235"	518,80	7671140.089	807592.942	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,004	0,003			

Nos gráficos abaixo segue o desvio padrão da latitude, longitude e altitude levando em consideração as horas do dia.

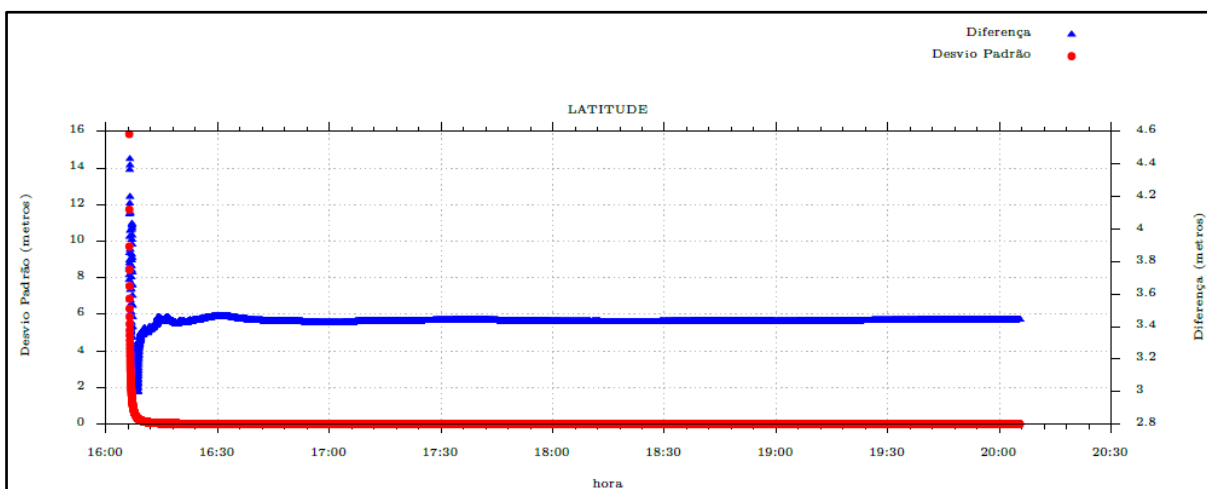


Gráfico 15 - Desvio padrão x coordenada da latitude.

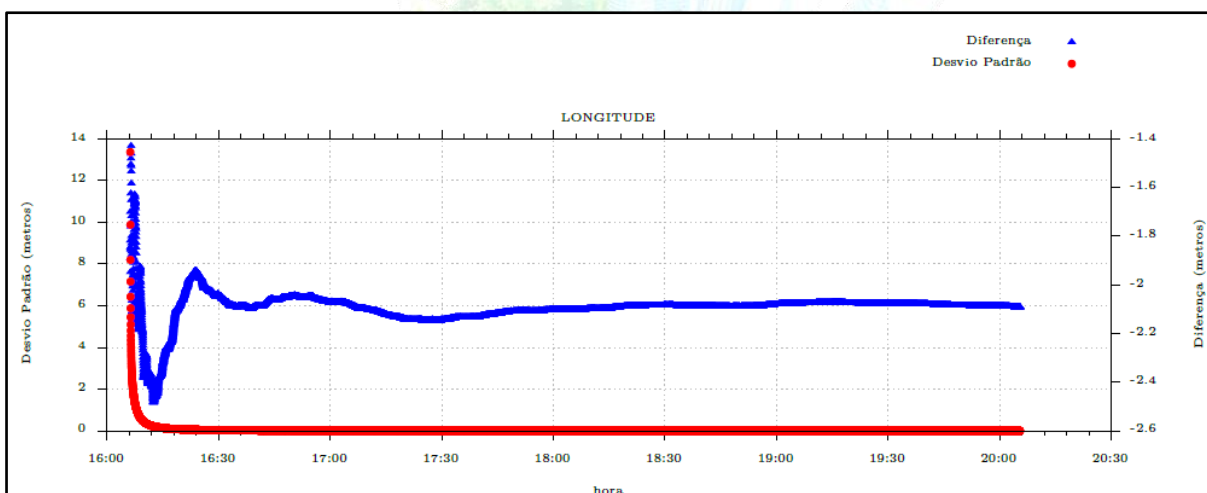


Gráfico 16 - Desvio padrão x coordenada da longitude.

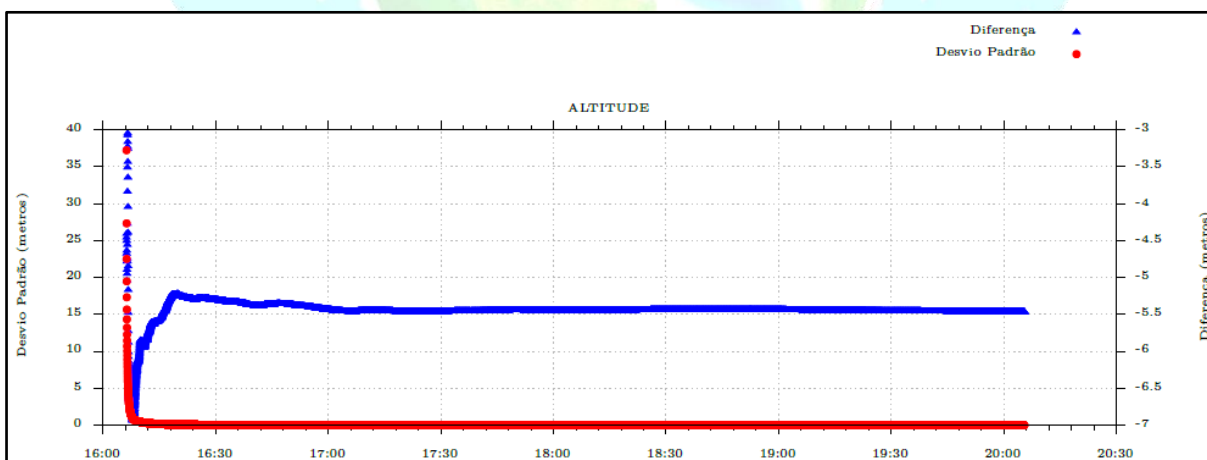


Gráfico 17 - Desvio padrão x coordenada da altitude.



Dificuldades encontradas para execução deste trabalho

A Prefeitura disponibilizou mapas quando existentes e informações verbais. Somente foi executado o cadastramento da rede do emissário.

Equipe Técnica

Pela sistemática e metodologia aplicada, a equipe foi composta por Engenheiro Civil, Técnicos em Topografia que operaram o equipamento e auxiliaram em todo o processo de levantamento e técnicos em Geoprocessamento que elaboraram todas as plantas técnicas.

Documentos produzidos

Planta Topográfica, Mapa de Declividades e Relatório Técnico.

6. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PONTAL

O Departamento de Água e Esgoto do Município (DAE) de Pontal pertencente a Secretaria do Meio Ambiente, trata-se de um setor ligado à Prefeitura Municipal de Pontal, e situa-se na Rua Guilherme Silva, 546, Centro.

Na Tabela abaixo são apresentados os dados referentes ao ano de 2024 do sistema de abastecimento de água do município de Pontal.

Tabela 10 – Dados referentes ao ano de 2024 do sistema de abastecimento de água do município

Descrição	Valor
Porcentagem de água tratada*	100,00%
Porcentagem de água não tratada	0,00%
Extensão da Rede de Aço Galvanizado	17.571,06 m
Extensão da Rede de Ferro Fundido	1.052,06 m
Extensão da Rede de PVC Defofo	5.627,05 m
Extensão da Rede de PVC PBA	108.968,64 m
Quantidade de Ligações de Água (DAE)	14.058
População atendida (IBGE 2022 CENSO)	37.607
Quantidade de Poços Artesianos	29



Quantidade de Mananciais	-
Estação de Tratamento	-
Quantidade de Reservatórios	16
Volume produzido (macromedido)	731.520 m³/mês
Volume consumido (micromedido)	295.948 m³/mês

* Todos os pontos de captação são tratados por injeção, pelo método de desinfecção simples, com adição de Cloro e Flúor.

 Prefeitura Municipal de Pontal Município de Pontal CNPJ: 45352267000186 RUA GUILHERME SILVA, Nº 337 - CENTRO Estatística por Situação Categoria: '01', '05', '06', Situação: 1,8		Data Emissão: 02/08/2024 Hora: 11:18:50 Exercício: 2024 Usuário: Página(s): 1 de 1			
Código	Descrição	Total	Água	Economias	Esgoto
1	LIGADO	13276	13276	13984	13228
8	RESIDENCIA VAZIA	783	782	812	764
Quantidade: 2		Totalização:	14059	14058	14796
				14796	13992

Figura 15 – Quantidade de Ligações de Água

Fonte: Prefeitura Municipal - DAE

- Cidade: 13.257 ligações
- Distrito de Cândia: 693 ligações
- Vila Barbacena Walter Becker: 108 ligações

Total: 14.058 ligações

6.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTAL

O sistema de abastecimento de água do município de Pontal é realizado através de 29 (vinte e nove) captações subterrâneas através de poços profundos, que recalcam a água bruta captada para 16 (dezesesseis) reservatórios, responsáveis pelo sistema de reservação de todo o município. Todos os poços captam a água de forma subterrânea e recalcam através de tubulações de ferro fundido, PVC ou aço galvanizado, a água para os reservatórios correspondentes aos sistemas que serão descritos detalhadamente nesta etapa. Assim, dos reservatórios, através de tubulações de PVC ou aço galvanizado, ocorre o abastecimento por gravidade de água para toda a rede de distribuição. Não existem estações de tratamento de água



convencionais, sistemas de bombeamentos aplicados diretamente na rede de distribuição (apenas no sistema de recalque dos poços), nem minas de captação superficial, sendo que o tratamento é realizado exclusivamente por bombas dosadoras de cloro e flúor aplicada diretamente na água captada pelos poços profundos.

A seguir são apresentadas tabelas com resumo das características dos componentes dos sistemas de abastecimento de água do município de Pontal, sendo que posteriormente cada um dos sistemas será detalhado com registros fotográficos realizados no levantamento de campo.





F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 11 – Poços existentes no sistema de abastecimento de água de Pontal

N.º	NOME	ENDEREÇO	BOMBA CV/HP	BOMBA MARCA/modelo	PROFUN- DIDADE (M)	CRIVO DA BOMBA	ANO PERFURAÇÃO	Ø POÇO (mm)	Medidas em 05/08/2024					
									NE	ND	HORAS FUNC	VAZÃO M³/HORA	PROD. M³/DIA	PRESSÃO DA ÁGUA NA SAÍDA DO POÇO (kg/cm²)
P01	SÃO BENEDITO	R: RUI BARBOSA, S/Nº	25	LEÃO	216	108	1992	200	48	78	18	25,7	462,6	2,0
P02	POMBAL	R: LUIZ MOURA,100	35	LEÃO	230	102(84)	1989	200	36	68	18	36,7	660,6	2,0
P03	PITANGUEIRAS	R: 9 DE JULHO, 1038	40	LEÃO	224	72	1987	254	08	56	18	41,4	745,2	2,0
P04	FEPASA	R: VICENTE VENNA,33	-	DESATIVADO	220	114	1988	200	14	78	-	-	-	-
P05	NOVA PONTAL	R: HENRIQUE L. MARANHÃO,S/Nº	25	LEÃO	204,5	96	1987	200	18	78	18	58,1	1045,8	1,6
P06	SÃO PEDRO	R: LIBERATO MANOPELI, 99	-	DESATIVADO	150	102	1982	150	24	78	-	-	-	-
P07	PLINIO	R: 9 DE JULHO, S/Nº	-	DESATIVADO	250	102	1985	200	38	94	-	-	-	-
P08	ADÉLIA FONSECA	AV. CARMELINO V.BARBOSA,S/N	25	EBARA	192	102	1981	200	44	77	18	32,7	588,6	1,8
P09	CADEIA	R: JOSÉ LEONEL PUPO, 1146	25	LEÃO	213	114	1975	200	12	54	18	44,4	799,2	2,3
P10	AME	R: JOAO DOS REIS, S/Nº	65	LEÃO	250	120	1992	304	56	90,5	22	56,2	1236,4	2,5
P11	CISTERNÃO	R: GUILHERME SILVA, 566(DAE)	20	LEÃO	23	15	1934	650	23	15	18	40,0	720,0	2,0
P12	ADELINO MICHELETTO	R: ANANIAS C. FREITAS,587 (DAE)	40	LEÃO	250	114	1977	304	14	81	18	60,0	1080,0	Atm
P13	MURAD	R: JOSÉ MURAD, S/Nº	25	LEÃO	250	96	1976	254	24	79	18	28,4	511,2	1,6
P16	CONTEMPORANEO	R: VITORIO BAZAN, S/Nº	25	LEÃO	220	114	1986	200	18	78	18	25,3	455,4	1,5
P17	CRISTO REDENTOR	AV. CRISTO REDENTOR, S/Nº	60	EBARA	282	120	1994	304	56	81	22	83,1	1828,2	2,4
P18	PRIMAVERA	R: OLEGARIO A DA SILVA, 600	35	LEÃO	224	138	1987	200	48	78	18	41,4	745,2	1,9
P19	SUB-PREF.CÂNDIA	R: VANTINE, S/Nº	25	LEÃO	226	114	1986	200	56	81	18	30,2	543,6	1,8



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

P20	PRAÇA P.S. (CÂNDIA)	R: CARAMURU, 429	15	LEÃO	204	102	1986	150	68	81	18	13,5	243,0	1,6
P21	COHAB (CÂNDIA)	R: CARAMURU, 1051	15	LEÃO	220	108	1993	200	56	78	18	18,0	324,0	1,8
P22	WALTER BECKER	R: EUGENIA VIEL BIAGI, S/Nº	15	LEÃO	201	92	2000	150	12,5	35	18	21,9	394,2	1,8
P23	CAMPOS ELISEOS	R: RUI BARBOSA, S/Nº	75	LEÃO	250	120	2004	304	56	92	23	69,2	1591,6	2,0
P25	LUIZ MENEGHELLI	R: ANGELO BAZAN, S/Nº	50	LEÃO	270	138	2003	304	64	100	21,5	52,2	1122,3	2,4
P26	SANTA CATARINA	R: JOAO PUGIM, S/Nº	50	LEÃO	250	120	2005	304	56	98	18	32,1	577,8	2,4
P27	JEQUITIBÁS	ALAMEDA GERALDO ISAÍAS FERREIRA S/N	40	LEÃO	260	114	2016	304	65	91	18	75,0	1350,0	-
P28	JOSÉ PEDRO CARNEIRO	RUA E, S/N – BAIRRO MORADA PONTAL	35	EBARA	250	144	2018	304	66	112	17	22,2	377,4	-
P29	DOMINGOS MORO	RUA JOSÉ P. LOURENÇO	75	EBARA	280	160	2019	304	-	-	10,16	133,8	1360	-
P30	ADENIR DE JESUS (PARDAL)	RUA ALCEBIADES SPINOLA	70	EBARA	305	150	2023	304	72	94	-	120,0	-	-
P31	JARDIM CÉZAR RAVAGNANI	RUA 01	125	EBARA	300	180	2024	304	-	-	-	178,0	-	-
P32	SÃO BENEDITO	RUA AUGUSTA CASSAROLI BONARDI, 689	100	EBARA	358	148	-	444,50	65,14	93,94	-	150,47	-	-

* As vazões apresentadas na tabela são as reais.

MEDIÇÕES DE 2024			
VAZÃO DE ÁGUA ESTIMADA EM PONTAL	869,00 m³/hora	18 hs/dia	16.916,70 m³/dia
VAZÃO DE ÁGUA ESTIMADA EM CÂNDIA	70,10 m³/hora	18 hs/dia	1.328,50 m³/dia
VAZÃO DE ÁGUA ESTIMADA EM VILA B. WALTER BECKER	11,80 m³/HORA	18 hs/dia	213,00 m³/dia
TOTAL	954,60 m³/hora	18 hs/dia	18.458,20 m³/dia



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 12 – Reservatórios existentes no sistema de abastecimento de água de Pontal

CARACTERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS					
DENOMINAÇÃO	ENDEREÇO/LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE (M³)	TIPO	MATERIAL	POÇO(S) DE DESTINO
R01 - PITANGUEIRAS	RUA VICENTE VENNA	500	APOIADO	METÁLICO	P03 - PITANGUEIRAS
R03 – AME	RUA JOÃO DO REIS	500	APOIADO	METÁLICO	P10 – AME
R04 – DAE (MENOR)	RUA GUILHERME SILVA	350	SEMIENTERRADO	CONCRETO	P11 – CISTERNÃO P12 – ADELINO MICHELETTO
R05 – DAE (MAIOR)	RUA GUILHERME SILVA	500	SEMIENTERRADO	CONCRETO	P11 – CISTERNÃO P12 – ADELINO MICHELETTO
R06 - DAE	RUA GUILHERME SILVA	150	ELEVADO	CONCRETO	P11 – CISTERNÃO P12 – ADELINO MICHELETTO
R08 – CRISTO REDENTOR	AV. CRISTO REDENTOR	500	APOIADO	METÁLICO	P17 – CRISTO REDENTOR
R09 – CÂNDIA (DESATIVADO NO MOMENTO)	RUA CARAMURU	100	APOIADO	METÁLICO	P20 – PRAÇA DE CÂNDIA
R10 – WALTER BECKER	RUA EUGÊNIA VIEL BIAGI	15	ELEVADO	CONCRETO	P22 – WALTER BECKER
R11 – CAMPOS ELÍSEOS	RUA RUI BARBOSA	1000	APOIADO	METÁLICO	P23 – CAMPOS ELÍSEOS
R12 – VILA PRINCESA	RUA ÂNGELO BAZAN	500	APOIADO	METÁLICO	P25 – LUIZ MENEGHELLI
R13 – SANTA CATARINA	RUA JOÃO PUGIM	300	APOIADO	METÁLICO	P26 – SANTA CATARINA
R14 – JEQUITIBÁS	ALAMEDA GERALDO ISAIAS FERREIRA	300	APOIADO	METÁLICO	P27 - JEQUITIBÁS
R15 – JOSÉ PEDRO CARNEIRO	RUA E – BAIRRO MORADA PONTAL	300	APOIADO	METÁLICO	P28 – JOSÉ PEDRO CARNEIRO
R16 – DOMINGOS MORO	RUA 10, S/N – JD DOMINGOS MORO	500	APOIADO	METÁLICO	P29 – DOMINGOS MORO
R17 – FRANCISCO DE PAULA ou R30 – ADENIR DE JESUS (PARDAL)	RUA ALCEBIADES SPINOLA, S/N	200	APOIADO	METÁLICO	P30 -PARDAL
R18 (R31) – JD. CÉZAR RAVAGNANI	RUA 01	500	APOIADO	METÁLICO	P31

Na sequência, é apresentada a figura abaixo com a localização dos Reservatórios e Poços do sistema de abastecimento de água no município de Pontal.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648



Figura 16 – Localização dos poços e reservatórios no município de Pontal



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648



Figura 17 – Localização dos poços e reservatórios no distrito de Cândia



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648



Figura 18 – Localização dos poços e reservatórios na Vila Barbacena Walter Becker



6.2. DESCRIÇÃO DOS SISTEMA DE ABASTECIMENTO NO MUNICÍPIO DE PONTAL

O sistema de abastecimento no município de Pontal corresponde ao maior sistema de captação e reservação, responsável pelo abastecimento do centro municipal, com o maior número de unidades consumidoras de água de Pontal. Este sistema é composto por 24 (vinte e quatro) poços profundos de captação subterrânea (Poços P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09, P10, P11, P12, P13, P16, P17, P18, P23, P25, P26, P27, P28, P29, P30 e P31) e 14 (catorze) reservatórios, R01, R03, R04, R05, R06, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17 (R30) e R18 (R31).

No Distrito de Cândia o sistema de captação e reservação é composto por 03 (três) poços profundos de captação subterrânea (Poços P19, P20 e P21) e 01 (um) reservatório, R09, que se encontra desativado no momento.

Na Vila Barbacena Walter Becker o sistema de captação e reservação é composto por 01 (um) poço profundos de captação subterrânea (Poços P22) e 01 (um) reservatório, R10.

Todos os sistemas serão descritos detalhadamente a seguir.

No Poço P 01 - SÃO BENEDITO, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 25,70 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 216,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 25 HP, com profundidade de instalação aproximada de 108,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 01.

Tabela 13 – Características do Poço P 01

Parâmetro	Poço P 01
Coordenadas UTM	LAT. 21°0'49" S LONG. 48°2'24" W
Profundidade	216,00 m
Selo sanitário	Possui



	Nº 354020016-306-000009-1-4
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	108 m de profundidade – Motor de 25 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	25,70 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia

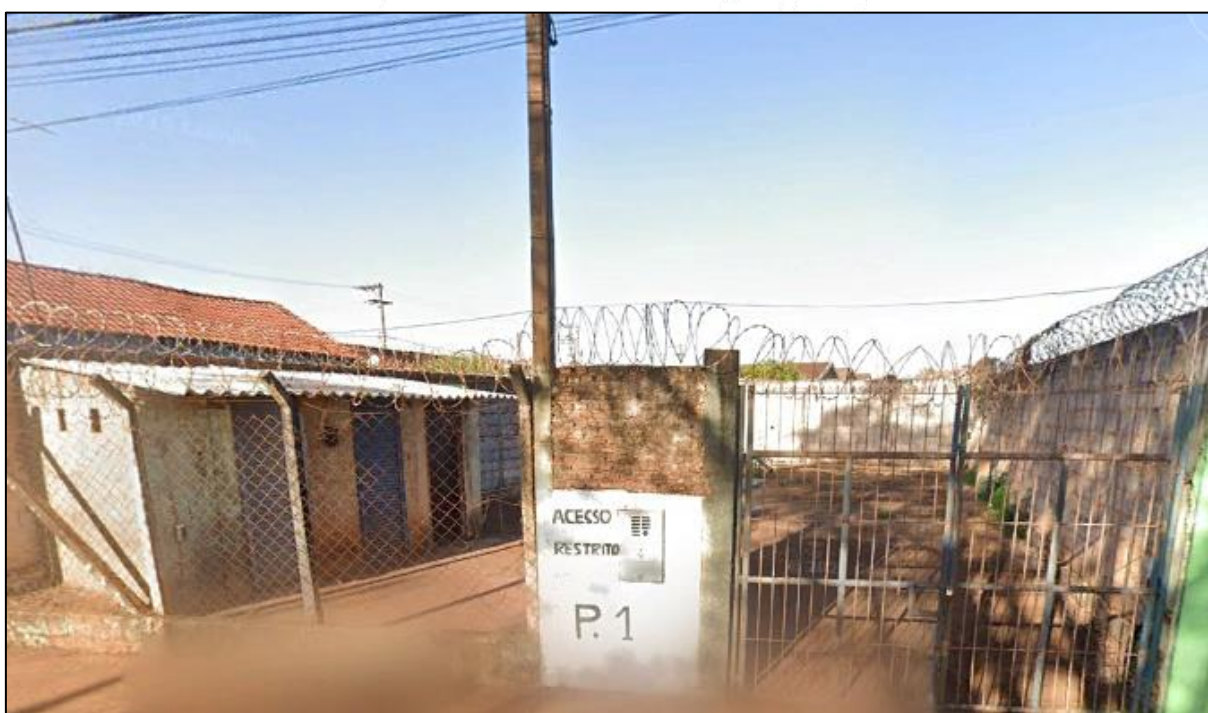


Figura 19 – Poço P 01 – Rua Rui Barbosa, s/n.

No Poço P 02 – POMBAL, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 36,70 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 230,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 35 HP, com profundidade de instalação aproximada de 102,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 02.



Tabela 14 – Características do Poço P 02

Parâmetro	Poço P 02
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'14" S LONG. 48°2'59" W
Profundidade	230,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000017-1-6
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	102 m de profundidade – Motor de 35 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	50,00 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 20 – Poço P 02 – Rua Luiz Moura, nº 100.

No Poço P 03 – PITANGUEIRAS, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 41,40 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 224,00 metros de perfuração total, e



recalca a água bruta captada para o reservatório (R 01), através de um conjunto motobomba de 40 HP, com profundidade de instalação aproximada de 72,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 03.

Tabela 15 – Características do Poço P 03

Parâmetro	Poço P 03
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'18" S LONG. 48°2'45" W
Profundidade	224,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000010-1-5
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	72 m de profundidade – Motor de 40 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	41,40 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia





Figura 21 – Poço P 03 – Rua 9 de Julho, nº 1.038.

No Poço P 04 – FEPASA (DESATIVADO), a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço está desativado no momento. Apresenta profundidade aproximada de 220,00 metros de perfuração total, com profundidade de instalação aproximada de 114,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 04.

Tabela 16 – Características do Poço P 04

Parâmetro	Poço P 04
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'19" S LONG. 48°2'27" W
Profundidade	220,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-0000
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	114 m de profundidade
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	-
Funcionamento	Desativado



Figura 22 – Poço P 04 – Rua Vicente Venna, nº 33.

No Poço P 05 – NOVA PONTAL, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 58,10 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 204,50 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 25 HP, com profundidade de instalação aproximada de 96,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 05.

Tabela 17 – Características do Poço P 05

Parâmetro	Poço P 05
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'19" S LONG. 48°1'53" W
Profundidade	204,50 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000019-1-0
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	96 m de profundidade – Motor de 25 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui



Vazão	58,10 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 23 – Poço P 05 – Rua Henrique L. Maranhão, nº 33.

No Poço P 06 – SÃO PEDRO (DESATIVADO), a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço está desativado no momento. Apresenta profundidade aproximada de 150,00 metros de perfuração total, com profundidade de instalação aproximada de 102,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 06.

Tabela 18 – Características do Poço P 06

Parâmetro	Poço P 06
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'36" S LONG. 48°1'47" W
Profundidade	150,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-0000



Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	102 m de profundidade
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	-
Funcionamento	Desativado



Figura 24 – Poço P 06 – Rua Liberato Manopeli, nº 99.

No Poço P 07 – PLÍNIO (DESATIVADO), a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço está desativado no momento. Apresenta profundidade aproximada de 250,00 metros de perfuração total, com profundidade de instalação aproximada de 102,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 07.



Tabela 19 – Características do Poço P 07

Parâmetro	Poço P 07
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'19" S LONG. 48°1'53" W
Profundidade	250,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-0000
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	102 m de profundidade
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	-
Funcionamento	Desativado



Figura 25 – Poço P 07 – Rua 9 de Julho, s/n.

No Poço P 08 – ADÉLIA FONSECA, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 32,7 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 192,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto



motobomba de 25 HP, com profundidade de instalação aproximada de 102,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 08.

Tabela 20 – Características do Poço P 08

Parâmetro	Poço P 08
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'25" S LONG. 48°2'5" W
Profundidade	192,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000020-1-1
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	102 m de profundidade – Motor de 25 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	32,70 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 26 – Poço P 08 – Av. Carmelino V. Barbosa, s/n.



No Poço P 09 – CADEIA, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 44,40 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 213,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 25 HP, com profundidade de instalação aproximada de 114,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 09.

Tabela 21 – Características do Poço P 09

Parâmetro	Poço P 09
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'25" S LONG. 48°2'41" W
Profundidade	213,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000021-1-9
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	114 m de profundidade – Motor de 25 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	44,40 m ³ /hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 27 – Poço P 09 – Rua José Leonel Pupo, s/n.

No Poço P 10 – AME, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 56,20 m³/hora, com funcionamento de 22 horas/dia, profundidade aproximada de 250,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 65 HP, com profundidade de instalação aproximada de 120,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 10.

Tabela 22 – Características do Poço P 10

Parâmetro	Poço P 10
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'33" S LONG. 48°2'26" W
Profundidade	250,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000025-1-8
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	120 m de profundidade – Motor de 65 HP



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	56,20 m³/hora
Funcionamento	22 horas/dia

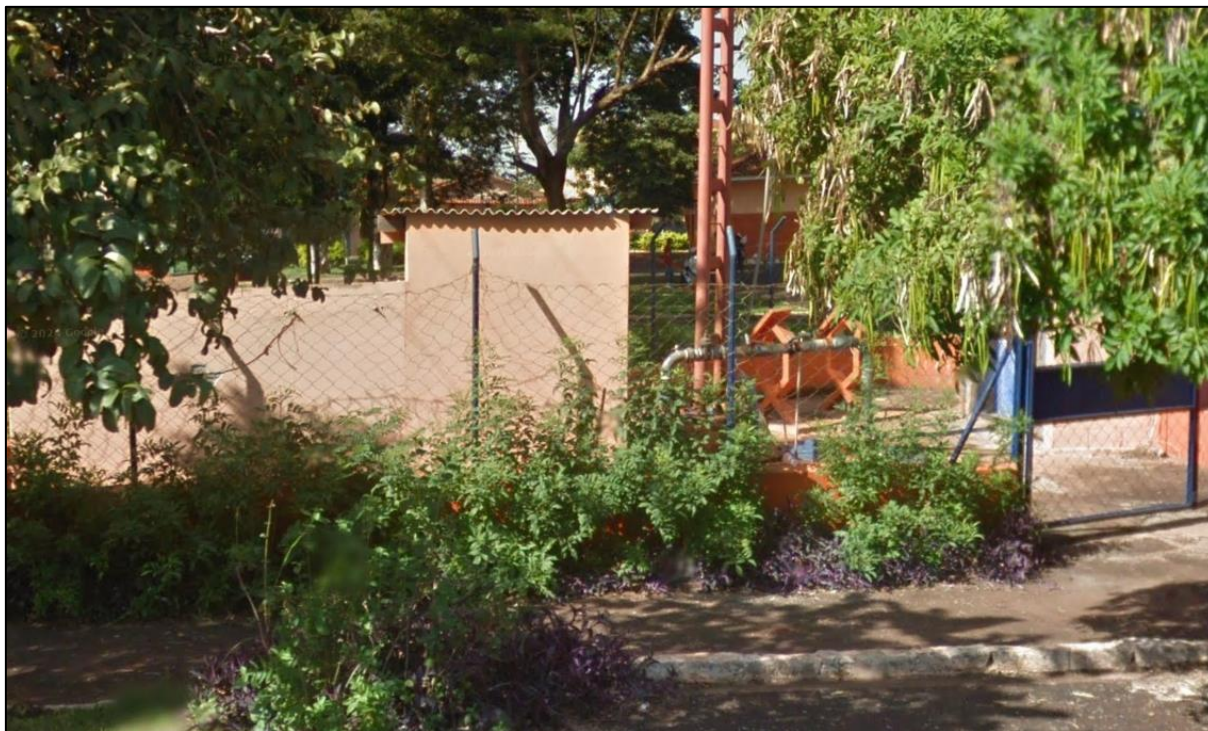


Figura 28 – Poço P 10 – Rua João dos Reis, s/n.

No Poço P 11 – CISTERNÃO, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 40,00 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 23,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 20 HP, com profundidade de instalação aproximada de 15,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 11.

Tabela 23 – Características do Poço P 11

Parâmetro	Poço P 11
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'35" S LONG. 48°2'16" W
Profundidade	23,00 m
Selo sanitário	Possui



	Nº 354020016-306-000015-1-1
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	15 m de profundidade – Motor de 20 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	40,00 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia

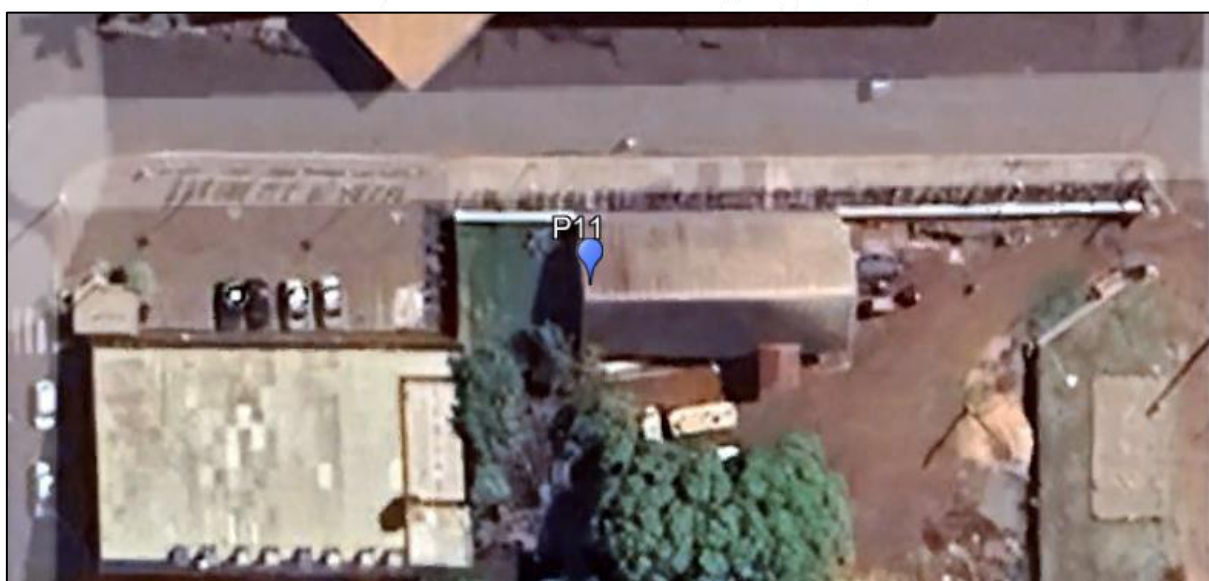


Figura 29 – Poço P 11 – Rua Guilherme Silva, nº 566 - DAE.

No Poço P 12 – ADELINO MICHELETTO, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 60,00 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 250,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 40 HP, com profundidade de instalação aproximada de 114,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 12.

Tabela 24 – Características do Poço P 12

Parâmetro	Poço P 12
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'35" S LONG. 48°2'16" W



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Profundidade	250,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000026-1-5
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	114 m de profundidade – Motor de 40 HP
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	60,00 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 30 – Poço P 12 – Rua Ananias C. Freitas, nº 587 - DAE.

No Poço P 13 – MURAD, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 28,40 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 250,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 25 HP, com profundidade de instalação aproximada de 96,00 metros.



Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 13.

Tabela 25 – Características do Poço P 13

Parâmetro	Poço P 13
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'35" S LONG. 48°1'42" W
Profundidade	250,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000027-1-2
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	96 m de profundidade – Motor de 25 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	28,40 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 31 – Poço P 13 – Rua José Murad, s/n.

No Poço P 16 – CONTEMPORÂNEO, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 25,30 m³/hora, com



funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 220,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 25 HP, com profundidade de instalação aproximada de 114,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 16.

Tabela 26 – Características do Poço P 16

Parâmetro	Poço P 16
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'47" S LONG. 48°2'37" W
Profundidade	220,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000028-1-0
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	114 m de profundidade – Motor de 25 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	25,30 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia





Figura 32 – Poço P 16 – Rua Vitório Bazan, s/n.

No Poço P 17 – CRISTO REDENTOR, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 83,10 m³/hora, com funcionamento de 22 horas/dia, profundidade aproximada de 282,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 60 HP, com profundidade de instalação aproximada de 120,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 17.

Tabela 27 – Características do Poço P 17

Parâmetro	Poço P 17
Coordenadas UTM	LAT. 21°2'15" S LONG. 48°1'55" W
Profundidade	282,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000030-1-8
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	120 m de profundidade – Motor de 60 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	83,10 m ³ /hora
Funcionamento	22 horas/dia



Figura 33 – Poço P 17 – Avenida Cristo Redentor, s/n.

No Poço P 18 – PRIMAVERA, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 41,40 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 224,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 35 HP, com profundidade de instalação aproximada de 138,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 18.

Tabela 28 – Características do Poço P 18

Parâmetro	Poço P 18
Coordenadas UTM	LAT. 21°2'3" S LONG. 48°2'18" W
Profundidade	224,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000029-1-7
Laje de proteção	Possui



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	138 m de profundidade – Motor de 35 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	41,40 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 34 – Poço P 18 – Rua Olegário A. da Silva, nº 600.

No Poço P 19 – SUB-PREF. CÂNDIA, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 30,20 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 226,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 25 HP, com profundidade de instalação aproximada de 114,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 19.



Tabela 29 – Características do Poço P 19

Parâmetro	Poço P 19
Coordenadas UTM	LAT. 20°53'49" S LONG. 47°59'15" W
Profundidade	226,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000022-1-6
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	114 m de profundidade – Motor de 25 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	30,20 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 35 – Poço P 19 – Rua Olegário A. da Silva, nº 600.

No Poço P 20 – PRAÇA P.S. (CÂNDIA), a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 13,50 m³/hora, com



funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 204,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 15 HP, com profundidade de instalação aproximada de 102,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 20.

Tabela 30 – Características do Poço P 20

Parâmetro	Poço P 20
Coordenadas UTM	LAT. 20°53'50" S LONG. 47°59'6" W
Profundidade	204,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000023-1-3
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	102 m de profundidade – Motor de 15 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	13,50 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia

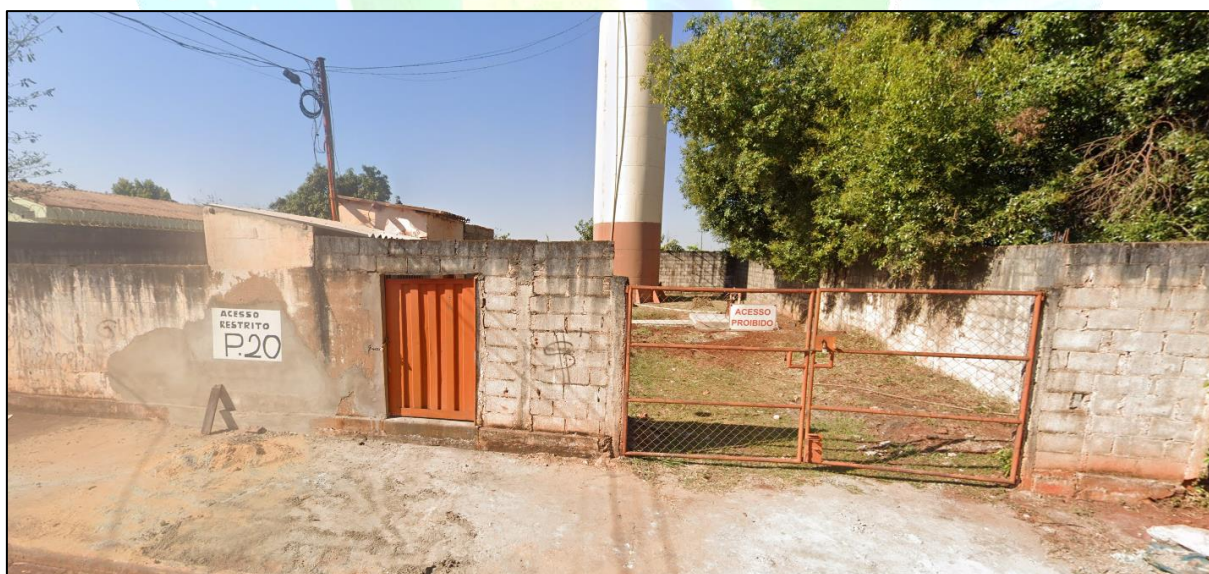


Figura 36 – Poço P 20 – Rua Caramuru, nº 429.



No Poço P 21 – COHAB (CÂNDIA), a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 18,00 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 220,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 15 HP, com profundidade de instalação aproximada de 108,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 21.

Tabela 31 – Características do Poço P 21

Parâmetro	Poço P 21
Coordenadas UTM	LAT. 20°54'5" S LONG. 47°59'1" W
Profundidade	220,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000024-1-0
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	108 m de profundidade – Motor de 15 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	18,00 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 37 – Poço P 21 – Rua Caramuru, nº 1.051.

No Poço P 22 – WALTER BECKER, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 21,90 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 201,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 15 HP, com profundidade de instalação aproximada de 92,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 22.

Tabela 32 – Características do Poço P 22

Parâmetro	Poço P 22
Coordenadas UTM	LAT. 20°57'31" S LONG. 48°7'7" W
Profundidade	201,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000018-1-3
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	92 m de profundidade – Motor de 15 HP
Inversor de frequência	Não possui



Transformador de energia	Não possui
Vazão	21,90 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia

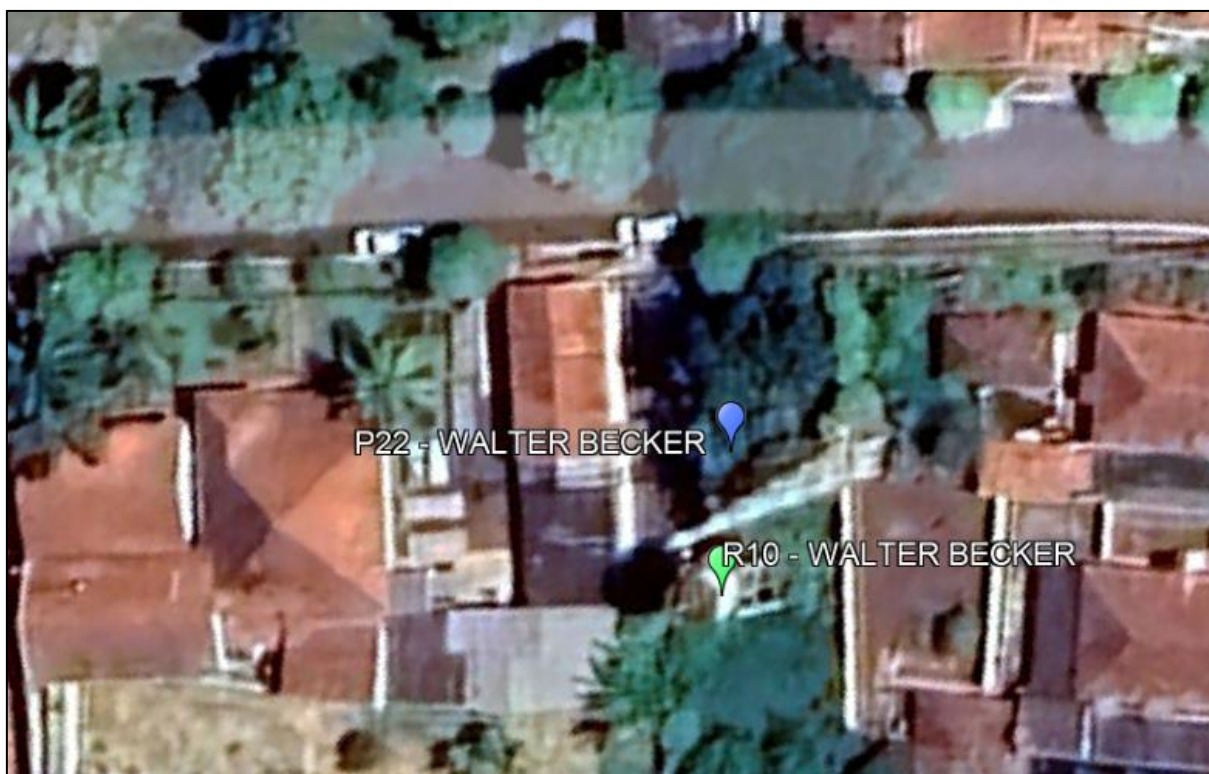


Figura 38 – Poço P 22 – Rua Eugênia Viel Biagi, s/n.

No Poço P 23 – CAMPOS ELISEOS, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 69,20 m³/hora, com funcionamento de 23 horas/dia, profundidade aproximada de 250,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 75 HP, com profundidade de instalação aproximada de 120,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 23.

Tabela 33 – Características do Poço P 23

Parâmetro	Poço P 23
Coordenadas UTM	LAT. 21°0'49" S LONG. 48°0'21" W
Profundidade	250,00 m



Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000011-1-2
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	120 m de profundidade – Motor de 75 HP
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	69,20 m³/hora
Funcionamento	23 horas/dia



Figura 39 – Poço P 23 – Rua Rui Barbosa, s/n.

No Poço P 25 – LUIZ MENEGUELLI, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 52,20 m³/hora, com funcionamento de 21,5 horas/dia, profundidade aproximada de 270,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 50 HP, com profundidade de instalação aproximada de 138,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 25.



Tabela 34 – Características do Poço P 25

Parâmetro	Poço P 25
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'47" S LONG. 48°1'58" W
Profundidade	270,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000031-1-5
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	138 m de profundidade – Motor de 50 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	52,20 m³/hora
Funcionamento	21,5 horas/dia



Figura 40 – Poço P 25 – Rua Ângelo Bazan, s/n.

No Poço P 26 – SANTA CATARINA, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 32,10 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 250,00 metros de



perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 50 HP, com profundidade de instalação aproximada de 120,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 26.

Tabela 35 – Características do Poço P 26

Parâmetro	Poço P 26
Coordenadas UTM	LAT. 21°2'10" S LONG. 48°1'51" W
Profundidade	250,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000032-1-2
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	120 m de profundidade – Motor de 50 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	32,10 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 41 – Poço P 26 – Rua João Pugim, s/n.

No Poço P 27 – JEQUITIBAS, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 75,00 m³/hora, com funcionamento de 18 horas/dia, profundidade aproximada de 260,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 40 HP, com profundidade de instalação aproximada de 114,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 27.

Tabela 36 – Características do Poço P 27

Parâmetro	Poço P 27
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'2" S LONG. 48°2'30" W
Profundidade	260,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000012-1-0
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	114 m de profundidade – Motor de 40 HP



Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	75,00 m³/hora
Funcionamento	18 horas/dia



Figura 42 – Poço P 27 – Alameda Geraldo Isaías Ferreira, s/n.

No Poço P 28 – JOSÉ PEDRO CARNEIRO, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 22,20 m³/hora, com funcionamento de 17 horas/dia, profundidade aproximada de 250,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 35 HP, com profundidade de instalação aproximada de 144,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 28.



Tabela 37 – Características do Poço P 28

Parâmetro	Poço P 28
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'19" S LONG. 48°2'27" W
Profundidade	250,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000013-1-7
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	144 m de profundidade – Motor de 35 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	22,20 m³/hora
Funcionamento	17 horas/dia



Figura 43 – Poço P 28 – Rua E, s/n – Bairro Morada Pontal.

No Poço P 29 – DOMINGOS MORO, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 133,80 m³/hora, com funcionamento de 10,16 horas/dia, profundidade aproximada de 280,00 metros de



perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 75 HP, com profundidade de instalação aproximada de 160,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 29.

Tabela 38 – Características do Poço P 29

Parâmetro	Poço P 29
Coordenadas UTM	LAT. 21°1'20" S LONG. 48°1'35" W
Profundidade	280,00 m
Selo sanitário	Possui Nº 354020016-306-000014-1-4
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	160 m de profundidade – Motor de 75 HP
Inversor de frequência	Não possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	133,80 m³/hora
Funcionamento	10,16 horas/dia



Figura 44 – Poço P 29 – Rua José P. Lourenço, s/n.

No Poço P 30 – ADENIR DE JESUS (PARDAL), a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 120,00 m³/hora, com horário de funcionamento não medido, profundidade aproximada de 305,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 70 HP, com profundidade de instalação aproximada de 150,00 metros.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 30.

Tabela 39 – Características do Poço P 30

Parâmetro	Poço P 30
Coordenadas UTM	LAT. 21° 2'10.64" S LONG. 48° 2'13.55" W
Profundidade	305,00 m



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Selo sanitário	Não possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	150 m de profundidade – Motor de 70 HP
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	-
Funcionamento	-



Figura 45 – Poço P 30 – Rua Alcebiades Spinola, s/n.

No Poço P 31 – JARDIM CÉZAR RAVAGNANI, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 178,00 m³/hora, com horário de funcionamento não medido, profundidade aproximada de 300,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 125 HP, com profundidade de instalação aproximada de 180,00 metros.



Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 31.

Tabela 40 – Características do Poço P 31

Parâmetro	Poço P 31
Coordenadas UTM	LAT. 21° 2'10.64" S LONG. 48° 2'13.55" W
Profundidade	300,00 m
Selo sanitário	Não possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	180 m de profundidade – Motor de 125 HP
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	178,00 m³/hora
Funcionamento	-

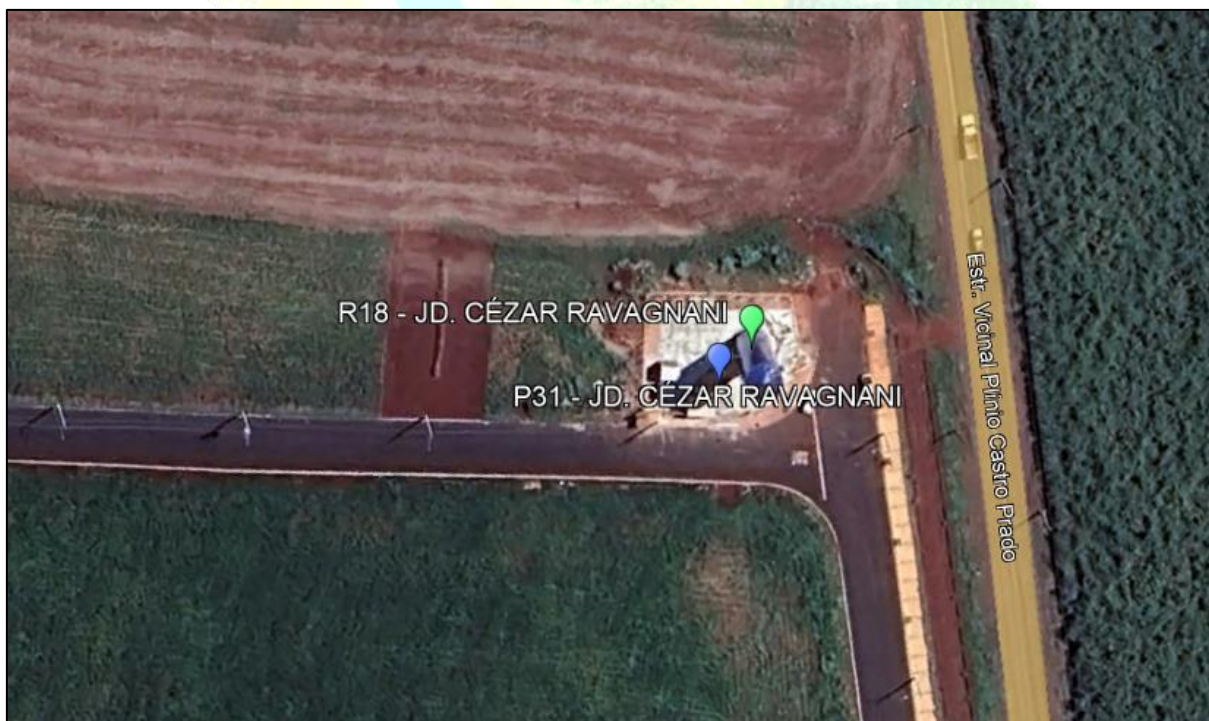


Figura 46 – Poço P 31 – Rua 01, s/n.

No Poço P 32 – SÃO BENEDITO, a água é captada através de 01 (um) poço profundo. Esse poço possui uma vazão média de 150,47 m³/hora, com horário de



funcionamento a definir, profundidade aproximada de 358,00 metros de perfuração total, e recalca a água bruta captada para a rede, através de um conjunto motobomba de 100 HP, com profundidade de instalação aproximada de 148,00 metros. Poço ainda em instalação.

Na abaixo estão apresentadas as características do Poço P 32.

Tabela 41 – Características do Poço P 32

Parâmetro	Poço P 32
Coordenadas UTM	LAT. 21° 2'10.64" S LONG. 48° 2'13.55" W
Profundidade	358,00 m
Selo sanitário	Não possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	148 m de profundidade – Motor de 100 HP
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	100,00 m³/hora
Funcionamento	A definir



Figura 47 – Poço P 32 – Rua Augusta Cassaroli Bonardi, nº 689.

Conforme ressaltado anteriormente, todos os poços profundos supracitados recalcam a água bruta captada para a rede ou para os reservatórios.

Importante destacar que antes do recalque para os reservatórios, a água bruta de sucção é submetida a um tratamento químico com bombas dosadoras de cloro e flúor em uma “casa de tratamento”, no mesmo local de instalação do sistema de bombeamento.

Os sistemas são detalhados no Mapa Cadastral da Rede.

A seguir, são apresentados os sistemas de reservação do município de Pontal.

O reservatório R 01 - PITANGUEIRAS, recebe a água tratada do poço P 03 - PITANGUEIRAS. Apresenta capacidade de 500 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua Vicente Venna, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 4”, de PVC, que depois é ramificada para o município.

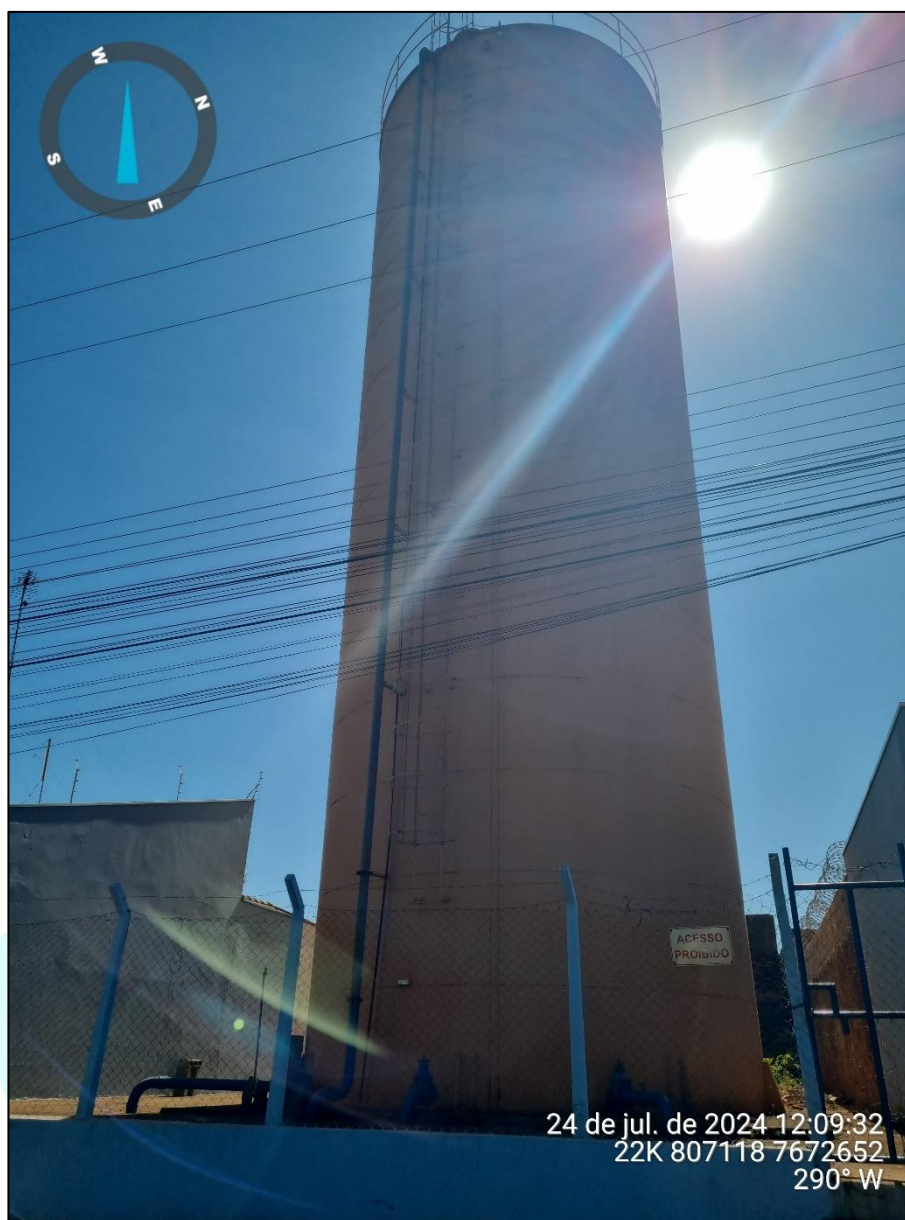


Figura 48 – Reservatório R 01 – Rua Vicente Venna, s/n.

O reservatório R 03 - AME, recebe a água tratada do poço P 10 - AME. Apresenta capacidade de 500 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua João dos Reis, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 4", de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 49 – Reservatório R 03 – Rua João dos Reis, s/n.

O reservatório R 04 – DAE (MENOR), recebe a água tratada do poço P 11 – CISTERNÃO e do poço P 12 – ADELINO MICHELETTO. Apresenta capacidade de 350 m³, sendo do tipo semienterrado, de concreto. Reservatório localizado na Rua Guilherme Silva, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de aço galvanizado, e para uma rede adutora de água com diâmetro de 6", de ferro fundido, que depois é ramificada para o município.

O reservatório R 05 – DAE (MAIOR), recebe a água tratada do poço P 11 – CISTERNÃO e do poço P 12 – ADELINO MICHELETTO. Apresenta capacidade de 500 m³, sendo do tipo semienterrado, de concreto. Reservatório localizado na Rua Guilherme Silva, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de aço galvanizado, e para uma rede adutora de água com diâmetro de 6", de ferro fundido, que depois é ramificada para o município.



O reservatório R 06 – DAE, recebe a água tratada do poço P 11 – CISTERNÃO e do poço P 12 – ADELINO MICHELETTO. Apresenta capacidade de 150 m³, sendo do tipo elevado, de concreto. Reservatório localizado na Rua Guilherme Silva, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2”, de aço galvanizado, e para uma rede adutora de água com diâmetro de 6”, de ferro fundido, que depois é ramificada para o município.



Figura 50 – Reservatório R 06 – Rua Guilherme Silva - DAE.

O reservatório R 08 – CRISTO REDENTOR, recebe a água tratada do poço P 17 – CRISTO REDENTOR. Apresenta capacidade de 500 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Avenida Cristo Redentor, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 4”, de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 51 – Reservatório R 08 – Avenida Cristo Redentor, s/n.

O reservatório R 09 – CÂNDIA, recebe a água tratada do poço P 20 – PRAÇA DE CÂNDIA. Apresenta capacidade de 100 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua Caramuru, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para o distrito. Encontra-se desativado no momento.



Figura 52 – Reservatório R 09 – Rua Caramuru, nº 429.

O reservatório R 10 – WALTER BECKER, recebe a água tratada do poço P 22 – WALTER BECKER. Apresenta capacidade de 15 m³, sendo do tipo elevado, de concreto. Reservatório localizado na Rua Eugênia Viel Biagi, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para a vila.



Figura 53 – Reservatório R 10 – Rua Eugênia Viel Biagi, s/n.

O reservatório R 11 – CAMPOS ELÍSEOS, recebe a água tratada do poço P 23 - CAMPOS ELÍSEOS. Apresenta capacidade de 1.000 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua Rui Barbosa, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 4", de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 54 – Reservatório R 11 – Rua Rui Barbosa, s/n.

O reservatório R 12 – VILA PRINCESA, recebe a água tratada do poço P 25 – LUIZ MENEGHELLI. Apresenta capacidade de 500 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua Ângelo Bazan, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 4”, de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 55 – Reservatório R 12 – Rua Ângelo Bazan, s/n.

O reservatório R 13 – SANTA CATARINA, recebe a água tratada do poço P 26 – SANTA CATARINA. Apresenta capacidade de 300 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua João Pugim, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 56 – Reservatório R 13 – Rua João Pugim, s/n.

O reservatório R 14 – JEQUITIBÁS, recebe a água tratada do poço P 27 – JEQUITIBÁS. Apresenta capacidade de 300 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Alameda Geraldo Isaias Ferreira, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 57 – Reservatório R 14 – Alameda Geraldo Isaías Ferreira, s/n.

O reservatório R 15 – JOSÉ PEDRO CARNEIRO, recebe a água tratada do poço P 28 – JOSÉ PEDRO CARNEIRO. Apresenta capacidade de 300 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua E, Bairro Morada Pontal, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 58 – Reservatório R 15 – Rua E, Bairro Morada Pontal.

O reservatório R 16 – DOMINGOS MORO, recebe a água tratada do poço P 29 – DOMINGOS MORO. Apresenta capacidade de 500 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua 10, Jd. Domingos Moro, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 59 – Reservatório R 16 – Rua 10, s/n.

O reservatório R 17 – FRANCISCO DE PAULA ou R 30 – ADENIR DE JESUS (PARDAL), recebe a água tratada do poço P 30. Apresenta capacidade de 200 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua Alcebiades Spinola com a Rua Elvira Camarinho Munhoz, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para o município.



Figura 60 – Reservatório R 17 – Rua Alcebiades Spinola, s/n.

O reservatório R 18 (R 31) – JD. CÉZAR RAVAGNANI, recebe a água tratada do poço P 31. Apresenta capacidade de 500 m³, sendo do tipo apoiado, metálico. Reservatório localizado na Rua 01, e deste sai para uma rede adutora de água com diâmetro de 2", de PVC, que depois é ramificada para o município.

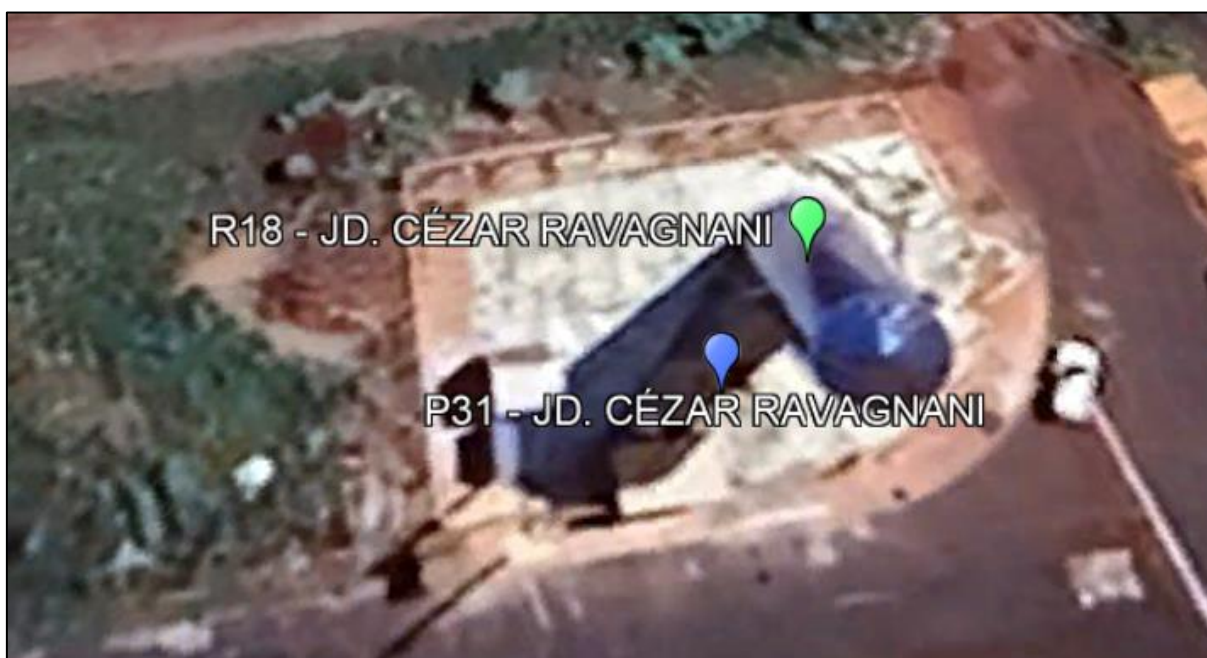


Figura 61 – Reservatório R 18 – Rua 01, s/n.

7. SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO

A população total do município de Pontal é de 37.607 habitantes (IBGE 2022 - CENSO), atendida pelo sistema de abastecimento, distribuídas em três setores de abastecimento de água, sendo eles, Setor 01: Município, Setor 02: Distrito de Cândia e Setor 03: Vila Barbacena Walter Becker, delimitadas através de planta cadastral, conforme explicitado nos itens posteriores. Ainda, de acordo com informações municipais fornecida pelos DAE, 14.058 ligações possuem hidrômetros, tendo 14.796 economias, tornando o sistema de micromedição do município 95,01% atendido.

7.1. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

A extensão total da rede de distribuição na sede municipal de Pontal é de aproximadamente 133,22 km (133.221,81 m), sendo constituído em sua maioria por material de PVC PBA, com extensão de 108.968,64 m, 5.627,05 m de PVC Defoyo, 1.052,06 m de Ferro Fundido, além de 17.574,06 m de Aço Galvanizado, constituídos em sua maioria nas ligações entre os poços profundos e os



reservatórios. O diâmetro das tubulações é de maioria 2", exceto às redes adutoras e recalques de ligação entre poços e reservatórios.

Na tabela abaixo, é possível observar as redes de distribuição com seus respectivos materiais e diâmetros no sistema de abastecimento de água do município de Pontal.

Tabela 42 – Diâmetro e extensão das redes do município de Pontal

DIÂMETRO	EXTENSÃO (Metros)				
	PVC PBA	PVC Defofo	Ferro Fundido	Aço Galvanizado	TOTAL GERAL
3/4"	-	-	-	298,53	298,53-
1 1/2"	-	-	-	978,73	978,73
2"	102.581,17	-	-	15.079,36	117.660,53
2 1/2"	-	-	-	473,32	473,32
3"	1.897,46	-	-	-	1.897,46
4"	4.490,01	5.394,34	-	744,12	10.628,47
6"	-	232,71	1.052,06	-	1.284,77
TOTAL	108.968,64	5.627,05	1.052,06	17.574,06	133.221,81



8. DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

O Plano Diretor de Combate a Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público do município de Pontal tem por objetivo o diagnóstico e a elaboração de atividades de consultoria e projetos que venham resultar em diversas ações de curto, médio e longo prazo que irão permitir a redução permanente dos índices de perdas atual, com metas pré-estabelecidas, basicamente compreendendo os serviços como segue:

1. Elaboração de Base Cadastral da Rede de Distribuição de Água;
2. Projeto de Setorização da Rede de Distribuição de Água;
3. Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão obtidos com a Pitometria; (se necessário)
4. Elaboração do Projeto de Macromedição de Vazão e Sensores de Nível;
5. Diagnóstico da Micromedição;
6. Diagnóstico e Estudos para Melhorias e Adequação das Unidades Operacionais;
7. Procedimentos para Elaboração dos Índices de Perdas Setoriais e Global;

9. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

9.1. ELABORAÇÃO DE BASE CADASTRAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

O Departamento de Água e Esgoto de Pontal tem um cadastro básico que contém certo nível em relação a informações cadastrais digitais. Diante disso, foi gerada uma planta digital da cidade numa escala apropriada onde foram armazenados os dados básicos do sistema de abastecimento, tais como: adutoras, reservatórios de água tratada e a rede de distribuição. Essa planta geral com sua articulação está sendo apresentada neste Relatório de Atividades, com as informações das unidades operacionais e também da rede de distribuição, sendo



que as informações sobre o material das tubulações foram coletadas à equipe técnica da Prefeitura Municipal e repassadas para o arquivo digital em cores e escalas apropriadas.

9.2. PROJETO DE SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Para o Projeto de Setorização foram realizados os levantamentos iniciais do macrossistema considerando o processo de operação que a Prefeitura Municipal de Pontal vem realizando para o abastecimento de água da população.

Conforme a distribuição espacial dos centros de reservação foi cadastrada a delimitação dos setores de distribuição que o sistema oferece, levando-se em conta a situação atual com os reservatórios existentes.

9.2.1. Considerações Iniciais

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

Desta forma o projeto da setorização da rede de distribuição do município de Pontal foi baseado na setorização clássica, conforme cadastro da rede, ou seja, foi adotado um reservatório, cuja principal função é condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (principal), normalmente situados próximos a poços profundos. Assim, os setores de abastecimento foram considerados como setor clássico, ou seja, foi dividido em zonas de pressão, cujas pressões estática e dinâmica devem obedecer a limites prefixados, segundo a Norma Técnica NBR 12.218/1994 onde a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 400 kPa (40,0 mca),



podendo chegar a 500 kPa (50,0 mca) em regiões com topografia acidentada, e a pressão dinâmica mínima, não deve ser inferior a 100 kPa (10,0 mca).

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

Assim, foram realizadas as seguintes ações:

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

9.2.2. Delimitação dos setores em plantas cadastrais

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

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

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



=====

- Homogeneidade do consumo: tanto quanto possível, o setor deve conter consumidores de mesma classe (residencial, comercial ou industrial);

- Rede de alimentação: a dimensão da rede ou redes de alimentação do setor deve ser suficiente para abastecer a área sem afetar as demandas necessárias e ter velocidades de água compatíveis com os limites de precisão dos aparelhos de medição de vazão. É preferível ter apenas uma rede alimentadora, bastando para a medição global à instalação de um único macromedidor, que deve se localizar em média a uma distância equivalente a 3 diâmetros a montante e 10 diâmetros a jusante de qualquer singularidade na tubulação, tais como curvas, válvulas, etc.

Ressalta-se que tais distâncias são indicadas pelo fabricante dos equipamentos de macromedição de vazão; e

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

9.2.3. Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores

Uma vez delimitado o setor deve-se quantificar o número de ligações presentes na sua área de abrangência, para então quantificar a sua vazão ou demanda de água.

Para quantificar o número de ligações deve-se fazer um relatório contendo as ruas presentes no setor, bem como os bairros correspondentes e junto ao departamento de micromedição quantificar as ligações existentes nos respectivos endereços delimitados. De posse das ligações também deve ser solicitado ao departamento de micromedição a série histórica do consumo mensal das respectivas ligações de água.

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



também adotar estes erros como sendo igual a 10% do total medido. Assim, a vazão no setor seria igual a:

$$Q_{\text{setor}} = \sum Q_{\text{Lig}} \cdot 1,1 \cdot 1,1$$

Em que:

Q_{setor} = vazão média do setor (m³/mês); e

Q_{lig} = vazão média mensal de uma residência (m³/mês).

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

$$Q_{\text{setor}} = \frac{\text{Lig} \cdot H_{\text{al}} \cdot C_{\text{percapita}}}{86.400}$$

Em que:

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

Lig. = número de ligações no setor;

H_{al} = número de habitantes por ligação (3 habitantes/ligação); e

$C_{\text{percapita}}$ = consumo per capita (l/hab.dia).

Para os setores que possuem classificação da micromedicação como residencial adota-se o consumo per capita igual a 200 l/hab. dia.

No município de Pontal como um todo apresenta um total de 14.058 ligações ativas, sendo 13.257 ligações na Cidade de Pontal, 693 ligações no Distrito de Cândia e 108 ligações na Vila Barbacena Walter Becker.

Os cálculos das vazões de abastecimentos por setores assim como, as ligações setorizadas, são apresentadas em item posterior com o diagnóstico de cada um dos setores. Importante ressaltar que nesta primeira etapa não são realizados cálculos de projeção de habitantes, pois as condições do diagnóstico baseiam-se na situação atual. As projeções do aumento de número de ligações dos setores serão realizadas em etapa posterior, com as medidas para melhoria das unidades operacionais considerando um horizonte de projeto de 20 anos.



9.2.4. Sistema de distribuição de água

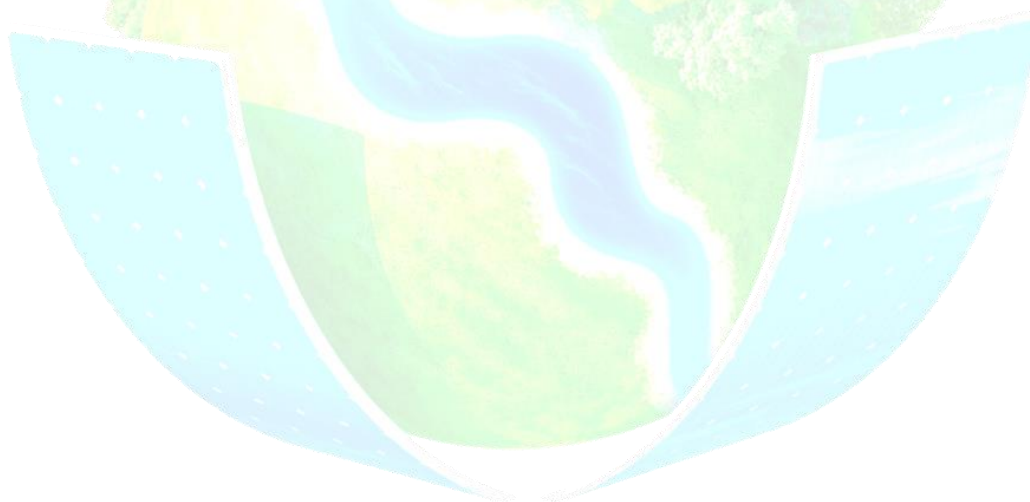
A rede de distribuição de água do município de Pontal foi subdividida em 02 (dois), sendo eles: distrito de medição e controle (DMC), sendo executada a compatibilização dos setores de abastecimento com os setores de leitura para comparação entre os volumes produzidos (macromedidos) e os volumes micromedidos, quando os setores de distribuição estiverem implantados, inclusive com o Projeto de Macromedição, onde ocorrerá então a continuidade dos trabalhos para identificação dos índices de perdas setoriais.

Importante ressaltar que o “Setor 01 – Cidade” não foi subdividido, uma vez que, a rede é toda interligada e não se tem o controle de setorização, representando assim apenas 01 (um) setor.

O “Setor 02 – Distrito de Cândia” apresenta também apenas 01 (um) setor.

O “Setor 03 – Vila Barbacena Walter Becker” apresenta 01 (um) setor.

As figuras abaixo ilustram a planta geral da setorização do sistema de abastecimento de água do município de Pontal.



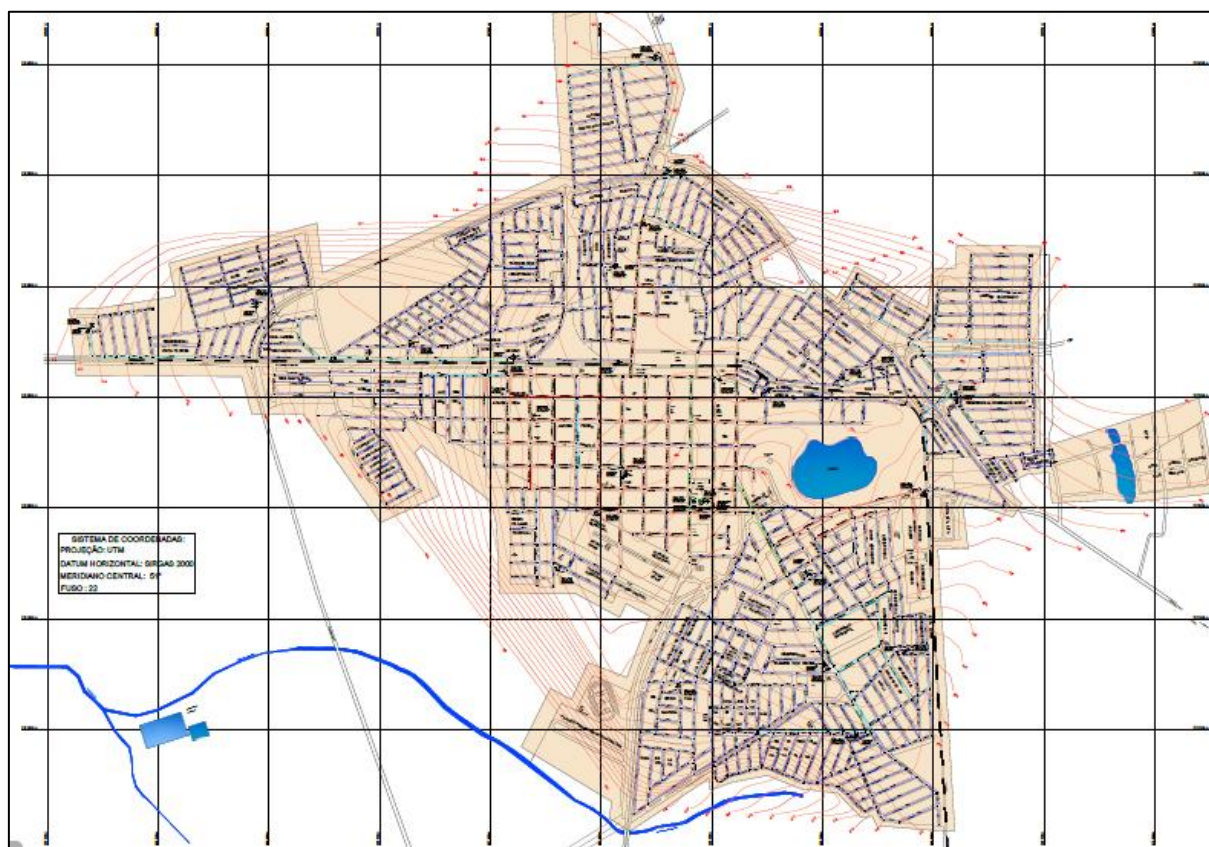


Figura 62 – Setorização do sistema de distribuição de água da Cidade de Pontal

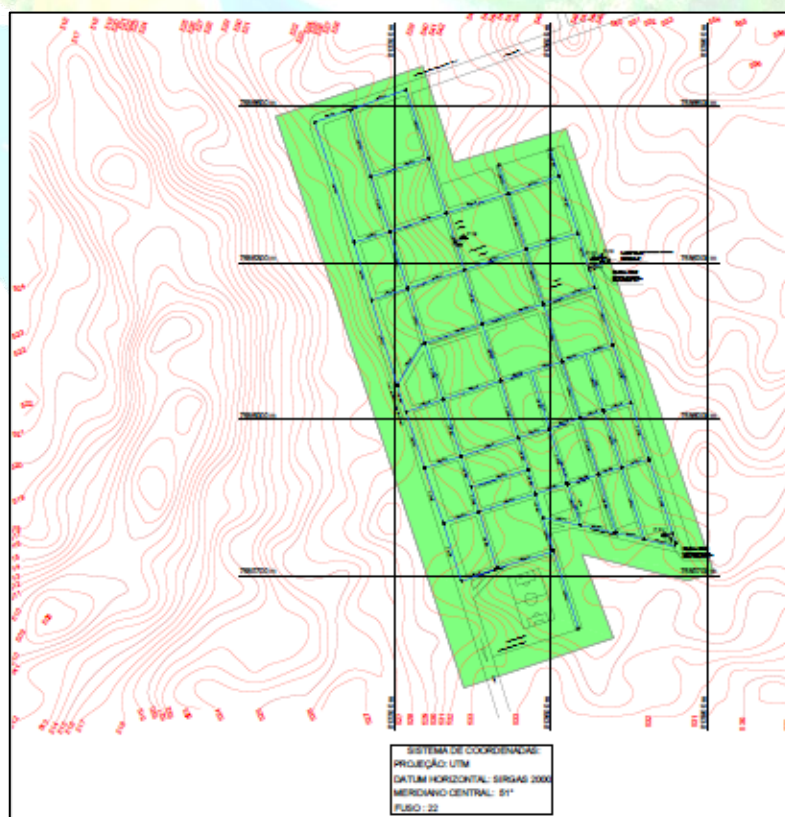


Figura 63 – Setorização do sistema de distribuição de água do Distrito de Cândia

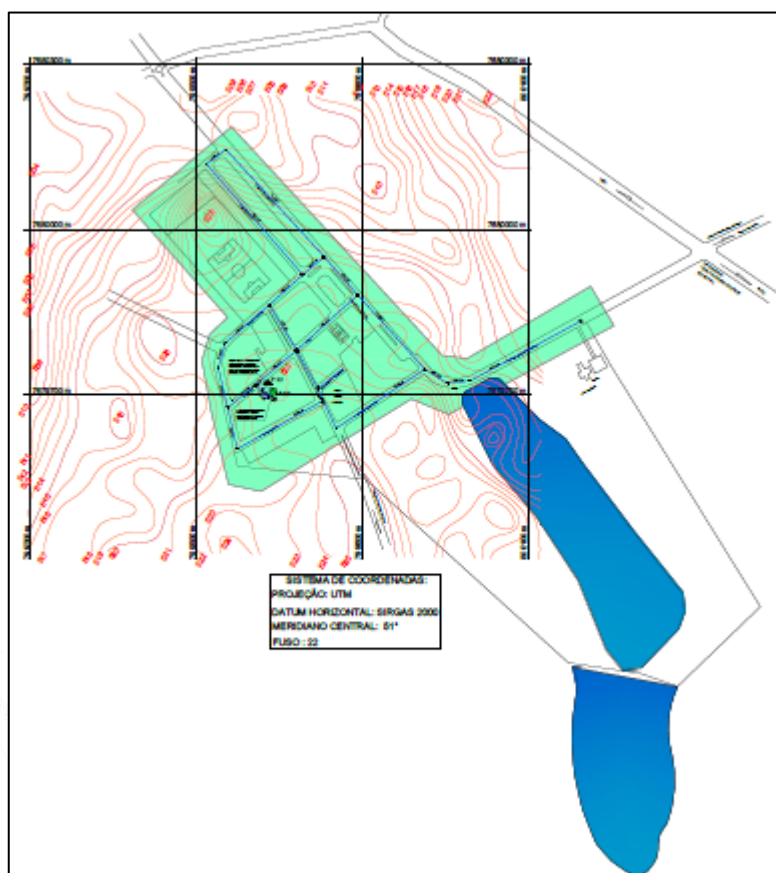


Figura 64 – Setorização do sistema de distribuição de água da Vila Barbacena
Walter Becker

9.2.5. Análises dos Reservatórios

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

- Cálculo do consumo diário do setor (C_m);
- Capacidade requerida de reservação de água (C_r);
- Índice médio de consumo por ligação (I_m).

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

$$C_m = C_m . H . P$$
$$C_m = C_{mi} . 1,1 . 1,1$$



$$C_m = C_{mi} \cdot 1,21$$

Em que:

C_m = consumo diário do setor (m³/dia);

C_{mi} = consumo médio micromedido real no setor (m³/dia);

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

P = perda de água na rede distribuidora (Adotado – 10%).

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

$$C_r = \frac{1}{3} \cdot C_m \cdot K_1$$

$$C_r = \frac{1}{3} \cdot C_{mi} \cdot 1,21 \cdot 1,25$$

$$C_r = 0,504 \cdot C_{mi}$$

Em que:

C_m = consumo diário do setor (m³/dia);

C_{mi} = consumo médio micromedido real no setor (m³/dia);

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

C_r = capacidade requerida de reservação (m³).

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

São calculados normalmente para cada setor, dois índices de capacidade requerida de reservação (C_r) sendo um considerando os dados micromedidos nos hidrômetros (C_r hidro) e outro considerando o consumo médio da cota per capta de habitantes por ligação, equação 02, denominado de C_r teórico. Adota-se aquele em



que apresentava o maior valor, sendo a favor da segurança. Porém, como o município não apresenta consistência de micromedição, será realizado o cálculo pelo método de consumo médio per capita.

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

$$I_m = \frac{C_{mi} \cdot H}{Lig}$$

em que:

C_{mi} = consumo médio micromedido real no setor (m³/dia);

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

Lig = nº de ligações no setor.

9.2.6. Setores do sistema de distribuição de água

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

A tabela abaixo apresenta a relação dos setores de abastecimento de água do Projeto de Setorização para o município de Pontal.

Tabela 43 - Relação dos setores no município com ligações atuais de água existentes

SETOR	DESCRIÇÃO	NÚMEROS DE LIGAÇÕES ATUAL
01	Cidade	13.257
02	Distrito de Cândia	693
03	Vila Barbacena Walter Becker	108



Para os cálculos da reservação necessária serão utilizados os parâmetros hidráulicos seguintes:

- Número de habitantes por ligação: 3 hab./ligação;
- Cota per capita por habitante: 200 L/hab.dia;
- Coeficiente do dia de maior consumo: 1,20
- Coeficiente da hora de maior consumo: 1,50
- Volume de reservação: $1/3 \times$ volume dia de maior consumo (08 horas/dia)

A tabela abaixo apresenta a relação dos reservatórios existentes com suas respectivas capacidades e setores de distribuição.

Tabela 44 - Relação dos Reservatórios existentes com suas capacidades

RESERVATÓRIO	LOCAL DO RESERVATÓRIO	VOLUME (LITROS)
R-01	Setor 01 (Cidade)	500.000
R-03	Setor 01 (Cidade)	500.000
R-04	Setor 01 (Cidade)	350.000
R-05	Setor 01 (Cidade)	500.000
R-06	Setor 01 (Cidade)	150.000
R-08	Setor 01 (Cidade)	500.000
R-10	Setor 03 (Vila Barbacena W. B)	15.000
R-11	Setor 01 (Cidade)	1.000.000
R-12	Setor 01 (Cidade)	500.000
R-13	Setor 01 (Cidade)	300.000
R-14	Setor 01 (Cidade)	300.000
R-15	Setor 01 (Cidade)	300.000
R-16	Setor 01 (Cidade)	500.000
R-17	Setor 01 (Cidade)	200.000
R-18	Setor 01 (Cidade)	800.000
TOTAL		6.115.000

No anexo é apresentado uma planta digitalizada com a delimitação projetada dos setores de abastecimento.



9.2.7. Setor 01 – Cidade

Na abaixo são apresentados os resultados dos cálculos com as principais características hidráulicas do referido setor 01 (Cidade).

Tabela 45 – Dados referentes ao Setor 01 do município

PARÂMETRO	VALOR
Vazão média (l/s)	92,063
Vazão (dmc) (l/s)	110,475
Vazão (hmc) (l/s)	165,713
Reservação requerida (litros)	3.849.832,80
Capacidade de Reservação atual (litros)	6.100.000,00
Abastecimento	R-01, R-03, R-04, R-05, R-06, R-08, R-11, R-12, R-13, R-14, R-15, R-16, R-17, R-18
Cota geométrica máxima	533,00 m
Cota geométrica mínima	502,00 m
Número de ligações	13.257
Comprimento total de tubulação	121.948,08 m

DIAGNÓSTICO:

Este setor atualmente é abastecido pelos reservatórios R-01, R-03, R-04, R-05, R-06, R-08, R-11, R-12, R-13, R-14, R-15, R-16, R-17 e R-18, totalizando uma capacidade de reservação de 6.100.000 litros, sendo que o necessário para o setor é de 3.849.832,80 litros, ou seja, a reservação para o setor é satisfatória. Em relação ao consumo médio, o setor também atende à demanda de vazão.

As captações subterrâneas que abastecem os reservatórios do Setor 01, totalizam um volume gerado aproximado médio de 17.256,91 m³/dia, sendo que o



consumo médio, calculado através dos parâmetros apresentados acima, aproxima-se de uma demanda igual a 9.624,58 m³/dia.

Em relação às condições estruturais, o setor não apresenta grandes problemas, com boas condições nos poços e reservatórios, ressaltando-se apenas a necessidade de uma setorização mais adequada.

Já em relação ao gerenciamento das pressões no setor, o mesmo será discutido posteriormente com a realização da simulação hidráulica através de software específico, que será apresentado em etapa posterior.

9.2.8. Setor 02 – Distrito de Cândia

Na abaixo são apresentados os resultados dos cálculos com as principais características hidráulicas do referido setor 02 (Distrito de Cândia).

Tabela 46 – Dados referentes ao Setor 02 do município

PARÂMETRO	VALOR
Vazão média (l/s)	4,813
Vazão (dmc) (l/s)	5,775
Vazão (hmc) (l/s)	8,663
Reservação requerida (litros)	201.247,20
Capacidade de Reservação atual (litros)	0,00 (Desativado)
Abastecimento	R-09 - Desativado
Cota geométrica máxima	549,00 m
Cota geométrica mínima	530,00 m
Número de ligações	693
Comprimento total de tubulação	8.609,49 m

DIAGNÓSTICO:

Este setor atualmente é abastecido diretamente pelos poços na rede, o reservatório R-09, possui uma capacidade de reservação de 100.000 litros e se encontra desativado no momento, sendo que o necessário para o setor é de 201.247,20 litros, ou seja, a reservação para o setor, mesmo ativando o reservatório



não é satisfatória. Em relação ao consumo médio, o setor atende à demanda de vazão.

As captações subterrâneas que abastecem os reservatórios do Setor 02, totalizam um volume gerado aproximado médio de 1.110,60 m³/dia, sendo que o consumo médio, calculado através dos parâmetros apresentados acima, aproxima-se de uma demanda igual a 503,12 m³/dia.

Em relação às condições estruturais, o setor não apresenta grandes problemas, com boas condições nos poços, ressaltando-se apenas a necessidade de uma setorização mais adequada, e a necessidade de reservação que atenda a demanda.

Já em relação ao gerenciamento das pressões no setor, o mesmo será discutido posteriormente com a realização da simulação hidráulica através de software específico, que será apresentado em etapa posterior.

9.2.9. Setor 03 – Vila Barbacena Walter Becker

Na abaixo são apresentados os resultados dos cálculos com as principais características hidráulicas do referido setor 03 (Vila Barbacena Walter Becker).

Tabela 47 – Dados referentes ao Setor 03 do município

PARÂMETRO	VALOR
Vazão média (l/s)	0,750
Vazão (dmc) (l/s)	0,900
Vazão (hmc) (l/s)	1,350
Reservação requerida (litros)	31.363,20
Capacidade de Reservação atual (litros)	15.000,00
Abastecimento	R-10
Cota geométrica máxima	523,00 m
Cota geométrica mínima	509,00 m
Número de ligações	108
Comprimento total de tubulação	2.664,23 m



DIAGNÓSTICO:

Este setor atualmente é abastecido pelos reservatórios R-10, totalizando uma capacidade de reservação de 15.000 litros, sendo que o necessário para o setor é de 31.363,20 litros, ou seja, a reservação para o setor não é satisfatória. Em relação ao consumo médio, o setor atende à demanda de vazão.

As captações subterrâneas que abastecem os reservatórios do Setor 03, totalizam um volume gerado aproximado médio de 394,20 m³/dia, sendo que o consumo médio, calculado através dos parâmetros apresentados acima, aproxima-se de uma demanda igual a 78,41 m³/dia.

Em relação às condições estruturais, o setor não apresenta grandes problemas, com boas condições nos poços, ressaltando-se apenas a necessidade de uma setorização mais adequada, e a necessidade de reservação que atenda a demanda.

Já em relação ao gerenciamento das pressões no setor, o mesmo será discutido posteriormente com a realização da simulação hidráulica através de software específico, que será apresentado em etapa posterior.

10. REALIZAÇÃO DE PARAMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO ATRAVÉS DO SOFTWARE EPANET

O EPANET é um programa de computador que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizada. Uma rede é constituída por tubulações, bombas, válvulas, reservatórios de nível fixo e/ou reservatórios de nível variável. O EPANET permite obter os valores da vazão em cada tubulação, da pressão em cada nó, da altura de água em cada reservatório de nível variável e da concentração de espécies químicas através da rede durante o período de simulação, subdividido em múltiplos intervalos de cálculo. Adicionalmente, além de espécies químicas, o modelo simula o cálculo da idade da água e o rastreio da origem de água em qualquer ponto da rede.

O EPANET foi concebido para ser uma ferramenta de apoio à análise de sistemas de distribuição, melhorando o conhecimento sobre o transporte e o destino dos constituintes da água para consumo humano. Pode ser utilizado em diversas



situações onde seja necessário efetuar simulações de sistemas pressurizados de distribuição. O estabelecimento de cenários de projeto (p.ex., expansão de uma rede existente), a calibração de modelos hidráulicos, a análise do decaimento do cloro residual e a avaliação dos consumos são alguns exemplos de aplicação do programa.

O EPANET pode ajudar a analisar estratégias alternativas de gestão, de modo a melhorar a qualidade da água do sistema, através de:

- Alterações na utilização de origens da água num sistema com múltiplas origens;
- Alteração de esquema de funcionamento de grupos elevatórios e enchimento/esvaziamento de reservatórios de nível variável;
- Utilização de tratamento adicional, tal como a recloração;
- Seleção de tubulações para limpeza e substituição (reabilitação).

10.1. SIMULAÇÃO HIDRÁULICA

Nesta etapa do trabalho foram realizadas simulações hidráulicas para o setor de abastecimento do município de Pontal. Foi utilizada metodologia de distribuição de vazões nos NÓS baseada na distribuição linearmente uniforme, por meio da vazão específica em l/s. Para tanto, o comportamento hidráulico da rede de distribuição de água foi avaliado por meio de simulações no EPANET com comparação da distribuição da demanda nos nós em dois cenários hidráulicos diferentes:

Cenário 01 – Simulação hidráulica considerando a vazão nos trechos.

Cenário 02 – Simulação hidráulica considerando a pressão nos nós.

Na realização das simulações no Cenário 01 e Cenário 02 foram consideradas as seguintes etapas:

Etapa 1 - obtenção e tratamento de dados e informações do sistema de abastecimento.



Nessa etapa foram definidos os dados necessários para as simulações estáticas e dinâmicas dos setores de abastecimento de água, bem como realizada a sistematização dos dados.

Na simulação hidráulica foram separadas em 03 (três) partes, pois existem 03 setores isolados no município, sem interligação, e devem ser avaliados separadamente.

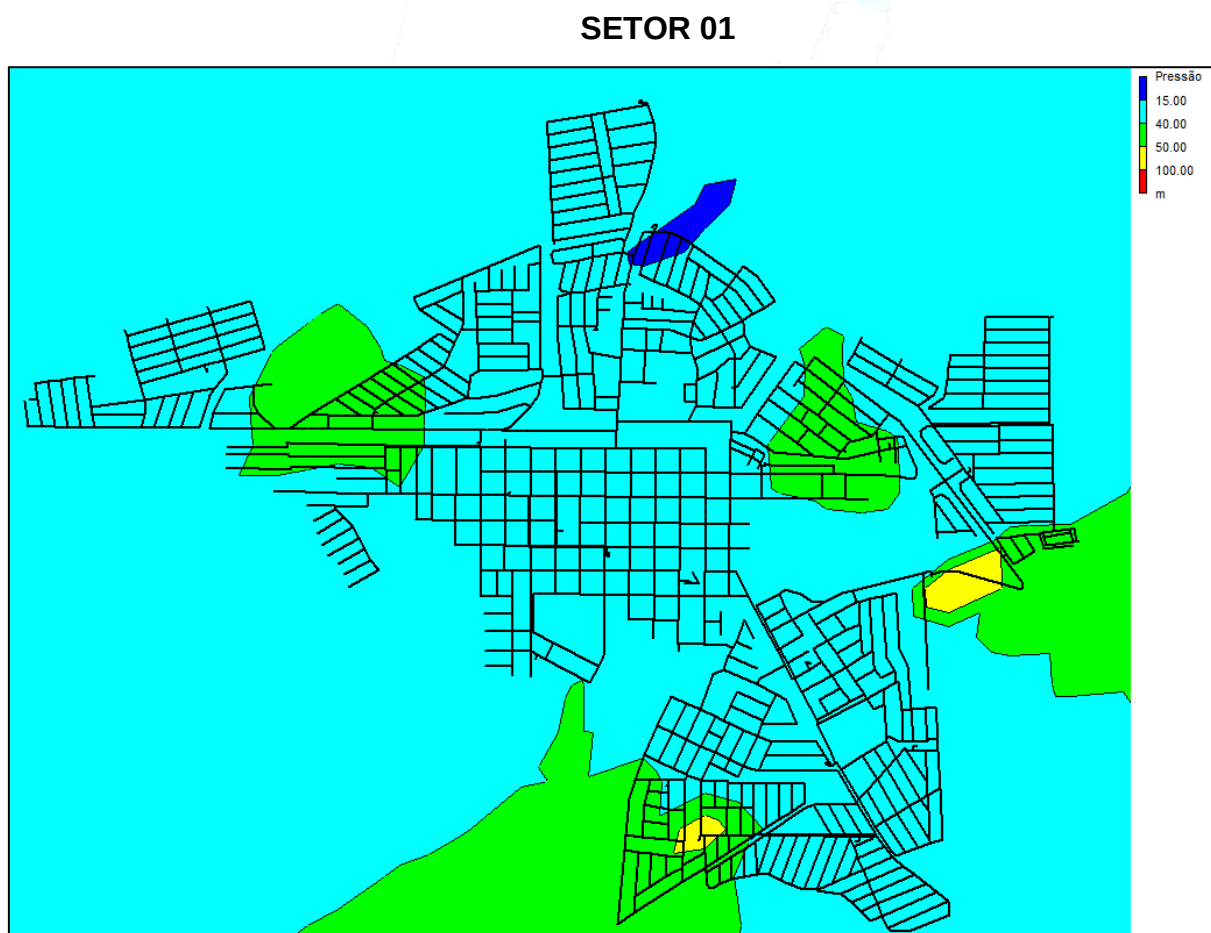


Figura 65 – Indicador de trecho com maior pressão Setor 01 – Pontal

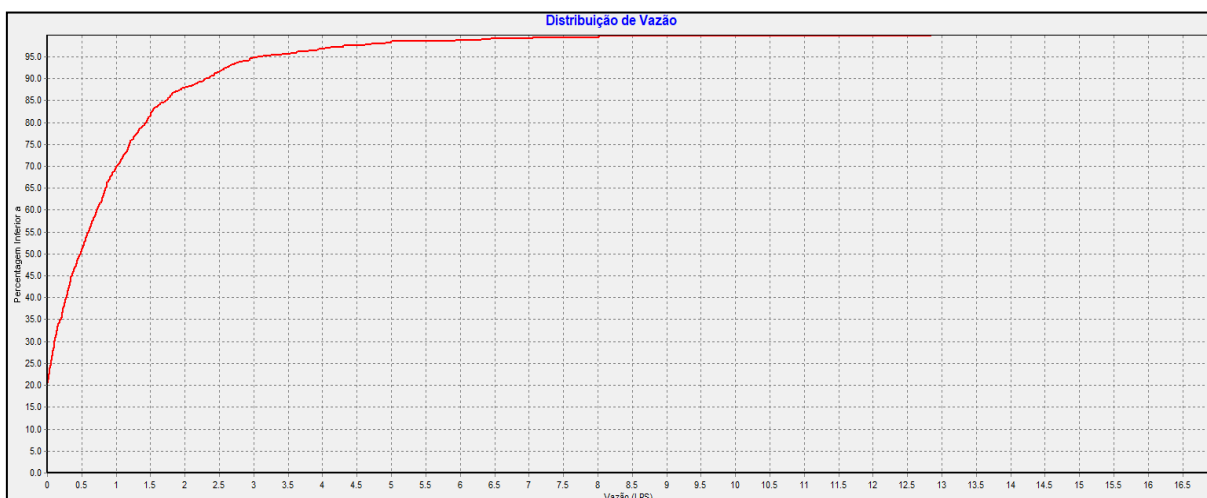


Gráfico 18 – Distribuição de vazão Setor 01 – Município de Pontal

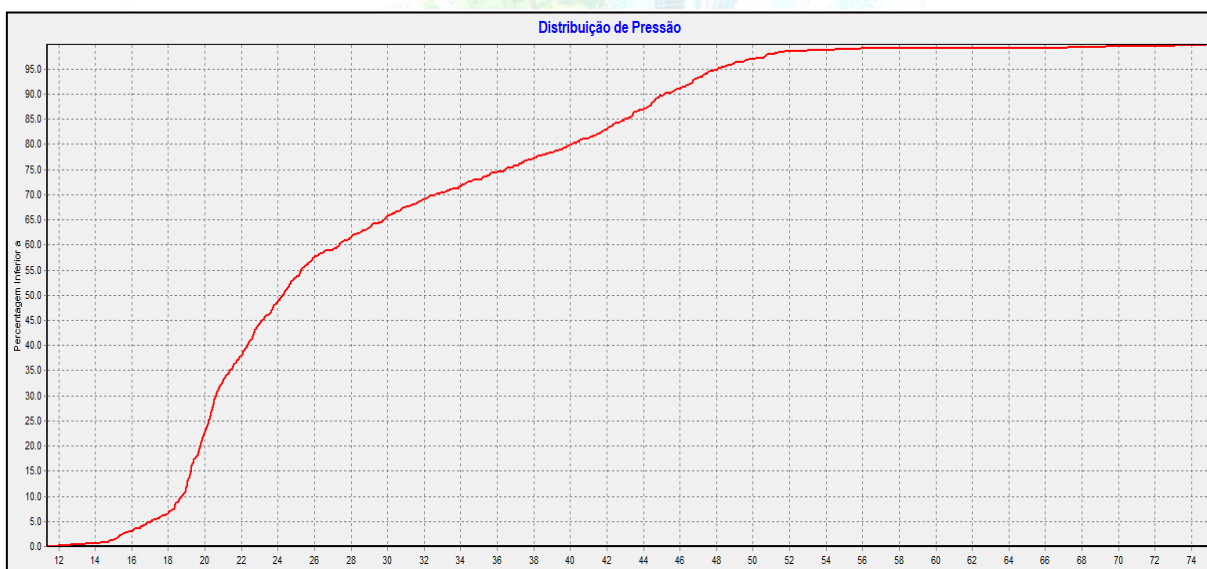


Gráfico 19 – Distribuição de Pressão Setor 01 – Município de Pontal

A seguir são apresentadas imagens da simulação hidráulica realizada no EPANET dos sistemas de abastecimento atual Pontal.

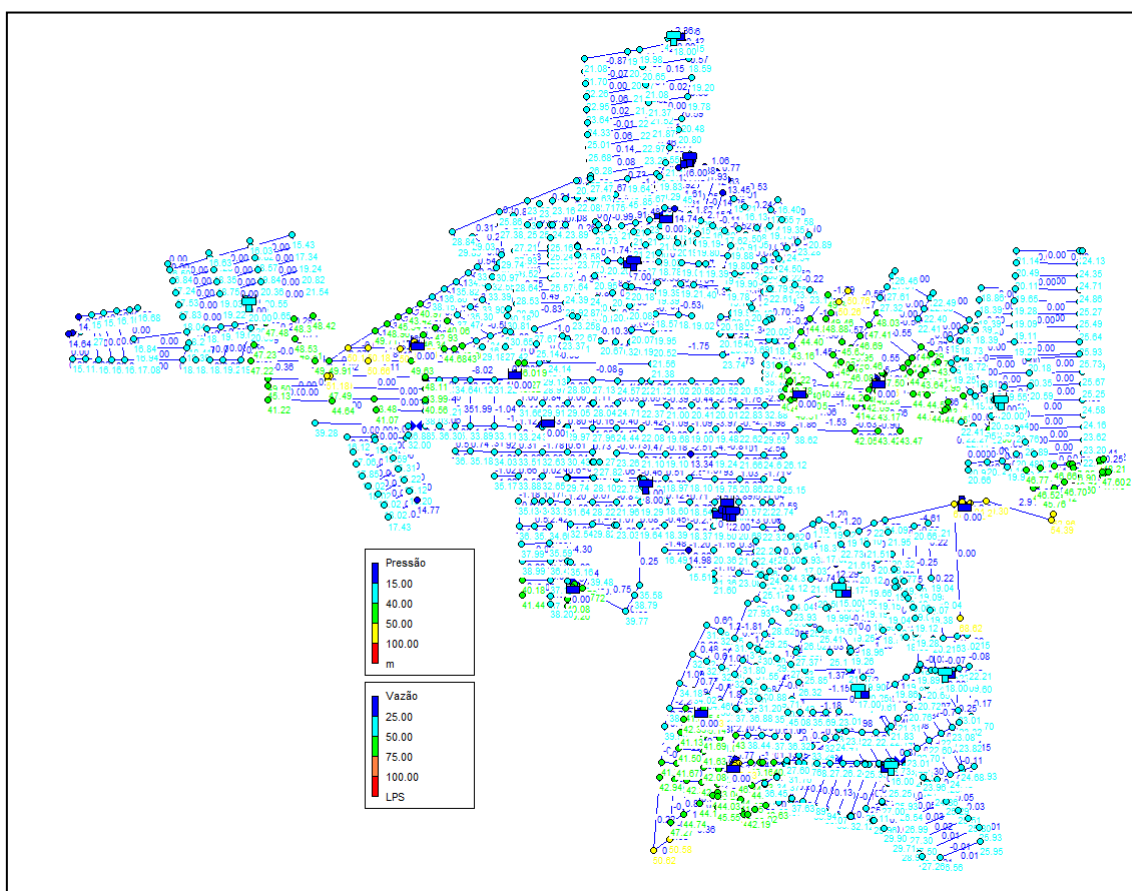


Figura 66 – Identificação dos trechos e nós Parte 01 – Município de Pontal

Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados obtidos com a simulação hidráulica do sistema de distribuição do município de Pontal, de acordo com os dados inseridos no software EPANET. Foram utilizados os dados do horário mais crítico da curva de consumo do município, calculados pela simulação, as 19:00 horas.

Tabela 48 – Resultados da Simulação nos trechos Parte 01– Município de Pontal

Identificador do Trecho	Vazão	Velocidade	Perda de Carga	Fator de Atrito
	LPS	m/s	m/km	
Tubulação p1	0.15	0.08	0.21	0.034
Tubulação p2	1.13	0.58	8.61	0.025
Tubulação p3	0.80	0.41	4.55	0.027
Tubulação p4	1.25	0.64	10.36	0.025
Tubulação p5	0.57	0.29	2.38	0.028
Tubulação p6	1.46	0.74	13.81	0.024



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p7	2.51	1.28	37.44	0.023
Tubulação p8	3.50	1.78	69.66	0.021
Tubulação p9	3.15	1.60	57.22	0.022
Tubulação p10	4.40	2.24	106.34	0.021
Tubulação p11	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p12	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p13	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p14	2.81	1.43	46.29	0.022
Tubulação p15	2.81	1.43	46.30	0.022
Tubulação p16	3.62	1.84	73.92	0.021
Tubulação p17	3.62	1.84	73.92	0.021
Tubulação p18	3.62	1.84	73.92	0.021
Tubulação p19	0.81	0.41	4.60	0.027
Tubulação p20	1.99	1.01	24.49	0.023
Tubulação p21	0.35	0.18	0.99	0.030
Tubulação p22	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p23	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p24	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p25	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p27	0.46	0.23	2.15	0.039
Tubulação p28	0.38	0.19	1.53	0.040
Tubulação p29	0.38	0.19	1.53	0.040
Tubulação p30	1.49	0.76	19.04	0.032
Tubulação p31	1.46	0.74	18.26	0.033
Tubulação p32	1.51	0.77	19.42	0.032
Tubulação p33	1.76	0.90	25.87	0.032
Tubulação p34	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubulação p35	0.02	0.01	0.01	0.061
Tubulação p36	1.01	0.51	9.26	0.034
Tubulação p37	1.03	0.52	9.61	0.034
Tubulação p38	0.11	0.06	0.16	0.047
Tubulação p39	0.30	0.15	0.96	0.041
Tubulação p40	0.50	0.25	2.52	0.038
Tubulação p41	0.77	0.39	4.21	0.027
Tubulação p42	1.83	0.93	27.78	0.031
Tubulação p43	1.46	0.74	18.34	0.033
Tubulação p44	0.99	0.50	8.92	0.034
Tubulação p45	0.29	0.15	0.91	0.041
Tubulação p46	0.36	0.18	1.34	0.040
Tubulação p47	1.78	0.91	26.59	0.032
Tubulação p48	0.44	0.23	2.03	0.039
Tubulação p49	0.39	0.20	1.56	0.040
Tubulação p50	0.05	0.02	0.03	0.054
Tubulação p51	0.03	0.02	0.02	0.057



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p52	1.11	0.56	8.27	0.025
Tubulação p53	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p54	2.19	1.12	29.21	0.023
Tubulação p55	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p56	0.08	0.04	0.07	0.038
Tubulação p57	1.17	0.60	9.12	0.025
Tubulação p59	1.29	0.66	14.60	0.033
Tubulação p60	2.10	1.07	35.79	0.031
Tubulação p61	6.30	3.21	275.13	0.026
Tubulação p62	3.79	1.93	107.10	0.028
Tubulação p63	1.14	0.58	8.77	0.025
Tubulação p64	0.96	0.49	8.45	0.035
Tubulação p65	1.85	0.94	28.54	0.031
Tubulação p66	1.47	0.75	18.48	0.033
Tubulação p67	1.42	0.72	17.35	0.033
Tubulação p68	0.32	0.16	1.10	0.041
Tubulação p69	1.10	0.56	10.89	0.034
Tubulação p70	1.80	0.92	27.11	0.032
Tubulação p71	1.09	0.55	10.66	0.034
Tubulação p72	1.09	0.55	10.60	0.034
Tubulação p73	0.42	0.21	1.84	0.039
Tubulação p74	0.40	0.20	1.67	0.039
Tubulação p75	0.16	0.08	0.23	0.034
Tubulação p76	0.80	0.41	5.96	0.036
Tubulação p77	2.43	1.24	47.13	0.030
Tubulação p79	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p80	2.06	1.05	26.05	0.023
Tubulação p81	1.04	0.53	9.83	0.034
Tubulação p84	0.92	0.47	5.87	0.026
Tubulação p85	1.02	0.52	7.04	0.026
Tubulação p86	0.57	0.29	2.38	0.028
Tubulação p87	1.31	0.67	11.23	0.025
Tubulação p88	0.74	0.38	3.93	0.027
Tubulação p89	2.84	1.44	62.67	0.029
Tubulação p90	3.40	1.73	65.77	0.022
Tubulação p91	1.53	0.78	15.08	0.024
Tubulação p92	0.90	0.46	5.60	0.026
Tubulação p93	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p94	3.52	1.79	93.59	0.029
Tubulação p96	3.13	1.59	56.49	0.022
Tubulação p97	1.06	0.54	7.55	0.026
Tubulação p98	1.69	0.86	18.07	0.024
Tubulação p99	0.03	0.02	0.01	0.043
Tubulação p100	0.86	0.44	5.22	0.026



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p101	0.86	0.44	5.22	0.026
Tubulação p102	0.86	0.44	5.22	0.026
Tubulação p103	0.90	0.46	5.60	0.026
Tubulação p104	0.63	0.32	2.95	0.028
Tubulação p105	1.86	0.95	21.63	0.024
Tubulação p106	1.98	1.01	32.31	0.031
Tubulação p107	1.21	0.62	9.76	0.025
Tubulação p108	0.86	0.44	6.88	0.035
Tubulação p109	0.93	0.48	8.02	0.035
Tubulação p110	0.96	0.49	8.45	0.035
Tubulação p111	2.51	1.28	50.01	0.030
Tubulação p112	0.18	0.09	0.40	0.044
Tubulação p113	0.47	0.24	2.26	0.038
Tubulação p114	0.79	0.40	5.85	0.036
Tubulação p115	0.73	0.37	3.84	0.027
Tubulação p116	0.61	0.31	3.68	0.037
Tubulação p117	1.78	0.90	26.36	0.032
Tubulação p118	0.31	0.16	1.05	0.041
Tubulação p119	2.54	1.30	51.22	0.030
Tubulação p120	1.02	0.52	7.04	0.026
Tubulação p121	0.50	0.26	2.53	0.038
Tubulação p122	0.65	0.33	4.12	0.037
Tubulação p124	1.21	0.62	13.00	0.033
Tubulação p125	2.16	1.10	37.84	0.031
Tubulação p126	1.40	0.71	16.98	0.033
Tubulação p127	1.11	0.56	11.02	0.034
Tubulação p128	0.72	0.37	4.93	0.036
Tubulação p130	0.67	0.34	4.35	0.036
Tubulação p132	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p133	1.71	0.87	24.55	0.032
Tubulação p134	2.50	1.27	49.70	0.030
Tubulação p135	0.51	0.26	2.59	0.038
Tubulação p136	0.46	0.23	2.14	0.039
Tubulação p137	0.06	0.03	0.05	0.052
Tubulação p138	0.28	0.14	0.63	0.031
Tubulação p139	1.20	0.61	9.60	0.025
Tubulação p140	0.64	0.33	3.99	0.037
Tubulação p141	0.02	0.01	0.01	0.063
Tubulação p142	0.66	0.34	4.25	0.037
Tubulação p143	1.18	0.60	12.33	0.034
Tubulação p144	0.56	0.28	3.09	0.038
Tubulação p146	0.03	0.02	0.02	0.056
Tubulação p147	1.14	0.58	11.53	0.034
Tubulação p148	1.28	0.65	14.45	0.033



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p149	1.50	0.77	19.38	0.032
Tubulação p150	2.46	1.25	48.26	0.030
Tubulação p151	1.35	0.69	15.87	0.033
Tubulação p152	0.78	0.40	5.78	0.036
Tubulação p153	0.22	0.11	0.54	0.043
Tubulação p154	0.72	0.37	4.97	0.036
Tubulação p156	1.04	0.53	9.74	0.034
Tubulação p158	1.17	0.60	12.19	0.034
Tubulação p159	1.20	0.61	9.60	0.025
Tubulação p161	0.67	0.34	3.27	0.027
Tubulação p162	0.82	0.42	6.30	0.035
Tubulação p163	0.82	0.42	4.74	0.027
Tubulação p164	0.75	0.38	5.33	0.036
Tubulação p165	0.75	0.38	4.01	0.027
Tubulação p166	0.12	0.06	0.17	0.047
Tubulação p167	0.71	0.36	4.84	0.036
Tubulação p169	1.63	0.83	16.88	0.024
Tubulação p170	2.67	1.36	55.98	0.030
Tubulação p171	2.67	1.36	42.08	0.022
Tubulação p172	1.60	0.82	21.73	0.032
Tubulação p173	1.16	0.59	12.05	0.034
Tubulação p174	0.14	0.07	0.23	0.046
Tubulação p175	0.84	0.43	6.56	0.035
Tubulação p176	0.81	0.41	6.13	0.036
Tubulação p177	0.09	0.05	0.12	0.049
Tubulação p178	0.16	0.08	0.29	0.045
Tubulação p179	0.06	0.03	0.05	0.052
Tubulação p180	0.33	0.17	1.16	0.041
Tubulação p181	0.68	0.35	4.49	0.036
Tubulação p182	1.07	0.54	10.26	0.034
Tubulação p183	0.62	0.32	2.82	0.028
Tubulação p184	0.62	0.32	2.82	0.028
Tubulação p185	1.21	0.62	9.78	0.025
Tubulação p186	0.59	0.30	2.59	0.028
Tubulação p187	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p188	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p189	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p190	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p191	0.56	0.29	2.37	0.028
Tubulação p192	1.42	0.72	13.11	0.025
Tubulação p193	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p194	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p195	3.05	1.55	53.76	0.022
Tubulação p196	3.07	1.56	54.56	0.022



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p197	6.12	3.11	195.52	0.020
Tubulação p198	3.48	1.77	68.99	0.021
Tubulação p199	0.99	0.51	6.77	0.026
Tubulação p200	0.99	0.51	6.77	0.026
Tubulação p201	0.75	0.38	3.99	0.027
Tubulação p202	3.24	1.65	60.22	0.022
Tubulação p203	1.06	0.54	7.61	0.026
Tubulação p204	2.49	1.27	37.03	0.023
Tubulação p205	1.48	0.75	18.72	0.032
Tubulação p206	2.32	1.18	43.27	0.030
Tubulação p207	0.30	0.15	0.75	0.031
Tubulação p208	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p209	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p210	0.09	0.05	0.08	0.037
Tubulação p211	0.02	0.01	0.01	0.049
Tubulação p212	0.50	0.26	1.92	0.029
Tubulação p215	0.86	0.44	5.19	0.026
Tubulação p216	0.76	0.39	4.11	0.027
Tubulação p217	1.20	0.61	9.55	0.025
Tubulação p218	1.20	0.61	9.55	0.025
Tubulação p219	1.20	0.61	9.55	0.025
Tubulação p220	1.20	0.61	9.55	0.025
Tubulação p221	1.37	0.70	16.28	0.033
Tubulação p223	0.44	0.22	1.48	0.029
Tubulação p224	0.10	0.05	0.10	0.036
Tubulação p225	0.49	0.25	2.40	0.038
Tubulação p227	2.28	1.16	31.49	0.023
Tubulação p228	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p229	0.53	0.27	2.07	0.028
Tubulação p230	0.39	0.20	1.20	0.030
Tubulação p231	0.17	0.09	0.26	0.034
Tubulação p232	0.04	0.02	0.02	0.040
Tubulação p233	0.21	0.11	0.38	0.033
Tubulação p234	0.38	0.19	1.14	0.030
Tubulação p235	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p236	0.43	0.22	1.41	0.029
Tubulação p237	0.24	0.12	0.50	0.032
Tubulação p240	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p241	0.50	0.26	1.91	0.029
Tubulação p242	0.51	0.26	1.94	0.029
Tubulação p246	0.43	0.22	1.46	0.029
Tubulação p247	0.43	0.22	1.46	0.029
Tubulação p248	2.71	1.38	43.37	0.022
Tubulação p249	2.74	1.39	44.14	0.022



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p250	3.83	1.95	82.25	0.021
Tubulação p251	4.30	2.19	101.80	0.021
Tubulação p252	4.27	2.17	100.51	0.021
Tubulação p253	2.40	1.22	34.69	0.023
Tubulação p254	0.42	0.22	1.39	0.029
Tubulação p255	1.19	0.61	9.48	0.025
Tubulação p256	2.28	1.16	31.40	0.023
Tubulação p257	0.58	0.30	2.52	0.028
Tubulação p258	0.40	0.20	1.23	0.030
Tubulação p259	0.10	0.05	0.10	0.036
Tubulação p260	0.71	0.36	3.64	0.027
Tubulação p261	1.10	0.56	8.17	0.025
Tubulação p262	0.39	0.20	1.21	0.030
Tubulação p263	0.82	0.42	4.73	0.027
Tubulação p264	1.21	0.62	9.72	0.025
Tubulação p265	0.98	0.50	6.58	0.026
Tubulação p266	0.50	0.25	1.86	0.029
Tubulação p267	0.81	0.41	4.64	0.027
Tubulação p268	0.39	0.20	1.19	0.030
Tubulação p269	0.71	0.36	3.62	0.027
Tubulação p272	0.47	0.24	1.67	0.029
Tubulação p273	0.28	0.14	0.66	0.031
Tubulação p274	0.89	0.45	5.51	0.026
Tubulação p275	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p277	0.89	0.45	5.52	0.026
Tubulação p278	1.29	0.66	10.97	0.025
Tubulação p279	3.21	1.63	59.25	0.022
Tubulação p280	6.43	3.28	214.83	0.020
Tubulação p281	6.57	3.35	223.25	0.020
Tubulação p282	1.39	0.71	12.63	0.025
Tubulação p283	0.99	0.51	6.75	0.026
Tubulação p284	2.25	1.15	30.70	0.023
Tubulação p285	0.03	0.01	0.01	0.043
Tubulação p286	2.22	1.13	30.05	0.023
Tubulação p287	0.74	0.38	3.94	0.027
Tubulação p288	1.18	0.60	9.23	0.025
Tubulação p289	0.40	0.20	1.25	0.030
Tubulação p290	1.09	0.55	7.95	0.026
Tubulação p291	0.60	0.31	2.68	0.028
Tubulação p292	0.60	0.31	2.68	0.028
Tubulação p293	1.26	0.64	10.47	0.025
Tubulação p294	0.45	0.23	1.59	0.029
Tubulação p295	1.24	0.63	10.18	0.025
Tubulação p296	0.11	0.06	0.12	0.036



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p297	1.02	0.52	7.12	0.026
Tubulação p298	1.45	0.74	13.64	0.024
Tubulação p299	1.79	0.91	20.13	0.024
Tubulação p300	0.43	0.22	1.41	0.029
Tubulação p301	0.73	0.37	3.78	0.027
Tubulação p302	1.91	0.97	22.60	0.024
Tubulação p303	1.38	0.70	12.43	0.025
Tubulação p304	0.77	0.39	4.21	0.027
Tubulação p305	0.66	0.33	3.12	0.028
Tubulação p306	0.48	0.25	1.77	0.029
Tubulação p307	0.60	0.30	2.62	0.028
Tubulação p308	0.42	0.21	1.35	0.029
Tubulação p309	1.07	0.55	7.78	0.026
Tubulação p310	1.62	0.83	16.79	0.024
Tubulação p311	1.20	0.61	9.51	0.025
Tubulação p314	1.18	0.60	9.29	0.025
Tubulação p315	0.36	0.18	1.04	0.030
Tubulação p328	1.56	0.79	15.49	0.024
Tubulação p329	0.22	0.11	0.41	0.032
Tubulação p330	0.09	0.05	0.08	0.037
Tubulação p331	0.09	0.05	0.08	0.037
Tubulação p332	0.09	0.05	0.08	0.037
Tubulação p333	0.22	0.11	0.41	0.032
Tubulação p334	0.44	0.23	1.52	0.029
Tubulação p335	2.62	1.33	40.68	0.022
Tubulação p336	1.56	0.80	15.67	0.024
Tubulação p337	0.95	0.48	6.21	0.026
Tubulação p338	0.43	0.22	1.41	0.029
Tubulação p339	1.54	0.79	15.24	0.024
Tubulação p340	2.38	1.21	33.92	0.023
Tubulação p341	0.46	0.24	1.65	0.029
Tubulação p342	16.90	8.61	1285.01	0.017
Tubulação p343	6.35	3.24	209.84	0.020
Tubulação p344	3.92	1.99	85.67	0.021
Tubulação p345	6.77	3.45	235.75	0.019
Tubulação p346	2.71	1.38	43.32	0.022
Tubulação p347	2.62	1.33	40.61	0.022
Tubulação p348	0.03	0.02	0.01	0.044
Tubulação p349	4.06	2.07	91.36	0.021
Tubulação p350	0.62	0.32	2.86	0.028
Tubulação p351	0.74	0.38	3.92	0.027
Tubulação p352	0.90	0.46	5.65	0.026
Tubulação p353	0.15	0.08	0.21	0.034
Tubulação p354	1.91	0.97	22.66	0.023



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p355	0.78	0.40	4.29	0.027
Tubulação p356	0.62	0.31	2.78	0.028
Tubulação p357	0.52	0.27	2.06	0.028
Tubulação p358	0.52	0.27	2.06	0.028
Tubulação p359	0.09	0.05	0.08	0.037
Tubulação p360	0.43	0.22	1.43	0.029
Tubulação p361	1.13	0.58	8.61	0.025
Tubulação p362	1.06	0.54	7.55	0.026
Tubulação p363	0.82	0.42	4.78	0.027
Tubulação p364	0.23	0.12	0.44	0.032
Tubulação p365	0.13	0.06	0.15	0.035
Tubulação p366	1.16	0.59	9.01	0.025
Tubulação p367	0.38	0.20	1.55	0.040
Tubulação p368	0.38	0.20	1.55	0.040
Tubulação p369	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p370	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p371	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p372	1.55	0.79	15.31	0.024
Tubulação p373	1.55	0.79	15.31	0.024
Tubulação p374	1.55	0.79	15.31	0.024
Tubulação p375	1.55	0.79	15.31	0.024
Tubulação p376	1.81	0.92	20.55	0.024
Tubulação p377	1.81	0.92	20.55	0.024
Tubulação p382	5.55	2.83	163.33	0.020
Tubulação p383	2.44	1.24	35.57	0.023
Tubulação p393	0.32	0.16	0.82	0.031
Tubulação p394	0.95	0.48	6.22	0.026
Tubulação p395	1.18	0.60	9.33	0.025
Tubulação p396	1.24	0.63	10.21	0.025
Tubulação p399	0.40	0.21	1.27	0.030
Tubulação p400	1.12	0.57	8.49	0.025
Tubulação p401	1.26	0.64	10.43	0.025
Tubulação p402	1.32	0.67	11.36	0.025
Tubulação p403	1.55	0.79	15.35	0.024
Tubulação p404	1.84	0.94	21.10	0.024
Tubulação p405	1.78	0.91	19.86	0.024
Tubulação p406	1.65	0.84	17.21	0.024
Tubulação p407	0.80	0.41	4.55	0.027
Tubulação p408	2.84	1.45	47.35	0.022
Tubulação p409	0.84	0.43	4.99	0.027
Tubulação p410	0.84	0.43	4.99	0.027
Tubulação p411	0.84	0.43	4.99	0.027
Tubulação p412	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p413	0.06	0.03	0.04	0.039



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p414	0.34	0.17	0.93	0.030
Tubulação p415	0.29	0.15	0.69	0.031
Tubulação p416	0.63	0.32	2.92	0.028
Tubulação p417	0.23	0.12	0.46	0.032
Tubulação p418	0.06	0.03	0.04	0.039
Tubulação p419	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p420	0.00	0.00	0.00	0.393
Tubulação p421	0.02	0.01	0.01	0.046
Tubulação p422	0.05	0.03	0.03	0.040
Tubulação p423	0.11	0.06	0.12	0.035
Tubulação p424	0.11	0.05	0.11	0.036
Tubulação p425	0.05	0.03	0.03	0.043
Tubulação p426	0.05	0.03	0.03	0.041
Tubulação p427	0.18	0.09	0.28	0.033
Tubulação p428	0.07	0.04	0.05	0.039
Tubulação p429	0.31	0.16	0.76	0.031
Tubulação p430	0.04	0.02	0.02	0.042
Tubulação p431	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p432	0.18	0.09	0.29	0.033
Tubulação p433	0.72	0.37	3.72	0.027
Tubulação p434	0.28	0.14	0.67	0.031
Tubulação p435	0.18	0.09	0.28	0.033
Tubulação p437	0.07	0.04	0.06	0.038
Tubulação p438	0.10	0.05	0.10	0.036
Tubulação p439	0.10	0.05	0.10	0.036
Tubulação p440	0.11	0.05	0.11	0.036
Tubulação p441	0.11	0.05	0.11	0.035
Tubulação p444	0.98	0.50	6.57	0.026
Tubulação p445	0.98	0.50	6.57	0.026
Tubulação p446	0.63	0.32	2.94	0.028
Tubulação p455	0.49	0.25	1.84	0.029
Tubulação p456	0.87	0.44	5.28	0.026
Tubulação p459	0.38	0.19	1.12	0.030
Tubulação p460	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p461	0.14	0.07	0.18	0.035
Tubulação p462	0.08	0.04	0.07	0.037
Tubulação p463	0.05	0.03	0.03	0.041
Tubulação p464	0.03	0.01	0.01	0.044
Tubulação p467	0.02	0.01	0.00	0.056
Tubulação p468	0.03	0.02	0.01	0.042
Tubulação p469	0.03	0.02	0.01	0.044
Tubulação p470	0.04	0.02	0.02	0.043
Tubulação p471	0.54	0.27	2.17	0.028
Tubulação p472	0.25	0.13	0.54	0.032



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p473	0.14	0.07	0.17	0.035
Tubulação p474	0.14	0.07	0.17	0.035
Tubulação p475	0.07	0.04	0.05	0.038
Tubulação p476	0.07	0.03	0.05	0.039
Tubulação p477	0.12	0.06	0.13	0.036
Tubulação p478	0.23	0.12	0.46	0.032
Tubulação p479	0.23	0.12	0.45	0.032
Tubulação p480	0.16	0.08	0.22	0.034
Tubulação p481	0.08	0.04	0.07	0.038
Tubulação p482	0.05	0.03	0.03	0.039
Tubulação p483	0.03	0.02	0.01	0.043
Tubulação p484	0.02	0.01	0.01	0.045
Tubulação p485	0.01	0.01	0.00	0.049
Tubulação p488	0.01	0.00	0.00	0.000
Tubulação p489	0.30	0.15	0.74	0.031
Tubulação p490	0.31	0.16	0.77	0.031
Tubulação p491	0.26	0.13	0.54	0.032
Tubulação p492	0.15	0.08	0.20	0.034
Tubulação p493	0.15	0.08	0.20	0.034
Tubulação p494	0.17	0.09	0.27	0.033
Tubulação p495	0.06	0.03	0.04	0.038
Tubulação p496	0.12	0.06	0.14	0.035
Tubulação p497	0.25	0.13	0.53	0.032
Tubulação p498	0.27	0.14	0.62	0.031
Tubulação p499	0.07	0.03	0.05	0.039
Tubulação p500	0.03	0.02	0.01	0.042
Tubulação p501	0.11	0.05	0.11	0.036
Tubulação p502	0.26	0.13	0.55	0.032
Tubulação p503	0.14	0.07	0.18	0.035
Tubulação p504	0.50	0.25	1.88	0.029
Tubulação p505	0.34	0.17	0.92	0.030
Tubulação p506	0.05	0.03	0.03	0.040
Tubulação p507	0.08	0.04	0.07	0.037
Tubulação p508	0.01	0.00	0.00	0.051
Tubulação p509	0.12	0.06	0.13	0.036
Tubulação p510	0.19	0.10	0.31	0.033
Tubulação p511	0.13	0.06	0.14	0.033
Tubulação p512	0.06	0.03	0.04	0.036
Tubulação p513	0.06	0.03	0.03	0.034
Tubulação p514	0.16	0.08	0.23	0.034
Tubulação p515	0.03	0.02	0.01	0.037
Tubulação p516	0.03	0.02	0.01	0.044
Tubulação p517	0.03	0.02	0.01	0.046
Tubulação p518	0.03	0.02	0.01	0.045



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p519	0.10	0.05	0.10	0.036
Tubulação p520	0.10	0.05	0.10	0.036
Tubulação p521	0.15	0.08	0.21	0.034
Tubulação p522	0.15	0.08	0.21	0.034
Tubulação p523	0.24	0.12	0.48	0.032
Tubulação p524	0.08	0.04	0.07	0.037
Tubulação p525	0.08	0.04	0.07	0.037
Tubulação p526	0.05	0.02	0.03	0.041
Tubulação p527	0.07	0.04	0.05	0.038
Tubulação p528	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p529	0.02	0.01	0.00	0.052
Tubulação p530	0.07	0.03	0.05	0.038
Tubulação p531	0.99	0.50	6.66	0.026
Tubulação p536	0.63	0.32	2.88	0.028
Tubulação p537	0.12	0.06	0.13	0.036
Tubulação p538	0.30	0.15	0.73	0.031
Tubulação p539	0.42	0.21	1.34	0.029
Tubulação p540	0.18	0.09	0.29	0.033
Tubulação p541	0.51	0.26	1.97	0.029
Tubulação p542	0.33	0.17	0.87	0.030
Tubulação p543	0.33	0.17	0.87	0.031
Tubulação p544	0.30	0.15	0.74	0.031
Tubulação p545	0.30	0.15	0.74	0.031
Tubulação p546	0.03	0.01	0.01	0.042
Tubulação p547	0.32	0.16	0.82	0.031
Tubulação p548	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p549	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p550	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p551	0.43	0.22	1.44	0.029
Tubulação p552	0.43	0.22	1.44	0.029
Tubulação p553	0.25	0.13	0.51	0.032
Tubulação p554	0.25	0.13	0.51	0.032
Tubulação p555	0.35	0.18	0.96	0.030
Tubulação p556	0.35	0.18	0.96	0.030
Tubulação p557	0.19	0.09	0.30	0.033
Tubulação p558	0.19	0.09	0.30	0.033
Tubulação p559	0.16	0.08	0.23	0.034
Tubulação p567	2.04	1.04	34.15	0.031
Tubulação p568	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p569	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p570	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p571	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p572	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p573	0.00	0.00	0.00	0.000



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p574	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p575	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p576	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p577	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p578	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p579	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p580	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p581	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p582	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p583	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p584	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p585	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p586	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p587	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p588	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p589	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p590	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p591	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p593	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p595	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p596	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p597	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p598	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p599	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p600	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p601	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p602	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p603	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p604	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p605	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p606	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p607	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p608	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p609	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p610	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p611	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p612	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p613	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p614	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p615	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p616	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p617	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p618	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p619	0.00	0.00	0.00	0.000



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p620	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p621	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p622	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p623	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p624	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p625	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p626	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p627	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p628	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p629	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p630	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p631	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p632	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p633	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p634	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p635	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p636	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p637	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p638	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p639	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p640	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p641	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p642	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p643	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p644	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p645	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p646	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p647	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p648	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p649	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p650	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p651	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p652	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p653	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p654	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p655	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p656	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p657	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p658	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p659	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p660	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p661	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p662	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p663	0.00	0.00	0.00	0.000



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p664	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p665	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p666	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p667	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p668	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p669	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p670	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p671	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p672	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p673	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p674	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p675	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p676	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p677	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p678	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p679	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p680	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p681	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p682	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p683	0.29	0.15	0.70	0.031
Tubulação p684	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p685	0.07	0.04	0.05	0.038
Tubulação p686	0.29	0.15	0.70	0.031
Tubulação p687	0.36	0.18	1.05	0.030
Tubulação p688	0.36	0.18	1.05	0.030
Tubulação p689	0.68	0.35	3.33	0.027
Tubulação p690	0.01	0.01	0.00	0.053
Tubulação p691	1.06	0.54	7.65	0.026
Tubulação p692	3.02	1.54	53.04	0.022
Tubulação p693	2.24	1.14	30.39	0.023
Tubulação p694	2.58	1.32	39.63	0.022
Tubulação p695	2.74	1.40	44.31	0.022
Tubulação p696	1.51	0.77	14.72	0.024
Tubulação p697	1.40	0.71	12.67	0.025
Tubulação p698	1.09	0.56	8.02	0.026
Tubulação p699	0.83	0.42	4.84	0.027
Tubulação p700	0.83	0.42	4.84	0.027
Tubulação p701	1.32	0.67	11.39	0.025
Tubulação p702	1.06	0.54	7.59	0.026
Tubulação p703	1.46	0.74	13.70	0.024
Tubulação p704	1.92	0.98	22.78	0.023
Tubulação p705	2.57	1.31	39.27	0.022
Tubulação p706	2.57	1.31	39.18	0.022
Tubulação p707	2.94	1.50	50.44	0.022



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p708	1.21	0.62	9.80	0.025
Tubulação p709	0.35	0.18	0.95	0.030
Tubulação p710	0.16	0.08	0.23	0.034
Tubulação p711	0.77	0.39	4.21	0.027
Tubulação p712	0.12	0.06	0.13	0.036
Tubulação p713	0.31	0.16	0.76	0.031
Tubulação p714	0.26	0.13	0.56	0.032
Tubulação p715	0.42	0.21	1.37	0.029
Tubulação p716	0.57	0.29	2.42	0.028
Tubulação p717	0.59	0.30	2.60	0.028
Tubulação p718	0.59	0.30	2.59	0.028
Tubulação p719	0.71	0.36	3.59	0.027
Tubulação p720	0.71	0.36	3.59	0.027
Tubulação p721	0.92	0.47	5.82	0.026
Tubulação p722	0.45	0.23	1.58	0.029
Tubulação p723	0.08	0.04	0.07	0.038
Tubulação p724	0.65	0.33	3.11	0.028
Tubulação p725	0.54	0.27	2.15	0.028
Tubulação p726	0.39	0.20	1.22	0.030
Tubulação p727	0.33	0.17	0.88	0.030
Tubulação p728	0.29	0.15	0.70	0.031
Tubulação p729	0.27	0.14	0.61	0.031
Tubulação p731	0.21	0.11	0.37	0.033
Tubulação p732	0.21	0.11	0.37	0.033
Tubulação p733	0.28	0.14	0.63	0.031
Tubulação p734	0.07	0.04	0.05	0.039
Tubulação p735	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p736	0.06	0.03	0.04	0.039
Tubulação p737	0.02	0.01	0.01	0.045
Tubulação p738	0.01	0.00	0.00	0.061
Tubulação p739	0.06	0.03	0.04	0.039
Tubulação p740	0.14	0.07	0.18	0.035
Tubulação p741	0.46	0.24	1.64	0.029
Tubulação p742	0.58	0.29	2.47	0.028
Tubulação p743	0.62	0.32	2.85	0.028
Tubulação p744	0.62	0.32	2.84	0.028
Tubulação p745	0.64	0.33	3.03	0.028
Tubulação p746	0.15	0.08	0.21	0.034
Tubulação p747	0.02	0.01	0.01	0.046
Tubulação p748	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p749	0.11	0.06	0.12	0.036
Tubulação p750	0.73	0.37	3.86	0.027
Tubulação p751	0.73	0.37	3.86	0.027
Tubulação p752	1.62	0.83	16.76	0.024



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p753	2.92	1.49	49.75	0.022
Tubulação p754	0.15	0.08	0.21	0.034
Tubulação p755	1.83	0.93	20.88	0.024
Tubulação p756	1.35	0.69	11.86	0.025
Tubulação p757	1.23	0.63	10.03	0.025
Tubulação p758	0.24	0.12	0.48	0.032
Tubulação p759	0.91	0.46	5.76	0.026
Tubulação p760	0.91	0.46	5.76	0.026
Tubulação p761	0.91	0.46	5.76	0.026
Tubulação p762	1.34	0.68	11.76	0.025
Tubulação p763	1.82	0.92	20.63	0.024
Tubulação p764	2.84	1.45	47.36	0.022
Tubulação p765	3.93	2.00	86.40	0.021
Tubulação p766	2.77	1.41	59.95	0.030
Tubulação p767	2.77	1.41	45.06	0.022
Tubulação p768	1.09	0.56	8.03	0.026
Tubulação p769	0.48	0.25	1.76	0.029
Tubulação p770	0.91	0.47	5.78	0.026
Tubulação p771	0.99	0.50	6.72	0.026
Tubulação p772	1.51	0.77	14.58	0.024
Tubulação p773	1.51	0.77	14.58	0.024
Tubulação p774	0.35	0.18	0.98	0.030
Tubulação p775	2.10	1.07	26.91	0.023
Tubulação p776	1.51	0.77	14.65	0.024
Tubulação p777	1.51	0.77	14.65	0.024
Tubulação p778	1.51	0.77	14.65	0.024
Tubulação p779	1.51	0.77	14.65	0.024
Tubulação p780	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p781	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p782	1.39	0.71	12.55	0.025
Tubulação p783	1.74	0.88	19.01	0.024
Tubulação p784	0.80	0.41	4.49	0.027
Tubulação p785	1.47	0.75	13.94	0.024
Tubulação p786	1.47	0.75	13.94	0.024
Tubulação p787	0.89	0.45	5.50	0.026
Tubulação p788	0.67	0.34	3.28	0.027
Tubulação p789	0.67	0.34	3.28	0.027
Tubulação p790	0.67	0.34	3.27	0.027
Tubulação p791	0.67	0.34	3.28	0.027
Tubulação p792	0.67	0.34	3.27	0.027
Tubulação p793	1.21	0.62	9.79	0.025
Tubulação p794	1.56	0.79	15.50	0.024
Tubulação p795	1.42	0.72	13.14	0.025
Tubulação p796	0.86	0.44	5.21	0.026



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p797	0.86	0.44	5.22	0.026
Tubulação p799	1.42	0.72	13.14	0.025
Tubulação p800	0.70	0.36	3.54	0.027
Tubulação p801	0.70	0.36	3.54	0.027
Tubulação p802	0.84	0.43	4.99	0.027
Tubulação p803	0.72	0.37	3.74	0.027
Tubulação p804	1.06	0.54	7.67	0.026
Tubulação p805	0.34	0.17	0.94	0.030
Tubulação p806	0.34	0.17	0.94	0.030
Tubulação p807	0.56	0.28	2.33	0.028
Tubulação p808	0.56	0.28	2.33	0.028
Tubulação p809	0.56	0.28	2.32	0.028
Tubulação p810	2.98	1.52	51.61	0.022
Tubulação p812	0.26	0.13	0.73	0.042
Tubulação p813	1.70	0.86	24.25	0.032
Tubulação p814	4.73	2.41	161.84	0.027
Tubulação p815	2.38	1.21	45.17	0.030
Tubulação p816	1.17	0.60	9.12	0.025
Tubulação p817	1.59	0.81	16.10	0.024
Tubulação p818	0.48	0.25	1.78	0.029
Tubulação p819	0.33	0.17	0.87	0.031
Tubulação p820	0.23	0.12	0.45	0.032
Tubulação p821	0.10	0.05	0.09	0.036
Tubulação p822	0.10	0.05	0.09	0.036
Tubulação p823	0.10	0.05	0.09	0.037
Tubulação p824	0.10	0.05	0.09	0.037
Tubulação p825	0.30	0.15	0.74	0.031
Tubulação p826	0.44	0.23	1.52	0.029
Tubulação p827	0.50	0.26	1.90	0.029
Tubulação p828	0.57	0.29	2.44	0.028
Tubulação p829	1.76	0.89	19.42	0.024
Tubulação p830	0.07	0.04	0.05	0.038
Tubulação p831	0.06	0.03	0.03	0.039
Tubulação p832	0.10	0.05	0.09	0.036
Tubulação p833	0.10	0.05	0.09	0.037
Tubulação p834	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p835	0.13	0.07	0.16	0.035
Tubulação p836	0.77	0.39	4.25	0.027
Tubulação p837	0.53	0.27	2.12	0.028
Tubulação p838	0.25	0.13	0.53	0.032
Tubulação p839	0.28	0.14	0.66	0.031
Tubulação p840	0.26	0.13	0.55	0.032
Tubulação p841	0.24	0.12	0.49	0.032
Tubulação p842	0.50	0.25	1.88	0.029



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p843	0.91	0.46	5.74	0.026
Tubulação p844	0.24	0.12	0.49	0.032
Tubulação p845	0.67	0.34	3.26	0.027
Tubulação p846	0.41	0.21	1.32	0.029
Tubulação p847	3.70	1.89	102.75	0.028
Tubulação p848	3.70	1.89	102.75	0.028
Tubulação p850	1.44	0.74	13.50	0.024
Tubulação p851	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p852	1.44	0.74	13.50	0.024
Tubulação p853	1.44	0.74	13.50	0.024
Tubulação p854	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p855	1.44	0.74	13.50	0.024
Tubulação p856	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p857	1.44	0.74	13.50	0.024
Tubulação p858	1.79	0.91	20.06	0.024
Tubulação p859	0.34	0.18	0.95	0.030
Tubulação p860	0.84	0.43	4.98	0.027
Tubulação p861	2.26	1.15	41.15	0.030
Tubulação p862	1.42	0.72	17.33	0.033
Tubulação p863	0.11	0.05	0.15	0.048
Tubulação p864	0.03	0.02	0.01	0.057
Tubulação p865	1.72	0.88	24.93	0.032
Tubulação p866	1.11	0.57	11.07	0.034
Tubulação p867	1.50	0.77	19.37	0.032
Tubulação p868	0.96	0.49	8.46	0.035
Tubulação p869	0.07	0.04	0.06	0.051
Tubulação p870	0.83	0.42	4.82	0.027
Tubulação p871	0.49	0.25	1.81	0.029
Tubulação p872	0.04	0.02	0.02	0.041
Tubulação p873	0.32	0.17	0.85	0.031
Tubulação p874	0.52	0.26	2.70	0.038
Tubulação p876	0.34	0.17	0.93	0.030
Tubulação p877	0.53	0.27	2.85	0.038
Tubulação p878	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p879	0.53	0.27	2.14	0.028
Tubulação p880	0.61	0.31	3.66	0.037
Tubulação p881	0.15	0.08	0.22	0.034
Tubulação p882	0.14	0.07	0.19	0.034
Tubulação p883	0.14	0.07	0.19	0.034
Tubulação p884	0.85	0.43	5.01	0.027
Tubulação p885	0.85	0.43	5.01	0.027
Tubulação p886	0.85	0.43	5.01	0.027
Tubulação p887	0.30	0.15	0.73	0.031
Tubulação p888	0.82	0.42	4.69	0.027



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p889	0.82	0.42	4.69	0.027
Tubulação p890	1.53	0.78	15.06	0.024
Tubulação p891	0.54	0.28	2.20	0.028
Tubulação p892	0.03	0.01	0.01	0.045
Tubulação p893	0.09	0.05	0.11	0.049
Tubulação p894	0.80	0.41	4.54	0.027
Tubulação p895	0.80	0.41	4.54	0.027
Tubulação p896	0.89	0.45	5.53	0.026
Tubulação p897	0.89	0.45	5.54	0.026
Tubulação p898	0.46	0.23	2.13	0.039
Tubulação p899	0.06	0.03	0.06	0.052
Tubulação p900	0.39	0.20	1.21	0.030
Tubulação p901	0.28	0.14	0.63	0.031
Tubulação p902	0.28	0.14	0.63	0.031
Tubulação p903	0.61	0.31	2.71	0.028
Tubulação p904	0.83	0.42	4.82	0.027
Tubulação p905	2.13	1.08	27.70	0.023
Tubulação p906	2.13	1.08	27.70	0.023
Tubulação p907	1.43	0.73	13.18	0.025
Tubulação p908	0.58	0.29	2.47	0.028
Tubulação p909	0.70	0.36	3.56	0.027
Tubulação p910	2.18	1.11	28.98	0.023
Tubulação p911	2.30	1.17	31.86	0.023
Tubulação p912	2.46	1.25	36.19	0.023
Tubulação p913	2.43	1.24	35.38	0.023
Tubulação p914	2.43	1.24	35.38	0.023
Tubulação p916	2.34	1.19	32.92	0.023
Tubulação p917	1.96	1.00	23.70	0.023
Tubulação p918	0.88	0.45	5.41	0.026
Tubulação p919	0.67	0.34	3.22	0.027
Tubulação p920	1.08	0.55	7.83	0.026
Tubulação p921	6.34	3.23	209.22	0.020
Tubulação p922	6.21	3.16	201.16	0.020
Tubulação p923	1.96	1.00	23.77	0.023
Tubulação p924	4.25	2.16	99.65	0.021
Tubulação p925	0.09	0.05	0.08	0.037
Tubulação p926	0.03	0.02	0.01	0.043
Tubulação p927	0.16	0.08	0.24	0.034
Tubulação p928	0.11	0.06	0.12	0.036
Tubulação p929	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p930	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p931	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p932	0.08	0.04	0.07	0.041
Tubulação p933	0.08	0.04	0.06	0.038



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p934	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p935	1.26	0.64	10.41	0.025
Tubulação p936	1.33	0.68	11.64	0.025
Tubulação p937	1.33	0.68	11.64	0.025
Tubulação p938	1.33	0.68	11.64	0.025
Tubulação p939	1.33	0.68	11.64	0.025
Tubulação p940	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p941	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p942	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p943	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p944	2.05	1.04	25.82	0.023
Tubulação p945	0.22	0.11	0.40	0.032
Tubulação p946	1.30	0.66	11.12	0.025
Tubulação p947	0.81	0.41	4.61	0.027
Tubulação p948	0.06	0.03	0.04	0.039
Tubulação p949	0.72	0.37	3.77	0.027
Tubulação p950	0.24	0.12	0.49	0.032
Tubulação p951	0.13	0.07	0.15	0.035
Tubulação p952	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p953	0.13	0.07	0.15	0.035
Tubulação p954	0.36	0.18	1.03	0.030
Tubulação p955	0.36	0.18	1.03	0.030
Tubulação p956	0.08	0.04	0.06	0.039
Tubulação p957	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p958	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p959	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p960	0.26	0.13	0.58	0.031
Tubulação p961	0.26	0.13	0.58	0.031
Tubulação p962	0.13	0.07	0.15	0.035
Tubulação p964	0.33	0.17	0.87	0.030
Tubulação p965	0.33	0.17	0.87	0.030
Tubulação p966	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p967	0.71	0.36	3.67	0.027
Tubulação p968	0.71	0.36	3.67	0.027
Tubulação p969	0.54	0.27	2.16	0.028
Tubulação p970	0.12	0.06	0.13	0.036
Tubulação p971	0.32	0.16	0.82	0.031
Tubulação p973	0.80	0.41	4.55	0.027
Tubulação p974	0.80	0.41	4.57	0.027
Tubulação p975	0.44	0.22	1.47	0.029
Tubulação p976	0.37	0.19	1.07	0.030
Tubulação p977	0.48	0.25	1.79	0.029
Tubulação p978	0.20	0.10	0.35	0.033
Tubulação p979	0.39	0.20	1.21	0.030



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p981	0.65	0.33	3.11	0.028
Tubulação p982	0.75	0.38	4.00	0.027
Tubulação p983	0.49	0.25	1.84	0.029
Tubulação p984	1.32	0.67	11.41	0.025
Tubulação p985	1.61	0.82	16.52	0.024
Tubulação p986	2.15	1.09	28.16	0.023
Tubulação p987	0.54	0.27	2.17	0.028
Tubulação p988	0.23	0.12	0.44	0.032
Tubulação p989	0.26	0.13	0.55	0.032
Tubulação p990	0.26	0.13	0.57	0.032
Tubulação p991	0.29	0.15	0.70	0.031
Tubulação p992	0.03	0.02	0.01	0.043
Tubulação p993	0.31	0.16	0.79	0.031
Tubulação p994	0.31	0.16	0.79	0.031
Tubulação p995	0.52	0.26	2.02	0.029
Tubulação p996	0.83	0.42	4.83	0.027
Tubulação p997	0.34	0.17	0.93	0.030
Tubulação p998	0.34	0.17	0.93	0.030
Tubulação p999	0.49	0.25	1.81	0.029
Tubulação p1000	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1001	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1002	1.11	0.57	8.36	0.025
Tubulação p1003	0.21	0.11	0.39	0.032
Tubulação p1004	0.21	0.11	0.39	0.033
Tubulação p1005	1.10	0.56	8.13	0.026
Tubulação p1006	0.52	0.26	2.00	0.029
Tubulação p1007	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p1008	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p1009	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p1010	0.29	0.15	0.70	0.031
Tubulação p1011	0.29	0.15	0.70	0.031
Tubulação p1012	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1013	1.06	0.54	7.67	0.026
Tubulação p1014	0.58	0.30	2.51	0.028
Tubulação p1015	0.58	0.30	2.52	0.028
Tubulação p1016	0.36	0.19	1.05	0.030
Tubulação p1017	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação p1018	0.45	0.23	1.55	0.029
Tubulação p1019	0.45	0.23	1.55	0.029
Tubulação p1020	0.06	0.03	0.04	0.039
Tubulação p1021	0.61	0.31	2.73	0.028
Tubulação p1022	0.61	0.31	2.73	0.028
Tubulação p1023	0.56	0.28	2.33	0.028
Tubulação p1024	3.03	1.55	53.41	0.022



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1025	1.51	0.77	14.70	0.024
Tubulação p1026	0.06	0.03	0.04	0.039
Tubulação p1027	1.44	0.73	13.38	0.025
Tubulação p1028	1.79	0.91	20.13	0.024
Tubulação p1029	1.79	0.91	20.13	0.024
Tubulação p1030	0.56	0.28	2.32	0.028
Tubulação p1031	0.56	0.28	2.32	0.028
Tubulação p1033	0.58	0.30	2.52	0.028
Tubulação p1034	0.36	0.18	1.03	0.030
Tubulação p1035	0.19	0.10	0.33	0.033
Tubulação p1036	0.26	0.13	0.58	0.031
Tubulação p1037	2.28	1.16	31.53	0.023
Tubulação p1038	2.28	1.16	31.55	0.023
Tubulação p1039	2.28	1.16	31.52	0.023
Tubulação p1040	1.75	0.89	19.18	0.024
Tubulação p1041	1.89	0.96	22.28	0.024
Tubulação p1042	1.78	0.91	19.98	0.024
Tubulação p1043	1.77	0.90	19.69	0.024
Tubulação p1044	1.50	0.76	14.43	0.024
Tubulação p1045	0.01	0.01	0.00	0.046
Tubulação p1046	1.48	0.76	14.18	0.024
Tubulação p1047	2.19	1.11	29.11	0.023
Tubulação p1048	0.15	0.07	0.20	0.034
Tubulação p1049	2.33	1.19	32.84	0.023
Tubulação p1050	5.93	3.02	184.53	0.020
Tubulação p1051	4.03	2.05	90.26	0.021
Tubulação p1052	3.59	1.83	73.05	0.021
Tubulação p1053	2.27	1.16	31.24	0.023
Tubulação p1054	1.52	0.78	14.89	0.024
Tubulação p1055	1.52	0.78	14.89	0.024
Tubulação p1056	1.52	0.78	14.89	0.024
Tubulação p1057	1.45	0.74	13.65	0.024
Tubulação p1058	0.75	0.38	4.00	0.027
Tubulação p1059	0.70	0.36	3.56	0.027
Tubulação p1060	0.55	0.28	2.24	0.028
Tubulação p1062	0.57	0.29	2.39	0.028
Tubulação p1063	0.57	0.29	2.39	0.028
Tubulação p1064	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1065	0.11	0.06	0.11	0.036
Tubulação p1066	0.67	0.34	3.23	0.027
Tubulação p1068	0.55	0.28	2.28	0.028
Tubulação p1069	0.09	0.05	0.08	0.037
Tubulação p1072	0.03	0.01	0.01	0.046
Tubulação p1073	2.12	1.08	27.48	0.023



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1074	0.31	0.16	0.80	0.031
Tubulação p1075	1.95	1.00	23.65	0.023
Tubulação p1076	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1077	2.43	1.24	35.48	0.023
Tubulação p1078	1.64	0.84	17.10	0.024
Tubulação p1079	1.64	0.84	17.10	0.024
Tubulação p1080	1.64	0.84	17.10	0.024
Tubulação p1081	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1082	4.07	2.08	92.17	0.021
Tubulação p1083	3.94	2.00	86.43	0.021
Tubulação p1084	1.72	0.88	18.74	0.024
Tubulação p1085	1.72	0.88	18.74	0.024
Tubulação p1086	1.72	0.88	18.74	0.024
Tubulação p1087	8.01	4.08	322.29	0.019
Tubulação p1088	1.32	0.67	11.46	0.025
Tubulação p1089	1.32	0.67	11.46	0.025
Tubulação p1090	1.32	0.67	11.47	0.025
Tubulação p1091	0.64	0.33	3.00	0.028
Tubulação p1092	0.64	0.33	3.00	0.028
Tubulação p1093	0.50	0.25	1.87	0.029
Tubulação p1094	0.37	0.19	1.07	0.030
Tubulação p1095	0.37	0.19	1.07	0.030
Tubulação p1096	0.22	0.11	0.43	0.032
Tubulação p1097	0.68	0.35	3.35	0.027
Tubulação p1098	0.14	0.07	0.19	0.034
Tubulação p1099	0.46	0.23	1.60	0.029
Tubulação p1100	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1101	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1102	0.86	0.44	5.22	0.026
Tubulação p1103	0.86	0.44	5.22	0.026
Tubulação p1104	0.86	0.44	5.22	0.026
Tubulação p1105	0.86	0.44	5.22	0.026
Tubulação p1106	0.94	0.48	6.13	0.026
Tubulação p1107	0.94	0.48	6.13	0.026
Tubulação p1108	0.94	0.48	6.13	0.026
Tubulação p1115	2.94	1.50	50.47	0.022
Tubulação p1125	2.94	1.50	50.47	0.022
Tubulação p1126	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1127	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1128	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1129	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1130	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1131	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1132	0.00	0.00	0.00	0.000



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1133	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1134	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1135	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1136	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1138	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1139	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1140	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1141	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1142	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1143	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1144	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1145	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1146	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1147	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1148	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1149	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1150	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1151	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1152	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1153	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1154	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1156	0.23	0.12	0.59	0.043
Tubulação p1157	0.32	0.16	1.10	0.041
Tubulação p1158	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1159	1.12	0.57	11.14	0.034
Tubulação p1160	1.00	0.51	9.13	0.034
Tubulação p1161	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1162	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1163	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1164	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1165	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1166	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1167	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1168	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1169	5.00	2.55	134.66	0.020
Tubulação p1170	5.00	2.55	134.66	0.020
Tubulação p1171	5.00	2.55	134.66	0.020
Tubulação p1172	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1173	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1174	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1175	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1176	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1177	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1178	0.00	0.00	0.00	0.000



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1179	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1180	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1181	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1182	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1183	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1184	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1185	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1186	0.59	0.30	3.40	0.037
Tubulação p1187	0.14	0.07	0.19	0.035
Tubulação p1188	0.15	0.08	0.21	0.034
Tubulação p1189	0.34	0.17	0.91	0.030
Tubulação p1190	0.44	0.22	1.48	0.029
Tubulação p1191	0.17	0.09	0.26	0.034
Tubulação p1192	0.05	0.03	0.03	0.040
Tubulação p1194	4.91	2.50	173.25	0.027
Tubulação p1195	4.91	2.50	173.25	0.027
Tubulação p1202	1.41	0.72	17.23	0.033
Tubulação p1203	0.79	0.40	5.82	0.036
Tubulação p1204	0.47	0.24	2.22	0.039
Tubulação p1205	0.22	0.11	0.56	0.043
Tubulação p1209	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p1211	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1216	0.28	0.14	0.67	0.031
Tubulação p1217	0.11	0.05	0.11	0.035
Tubulação p1219	0.10	0.05	0.10	0.035
Tubulação p1220	0.63	0.32	2.92	0.028
Tubulação p1222	2.44	1.24	35.57	0.023
Tubulação p1224	0.46	0.24	1.65	0.029
Tubulação p1225	0.13	0.07	0.17	0.036
Tubulação p1226	0.06	0.03	0.04	0.044
Tubulação p1228	0.34	0.17	0.94	0.030
Tubulação p1229	0.32	0.16	0.82	0.030
Tubulação p1230	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1231	0.35	0.18	0.96	0.030
Tubulação p1232	0.03	0.01	0.01	0.048
Tubulação p1234	0.23	0.12	0.46	0.032
Tubulação p1235	0.10	0.05	0.09	0.034
Tubulação p1236	0.11	0.05	0.11	0.037
Tubulação p1246	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1247	0.05	0.02	0.02	0.041
Tubulação p1248	2.92	1.49	49.75	0.022
Tubulação p1251	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1252	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1253	0.00	0.00	0.00	0.000



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1254	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1255	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1256	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1257	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1258	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1259	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1261	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1262	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1263	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1264	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1265	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1266	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1267	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1275	1.80	0.92	20.23	0.024
Tubulação p1278	0.82	0.42	4.73	0.027
Tubulação p1280	1.00	0.51	6.84	0.026
Tubulação p1281	0.61	0.31	2.77	0.028
Tubulação p1282	0.35	0.18	0.96	0.030
Tubulação p1284	0.39	0.20	1.17	0.030
Tubulação p1285	0.02	0.01	0.00	0.038
Tubulação p1286	0.02	0.01	0.01	0.047
Tubulação p1287	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1290	0.27	0.14	0.59	0.031
Tubulação p1291	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1292	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1295	0.26	0.13	0.57	0.032
Tubulação p1296	1.08	0.55	7.87	0.026
Tubulação p1297	1.08	0.55	7.87	0.026
Tubulação p1298	0.92	0.47	5.86	0.026
Tubulação p1299	0.92	0.47	5.86	0.026
Tubulação p1300	1.18	0.60	9.32	0.025
Tubulação p1301	0.82	0.42	4.71	0.027
Tubulação p1302	0.82	0.42	4.71	0.027
Tubulação p1304	2.00	1.02	24.67	0.023
Tubulação p1309	0.27	0.14	0.59	0.031
Tubulação p1312	1.15	0.59	8.85	0.025
Tubulação p1313	0.65	0.33	3.10	0.028
Tubulação p1314	0.65	0.33	3.10	0.028
Tubulação p1315	0.70	0.36	3.55	0.027
Tubulação p1316	0.50	0.25	1.87	0.029
Tubulação p1317	0.20	0.10	0.36	0.033
Tubulação p1318	0.33	0.17	0.87	0.030
Tubulação p1319	1.35	0.69	11.99	0.025
Tubulação p1320	0.43	0.22	1.43	0.029



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1321	0.71	0.36	3.66	0.027
Tubulação p1322	1.14	0.58	8.67	0.025
Tubulação p1323	1.21	0.62	9.72	0.025
Tubulação p1324	0.79	0.40	4.37	0.027
Tubulação p1325	1.01	0.51	6.93	0.026
Tubulação p1326	0.42	0.22	1.39	0.029
Tubulação p1327	0.67	0.34	3.25	0.027
Tubulação p1328	0.83	0.42	4.81	0.027
Tubulação p1329	1.87	0.95	21.69	0.024
Tubulação p1330	2.65	1.35	41.47	0.022
Tubulação p1331	1.27	0.64	10.58	0.025
Tubulação p1332	1.38	0.70	12.43	0.025
Tubulação p1333	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1336	0.53	0.27	2.14	0.028
Tubulação p1337	0.53	0.27	2.14	0.028
Tubulação p1338	1.95	0.99	23.54	0.023
Tubulação p1339	1.95	0.99	23.54	0.023
Tubulação p1340	0.05	0.02	0.03	0.044
Tubulação p1341	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1349	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1352	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1363	2.36	0.13	0.16	0.026
Tubulação p1370	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1373	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1374	1.55	0.20	0.52	0.027
Tubulação p1376	1.17	0.27	1.27	0.027
Tubulação p1377	0.30	0.07	0.10	0.033
Tubulação p1378	0.30	0.07	0.10	0.033
Tubulação p1379	1.33	0.17	0.39	0.027
Tubulação p1380	1.27	0.16	0.36	0.027
Tubulação p1381	1.27	0.16	0.36	0.027
Tubulação p1385	1.25	0.16	0.35	0.027
Tubulação p1386	1.25	0.16	0.35	0.027
Tubulação p1387	1.25	0.16	0.35	0.027
Tubulação p1393	2.43	1.24	35.46	0.023
Tubulação p1394	2.43	1.24	35.46	0.023
Tubulação p1395	1.21	0.62	18.23	0.047
Tubulação p1396	0.69	0.35	3.48	0.027
Tubulação p1397	0.30	0.15	0.75	0.031
Tubulação p1398	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1399	0.53	0.27	3.87	0.053
Tubulação p1401	0.58	0.07	0.19	0.070
Tubulação p1402	0.58	0.07	0.19	0.069
Tubulação p1403	8.02	4.08	322.93	0.019



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1404	8.02	1.02	11.04	0.021
Tubulação p1406	7.06	0.90	8.71	0.021
Tubulação p1407	4.30	0.97	14.11	0.022
Tubulação p1408	4.30	0.97	14.11	0.022
Tubulação p1409	2.64	0.34	1.41	0.024
Tubulação p1410	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1411	2.64	0.34	1.41	0.024
Tubulação p1412	2.64	0.34	1.41	0.024
Tubulação p1413	2.60	0.33	1.37	0.025
Tubulação p1414	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1415	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1416	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1417	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1418	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1419	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1420	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1421	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1422	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1423	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1426	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1427	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1433	1.75	0.53	7.17	0.033
Tubulação p1434	4.32	0.55	3.51	0.023
Tubulação p1435	4.11	0.52	3.20	0.023
Tubulação p1436	7.06	0.90	8.71	0.021
Tubulação p1437	1.61	0.21	0.57	0.026
Tubulação p1438	1.31	0.17	0.38	0.027
Tubulação p1439	1.06	0.13	0.26	0.028
Tubulação p1440	4.73	1.43	45.09	0.028
Tubulação p1441	1.61	0.21	0.57	0.026
Tubulação p1442	1.87	0.24	0.74	0.026
Tubulação p1443	2.15	0.27	0.96	0.025
Tubulação p1444	0.11	0.01	0.00	0.035
Tubulação p1445	0.52	0.07	0.07	0.031
Tubulação p1446	0.49	0.06	0.06	0.031
Tubulação p1447	0.91	0.12	0.20	0.029
Tubulação p1448	1.18	0.15	0.32	0.028
Tubulação p1449	1.18	0.15	0.32	0.028
Tubulação p1450	1.18	0.15	0.32	0.028
Tubulação p1451	0.70	0.09	0.12	0.030
Tubulação p1452	0.99	0.13	0.23	0.028
Tubulação p1453	0.80	0.18	0.62	0.028
Tubulação p1454	0.87	0.11	0.18	0.029
Tubulação p1455	0.94	0.12	0.21	0.029



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1456	0.94	0.12	0.21	0.029
Tubulação p1457	0.87	0.20	0.74	0.028
Tubulação p1458	0.85	0.19	0.70	0.028
Tubulação p1459	0.86	0.19	0.72	0.028
Tubulação p1460	0.80	0.18	0.62	0.028
Tubulação p1461	1.94	0.11	0.11	0.027
Tubulação p1462	1.14	0.58	8.76	0.025
Tubulação p1463	0.87	0.11	0.18	0.029
Tubulação p1464	5.00	0.64	4.60	0.022
Tubulação p1465	4.64	0.59	4.00	0.023
Tubulação p1466	0.29	0.04	0.02	0.034
Tubulação p1467	4.71	0.60	4.11	0.022
Tubulação p1468	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1469	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1470	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1471	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1472	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1473	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1474	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1475	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1476	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1477	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1478	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1481	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1483	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1484	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1485	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1487	0.25	0.78	59.03	0.038
Tubulação p1488	0.25	0.78	59.03	0.038
Tubulação p1489	0.44	0.06	0.05	0.032
Tubulação p1491	0.82	0.10	0.16	0.029
Tubulação p1496	0.19	0.10	0.31	0.033
Tubulação p1497	2.04	0.26	0.88	0.025
Tubulação p1498	2.66	0.34	1.43	0.024
Tubulação p1499	0.55	0.28	2.29	0.028
Tubulação p1500	0.64	0.32	2.96	0.028
Tubulação p1501	0.53	0.27	2.09	0.028
Tubulação p1502	0.19	0.09	0.30	0.033
Tubulação p1503	0.55	0.12	0.31	0.030
Tubulação p1504	0.65	0.15	0.43	0.029
Tubulação p1505	0.93	0.21	0.84	0.028
Tubulação p1506	1.03	0.23	0.99	0.027
Tubulação p1507	0.74	0.09	0.13	0.030
Tubulação p1508	1.11	0.14	0.28	0.028



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p1509	1.11	0.14	0.28	0.028
Tubulação p1510	1.27	0.16	0.36	0.027
Tubulação p1511	1.27	0.16	0.37	0.027
Tubulação p1512	0.32	0.07	0.12	0.032
Tubulação p1513	0.87	0.11	0.18	0.029
Tubulação p1514	1.16	0.15	0.70	0.063
Tubulação p1515	1.48	0.19	0.48	0.027
Tubulação p1516	0.74	0.09	0.18	0.039
Tubulação p1517	1.21	0.15	0.44	0.037
Tubulação p1522	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1523	1.20	0.96	37.89	0.033
Tubulação p1524	1.16	0.15	0.70	0.063
Tubulação p1525	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1526	3.07	0.69	7.57	0.023
Tubulação p1527	3.63	0.82	10.35	0.023
Tubulação p1528	3.63	0.82	10.35	0.023
Tubulação p1529	2.42	0.55	4.88	0.024
Tubulação p1530	1.19	0.07	0.10	0.066
Tubulação p1531	1.19	0.07	0.10	0.066
Tubulação p1532	0.83	0.66	19.24	0.034
Tubulação p1533	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p1534	4.67	0.26	1.28	0.054
Tubulação p1535	0.73	0.58	14.91	0.035
Tubulação p1536	0.74	0.59	15.43	0.035
Tubulação p1537	1.43	1.14	52.46	0.032
Tubulação p1538	1.55	1.24	61.06	0.031
Tubulação p1539	0.81	0.65	18.37	0.034
Tubulação p1540	8.02	1.02	11.04	0.021
Tubulação p1541	3.97	0.22	0.94	0.055
Tubulação p1542	2.54	0.14	0.41	0.059
Tubulação p1543	1.61	0.21	0.75	0.035
Tubulação p1544	1.23	0.16	0.45	0.036
Tubulação p1545	0.78	0.40	4.37	0.027
Tubulação p1546	0.78	0.10	0.20	0.039
Tubulação p1547	1.76	0.90	19.43	0.024
Tubulação p1548	1.76	0.22	0.88	0.035
Tubulação 1	3.93	0.22	0.93	0.055
Tubulação 2	3.91	0.22	0.92	0.055
Tubulação 3	1.07	0.55	10.34	0.034
Tubulação 4	1.05	0.54	10.01	0.034
Tubulação 5	1.48	0.75	18.72	0.032
Tubulação 6	0.45	0.23	2.06	0.039
Tubulação 7	0.23	0.18	1.73	0.042
Tubulação 8	0.74	0.09	0.30	0.067



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação 9	0.33	0.17	1.18	0.040
Tubulação 10	2.72	1.38	43.56	0.022
Tubulação 11	0.33	0.17	0.89	0.030
Tubulação 12	0.63	0.32	3.88	0.037
Tubulação 13	2.57	1.31	39.18	0.022
Tubulação 14	4.61	2.35	154.16	0.027
Tubulação 15	2.94	1.50	50.47	0.022
Tubulação 16	2.57	1.31	52.12	0.030
Tubulação 17	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 19	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 20	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 21	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 23	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 24	0.94	0.48	6.13	0.026
Tubulação 25	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 26	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 27	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 28	0.72	0.37	3.69	0.027
Tubulação 29	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação 31	1.30	0.66	11.08	0.025
Tubulação 32	1.64	0.84	17.08	0.024
Tubulação 33	1.70	0.87	18.23	0.024
Tubulação 34	1.83	0.93	20.96	0.024
Tubulação 35	2.63	1.34	41.09	0.022
Tubulação 36	3.36	1.71	64.52	0.022
Tubulação 37	5.48	2.79	159.44	0.020
Tubulação 38	1.50	0.76	14.51	0.024
Tubulação 39	0.62	0.31	2.78	0.028
Tubulação 40	0.98	0.50	6.55	0.026
Tubulação 41	2.19	1.11	29.15	0.023
Tubulação 42	0.94	0.48	6.04	0.026
Tubulação 43	0.71	0.36	3.61	0.027
Tubulação 45	2.52	1.28	37.82	0.023
Tubulação 46	0.53	0.27	2.14	0.028
Tubulação 47	1.37	0.70	12.17	0.025
Tubulação 48	1.15	0.59	8.90	0.025
Tubulação 49	1.18	0.60	9.29	0.025
Tubulação 50	1.68	0.86	17.94	0.024
Tubulação 51	0.20	0.02	0.01	0.036
Tubulação 52	1.01	0.52	7.01	0.026
Tubulação 53	0.38	0.05	0.04	0.032
Tubulação 54	0.05	0.01	0.00	0.000
Tubulação 55	1.25	0.16	0.35	0.027
Tubulação 30	0.98	0.50	6.57	0.026



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação 56	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 57	0.35	0.18	0.95	0.030
Tubulação 58	0.23	0.12	0.46	0.032
Tubulação 60	0.26	0.13	0.57	0.032
Tubulação 61	0.03	0.01	0.01	0.044
Tubulação 62	1.37	0.70	12.32	0.025
Tubulação 72	0.65	0.33	4.09	0.037
Tubulação 82	2.94	1.50	50.47	0.022
Tubulação 84	0.94	0.48	6.13	0.026
Tubulação 88	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 89	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 90	2.52	0.32	1.29	0.025
Tubulação 100	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 104	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 106	2.38	1.21	34.05	0.023
Tubulação 111	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 113	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 121	2.94	1.50	50.47	0.022
Tubulação 122	0.22	0.11	0.42	0.032
Tubulação 123	0.61	0.31	2.72	0.028
Tubulação 124	0.02	0.01	0.00	0.050
Tubulação 125	0.01	0.00	0.00	0.047
Tubulação 126	0.01	0.00	0.00	0.046
Tubulação 127	0.01	0.00	0.00	0.043
Tubulação 128	0.01	0.00	0.00	0.071
Tubulação 83	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 131	2.36	0.13	0.16	0.027
Tubulação 71	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 136	0.84	0.43	6.60	0.035
Tubulação 137	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 138	10.41	5.30	523.33	0.018
Tubulação 139	2.36	1.20	33.48	0.023
Tubulação 142	0.27	0.14	0.59	0.031
Tubulação 144	0.02	0.01	0.00	0.036
Tubulação 145	0.41	0.21	1.30	0.030
Tubulação 146	0.25	0.13	0.51	0.032
Tubulação 147	1.00	0.51	6.83	0.026
Tubulação 148	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 149	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação 150	12.84	6.54	772.43	0.018
Tubulação 151	8.91	4.54	392.16	0.019
Tubulação 152	1.40	0.71	12.74	0.025
Tubulação 153	2.53	1.29	38.20	0.023



Tabela 49 – Resultados da simulação nos nós Parte 01 – Município de Pontal

Identificador do Nó	Consumo	Carga Hidráulica	Pressão
	LPS	m	m
Nó n1	0.00	554.33	39.05
Nó n2	0.00	554.33	39.13
Nó n3	0.00	554.67	39.56
Nó n4	0.00	554.64	39.62
Nó n5	0.00	549.34	38.83
Nó n6	0.00	549.36	38.64
Nó n7	0.00	549.52	38.21
Nó n8	0.00	550.51	39.33
Nó n9	0.00	547.17	36.51
Nó n10	0.00	546.92	35.11
Nó n11	0.00	547.32	30.74
Nó n12	0.00	545.88	31.22
Nó n13	8.00	542.17	29.12
Nó n14	0.00	546.73	34.64
Nó n15	0.00	556.87	46.72
Nó n16	0.00	558.20	51.37
Nó n17	0.00	558.20	49.50
Nó n18	0.00	550.42	43.48
Nó n19	0.00	550.42	44.53
Nó n20	0.00	554.01	47.57
Nó n21	0.00	554.01	43.99
Nó n22	0.00	545.16	35.64
Nó n23	0.00	548.09	38.03
Nó n24	0.00	549.80	39.96
Nó n25	0.00	550.42	40.56
Nó n26	0.00	546.92	33.89
Nó n27	0.00	554.01	47.49
Nó n28	0.00	554.01	45.13
Nó n29	0.00	550.42	41.22
Nó n30	0.00	550.42	44.64
Nó n31	0.00	548.09	41.07
Nó n32	0.00	545.16	36.88
Nó n33	0.00	547.54	28.97
Nó n34	0.00	547.39	27.91
Nó n35	0.00	547.22	27.13
Nó n36	0.00	545.26	24.57
Nó n37	0.00	543.36	22.18
Nó n38	0.00	542.64	21.32
Nó n39	0.00	542.64	20.53



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n40	0.00	545.18	22.83
Nó n41	0.00	545.18	22.83
Nó n42	0.00	545.18	22.62
Nó n43	0.00	544.18	21.66
Nó n44	0.00	543.21	20.86
Nó n45	0.00	548.20	31.66
Nó n46	2.00	548.19	29.91
Nó n47	0.00	548.29	29.05
Nó n48	0.00	548.03	28.04
Nó n49	0.00	548.04	28.04
Nó n50	0.00	545.26	24.71
Nó n51	0.00	543.36	22.37
Nó n52	0.00	542.43	21.00
Nó n53	0.00	542.34	20.41
Nó n54	0.00	542.48	20.01
Nó n55	0.00	542.54	20.59
Nó n56	0.00	542.59	21.02
Nó n57	0.00	548.29	28.80
Nó n58	0.00	546.91	36.30
Nó n59	0.00	547.80	33.11
Nó n60	0.00	549.32	33.24
Nó n61	0.00	552.90	35.21
Nó n62	0.00	557.74	39.84
Nó n63	0.00	548.93	30.06
Nó n64	0.00	548.89	29.97
Nó n65	0.00	548.00	27.96
Nó n66	0.00	545.09	24.44
Nó n67	0.00	543.18	22.08
Nó n68	2.00	541.36	19.68
Nó n69	0.00	541.25	19.00
Nó n70	0.00	542.38	19.48
Nó n71	0.00	547.54	29.13
Nó n72	0.00	548.42	34.03
Nó n73	0.00	549.15	35.17
Nó n74	0.00	547.33	35.18
Nó n75	0.00	551.59	29.53
Nó n76	0.00	560.12	38.62
Nó n77	0.00	563.94	42.05
Nó n78	0.00	564.47	43.42
Nó n79	0.00	564.47	43.47
Nó n80	0.00	554.93	32.88
Nó n81	0.00	562.35	40.31
Nó n82	0.00	564.24	41.60
Nó n83	0.00	565.05	42.77



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n84	0.00	565.04	43.17
Nó n85	0.00	565.90	44.87
Nó n86	0.00	566.23	44.87
Nó n87	0.00	566.45	44.65
Nó n88	0.00	549.43	33.51
Nó n89	0.00	550.13	32.63
Nó n90	0.00	549.28	30.43
Nó n91	0.00	548.40	28.27
Nó n92	8.00	535.96	13.34
Nó n93	0.00	541.32	19.10
Nó n94	0.00	542.93	21.10
Nó n95	0.00	544.46	23.26
Nó n96	0.00	546.13	24.60
Nó n97	0.00	549.87	33.88
Nó n98	0.00	550.13	32.65
Nó n99	0.00	549.69	30.73
Nó n100	0.00	548.34	28.03
Nó n101	0.00	544.46	22.77
Nó n102	0.00	542.72	20.32
Nó n103	0.00	541.58	18.97
Nó n104	0.00	541.07	18.10
Nó n105	0.00	543.64	22.81
Nó n106	0.00	543.64	25.15
Nó n107	0.00	548.38	28.18
Nó n108	0.00	549.73	30.77
Nó n109	0.00	551.18	35.61
Nó n110	0.00	551.39	34.57
Nó n111	0.00	551.39	34.05
Nó n112	0.00	551.76	33.90
Nó n113	0.00	550.68	31.64
Nó n114	0.00	548.67	28.22
Nó n115	3.00	543.82	21.96
Nó n116	2.00	542.19	19.29
Nó n117	0.00	541.60	18.60
Nó n118	0.00	541.54	18.54
Nó n119	2.00	542.06	19.06
Nó n121	0.00	542.81	20.57
Nó n122	2.00	542.70	22.03
Nó n123	0.00	544.43	22.73
Nó n124	0.00	542.70	20.27
Nó n125	0.00	550.29	29.82
Nó n126	0.00	545.05	23.32
Nó n127	0.00	544.83	23.03
Nó n128	0.00	542.64	19.64



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n129	0.00	541.39	18.39
Nó n130	0.00	541.37	18.37
Nó n131	0.00	542.05	19.50
Nó n132	0.00	542.69	20.68
Nó n133	0.00	542.70	22.37
Nó n134	0.00	542.72	23.62
Nó n135	0.00	551.48	36.41
Nó n136	0.00	551.66	35.18
Nó n137	0.00	552.28	34.66
Nó n138	0.00	554.40	40.18
Nó n139	0.00	554.40	37.19
Nó n140	0.00	554.40	41.44
Nó n141	0.00	554.40	37.46
Nó n142	0.00	553.78	38.99
Nó n143	0.00	553.78	36.49
Nó n144	0.00	553.03	37.99
Nó n145	0.00	553.03	35.59
Nó n146	0.00	553.96	35.43
Nó n147	0.00	558.46	40.26
Nó n148	0.00	558.46	40.08
Nó n149	0.00	558.46	39.92
Nó n150	0.00	564.67	45.70
Nó n151	0.00	562.18	42.72
Nó n152	0.00	560.77	39.77
Nó n153	0.00	560.26	38.79
Nó n154	0.00	559.43	39.48
Nó n155	0.00	553.86	35.16
Nó n156	0.00	539.49	16.49
Nó n157	5.00	537.55	14.98
Nó n158	0.00	541.98	20.36
Nó n159	0.00	542.89	19.25
Nó n160	0.00	542.93	18.96
Nó n161	0.00	542.94	19.25
Nó n162	0.00	542.96	18.95
Nó n163	0.00	542.96	19.19
Nó n164	0.00	542.96	19.56
Nó n165	0.00	543.09	20.06
Nó n166	5.00	534.04	12.29
Nó n168	0.00	537.36	17.02
Nó n169	0.00	537.65	18.31
Nó n170	0.00	537.92	19.39
Nó n171	0.00	538.24	19.67
Nó n172	0.00	538.84	19.62
Nó n173	0.00	539.46	19.30



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n174	0.00	539.98	19.10
Nó n176	0.00	537.76	18.64
Nó n177	0.00	537.66	17.93
Nó n178	0.00	537.61	17.03
Nó n179	0.00	537.63	15.98
Nó n180	0.00	540.13	17.77
Nó n181	0.00	540.13	17.17
Nó n182	0.00	542.84	19.64
Nó n183	0.00	542.80	19.61
Nó n184	0.00	542.96	18.95
Nó n185	0.00	542.99	18.97
Nó n186	0.00	543.06	19.04
Nó n187	0.00	543.09	19.15
Nó n188	0.00	543.19	19.66
Nó n189	0.00	543.22	20.12
Nó n191	0.00	543.29	21.61
Nó n192	0.00	543.29	22.73
Nó n193	0.00	555.58	50.58
Nó n194	0.00	555.62	50.62
Nó n196	0.00	555.99	41.77
Nó n197	0.00	556.21	39.55
Nó n198	0.00	556.32	38.65
Nó n199	0.00	559.14	41.83
Nó n200	0.00	562.57	45.51
Nó n201	0.00	556.91	39.77
Nó n202	0.00	554.68	37.34
Nó n203	0.00	554.19	36.83
Nó n204	2.00	552.04	34.46
Nó n205	0.00	552.13	34.02
Nó n206	0.00	552.74	34.18
Nó n207	0.00	555.41	47.27
Nó n208	0.00	555.64	42.58
Nó n209	0.00	555.63	42.35
Nó n210	0.00	555.86	42.37
Nó n211	0.00	556.42	43.04
Nó n212	0.00	556.47	43.78
Nó n213	0.00	556.04	43.60
Nó n214	0.00	555.75	44.15
Nó n215	3.00	554.97	44.74
Nó n216	0.00	555.75	42.94
Nó n217	0.00	556.65	42.21
Nó n219	0.00	557.12	41.03
Nó n220	2.00	556.03	41.67
Nó n221	0.00	556.65	42.08



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n222	0.00	557.00	41.63
Nó n223	0.00	557.71	41.69
Nó n224	1.00	561.75	45.14
Nó n225	0.00	567.58	50.72
Nó n226	0.00	556.87	41.50
Nó n227	2.00	557.31	41.13
Nó n228	0.00	559.14	42.33
Nó n229	0.00	551.69	32.32
Nó n230	0.00	551.32	31.89
Nó n231	0.00	551.14	32.15
Nó n232	0.00	550.45	31.47
Nó n233	0.00	550.35	31.21
Nó n234	0.00	549.96	30.56
Nó n235	0.00	549.97	30.40
Nó n236	0.00	549.50	29.54
Nó n237	0.00	548.64	27.93
Nó n238	0.00	547.37	25.85
Nó n239	0.00	547.29	26.32
Nó n240	0.00	547.57	27.42
Nó n241	0.00	549.09	29.71
Nó n242	0.00	549.70	30.80
Nó n243	0.00	551.57	32.62
Nó n244	0.00	551.39	32.85
Nó n245	0.00	551.31	32.92
Nó n246	0.00	550.80	32.29
Nó n247	0.00	549.69	30.88
Nó n249	0.00	544.50	22.22
Nó n250	0.00	543.14	22.02
Nó n251	0.00	555.84	45.55
Nó n253	0.00	555.53	44.39
Nó n256	0.00	556.38	44.64
Nó n258	0.00	556.02	43.41
Nó n261	0.00	552.31	35.64
Nó n262	2.00	551.29	33.24
Nó n263	0.00	551.32	32.16
Nó n264	0.00	551.33	30.99
Nó n265	0.00	551.33	30.01
Nó n266	0.00	551.34	30.23
Nó n267	0.00	551.36	30.69
Nó n268	3.00	551.44	31.35
Nó n269	0.00	553.54	34.08
Nó n270	0.00	554.32	35.45
Nó n271	0.00	554.69	36.41
Nó n272	1.00	554.83	37.89



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n273	0.00	556.56	41.82
Nó n274	0.00	556.13	41.38
Nó n275	0.00	556.03	43.30
Nó n276	0.00	587.02	72.23
Nó n277	5.00	570.65	55.87
Nó n278	0.00	559.91	45.16
Nó n279	0.00	559.70	43.33
Nó n280	0.00	554.83	37.34
Nó n281	0.00	554.68	37.20
Nó n282	3.00	554.99	38.44
Nó n283	0.00	554.60	37.14
Nó n284	0.00	554.31	36.32
Nó n285	0.00	555.09	40.13
Nó n286	0.00	554.71	36.35
Nó n287	0.00	554.82	36.88
Nó n288	0.00	542.05	21.36
Nó n289	0.00	542.99	23.08
Nó n290	0.00	542.85	21.90
Nó n291	0.00	542.85	22.45
Nó n292	0.00	542.85	22.25
Nó n293	0.00	542.85	22.86
Nó n294	0.00	544.45	24.45
Nó n295	0.00	544.84	24.64
Nó n296	0.00	545.39	25.17
Nó n297	0.00	546.34	26.43
Nó n298	0.00	547.25	27.93
Nó n300	0.00	559.47	46.34
Nó n302	0.00	556.52	44.63
Nó n304	0.00	551.82	41.95
Nó n308	0.00	547.04	34.23
Nó n312	0.00	545.47	29.87
Nó n313	0.00	545.46	29.74
Nó n314	0.00	545.10	28.86
Nó n315	0.00	544.59	27.40
Nó n316	0.00	544.04	26.22
Nó n318	2.00	543.31	24.95
Nó n319	0.00	543.61	33.85
Nó n320	0.00	544.07	35.07
Nó n321	0.00	544.59	35.94
Nó n322	0.00	545.18	36.89
Nó n323	0.00	545.93	37.93
Nó n324	0.00	547.03	39.07
Nó n325	0.00	548.10	40.63
Nó n326	0.00	549.01	42.02



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n327	2.00	549.34	42.33
Nó n328	0.00	549.26	42.29
Nó n329	0.00	549.18	42.19
Nó n330	0.00	548.12	36.62
Nó n331	0.00	547.04	34.37
Nó n332	0.00	546.03	31.89
Nó n333	0.00	545.92	37.47
Nó n334	0.00	545.91	37.63
Nó n335	0.00	543.33	27.50
Nó n336	0.00	543.33	27.30
Nó n337	0.00	543.33	26.99
Nó n338	0.00	543.33	26.54
Nó n339	0.00	543.32	25.93
Nó n340	0.00	543.32	25.29
Nó n341	0.00	543.32	25.20
Nó n342	0.00	543.32	24.68
Nó n343	0.00	543.33	24.34
Nó n344	0.00	543.33	24.23
Nó n345	0.00	543.33	24.30
Nó n346	0.00	543.33	24.63
Nó n347	0.00	543.40	32.20
Nó n348	0.00	543.39	31.98
Nó n349	0.00	543.35	29.18
Nó n350	0.00	543.33	27.05
Nó n351	0.00	543.33	27.00
Nó n352	0.00	543.32	25.28
Nó n353	0.00	543.32	25.25
Nó n354	0.00	543.35	29.11
Nó n355	0.00	543.33	24.42
Nó n356	0.00	543.33	24.38
Nó n358	0.00	544.22	24.41
Nó n359	0.00	543.92	23.52
Nó n360	0.00	543.48	22.88
Nó n361	0.00	543.30	22.51
Nó n362	0.00	543.14	22.14
Nó n364	0.00	543.92	25.27
Nó n366	0.00	543.34	24.26
Nó n369	0.00	543.27	23.74
Nó n370	0.00	543.24	23.63
Nó n371	0.00	543.17	23.47
Nó n372	0.00	543.30	23.91
Nó n374	0.00	543.29	24.00
Nó n375	0.00	543.31	24.42
Nó n376	0.00	543.32	24.86



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n377	0.00	543.33	25.29
Nó n378	0.00	543.33	25.51
Nó n379	0.00	543.33	25.80
Nó n380	0.00	543.33	25.93
Nó n381	0.00	543.33	27.39
Nó n382	0.00	543.33	28.93
Nó n383	0.00	543.33	29.71
Nó n384	0.00	543.40	32.12
Nó n385	0.00	543.35	30.12
Nó n386	0.00	543.34	29.96
Nó n387	0.00	543.34	29.90
Nó n388	0.00	543.28	23.79
Nó n389	0.00	543.28	23.77
Nó n390	0.00	543.33	25.95
Nó n391	0.00	543.33	26.56
Nó n392	0.00	543.33	27.26
Nó n393	0.00	543.05	24.19
Nó n394	0.00	543.02	24.23
Nó n395	0.00	542.97	24.48
Nó n396	0.00	542.94	24.71
Nó n397	0.00	542.93	24.93
Nó n398	0.00	542.89	23.70
Nó n399	0.00	542.93	22.60
Nó n400	0.00	542.93	22.09
Nó n401	0.00	542.91	23.01
Nó n402	2.00	542.88	23.32
Nó n403	0.00	542.99	19.80
Nó n404	0.00	542.93	20.72
Nó n405	0.00	542.94	22.75
Nó n406	0.00	542.94	24.68
Nó n407	0.00	542.92	23.82
Nó n408	0.00	543.02	19.86
Nó n409	2.00	542.81	20.76
Nó n410	0.00	542.96	22.60
Nó n411	0.00	543.01	21.31
Nó n412	0.00	543.02	22.70
Nó n413	0.00	542.92	23.08
Nó n414	0.00	542.93	20.80
Nó n415	0.00	542.93	20.97
Nó n416	0.00	542.93	21.37
Nó n417	0.00	542.97	19.89
Nó n418	0.00	542.97	19.89
Nó n419	0.00	542.97	19.89
Nó n420	0.00	542.97	20.51



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n421	0.00	542.97	20.68
Nó n422	0.00	542.97	21.23
Nó n423	0.00	542.97	21.77
Nó n424	0.00	542.96	22.06
Nó n425	0.00	542.96	22.09
Nó n426	0.00	542.95	22.21
Nó n427	0.00	542.96	21.15
Nó n428	0.00	542.97	21.02
Nó n429	0.00	542.98	20.63
Nó n430	0.00	542.98	20.21
Nó n431	0.00	542.98	18.97
Nó n432	2.00	542.64	18.63
Nó n435	0.00	542.97	19.28
Nó n436	0.00	543.62	21.74
Nó n437	0.00	543.35	20.32
Nó n438	0.00	543.34	20.28
Nó n439	0.00	543.40	21.51
Nó n440	0.00	543.22	19.77
Nó n441	0.00	543.18	19.39
Nó n442	0.00	543.16	19.26
Nó n443	0.00	543.15	19.22
Nó n444	0.00	543.16	19.30
Nó n445	0.00	543.34	21.22
Nó n446	0.00	543.18	20.21
Nó n447	0.00	543.09	19.04
Nó n448	0.00	543.05	19.04
Nó n449	0.00	542.98	19.37
Nó n450	0.00	543.04	19.05
Nó n451	0.00	543.05	19.07
Nó n452	0.00	543.08	19.09
Nó n453	0.00	543.21	20.66
Nó n454	0.00	543.10	19.10
Nó n455	0.00	543.08	19.06
Nó n456	0.00	543.07	19.04
Nó n457	0.00	543.75	22.55
Nó n459	0.00	545.56	24.09
Nó n462	0.30	591.31	67.18
Nó n465	0.00	591.31	68.62
Nó n466	0.00	543.80	21.95
Nó n467	0.00	545.39	24.04
Nó n468	0.00	544.84	24.70
Nó n469	0.00	544.84	25.00
Nó n470	0.00	544.84	24.37
Nó n471	0.00	544.84	24.12



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n472	0.00	544.39	25.64
Nó n473	0.00	544.39	25.49
Nó n474	0.00	544.39	25.27
Nó n475	0.00	544.39	24.88
Nó n476	0.00	544.39	24.86
Nó n477	0.00	544.39	24.71
Nó n478	0.00	544.39	24.35
Nó n479	0.00	544.39	24.03
Nó n480	0.00	544.39	21.14
Nó n481	0.00	544.39	20.49
Nó n482	0.00	544.39	20.11
Nó n483	0.00	544.39	19.65
Nó n484	0.00	544.39	18.86
Nó n485	0.00	544.39	18.39
Nó n486	0.00	544.39	18.39
Nó n487	0.00	544.39	18.39
Nó n488	0.00	544.39	19.11
Nó n489	0.00	544.39	19.09
Nó n490	0.00	544.39	19.28
Nó n491	0.00	544.39	27.01
Nó n492	0.00	544.39	22.38
Nó n493	0.00	544.39	18.39
Nó n494	0.00	544.39	18.39
Nó n495	0.00	544.39	18.60
Nó n496	0.00	544.39	22.40
Nó n497	0.00	544.39	27.61
Nó n498	0.00	544.39	22.49
Nó n499	0.00	544.39	26.46
Nó n500	0.00	544.39	19.28
Nó n501	0.00	544.39	22.41
Nó n502	0.00	529.50	16.50
Nó n503	0.00	529.50	16.84
Nó n504	0.00	529.50	17.24
Nó n505	0.00	529.50	17.53
Nó n506	0.00	529.50	17.83
Nó n507	0.00	529.50	18.04
Nó n508	0.00	529.50	18.29
Nó n509	0.00	529.50	18.85
Nó n510	0.00	529.50	19.24
Nó n511	0.00	529.50	19.63
Nó n512	0.00	529.50	20.22
Nó n513	0.00	529.50	20.65
Nó n514	0.00	529.50	20.55
Nó n515	0.00	529.50	19.94



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n516	0.00	529.50	19.22
Nó n517	0.00	529.50	21.54
Nó n518	0.00	529.50	20.82
Nó n519	0.00	529.50	19.24
Nó n520	0.00	529.50	17.34
Nó n521	0.00	529.50	15.43
Nó n522	0.00	529.50	16.82
Nó n523	0.00	529.50	16.03
Nó n524	0.00	529.50	17.28
Nó n525	0.00	529.50	16.63
Nó n526	0.00	529.50	18.35
Nó n527	0.00	529.50	18.57
Nó n528	0.00	529.50	18.75
Nó n529	0.00	529.50	19.84
Nó n530	0.00	529.50	19.03
Nó n531	0.00	529.50	20.36
Nó n532	0.00	529.50	18.41
Nó n533	0.00	529.50	18.39
Nó n534	0.00	529.50	18.33
Nó n535	0.00	529.50	14.86
Nó n536	0.00	529.50	15.27
Nó n537	0.00	529.50	15.68
Nó n538	0.00	529.50	14.73
Nó n539	0.00	529.50	15.33
Nó n540	0.00	529.50	15.72
Nó n541	0.00	529.50	16.12
Nó n542	0.00	529.50	16.50
Nó n543	0.00	529.50	16.68
Nó n544	0.00	529.50	16.08
Nó n545	0.00	529.50	16.48
Nó n546	0.00	529.50	16.77
Nó n547	0.00	529.50	17.08
Nó n548	0.00	529.50	16.94
Nó n549	0.00	529.50	16.84
Nó n550	0.00	529.50	18.66
Nó n551	0.00	529.50	18.96
Nó n552	0.00	529.50	19.26
Nó n553	0.00	529.50	19.74
Nó n554	0.00	529.50	20.09
Nó n555	0.00	556.46	47.48
Nó n556	0.00	556.38	48.38
Nó n557	0.00	556.38	48.42
Nó n558	0.00	556.53	48.81
Nó n559	0.00	556.54	47.23



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n560	0.00	556.61	47.22
Nó n561	0.00	556.89	49.53
Nó n562	0.00	557.15	49.91
Nó n563	0.00	557.48	50.11
Nó n564	0.00	557.48	49.71
Nó n565	0.00	557.06	48.96
Nó n566	2.00	554.05	45.54
Nó n567	0.00	552.37	43.42
Nó n568	0.00	550.20	40.97
Nó n569	2.00	547.71	38.15
Nó n570	0.00	546.81	36.86
Nó n571	0.00	546.08	35.82
Nó n572	0.00	545.58	34.33
Nó n573	0.00	545.35	33.37
Nó n574	0.00	545.00	32.55
Nó n575	0.00	545.52	33.39
Nó n576	0.00	545.98	33.90
Nó n577	0.00	546.79	35.30
Nó n578	0.00	548.26	37.47
Nó n579	0.00	550.23	40.06
Nó n580	0.00	552.50	42.93
Nó n581	0.00	555.32	46.34
Nó n582	0.00	551.00	18.19
Nó n583	0.00	550.89	18.59
Nó n584	0.00	550.70	19.20
Nó n585	0.00	550.48	19.78
Nó n586	0.00	550.23	20.48
Nó n587	0.00	550.06	20.80
Nó n588	0.00	549.76	21.57
Nó n589	0.00	550.07	22.55
Nó n590	0.00	550.15	23.26
Nó n591	0.00	550.13	26.28
Nó n592	0.00	550.30	25.68
Nó n593	0.00	550.26	22.97
Nó n594	0.00	550.33	22.61
Nó n595	0.00	550.38	22.14
Nó n596	0.00	550.41	21.76
Nó n597	0.00	550.44	21.42
Nó n598	0.00	550.46	20.97
Nó n599	0.00	550.48	20.41
Nó n600	0.00	550.52	19.93
Nó n601	0.00	550.48	21.70
Nó n602	0.00	550.46	22.26
Nó n603	0.00	550.45	22.95



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n604	0.00	550.41	23.64
Nó n605	0.00	550.38	24.33
Nó n606	0.00	550.34	25.01
Nó n607	0.00	550.25	21.87
Nó n608	0.00	550.38	21.52
Nó n609	0.00	550.48	21.37
Nó n610	0.00	550.70	21.08
Nó n611	0.00	550.93	20.65
Nó n612	0.00	549.89	27.26
Nó n613	0.00	548.64	21.11
Nó n614	0.00	541.25	13.76
Nó n615	0.00	546.30	20.45
Nó n616	0.00	546.31	20.29
Nó n617	0.00	545.01	19.67
Nó n618	0.00	544.31	19.85
Nó n619	0.00	543.73	20.45
Nó n620	0.00	543.70	21.75
Nó n621	0.00	543.08	22.50
Nó n622	0.00	542.99	22.31
Nó n623	0.00	542.76	21.49
Nó n624	0.00	543.46	21.23
Nó n625	0.00	544.76	21.60
Nó n626	0.00	547.47	23.73
Nó n627	0.00	552.38	28.44
Nó n628	0.00	549.82	25.30
Nó n629	0.00	541.99	21.73
Nó n630	2.00	540.19	20.71
Nó n631	5.00	540.14	20.04
Nó n632	0.00	541.62	20.97
Nó n633	0.00	542.40	21.32
Nó n634	0.00	543.40	21.51
Nó n635	0.00	544.21	21.60
Nó n636	0.00	544.21	21.04
Nó n637	0.00	543.40	21.00
Nó n638	0.00	544.56	19.64
Nó n639	0.00	546.29	19.51
Nó n640	0.00	546.55	19.83
Nó n641	0.00	544.03	22.38
Nó n642	0.00	543.98	22.63
Nó n643	0.00	543.87	22.91
Nó n644	0.00	543.83	22.71
Nó n645	0.00	539.19	18.86
Nó n646	0.00	540.08	19.69
Nó n647	0.00	541.13	20.57



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n648	0.00	540.84	20.40
Nó n649	0.00	540.84	20.40
Nó n650	0.00	540.46	20.23
Nó n651	0.00	540.25	20.05
Nó n652	0.00	540.09	19.97
Nó n653	0.00	539.94	19.79
Nó n654	0.00	539.13	22.65
Nó n655	0.00	539.93	20.48
Nó n656	0.00	539.35	21.88
Nó n657	0.00	539.95	20.52
Nó n658	0.00	540.74	20.15
Nó n659	0.00	540.57	20.18
Nó n660	0.00	544.76	23.74
Nó n662	0.00	559.87	37.86
Nó n663	0.00	559.89	38.13
Nó n664	0.00	559.11	37.60
Nó n665	0.00	552.86	31.65
Nó n666	0.00	539.71	20.29
Nó n667	0.00	539.12	21.86
Nó n668	2.00	538.40	22.96
Nó n669	0.00	538.49	24.49
Nó n670	0.00	538.54	24.54
Nó n671	0.00	538.56	23.28
Nó n672	0.00	538.57	20.89
Nó n673	0.00	538.58	17.58
Nó n674	0.00	538.59	16.40
Nó n675	0.00	538.59	17.55
Nó n676	0.00	538.55	18.43
Nó n677	0.00	538.49	18.94
Nó n678	0.00	538.39	18.95
Nó n679	3.00	538.29	17.50
Nó n680	0.00	539.11	18.91
Nó n681	0.00	538.55	19.75
Nó n682	0.00	538.58	19.35
Nó n683	0.00	539.30	12.63
Nó n684	0.00	539.06	13.45
Nó n685	0.00	539.20	15.26
Nó n686	0.00	539.32	11.93
Nó n687	0.00	539.16	15.80
Nó n688	2.00	539.11	16.60
Nó n689	0.00	539.03	14.25
Nó n690	0.00	538.93	15.21
Nó n691	0.00	538.60	16.13
Nó n692	0.00	539.11	17.62



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n693	0.00	548.80	25.23
Nó n694	0.00	544.18	21.08
Nó n695	0.00	543.16	20.25
Nó n696	0.00	543.16	19.72
Nó n697	0.00	542.88	20.23
Nó n698	0.00	542.33	19.97
Nó n699	0.00	542.33	19.27
Nó n700	0.00	541.79	19.80
Nó n701	0.00	541.79	19.19
Nó n702	0.00	539.87	19.88
Nó n703	0.00	539.91	19.80
Nó n704	0.00	541.37	19.03
Nó n705	0.00	540.69	18.78
Nó n706	0.00	542.65	21.38
Nó n707	0.00	542.65	21.56
Nó n708	0.00	541.55	20.52
Nó n709	0.00	540.97	19.95
Nó n710	3.00	539.58	18.57
Nó n711	0.00	540.40	19.39
Nó n712	0.00	540.40	19.39
Nó n713	0.00	540.22	19.00
Nó n714	0.00	540.09	19.32
Nó n715	0.00	540.09	19.40
Nó n716	0.00	540.14	19.21
Nó n717	0.00	539.86	18.85
Nó n718	0.00	539.86	19.02
Nó n719	0.00	541.20	20.19
Nó n720	0.00	541.18	20.32
Nó n721	0.00	541.20	20.67
Nó n722	0.00	541.22	20.87
Nó n723	0.00	540.99	20.77
Nó n724	0.00	540.51	20.95
Nó n725	0.00	541.08	20.42
Nó n726	0.00	540.79	20.33
Nó n727	0.00	542.41	22.41
Nó n728	0.00	541.08	20.08
Nó n729	0.00	541.07	20.34
Nó n730	0.00	541.13	20.49
Nó n731	0.00	540.99	20.18
Nó n732	0.00	541.08	20.07
Nó n733	0.00	542.43	22.73
Nó n734	0.00	542.44	22.87
Nó n735	0.00	542.57	23.92
Nó n736	0.00	543.56	28.60



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n737	0.00	544.69	30.18
Nó n738	0.00	545.53	30.81
Nó n739	0.00	546.35	31.32
Nó n740	0.00	548.28	34.28
Nó n741	0.00	550.27	37.16
Nó n742	0.00	552.50	40.36
Nó n743	0.00	553.88	42.43
Nó n744	0.00	555.31	44.68
Nó n745	0.00	559.67	51.16
Nó n746	0.00	558.49	50.61
Nó n747	0.00	557.74	50.18
Nó n748	0.00	563.13	54.59
Nó n749	0.00	560.27	51.73
Nó n750	0.00	542.68	26.00
Nó n751	0.00	542.68	24.81
Nó n752	0.00	542.68	24.14
Nó n753	0.00	542.69	23.12
Nó n754	0.00	542.69	23.11
Nó n755	0.00	542.69	22.67
Nó n756	0.00	542.69	22.68
Nó n757	0.00	542.95	23.25
Nó n758	0.00	544.88	27.67
Nó n759	0.00	546.09	30.65
Nó n760	0.00	542.69	29.18
Nó n761	0.00	542.69	27.42
Nó n762	0.00	542.69	25.14
Nó n763	0.00	542.69	23.37
Nó n764	5.00	558.31	49.63
Nó n765	0.00	557.72	50.66
Nó n766	0.00	542.93	28.53
Nó n767	0.00	542.68	28.64
Nó n768	0.00	542.68	28.52
Nó n769	0.00	542.47	27.93
Nó n770	0.00	542.45	27.21
Nó n771	0.00	542.46	26.25
Nó n772	0.00	542.46	25.43
Nó n773	0.00	542.46	25.87
Nó n774	0.00	542.41	25.36
Nó n775	0.00	542.36	24.77
Nó n776	0.00	542.36	24.65
Nó n777	0.00	542.37	23.89
Nó n778	0.00	542.37	22.65
Nó n779	0.00	542.38	22.08
Nó n780	0.00	542.26	23.57



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n781	0.00	542.26	23.58
Nó n782	0.00	542.26	23.77
Nó n783	0.00	542.40	23.24
Nó n784	0.00	542.55	24.39
Nó n785	0.00	542.35	24.64
Nó n786	2.00	542.11	25.57
Nó n787	0.00	542.23	25.73
Nó n788	0.00	542.22	25.56
Nó n789	0.00	542.21	25.44
Nó n790	2.00	542.12	25.24
Nó n791	0.00	542.28	25.16
Nó n792	0.00	543.47	30.24
Nó n793	0.00	543.89	30.97
Nó n794	0.00	543.47	29.89
Nó n795	0.00	543.44	29.03
Nó n796	0.00	543.37	27.38
Nó n797	0.00	543.44	29.74
Nó n798	0.00	543.43	28.84
Nó n799	0.00	543.26	25.86
Nó n800	0.00	542.65	23.65
Nó n801	0.00	542.44	20.30
Nó n802	0.00	542.41	23.69
Nó n803	0.00	542.36	23.16
Nó n804	2.00	538.52	24.22
Nó n805	0.00	538.50	24.50
Nó n806	0.00	538.94	23.76
Nó n807	0.00	539.04	23.48
Nó n808	0.00	539.07	23.18
Nó n809	0.00	539.18	18.86
Nó n810	0.00	539.16	20.41
Nó n811	0.00	539.17	20.22
Nó n812	0.00	539.17	20.02
Nó n813	0.00	539.16	22.33
Nó n814	0.00	539.11	22.64
Nó n815	0.00	539.94	19.78
Nó n816	0.00	539.91	19.68
Nó n817	0.00	540.04	19.39
Nó n818	0.00	539.78	19.90
Nó n819	0.00	562.11	40.64
Nó n820	0.00	563.56	43.16
Nó n821	0.00	563.56	44.40
Nó n822	5.00	562.67	44.88
Nó n823	0.00	565.18	49.34
Nó n824	0.00	566.32	50.26



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n825	0.00	566.46	50.76
Nó n826	0.00	566.83	48.03
Nó n827	0.00	567.41	44.29
Nó n828	0.00	567.35	44.45
Nó n829	0.00	567.36	44.46
Nó n830	2.00	567.34	44.44
Nó n831	0.00	570.05	47.26
Nó n832	0.00	570.11	47.32
Nó n833	0.00	570.25	47.50
Nó n834	0.00	568.01	46.46
Nó n835	0.00	566.84	45.95
Nó n836	0.00	565.95	45.69
Nó n837	0.00	565.95	45.03
Nó n838	0.00	566.58	45.18
Nó n839	0.00	568.02	46.08
Nó n840	0.00	571.78	48.76
Nó n841	0.00	574.66	51.71
Nó n842	0.00	569.70	46.68
Nó n843	0.00	566.67	44.23
Nó n844	0.00	564.25	42.40
Nó n845	0.00	562.74	41.22
Nó n846	0.00	566.33	44.72
Nó n847	0.00	566.83	46.69
Nó n848	0.00	566.46	49.46
Nó n849	0.00	566.46	48.88
Nó n850	0.00	566.83	47.41
Nó n851	0.00	562.52	40.50
Nó n852	0.00	562.50	40.49
Nó n853	0.00	562.52	40.49
Nó n854	0.00	564.05	42.03
Nó n855	0.00	563.41	41.40
Nó n856	0.00	562.68	40.78
Nó n857	0.00	564.05	42.01
Nó n858	0.00	565.34	43.32
Nó n859	0.00	565.69	42.69
Nó n860	0.00	570.56	48.55
Nó n861	0.00	571.02	49.00
Nó n862	0.00	569.30	46.28
Nó n863	0.00	567.63	44.48
Nó n864	0.00	567.59	44.44
Nó n865	0.00	567.45	43.69
Nó n866	0.00	567.40	43.40
Nó n867	0.00	567.30	42.95
Nó n868	0.00	567.35	42.96



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n869	0.00	567.39	43.44
Nó n870	0.00	567.42	44.21
Nó n871	0.00	567.63	44.84
Nó n872	0.00	567.40	44.58
Nó n873	0.00	566.73	43.59
Nó n874	0.00	566.60	44.12
Nó n875	0.00	566.52	44.45
Nó n876	0.00	567.72	43.76
Nó n877	0.00	568.01	43.47
Nó n878	0.00	569.09	44.77
Nó n880	0.00	570.18	47.00
Nó n882	0.00	572.08	46.80
Nó n884	0.00	578.96	52.96
Nó n885	0.00	580.39	54.39
Nó n889	0.00	594.88	69.30
Nó n894	0.00	598.22	73.12
Nó n895	0.00	599.74	74.90
Nó n896	0.00	544.39	22.37
Nó n897	0.00	544.39	22.70
Nó n898	0.00	544.39	23.20
Nó n899	0.00	544.39	23.62
Nó n900	0.00	544.39	24.16
Nó n901	0.00	544.39	24.58
Nó n902	0.00	544.39	25.25
Nó n903	0.00	544.39	25.67
Nó n904	0.00	544.39	26.19
Nó n905	0.00	544.39	20.18
Nó n906	0.00	544.39	18.67
Nó n907	0.00	544.39	18.81
Nó n908	0.00	544.39	20.35
Nó n909	0.00	544.39	19.25
Nó n910	0.00	544.39	19.55
Nó n911	0.00	544.39	20.59
Nó n912	0.00	544.39	20.37
Nó n913	0.00	544.39	20.00
Nó n914	0.00	544.39	20.44
Nó n915	0.00	544.39	20.76
Nó n916	0.00	544.39	20.89
Nó n917	0.00	544.39	20.79
Nó n918	0.00	544.39	20.28
Nó n919	0.00	544.39	20.48
Nó n920	0.00	544.39	20.93
Nó n921	0.00	544.39	20.53
Nó n922	0.00	544.39	20.18



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n924	0.00	554.40	38.20
Nó n925	0.00	558.20	48.08
Nó n926	0.00	558.20	48.11
Nó n927	0.00	558.20	51.19
Nó n928	0.00	558.20	51.18
Nó n929	0.00	545.16	39.28
Nó n930	0.00	520.02	16.12
Nó n931	5.00	520.02	15.49
Nó n932	0.00	537.94	30.40
Nó n933	0.00	539.82	32.00
Nó n934	0.00	520.02	15.64
Nó n935	0.00	520.02	15.59
Nó n936	0.00	520.02	15.31
Nó n937	0.00	520.02	15.22
Nó n938	0.00	520.02	15.12
Nó n939	0.00	520.02	15.20
Nó n940	0.00	520.02	14.77
Nó n941	0.00	520.02	17.06
Nó n942	0.00	520.02	17.85
Nó n943	0.00	520.02	18.02
Nó n944	0.00	520.02	18.02
Nó n945	0.00	520.02	18.02
Nó n946	0.00	520.02	18.02
Nó n947	0.00	520.02	17.43
Nó n948	0.00	542.98	19.38
Nó n949	0.00	599.74	74.76
Nó n950	0.00	597.71	73.04
Nó n954	0.00	574.66	51.65
Nó n955	0.00	567.45	43.64
Nó n956	0.00	571.02	49.00
Nó n957	0.00	557.74	39.71
Nó n958	0.00	564.67	45.77
Nó n959	0.00	567.58	50.73
Nó n960	0.00	548.12	36.45
Nó n961	0.00	546.04	31.76
Nó n962	0.00	545.47	29.76
Nó n963	0.00	543.92	25.33
Nó n964	0.00	543.30	23.95
Nó n970	0.00	543.15	20.66
Nó n972	0.00	545.12	22.20
Nó n975	0.00	545.12	21.87
Nó n976	0.00	549.89	27.47
Nó n977	0.00	539.34	11.81
Nó n978	0.00	542.40	21.37



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n980	0.00	544.39	24.13
Nó n981	0.00	544.39	20.93
Nó n982	0.00	544.39	20.20
Nó n983	0.00	544.39	20.14
Nó n984	0.00	544.39	21.62
Nó n985	0.00	544.39	19.97
Nó n986	0.00	544.39	22.07
Nó n987	0.00	544.39	22.11
Nó n988	0.00	544.39	21.95
Nó n989	0.00	544.39	22.27
Nó n990	0.00	544.39	18.95
Nó n991	0.00	544.39	19.18
Nó n992	0.00	544.39	19.25
Nó n993	0.00	544.39	19.74
Nó n994	0.00	544.39	19.81
Nó n995	0.00	544.39	19.40
Nó n999	0.00	556.16	44.03
Nó n1001	0.00	569.79	46.97
Nó n1002	0.00	569.70	47.05
Nó n1003	0.00	569.65	46.90
Nó n1004	1.00	569.54	47.91
Nó n1005	0.00	569.56	48.08
Nó n1006	0.00	569.56	48.21
Nó n1007	0.00	569.56	47.74
Nó n1008	0.00	569.56	47.82
Nó n1010	0.00	569.63	46.71
Nó n1011	0.00	569.79	46.60
Nó n1012	0.00	569.79	47.73
Nó n1013	0.00	570.78	46.72
Nó n1014	0.00	570.84	46.12
Nó n1015	0.00	571.25	45.76
Nó n1016	0.00	571.60	46.52
Nó n1017	0.00	571.13	46.77
Nó n1018	1.00	570.22	46.66
Nó n1019	0.00	570.60	46.70
Nó n1022	0.00	542.93	21.34
Nó n1026	0.00	546.26	25.00
Nó n1028	0.00	547.95	25.68
Nó n1029	0.00	548.48	26.52
Nó n1030	0.00	548.94	28.62
Nó n1031	0.00	549.13	29.25
Nó n1032	0.00	548.59	27.26
Nó n1033	0.00	548.59	27.37
Nó n1034	0.00	550.56	31.55



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n1035	0.00	550.64	31.80
Nó n1036	0.00	551.32	33.20
Nó n1037	0.00	549.69	31.20
Nó n1039	0.00	548.28	25.17
Nó n1040	0.00	548.05	25.41
Nó n1041	0.00	545.48	23.93
Nó n1042	0.00	542.81	20.50
Nó n1043	0.00	548.38	28.13
Nó n1044	0.00	548.38	27.82
Nó n1048	0.00	544.39	18.72
Nó n1051	0.00	543.15	20.51
Nó n1052	0.00	543.15	20.48
Nó n1053	0.00	543.15	20.69
Nó n1054	0.00	544.39	22.41
Nó n1055	0.00	544.39	19.83
Nó n1056	0.00	544.39	25.93
Nó n1057	0.00	544.39	25.73
Nó n1062	0.00	544.39	20.02
Nó n1063	0.00	542.05	19.20
Nó n1066	0.00	548.47	25.84
Nó n1067	0.00	548.47	26.01
Nó n1068	0.00	551.00	18.44
Nó n1069	0.00	551.00	18.15
Nó n1073	0.00	543.17	23.98
Nó n1074	0.00	543.17	23.73
Nó n1075	0.00	543.17	27.60
Nó n1076	0.00	539.34	11.38
Nó n1078	0.00	562.23	45.59
Nó n1080	0.00	562.23	46.01
Nó n1081	0.00	543.06	23.01
Nó n1082	0.00	543.05	23.96
Nó n1083	0.00	543.11	21.83
Nó n1084	0.00	543.13	20.38
Nó n1085	0.00	543.13	20.33
Nó n1086	0.00	543.11	20.61
Nó n1088	0.00	543.12	20.25
Nó n1089	0.00	543.10	19.90
Nó n1090	0.00	543.06	19.48
Nó n1095	0.00	542.57	19.70
Nó n1096	0.00	542.78	19.99
Nó n1097	0.00	542.89	19.26
Nó n1098	0.00	542.84	19.78
Nó n1099	0.00	542.70	22.74
Nó n1100	0.00	562.51	46.02



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n1101	0.00	562.69	46.45
Nó n1102	0.00	562.69	46.27
Nó n1103	0.00	551.62	32.54
Nó n1104	0.00	548.63	29.74
Nó n1105	0.00	548.47	28.10
Nó n1106	0.00	542.05	21.60
Nó n1108	0.00	544.39	20.66
Nó n1111	0.00	539.24	14.74
Nó n1112	0.00	539.14	22.79
Nó n1113	0.00	539.15	22.61
Nó n1114	0.00	550.98	19.98
Nó n1115	0.00	550.49	21.08
Nó n1116	5.00	556.38	48.53
Nó n1117	0.00	529.50	15.11
Nó n1118	0.00	529.50	14.64
Nó n1119	0.00	544.39	27.32
Nó n1122	0.00	544.39	18.39
Nó n1123	0.00	544.39	19.27
Nó n1124	0.00	544.39	18.73
Nó n1125	0.00	557.39	35.58
Nó n1126	0.00	542.98	19.12
Nó n1130	0.00	542.95	20.65
Nó n1131	0.00	542.97	19.90
Nó n1132	0.00	542.97	19.89
Nó n1133	0.00	542.80	21.16
Nó n1137	0.00	537.55	15.51
Nó n1138	0.00	546.13	26.12
Nó n1139	0.00	542.24	19.24
Nó n1140	0.00	542.52	20.50
Nó n1141	0.00	542.54	20.58
Nó n1142	0.00	542.54	20.52
Nó 1	0.00	542.15	19.75
Nó 2	0.00	552.38	28.44
Nó 8	0.00	543.17	23.73
Nó 4	0.00	542.05	19.20
Nó 7	0.00	553.07	29.13
Nó 10	0.00	569.56	47.60
Nó 11	0.00	563.13	54.46
Nó 12	0.00	587.02	62.63

Conclusão da simulação hidráulica: Os nós destacados em vermelho são considerados críticos, pois apresentam pressões fora dos padrões normativas, entre 10 e 50 mca. Para os trechos com pressões inferiores a 10 mca, é recomendável a



instalação de boosters na rede ou a elevação dos reservatórios que abastecem o setor, garantindo assim maiores cargas hidráulicas e consequente pressão.

Já nos trechos com pressões superiores a 50 mca, são locais prioritários para a realização de pesquisa de vazamentos não-visíveis, pois são locais susceptíveis a rompimento de redes devido a alta pressão.

Importante ressaltar que a maioria das pressões elevadas apresentadas, são identificadas nas redes de recalques pressurizadas, que possuem pressões mais elevadas normalmente para eficácia da distribuição nas redes do município, visto o fluxo do sistema no município de Pontal.

Tabela 50 – Relatório de Energia das Bombas dos Poços da Parte 01 Município de Pontal

Relatório de Energia					
Bomba	Percentagem	Rendimento	kWh	kW	kW
	Utilização	Médio	/m3	Médio	Máximo
B_P03	100.00	75.00	0.98	53.33	53.33
B_P05	100.00	75.00	0.93	33.33	33.33
B_P08	100.00	75.00	0.95	33.33	33.33
B_P09	100.00	75.00	0.92	33.33	33.33
B_P10	100.00	75.00	0.94	86.67	86.67
B_P12	100.00	75.00	0.92	53.33	53.33
B_P11	100.00	75.00	1.91	26.67	26.67
B_P13	100.00	75.00	1.18	33.33	33.33
B_P16	100.00	75.00	0.96	33.33	33.33
B_P18	100.00	75.00	1.00	46.67	46.67
B_P25	100.00	75.00	1.03	66.67	66.67
B_P27	100.00	75.00	0.97	53.33	53.33
B_P28	100.00	75.00	0.98	100.00	100.00
B_P29	100.00	75.00	1.07	100.00	100.00
B_P30	100.00	75.00	1.17	93.33	93.33
B_P31	100.00	75.00	1.15	166.67	166.67
B_P01	100.00	75.00	0.89	33.33	33.33
B_P02	100.00	75.00	1.03	46.67	46.67
B_P23	100.00	75.00	0.93	100.00	100.00
B_P32	100.00	75.00	1.56	133.33	133.33
B_P26	100.00	75.00	0.97	66.67	66.67
B_P17	100.00	75.00	1.09	80.00	80.00

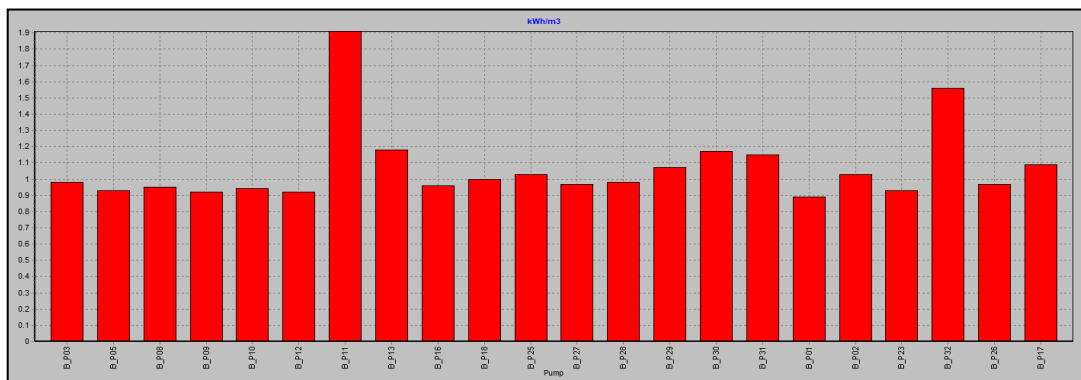


Gráfico 20 – Rendimento das Bombas Setor 01

PARTE 02

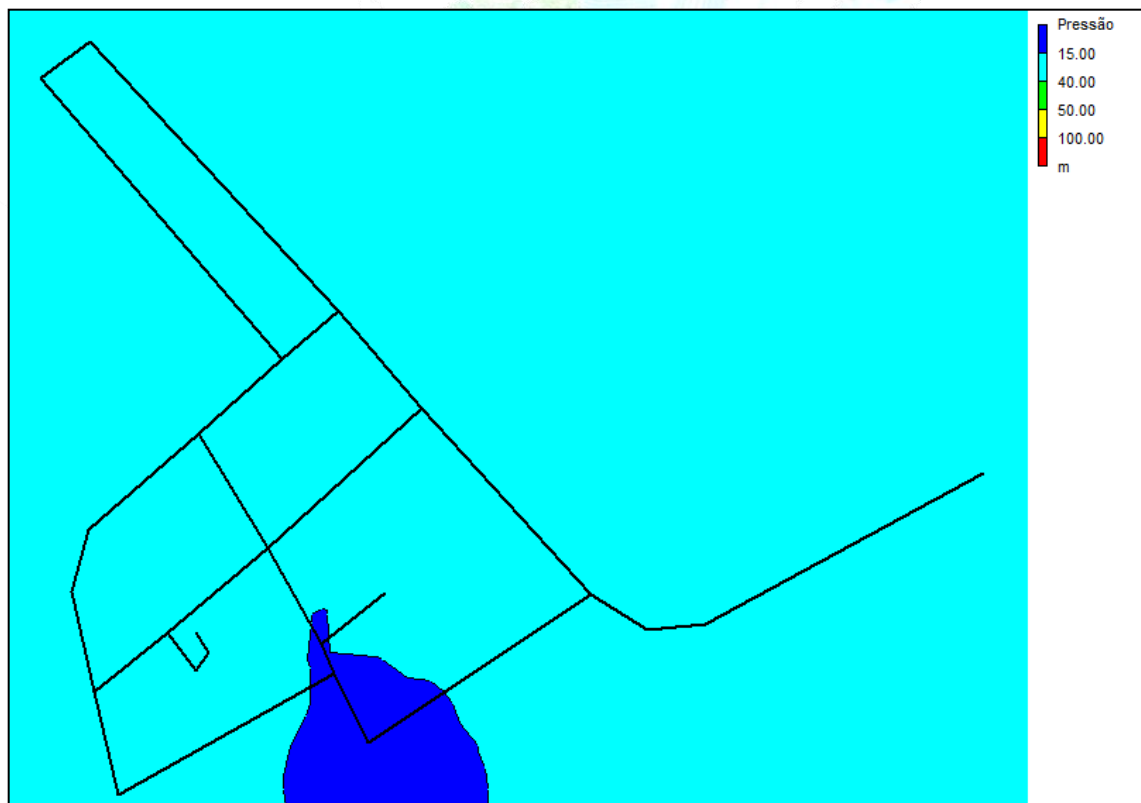


Figura 67 – Indicador de trecho com maior pressão Parte 02 – Pontal

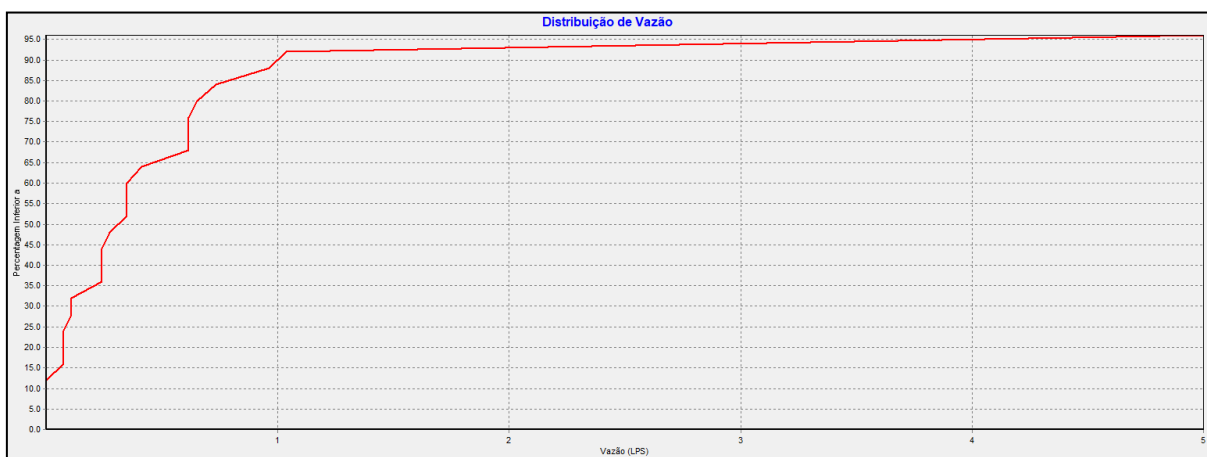


Gráfico 21 – Distribuição de vazão Parte 02 – Município de Pontal

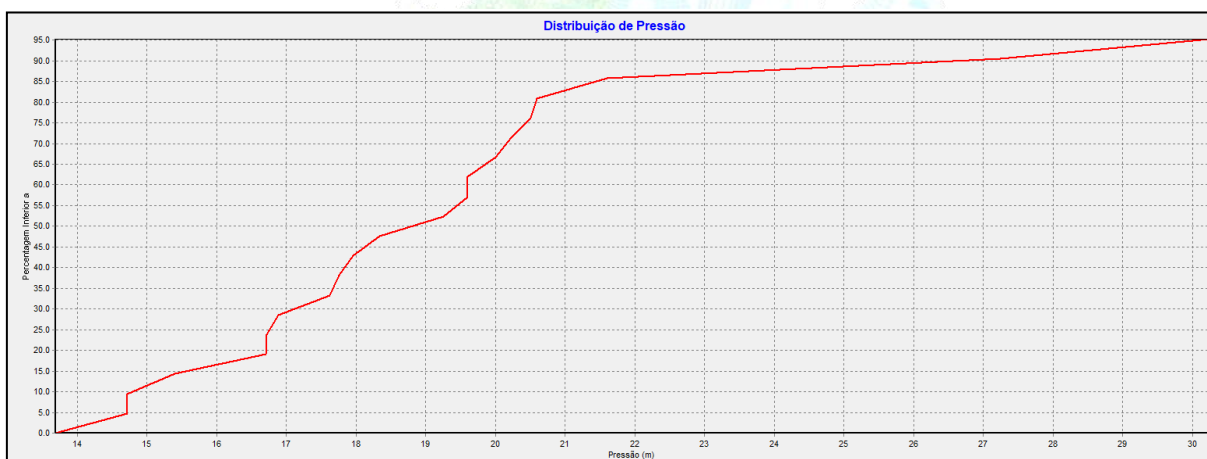


Gráfico 22 – Distribuição de Pressão Parte 02 – Município de Pontal

A seguir são apresentadas imagens da simulação hidráulica realizada no EPANET dos sistemas de abastecimento atual Pontal.



Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

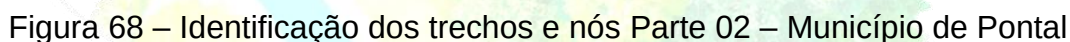


Tabela 51 – Resultados da Simulação nos trechos Parte 2 – Município de Pontal

Identificador do Trecho	Vazão	Velocidade	Perda de Carga	Fator de Atrito
	LPS	m/s	m/km	
Tubulação p5	5.00	2.55	134.65	0.020
Tubulação p8	0.65	0.33	3.09	0.028
Tubulação p9	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p10	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p11	0.08	0.04	0.06	0.038
Tubulação p12	0.27	0.14	0.62	0.031
Tubulação p13	0.35	0.18	0.97	0.030
Tubulação p14	0.73	0.37	3.85	0.027



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p15	0.62	0.31	2.78	0.028
Tubulação p16	0.62	0.31	2.78	0.028
Tubulação p17	0.62	0.31	2.78	0.028
Tubulação p18	0.35	0.18	0.97	0.030
Tubulação p19	0.35	0.18	0.97	0.030
Tubulação p20	0.11	0.06	0.11	0.036
Tubulação p21	0.11	0.06	0.11	0.036
Tubulação p22	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p23	0.24	0.12	0.49	0.032
Tubulação p24	0.24	0.12	0.49	0.032
Tubulação p25	0.24	0.12	0.49	0.032
Tubulação p26	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p27	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p28	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p29	1.04	0.53	7.30	0.026
Tubulação p30	0.96	0.49	6.38	0.026
Tubulação 1	0.41	0.21	1.32	0.029

Tabela 52 – Resultados da simulação nos nós Parte 02 – Município de Pontal

Identificador do Nó	Consumo	Carga Hidráulica	Pressão
	LPS	m	m
Nó n6	0.00	543.00	20.00
Nó n7	3.00	538.40	15.40
Nó n8	0.00	537.71	16.71
Nó n10	0.00	537.51	20.51
Nó n11	1.00	537.22	20.22
Nó n12	0.00	537.24	30.24
Nó n13	0.00	537.24	27.24
Nó n14	0.00	537.26	19.26
Nó n15	1.00	537.33	18.33
Nó n16	0.00	537.63	17.63
Nó n17	0.00	537.76	17.76
Nó n18	0.00	537.96	17.96
Nó n19	0.00	537.89	16.89
Nó n20	0.00	537.72	14.72
Nó n21	0.00	537.71	14.71
Nó n22	0.00	537.71	16.71
Nó n23	0.00	537.69	13.69
Nó n24	0.00	537.60	19.60
Nó n25	0.00	537.60	20.60
Nó n26	0.00	537.60	21.60
Nó n27	0.00	537.60	19.60



Conclusão da simulação hidráulica: Os nós destacados em vermelho são considerados críticos, pois apresentam pressões fora dos padrões normativas, entre 10 e 50 mca. Para os trechos com pressões inferiores a 10 mca, é recomendável a instalação de boosters na rede ou a elevação dos reservatórios que abastecem o setor, garantindo assim maiores cargas hidráulicas e consequente pressão.

Já nos trechos com pressões superiores a 50 mca, são locais prioritários para a realização de pesquisa de vazamentos não-visíveis, pois são locais susceptíveis a rompimento de redes devido a alta pressão.

Importante ressaltar que a maioria das pressões elevadas apresentadas, são identificadas nas redes de recalques pressurizadas, que possuem pressões mais elevadas normalmente para eficácia da distribuição nas redes do município, visto o fluxo do sistema no município de Pontal.

Tabela 53 – Relatório de Energia das Bombas dos Poços Setor 2 do Município de Pontal

Relatório de Energia					
Bomba	Percentagem	Rendimento	kWh	kW	kW
	Utilização	Médio	/m3	Médio	Máximo
BOMBA_P22	100.00	75.00	0.80	20.00	20.00

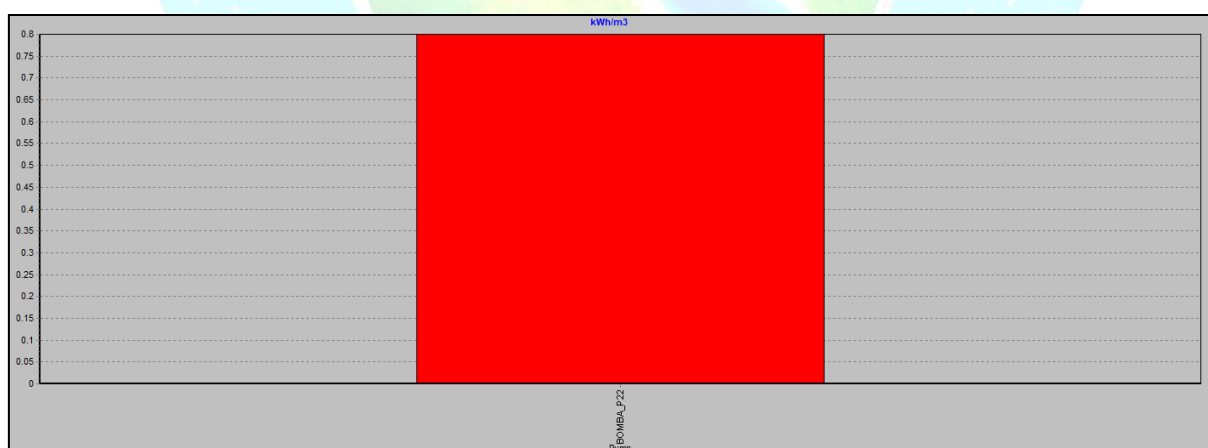


Gráfico 23 – Rendimento das Bombas Setor 02 do Município de Pontal



PARTE 03

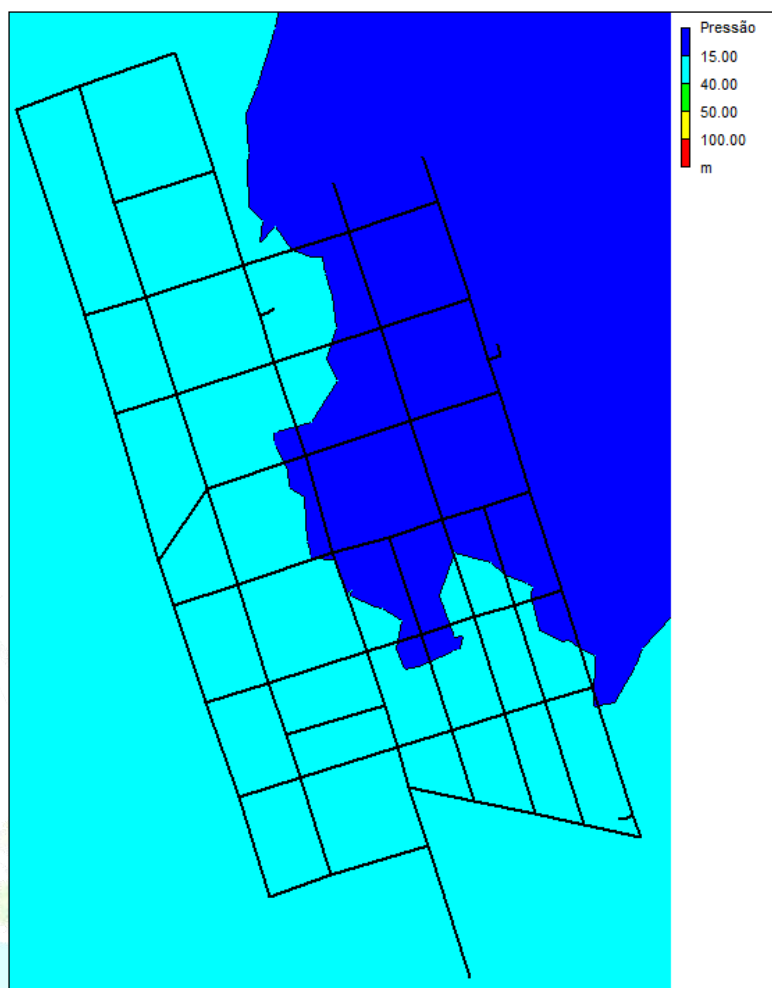


Figura 69 – Indicador de trecho com maior pressão Parte 03 – Pontal

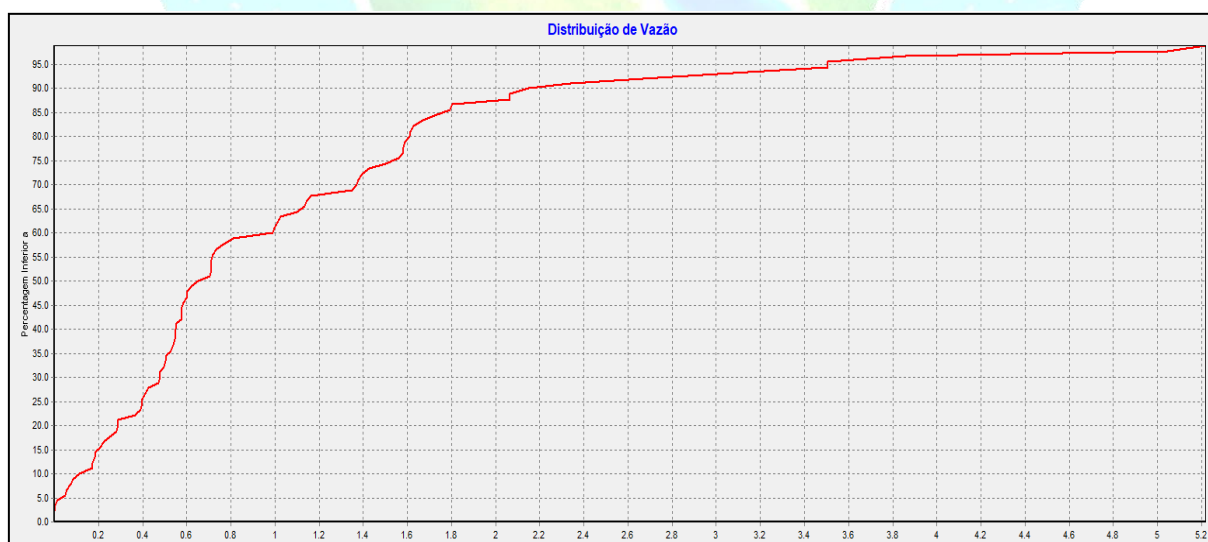


Gráfico 24 – Distribuição de vazão Parte 03 – Município de Pontal

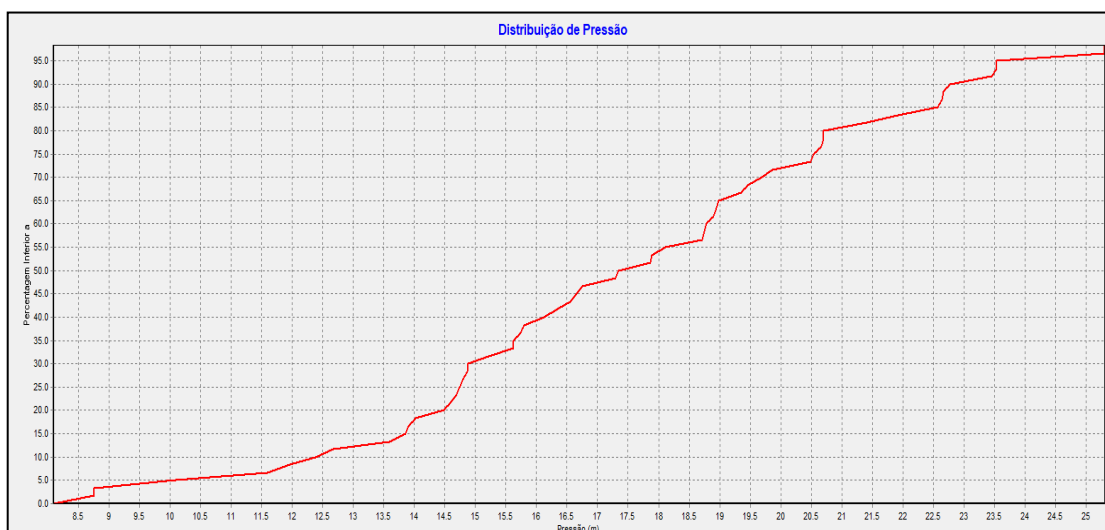


Gráfico 25 – Distribuição de Pressão Parte 03 – Município de Pontal

A seguir são apresentadas imagens da simulação hidráulica realizada no EPANET dos sistemas de abastecimento atual Pontal.

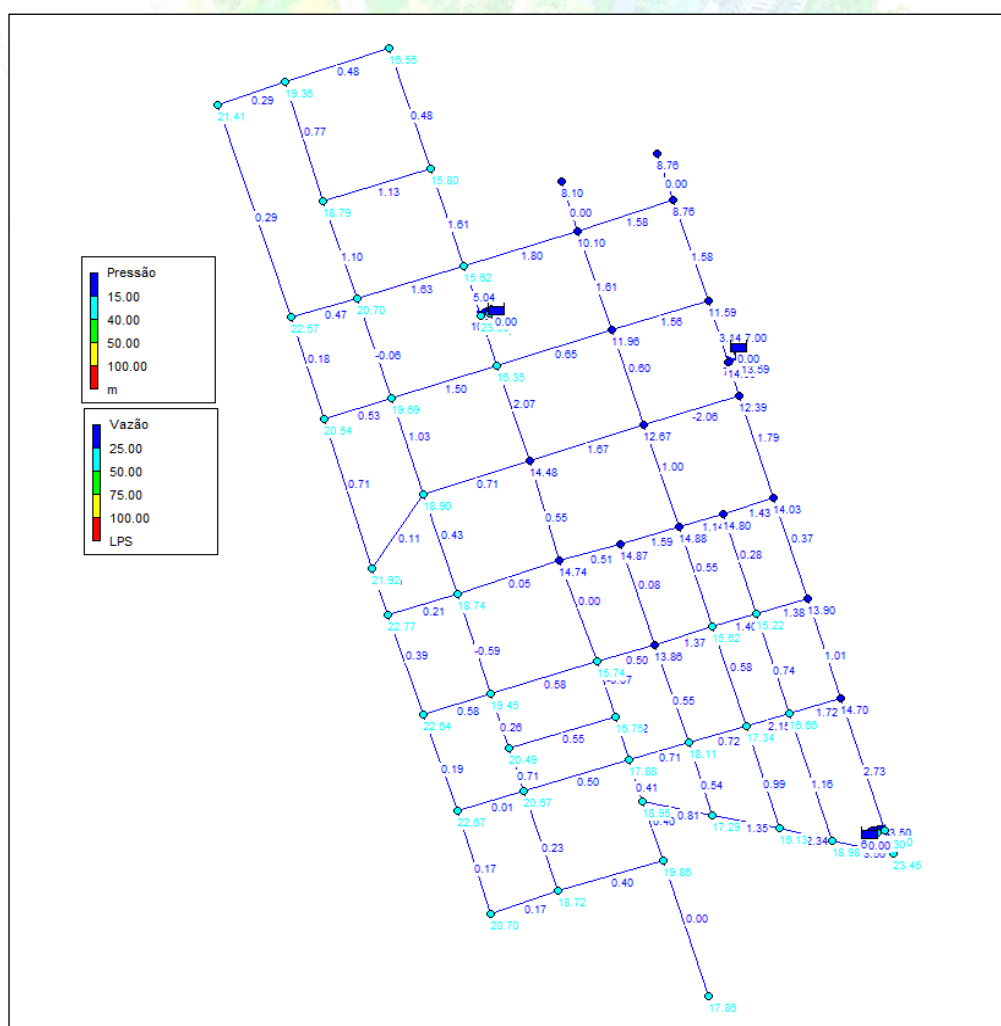


Figura 70 – Identificação dos trechos e nós Parte 03 – Município de Pontal



Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados obtidos com a simulação hidráulica do sistema de distribuição do município de Pontal, de acordo com os dados inseridos no software EPANET. Foram utilizados os dados do horário mais crítico da curva de consumo do município, calculados pela simulação, as 19:00 horas.

Tabela 54 – Resultados da Simulação nos trechos Parte 3 – Município de Pontal

Identificador do Trecho	Vazão	Velocidade	Perda de Carga	Fator de Atrito
	LPS	m/s	m/km	
Tubulação p2	2.73	1.39	44.01	0.022
Tubulação p3	1.72	0.88	18.73	0.024
Tubulação p4	2.15	1.09	28.20	0.023
Tubulação p5	0.72	0.37	3.70	0.027
Tubulação p6	0.71	0.36	3.59	0.027
Tubulação p7	0.50	0.25	1.88	0.029
Tubulação p8	0.01	0.01	0.00	0.055
Tubulação p9	0.19	0.09	0.30	0.033
Tubulação p10	0.39	0.20	1.21	0.030
Tubulação p11	0.60	0.31	2.66	0.028
Tubulação p12	0.71	0.36	3.65	0.027
Tubulação p13	0.18	0.09	0.30	0.033
Tubulação p14	0.29	0.15	0.68	0.031
Tubulação p15	0.29	0.15	0.68	0.031
Tubulação p16	0.48	0.24	1.74	0.029
Tubulação p17	0.48	0.24	1.74	0.029
Tubulação p18	1.13	0.58	8.62	0.025
Tubulação p20	1.10	0.56	8.15	0.025
Tubulação p21	0.47	0.24	1.70	0.029
Tubulação p22	1.63	0.83	16.84	0.024
Tubulação p23	1.80	0.92	20.40	0.024
Tubulação p24	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p25	1.61	0.82	16.59	0.024
Tubulação p26	0.60	0.31	2.66	0.028
Tubulação p27	1.00	0.51	6.78	0.026
Tubulação p28	0.55	0.28	2.26	0.028
Tubulação p29	0.58	0.29	2.47	0.028
Tubulação p30	0.99	0.50	6.72	0.026
Tubulação p31	2.34	1.19	33.01	0.023
Tubulação p32	3.50	1.78	69.73	0.021
Tubulação p33	3.50	1.78	69.73	0.021



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p34	1.16	0.59	9.06	0.025
Tubulação p35	0.74	0.38	3.89	0.027
Tubulação p36	0.28	0.14	0.66	0.031
Tubulação p37	1.14	0.58	8.77	0.025
Tubulação p38	1.59	0.81	16.12	0.024
Tubulação p39	0.51	0.26	1.94	0.029
Tubulação p40	0.05	0.03	0.03	0.039
Tubulação p41	0.21	0.11	0.38	0.033
Tubulação p42	1.35	0.69	11.91	0.025
Tubulação p43	0.81	0.41	4.65	0.027
Tubulação p44	0.41	0.21	1.33	0.029
Tubulação p45	0.40	0.20	1.25	0.030
Tubulação p46	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p47	0.40	0.20	1.25	0.030
Tubulação p48	0.17	0.09	0.26	0.034
Tubulação p49	0.17	0.09	0.26	0.034
Tubulação p50	0.23	0.12	0.44	0.032
Tubulação p51	0.59	0.30	2.53	0.028
Tubulação p52	0.43	0.22	1.41	0.029
Tubulação p53	0.71	0.36	3.63	0.027
Tubulação p54	1.67	0.85	17.67	0.024
Tubulação p55	2.06	1.05	26.18	0.023
Tubulação p56	1.79	0.91	20.15	0.024
Tubulação p57	1.43	0.73	13.19	0.025
Tubulação p58	0.37	0.19	1.06	0.030
Tubulação p59	1.01	0.51	6.97	0.026
Tubulação p60	1.38	0.70	12.35	0.025
Tubulação p61	1.40	0.71	12.69	0.025
Tubulação p62	1.37	0.70	12.24	0.025
Tubulação p63	0.50	0.26	1.91	0.029
Tubulação p64	0.58	0.30	2.49	0.028
Tubulação p65	0.58	0.29	2.47	0.028
Tubulação p66	1.58	0.81	15.96	0.024
Tubulação p67	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubulação p68	1.61	0.82	16.54	0.024
Tubulação p70	2.07	1.05	26.18	0.023
Tubulação p71	0.55	0.28	2.29	0.028
Tubulação p72	0.00	0.00	0.00	1.441
Tubulação p73	0.07	0.04	0.06	0.038
Tubulação p74	0.62	0.32	2.83	0.028
Tubulação p75	0.55	0.28	2.23	0.028
Tubulação p76	0.08	0.04	0.07	0.037
Tubulação p77	0.55	0.28	2.26	0.028
Tubulação p78	0.54	0.27	2.17	0.028



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tubulação p79	1.56	0.80	15.61	0.024
Tubulação p80	0.65	0.33	3.11	0.028
Tubulação p81	1.50	0.76	14.47	0.024
Tubulação p82	0.53	0.27	2.11	0.028
Tubulação p83	1.03	0.52	7.15	0.026
Tubulação p84	0.06	0.03	0.03	0.039
Tubulação p87	1.58	0.81	15.96	0.024
Tubulação p88	0.11	0.06	0.12	0.036
Tubulação p90	3.86	1.96	83.29	0.021
Tubulação p91	3.14	1.60	56.98	0.022
Tubulação p92	0.71	0.36	3.64	0.027
Tubulação p93	0.26	0.13	0.55	0.032
Tubulação 1	0.77	0.39	4.18	0.027
Tubulação 2	5.04	2.57	136.85	0.020
Tubulação 5	5.22	2.66	145.72	0.020

Tabela 55 – Resultados da simulação nos nós Parte 03 – Município de Pontal

Identificador do Nó	Consumo	Carga Hidráulica	Pressão
	LPS	m	m
Nó n2	0.00	563.30	25.30
Nó n3	0.00	556.70	14.70
Nó n4	0.00	555.66	16.66
Nó n5	3.00	554.34	17.34
Nó n6	0.00	554.11	18.11
Nó n7	0.00	553.88	17.88
Nó n8	0.00	553.67	20.67
Nó n9	0.00	553.67	22.67
Nó n10	0.00	553.64	22.64
Nó n11	0.00	553.77	22.77
Nó n12	0.00	553.92	21.92
Nó n13	0.00	554.54	20.54
Nó n14	0.00	554.57	22.57
Nó n15	0.00	554.41	21.41
Nó n16	0.00	554.36	19.36
Nó n17	0.00	554.55	16.55
Nó n18	0.00	554.80	15.80
Nó n19	3.00	553.79	18.79
Nó n21	0.00	554.70	20.70
Nó n22	0.00	556.62	15.62
Nó n23	5.00	554.10	10.10
Nó n24	0.00	554.10	8.10
Nó n25	0.00	555.96	11.96
Nó n26	0.00	555.67	12.67



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Nó n27	0.00	554.88	14.88
Nó n28	0.00	554.62	15.62
Nó n29	0.00	555.13	16.13
Nó n30	0.00	556.98	18.98
Nó n31	0.00	561.45	23.45
Nó n32	1.00	555.22	15.22
Nó n33	0.00	555.30	14.80
Nó n34	1.00	553.87	14.87
Nó n35	0.00	553.74	14.74
Nó n36	0.00	553.74	18.74
Nó n37	0.00	554.29	17.29
Nó n38	0.00	553.95	18.95
Nó n39	0.00	553.86	19.86
Nó n40	0.00	553.86	17.86
Nó n41	0.00	553.72	18.72
Nó n42	0.00	553.70	20.70
Nó n43	2.00	553.45	19.45
Nó n44	0.00	553.90	18.90
Nó n45	5.00	553.48	14.48
Nó n46	0.00	558.39	12.39
Nó n47	0.00	556.03	14.03
Nó n48	0.00	555.90	13.90
Nó n49	1.50	553.86	13.86
Nó n50	0.00	553.74	15.74
Nó n51	0.00	557.59	11.59
Nó n52	0.00	555.76	8.76
Nó n53	0.00	555.76	8.76
Nó n54	1.00	556.35	16.35
Nó n55	0.00	553.75	16.75
Nó n56	1.00	553.49	20.49
Nó n57	0.00	554.69	19.69
Nó n59	0.00	561.59	14.59
Nó n62	0.00	564.53	23.53
Nó n63	0.00	564.53	23.53
Nó 1	0.00	563.30	25.30
Nó 2	0.00	561.59	13.59

Conclusão da simulação hidráulica: Os nós destacados em vermelho são considerados críticos, pois apresentam pressões fora dos padrões normativas, entre 10 e 50 mca. Para os trechos com pressões inferiores a 10 mca, é recomendável a



instalação de boosters na rede ou a elevação dos reservatórios que abastecem o setor, garantindo assim maiores cargas hidráulicas e consequente pressão.

Já nos trechos com pressões superiores a 50 mca, são locais prioritários para a realização de pesquisa de vazamentos não-visíveis, pois são locais susceptíveis a rompimento de redes devido a alta pressão.

Importante ressaltar que a maioria das pressões elevadas apresentadas, são identificadas nas redes de recalques pressurizadas, que possuem pressões mais elevadas normalmente para eficácia da distribuição nas redes do município, visto o fluxo do sistema no município de Pontal.

Tabela 56 – Relatório de Energia das Bombas dos Poços Parte 3 do Município de Pontal

Relatório de Energia					
Bomba	Percentagem	Rendimento	kWh	kW	kW
	Utilização	Médio	/m3	Médio	Máximo
BOMBA_P21	100.00	75.00	0.89	20.00	20.00
BOMBA_P20	100.00	75.00	0.79	20.00	20.00
BOMBA_P19	100.00	75.00	0.90	33.33	33.33

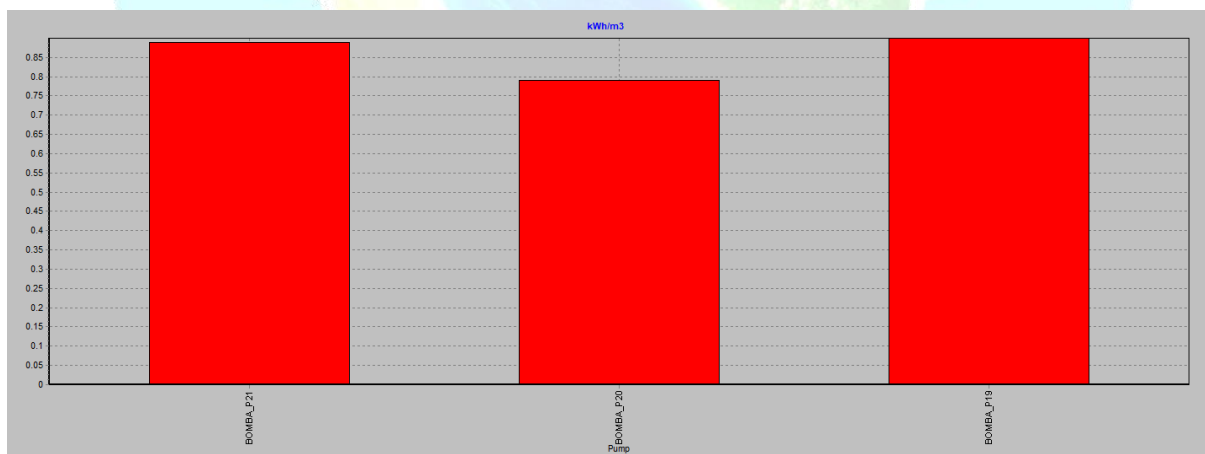


Gráfico 26 – Rendimento das Bombas Parte 03 do Município de Pontal



11. RELATÓRIO DE PROGNÓSTICO

Os consumos autorizados e não cobrados (carros pipa) devem ser medidos para que tenham o mesmo rigor de controle de outros consumos do sistema. Entende esta consultora que deve ser estabelecidas tarifas para estes consumos especiais, mesmo que em regime diferenciado/subsidiado.

O consumo per capita e informação primordial, juntamente com as projeções populacionais, para avaliação da demanda atual e definição do cenário para atendimento das demandas futuras. O trabalho de identificação do consumo *per capita* deve ser desenvolvido com o dimensionamento das perdas reais e aparentes. A divisão do consumo micromedido pela população abastecida proporciona o *per capita* micromedido que pode ainda conter os erros da perda aparente, pelas condições de instalação, especificação, idade e qualidade dos hidrômetros.

Assim, associado as ações de um programa de micromedição deve estar projetado um aumento do per capita pela redução das perdas aparentes. O aumento do nível de renda da população também tem reflexos no aumento do consumo per capita. O per capita adotado para final de plano foi de **200 l/hab.*dia**.

O balanço hídrico indica que as perdas na distribuição são bem controladas com os distritos de medição e controle (DMCs) hoje existente. Com a implantação de DMCs adicionais previstos, com um programa de redução de perdas aparente e operacionais e possível inferir que as perdas caiam para valores inferiores a 20%, índice previsto para o final do cenário de planejamento.

Duas observações aqui são cabíveis:

- Perdas reduzidas além de proporcionarem redução de custos operacionais, proporcionam um prolongamento da vida útil do sistema produtivo.
- Perdas elevadas impedem o acesso a recursos para investimentos, pois se sabe que a orientação é de não dar recursos para se jogar água fora, ou seja, primeiro se reduz a perda para depois se pensar em aumento de produção.

Em resumo, a gestão de perdas do sistema de abastecimento de água de Pontal está na direção certa e todo o incentivo deve ser proporcionado para que assim continue.



11.1. PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Desde 1977, no Brasil, o estabelecimento das normas e do padrão de potabilidade de água a serem seguidos para a minimização dos riscos à saúde pública é de responsabilidade do Ministério da Saúde. Após publicação da primeira portaria de potabilidade (PRT BSB n.º 56/1977), foram realizadas cinco atualizações dessa norma, sendo a última publicada em maio de 2021 – PRT GM/MS n.º 888/2021.

No Brasil, desde 1977, com a instituição do Decreto n.º 79.367/1977, foi designado ao Ministério da Saúde (MS) a competência do estabelecimento das normas e dos padrões de potabilidade de água a serem seguidos, abrangendo definições, características da qualidade da água potável, amostragem e métodos analíticos (BRASIL, 1997). Em consonância ao decreto, foi publicada a primeira Portaria de Potabilidade da água para consumo humano no Brasil, PRT BSB n.º 56/1977. A revisão da Portaria BSB n.º 56/1977 foi orientada pelos guias publicados pela OMS na década de 80, culminando com a publicação da Portaria GM n.º 36, em 19 de janeiro de 1990. Após esse ano, sucederam-se, entre 1990 a 2017, quatro atualizações da norma correspondentes à: PRT GM n.º 36/1990, PRT n.º 1.469/2000, PRT GM/MS n.º 518/2004 e PRT GM/MS n.º 2.914/2011, inserida no Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5/2017 (BRASIL, 2020a). Em maio de 2021, foi instituída nova portaria de potabilidade, em revisão e substituição do Anexo XX da portaria de 2017. Cabe dizer que compete ao Ministério da Saúde promover, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS)/MS, a revisão do texto da portaria de potabilidade no prazo de cinco anos ou a qualquer tempo. Os órgãos governamentais e não-governamentais, de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação, poderão requerer a revisão deste Anexo, mediante solicitação justificada, sujeita a análise técnica da SVS/MS (BRASIL, 2021).

Em 07/05/2021 foi publicada a **Portaria GM/MS n.º 888 que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação n.º 5** para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão



de potabilidade. A nova Portaria entrou em vigor na data de sua publicação, isto é, ela já está valendo.

Entre as principais alterações, podemos destacar mudanças nos textos das definições, alterações nas responsabilidades das autoridades públicas e dos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água, adequações nos escopos analíticos de monitoramento e seus VMPs (Valor Máximo Permitido) e mudanças nos Planos de Amostragem.

A Portaria 888, assim como a anterior PRC nº 5 Anexo XX, é aplicada aos responsáveis pelos **Sistemas de Abastecimento de Água** (Ex.: Concessionárias) ou pelas **Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água** (Ex.: Poços Artesianos em empresas).

Abaixo elencamos as principais alterações nos parâmetros de análise que compõem o padrão de potabilidade:

- **Contagem de Bactérias Heterotróficas:** Foi retirada a recomendação em monitorar o parâmetro **Contagem de Bactérias Heterotróficas** (antigo Art. 28). A análise de Contagens de Bactérias Heterotróficas era utilizada para avaliar a **integridade do sistema** de distribuição (reservatório e rede) e seu limite recomendado era de **500 UFC/ml**.
- **Vírus Entéricos:** Foi retirada a recomendação em monitorar o parâmetro **Vírus Entéricos** (antigo Art. 29) nos pontos de captação de água proveniente de **mananciais superficiais**.
- **Turbidez (Art. 28)**
 - A frequência para monitorar a Turbidez na saída do tratamento pós-desinfecção (fonte subterrânea) mudou de 2x por semana para 1x por semana na nova Portaria.
 - O VMP na saída do tratamento para pós-desinfecção de água subterrânea é 1 uT.
 - Além disso, foi incluído o processo por filtração em membranas.
 - Quando a SAA ou SAC não tiver como monitorar os leitos filtrantes de forma separada, a Portaria permite que seja



monitorada a mistura, desde que se comprove a impossibilidade de fazer de forma individualizada.

- **Escherichia coli e Esporos de Bactérias Aeróbias (Art. 29)**

- Uma das grandes novidades da Portaria foi a troca dos ensaios de **Giardia e Cryptosporidium** por **Esporos de Bactérias Aeróbias** para **mananciais superficiais**. Esse ensaio é realizado quando for identificada média geométrico móvel dos últimos 12 meses de monitoramento maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100mL.
- Esse parâmetro visa avaliar a eficiência de remoção da Estação de Tratamento de Água (ETA) por meio do monitoramento semanal de Esporos de Bactérias Aeróbias.
- **Motivo da troca:** o novo ensaio é menos complexo e mais barato de fazer.
- **O que são Esporos de Bactérias Aeróbias?** Esporos são células metabolicamente dormentes, altamente resistentes a estresse químicos e físicos.
- Similaridades entre **Cryptosporidium** e **Esporos de Bactérias Aeróbias** (ciclo de vida, semelhanças anatômicas e morfológicas, carga elétrica, hidrofobicidade, transporte, retenção, sobrevivência) tornam esta última um indicador de remoção de protozoários da água.
- Na prática não muda nada para quem possui **poços artesianos**, visto que essa é uma determinação para **responsáveis de sistemas de água superficial**.

- **Residuais de Desinfetante (Art. 32)**

- Continua sendo **obrigatório a manutenção** de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado, ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Entretanto, a nova portaria inclui a obrigatoriedade de se manter também teores mínimos de desinfetante nos **pontos de consumo**.



- **Removeram** a recomendação de manutenção de teor máximo de cloro residual livre de **2 mg/L**. O VMP para esse parâmetro continua sendo 5 mg/L.
- **Compostos Isocianuratos Clorados (Art. 34)**
 - Se forem utilizados desinfetantes de compostos isocianuratos clorados (Exemplo: **Tricloro**), o padrão a ser monitorado será cloro residual livre.
- **Radioatividade (Art. 37):**
 - Na antiga Portaria, solicitava-se a análise de **Rádio 226 e 228**. Na nova Portaria, o que se pede é realizar inicialmente uma **triagem** (por meio de **Alfa Total e Beta Total**) para avaliar se existem indícios de material radioativo na água. Caso existam, parte-se para uma análise mais aprofundada.
 - **Pontos de amostragem:** O ponto de amostragem é a **rede de distribuição** no caso da SAA (exemplo, adutora) e **ponto de consumo** no caso de SAC (exemplo, torneira).
- **Ferro e Manganês (Art. 38):**
 - O texto do artigo 38 não é novo, mas achamos que vale lembrá-lo.
 - Se a SAA ou SAC apresentam elevados teores de **ferro e manganês** e não conseguem removê-los por completo em seus processos de tratamento, permitem-se valores superiores aos VMPs desde que se utilize um produto que **complexe** os ions Fe^{2+} e Mg^{2+} com, por exemplo, **Poliortofosfato** e atenda aos limites excepcionais citados acima.
- **Nitrito e Nitrato (Art.39)**
 - De maneira geral, o Valor Máximo Permitido (VMP) desses parâmetros não foi alterado. Entretanto, segundo o Art.39, agora deve-se somar as razões de cada um divididas pelo seus VMPs (informado no Anexo 9) e a soma **não deve exceder 1**.
 - Vale ressaltar que os resultados individuais de cada parâmetro ainda devem atender seus VMPs respectivos.



- **pH:**

- **Removeu-se** a faixa de recomendação para valores de pH que era de **6,0 a 9,5** na antiga portaria (Art. 39º).
- Os valores de pH que aparecem são para orientar sobre o **tempo de contato** nos processos de desinfecção por **Cloro** tanto em **água superficial** (Anexo 3) como em **água subterrânea** (Anexo 6), visto que é sabido que o valor de pH interfere no poder de desinfecção do mesmo.

Plano de amostragem para SAC – Água Subterrânea (caso de Pontal):

- **Água Bruta (Art. 42 – § 2º)**

- Os responsáveis por SAC Água Subterrânea devem analisar **1 amostra semestral** da água bruta em **cada ponto de captação**.
- **Escopo analítico:** Turbidez, Cor Verdadeira, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Condutividade Elétrica e parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos do Anexo 9.
- **Valor Máximo Permitido:** Vide anexos.

- **Saída do tratamento**

- **Anexos 1, 9 e 11**

- Os responsáveis por SAC Água Subterrânea devem analisar **1 amostra semestral** da água na saída do tratamento.
- **Escopo analítico:** Parâmetros microbiológicos do Anexo 1, parâmetros inorgânicos, orgânicos, agrotóxicos e subprodutos de desinfecção do Anexo 9 e parâmetros organolépticos do Anexo 11.
- **Valor máximo Permitido:** Vide tabelas do Anexos no final do texto.

- **Cloro Livre**

- Os responsáveis por SAC Água Subterrânea devem analisar **1 amostra diária** para **Cloro Livre** na saída do tratamento.
- **Valor máximo Permitido:** 0,2 a 5,0 mg/L.



• Turbidez

- Os responsáveis por SAC Água Subterrânea devem analisar **1 amostra semanal** para **Turbidez** na saída do tratamento.
- Valor máximo Permitido:** 1 uT.

• Pontos de Consumo + Saída do Tratamento

• Escopo SS 65

- Os responsáveis por SAC Água Subterrânea devem analisar **1 amostra mensal** na saída do tratamento **mais 1 amostra a cada 1000 usuários** nos pontos de consumo, **também mensal**.
- Escopo analítico:** Coliformes Totais, *Escherichia coli*, Cor Aparente, Turbidez, pH, Cloro Residual Livre, Odor, Gosto e Fluoreto, atendendo a **Resolução SS 65** (isso vale para o Estado de São Paulo).
- OBS:** Conforme Art.12 Item II, os Estados têm autoridade para elaborar normas pertinentes à vigilância da qualidade da água complementares à disciplina nacional. Por isso, entendemos que, no Estado de São Paulo, a Resolução SS 65, apesar de anterior à nova Portaria, tem efeito complementar.
- Valor Máximo Permitido:** Vide tabelas do Anexos no final do texto.

• Radioatividade

- Os responsáveis por SAC Água Subterrânea devem analisar **1 amostra semestral** em pelo menos um **ponto de consumo**.
- Escopo analítico:** Alfa Total e Beta Total
- Valor Máximo Permitido:** 0,5 Bq/L e 1,0 Bq/L, respectivamente.

Segue um esquema que exemplifica um Plano de Amostragem para SAC de Água Subterrânea:

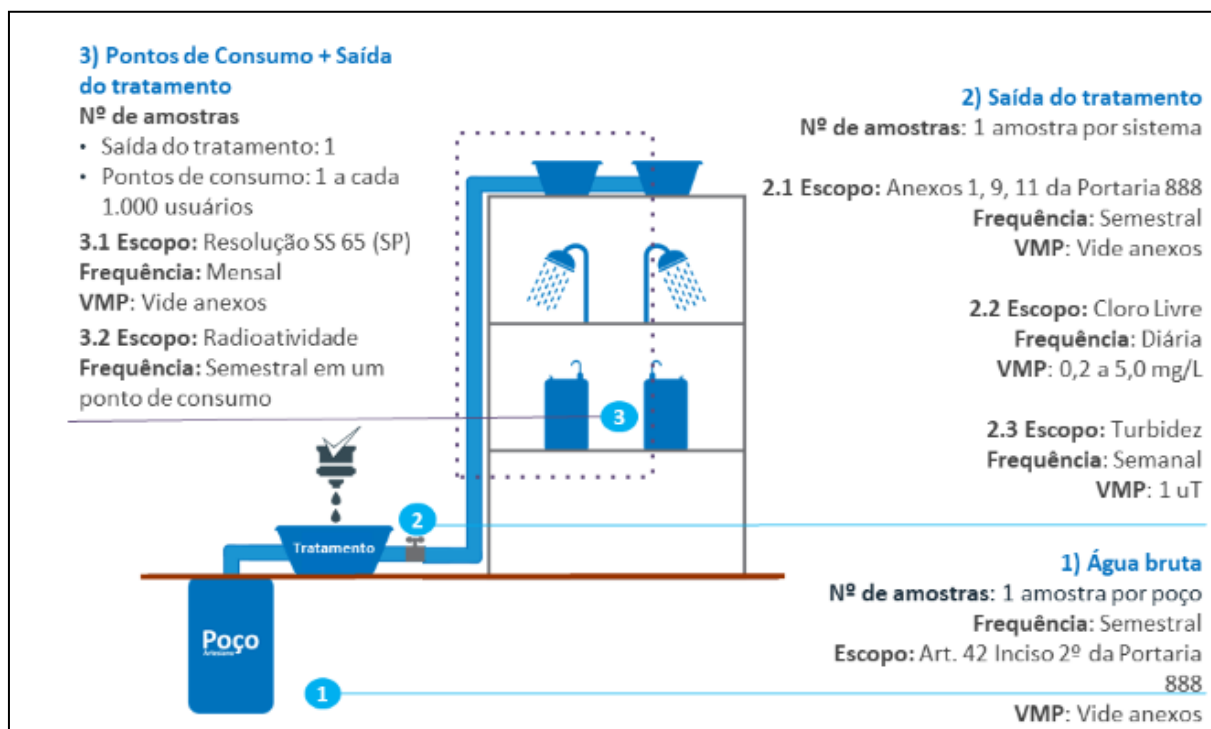


Figura 71 – Esquema de Plano de Amostragem para Água Subterrânea

*VMP – Valor Máximo Permitido.

O esquema acima descreve um modelo de monitoramento para sistemas de Solução Alternativa Coletiva (SAC) considerando a matriz de água, a frequência de análise e o escopo analítico pertinente segundo a legislação.

Link para acesso à Portaria integral, com seus anexos, tabelas e especificações supracitadas.

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>

12. PROJETO DE SETORIZAÇÃO

O sistema proposto foi projetado e dimensionado conforme normas previstas pela ABNT visando atender as necessidades básicas da evolução populacional projetada para o município.



12.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Para a realização dos cálculos e determinação dos parâmetros hidráulicos projetados para os setores de abastecimento de água do município, é necessário a estimativa de crescimento populacional e consequentemente determinação do número de ligações de cada setor para o final do plano.

Cálculo de crescimento populacional, com horizonte de projeto até 2045:

População atual total (IBGE 2022 - Censo) = 37.607 habitantes;

Taxa geométrica de Crescimento Anual da População (SEADE 2010-2020) = 2,07%.

Para obtenção dos dados populacionais para o horizonte de projeto do município de Pontal, foram utilizados os dados apresentados pelo Sistema de Projeções Populacionais para os municípios do Estado de São Paulo, do próprio SEADE, que disponibiliza estes dados através do seguinte link (<https://populacao.seade.gov.br/evolucao-populacional-esp/>).

A Fundação Seade realiza, mensalmente, uma pesquisa nos Cartórios de Registro Civil de todos os municípios do Estado de São Paulo, coletando informações detalhadas sobre o registro legal dos eventos vitais – nascimentos, casamentos e óbitos –, que compõem a base de dados das estatísticas vitais paulistas. Esses dados, associados àqueles provenientes dos Censos Demográficos, possibilitam o acompanhamento contínuo da dinâmica demográfica do Estado, de forma tanto agregada como desagregada por regiões, municípios e distritos da capital.

Esse conjunto detalhado de informações habilita a Fundação Seade a adotar metodologia de projeção que, reconhecidamente, soma uma série de vantagens em relação a outros métodos. Trata-se do “método dos componentes demográficos”, cujo processo analítico, que destaca o papel da fecundidade, da mortalidade e da migração no crescimento populacional, possibilita a construção de hipóteses de projeção mais seguras e eficazes, para áreas de diferentes características e dimensões, além de simular o mecanismo real de reprodução da população e



permitir certo controle sobre o resultado final, no qual efeitos e consequências na composição e no volume da população podem ser explicados demograficamente.

O método dos componentes demográficos parte da divisão da população de base em cortes, sendo que para cada corte são aplicados os correspondentes indicadores de fecundidade, mortalidade e migração. Assim, torna-se possível calcular a população do próximo período de projeção, que será a base da população para o período seguinte e, assim, sucessivamente até a extensão final a ser projetada. A população de base considerada nas projeções ora disponibilizadas é aquela por idade e sexo recenseada, em 2010, pelo IBGE.

Na primeira etapa de execução do método dos componentes demográficos, são elaboradas as projeções de população, por sexo e grupos de idade, para o Estado de São Paulo e suas regiões administrativas. Em um segundo momento, projetam-se as populações municipais, cujos resultados posteriormente são compatibilizados, de modo que a soma de suas populações corresponda à projeção populacional de cada região administrativa, em cada período de projeção. No caso dos distritos do Município de São Paulo, adota-se procedimento análogo, sendo que a compatibilização é feita com projeção da população anteriormente elaborada para este município.

Esta metodologia apresenta-se como a mais adequada para realizar projeções populacionais, por reproduzir o processo de crescimento demográfico e permitir o acompanhamento analítico dos resultados finais, conforme se verifiquem as hipóteses esperadas no futuro. Essa avaliação não seria possível se fossem empregadas metodologias de projeção puramente matemáticas.

A definição da população segundo a situação urbana e rural, para todos os municípios paulistas, é a existente nos Censo Demográficos do IBGE. Para projetar a população segundo essa situação, aplicou-se o método da função logística, devido às características da sua evolução no Estado de São Paulo.

Foram consideradas as proporções da população urbana e rural observadas em 2000, 2010 e 2022, para cada um dos 645 municípios paulistas, tendo sido realizado um ajuste específico para cada município, dependendo do comportamento registrado pela proporção de sua população rural e de sua correspondente região administrativa.



A população rural até 2050, para cada município, resultou da aplicação da série de proporções rurais projetadas à correspondente série da população total projetada anteriormente pelo método dos componentes demográficos. Por sua vez, a população urbana projetada resultou da diferença entre a projeção da população total e a rural.

A projeção dos domicílios particulares permanentes ocupados tem como ponto de partida a projeção da população residente no Estado de São Paulo. O pressuposto é de que a população residente constitui a demanda potencial por domicílios. A metodologia empregada para projetar os domicílios considerou as informações censitárias existentes sobre as “pessoas responsáveis pelos domicílios”, desagregadas por faixas etárias, e as correspondentes relações desse grupo com a população. Tais relações, ou taxas, representam a proporção de pessoas, de determinada faixa etária, responsáveis por domicílios.

A seguir são apresentados os dados de projeção populacional para o município de Pontal, retirados do SEADE, para o ano de 2045, horizonte de projeto deste Plano de Combate a Perdas.

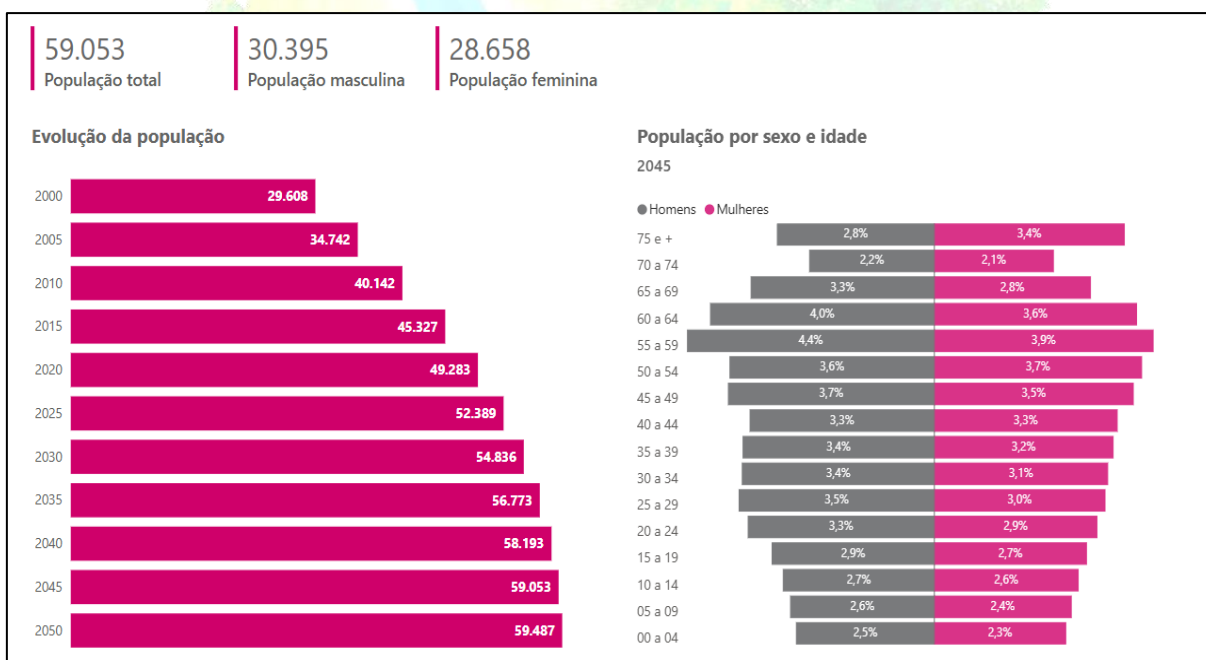


Figura 72 – Evolução populacional Pontal, segundo SEADE.



Divisão Regional	Região Administrativa	Município	Ano
Região Administrativa	Todos	Pontal	2045
59.053	30.395	28.658	
População total	População masculina	População feminina	

Figura 73 – População de Pontal em 2045, segundo SEADE.

Importante ressaltar, que apesar de o município possuir uma taxa atual de crescimento de 2,07% ao ano (entre 2010-2020, últimos censos) conforme dados apresentados, a projeção é que as taxas de crescimento sofram diminuição para os próximos anos, segundo o SEADE.

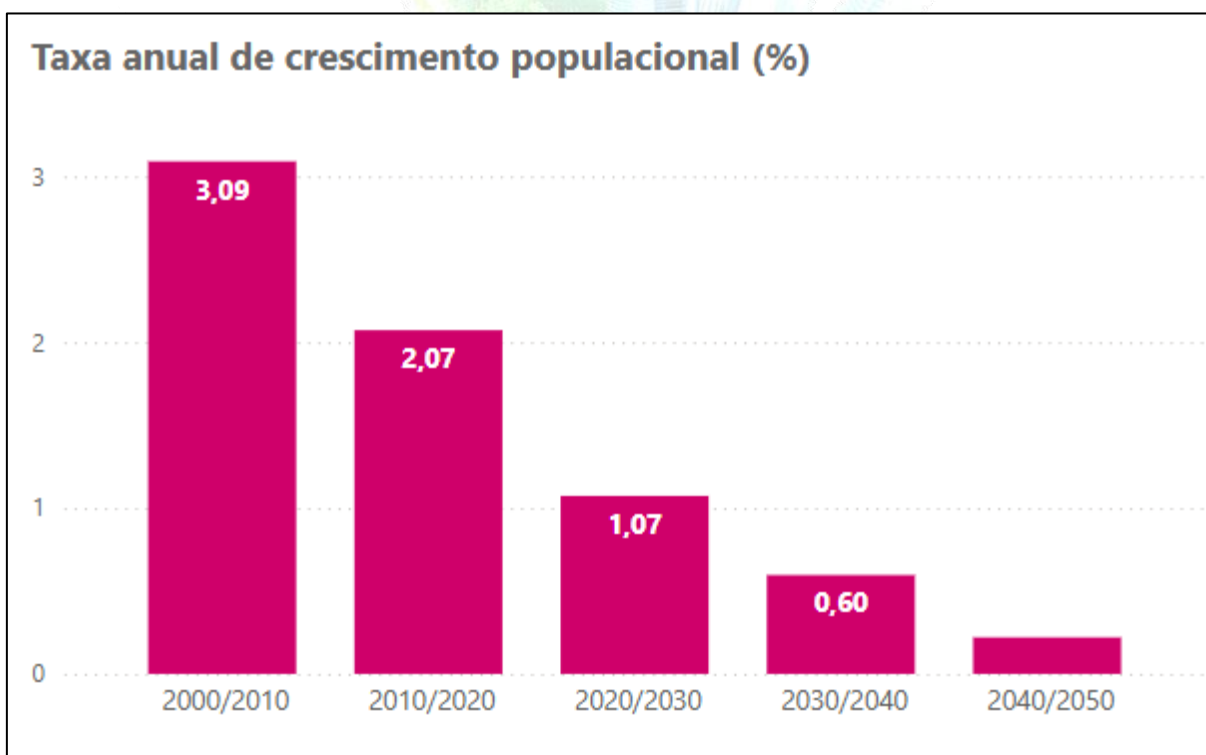


Figura 74 – Evolução de taxas de crescimento anual da população de Pontal

Portanto, de acordo com os dados fornecidos pelo SEADE e apresentados neste relatório, a população total estimada de Pontal em 2045 será de 59.053 habitantes. Portanto, haverá um **acréscimo de 21.446 hab.** em relação à população atual (2022 – Censo IBGE).

Portanto, para a realização do prognóstico, foram considerados para a estimativa de vazão de demanda de final de plano, o número de ligações atuais,



somados aos 21.446 habitantes projetados, com coeficiente per capita de 200 l/hab.dia, indicação normativa mínima para a projeção de sistemas de abastecimento de água, distribuídos linearmente nos 03 setores atuais.

A tabela abaixo apresenta a relação dos setores de abastecimento de água do Projeto de Setorização para o município de Pontal.

Tabela 57 – Relação dos setores no município com ligações totais de água

SETOR	NÚMEROS DE LIGAÇÕES ATUAL	NÚMEROS DE LIGAÇÕES PROJETADAS
01	13.257	20.864
02	693	1.030
03	108	170

Para os cálculos da reserva necessária e projeção de demanda serão utilizados os parâmetros hidráulicos seguintes:

- Número de habitantes por ligação: 3,0 hab./ligação;
- Cota per capita por habitante: **200 L/hab.dia**;
- Coeficiente do dia de maior consumo: 1,20
- Coeficiente da hora de maior consumo: 1,50
- Volume de reserva: $1/3 \times$ Volume dia de maior consumo (08 horas/dia)

12.2. CÁLCULOS ATUALIZADOS DE DEMANDA DOS SETORES

As imagens a seguir apresentam as memórias de cálculo com os dados de vazão e volume de reserva para os três setores do município, já considerando os números de ligações projetadas e coeficiente per capita para final de plano, calculado para o horizonte de projeto de 20 anos no município de Pontal e com as intervenções propostas.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

SETOR 01 - CIDADE			
Dados iniciais:			
Número de ligações =	20.864,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	200	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
Cálculo de vazões:			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	144,889 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	173,867 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	260,800 l/s	
Sistema atual produz:			
	Vazão	horas	
Poço P-01 =	25,70 m³/hora	x 18	= 462,60 m³/dia
Poço P-02 =	36,70 m³/hora	x 18	= 660,60 m³/dia
Poço P-03 =	41,40 m³/hora	x 18	= 745,20 m³/dia
Poço P-05 =	58,10 m³/hora	x 18	= 1.045,80 m³/dia
Poço P-08 =	32,70 m³/hora	x 18	= 588,60 m³/dia
Poço P-09 =	44,40 m³/hora	x 18	= 799,20 m³/dia
Poço P-10 =	56,20 m³/hora	x 22	= 1.236,40 m³/dia
Poço P-11 =	40,00 m³/hora	x 18	= 720,00 m³/dia
Poço P-12 =	60,00 m³/hora	x 18	= 1.080,00 m³/dia
Poço P-13 =	28,40 m³/hora	x 18	= 511,20 m³/dia
Poço P-16 =	25,30 m³/hora	x 18	= 455,40 m³/dia
Poço P-17 =	83,10 m³/hora	x 22	= 1.828,20 m³/dia
Poço P-18 =	41,40 m³/hora	x 18	= 745,20 m³/dia
Poço P-23 =	69,20 m³/hora	x 23	= 1.591,60 m³/dia
Poço P-25 =	52,20 m³/hora	x 21,5	= 1.122,30 m³/dia
Poço P-26 =	32,10 m³/hora	x 18	= 577,80 m³/dia
Poço P-27 =	75,00 m³/hora	x 18	= 1.350,00 m³/dia
Poço P-28 =	22,20 m³/hora	x 17	= 377,40 m³/dia
Poço P-29 =	133,80 m³/hora	x 10,16	= 1.359,41 m³/dia
Poço P-30 =	120,00 m³/hora		= 0,00 m³/dia
Poço P-31 =	178,00 m³/hora		= 0,00 m³/dia
Poço P-32 =	150,47 m³/hora		= 0,00 m³/dia
		Total	= 17.256,91 m³/dia
Cálculo dos consumos e verificações de vazão:			
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	=	12.518,40 m³/dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	15.147,26 m³/dia	Atende
Cálculo de Reservação:			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório R-01 =	500.000,00	litros	
Reservatório R-03 =	500.000,00	litros	
Reservatório R-04 =	350.000,00	litros	
Reservatório R-05 =	500.000,00	litros	
Reservatório R-06 =	150.000,00	litros	
Reservatório R-08 =	500.000,00	litros	
Reservatório R-11 =	1.000.000,00	litros	
Reservatório R-12 =	500.000,00	litros	
Reservatório R-13 =	300.000,00	litros	
Reservatório R-14 =	300.000,00	litros	
Reservatório R-15 =	300.000,00	litros	
Reservatório R-16 =	500.000,00	litros	
Reservatório R-17 =	200.000,00	litros	
Reservatório R-18 =	500.000,00	litros	
		Total =	6.100.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$Cr \text{ (Reservação)} = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	6.058.905,60 litros	Atende

Figura 75 – Memória de Cálculo para o Setor 01 – Prognóstico



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

SETOR 02 - DISTRITO DE CÂNDIA			
Dados iniciais:			
Número de ligações =	1.030,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	200	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
Cálculo de vazões:			
$Q_m = \frac{P \times q \times hab}{86400}$	=	7,153 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	8,583 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	12,875 l/s	
Sistema atual produz:			
Poço P-19 =	Vazão 30,20 m³/hora	x	hora 18
Poço P-20 =	13,50 m³/hora	x	18
Poço P-21 =	18,00 m³/hora	x	18
		=	543,60 m³/dia
		=	243,00 m³/dia
		=	324,00 m³/dia
		Total	= 1.110,60 m³/dia
Cálculo dos consumos e verificações de vazão:			
Consumo base = $P \times q \times hab$	=	618,00 m³/dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	747,78 m³/dia	Atende
Cálculo de Reservação:			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório a Substituir R-09 =	300.000,00	litros	
		Total =	300.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$Cr \text{ (Reservação)} = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	299.112,00 litros	Atende

Figura 76 – Memória de Cálculo para o Setor 02 – Prognóstico



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

SETOR 03 - VILA BARBACENA WALTER BECKER			
Dados iniciais:			
Número de ligações =	170,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	200	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
Cálculo de vazões:			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	1,181 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	1,417 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	2,125 l/s	
Sistema atual produz:			
Poço P-22 =	Vazão 21,90 m³/hora	x	hora 18
		=	394,20 m³/dia
		Total =	394,20 m³/dia
Cálculo dos consumos e verificações de vazão:			
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	=	102,00 m³/dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	123,42 m³/dia	Atende
Cálculo de Reservação:			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório a Substituir R-10 =	300.000,00	litros	
		Total =	300.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$Cr (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	49.368,00 litros	Atende

Figura 77 – Memória de Cálculo para o Setor 03 – Prognóstico



Relatório Prognóstico dos Setores:

Em relação ao diagnóstico e prognóstico apresentado, é possível observar que a produção de água do município com os poços profundos perfurados, atendem a demanda atual e também a futura projetada para 2045, portanto, não são previstas, com essas condições estabelecidas, implantação e/ou perfuração de novos poços profundos, sendo previsto em orçamento apenas uma verba para manutenção, limpeza e possíveis trocas/reparos nas tubulações dos mesmos.

Já em relação ao sistema de reservação, 02 setores (Setor 02 e Setor 03) apresentam déficit de demanda atual e futura. Portanto, são projetadas duas substituições de reservatórios em ambos setores, sendo o R-09 e R10. Está sendo proposto em ambos os setores, portanto, a substituição dos reservatórios supracitados, por um de aço, com capacidade de 300.000 litros e altura de 20,00 metros, do tipo apoiado e cilíndrico, conforme projeto e detalhamento estrutural em anexo. Além do aumento de cota de pressão pela altura do novo reservatório proposto, o setor também será compensado com uma folga operacional, elevando a capacidade de reservação dos setores. Nos demais, as condições e capacidades atuais atendem a demanda futura de projeção neste Plano.

São propostos também em todo o município, a implantação de 39 (trinta e nove) registros de manobra distribuídos na rede de abastecimento. Todos devem permanecer abertos e tem funcionalidade apenas para manutenção e inspeção nas redes. A localização da implantação dos registros está detalhada em projeto de setorização anexo.

Será previsto também a substituição das redes antigas de Ferro Fundido e Aço Galvanizado para redes de PVC, tanto nas redes de abastecimento, quanto nas adutoras e recalques, totalizando uma extensão de 18.626,12 metros, também detalhados em projeto de substituição de rede anexo.

Conforme projeto de Implantação de Macromedidor de Nível e Vazão, serão implantados nos poços, reservatórios e adutoras de distribuição dos setores, que estarão listados no capítulo posterior deste relatório.

A seguir é apresentada a planilha resumo com o orçamento estimativo para as intervenções propostas de Setorização, incluindo substituição de redes e implantação de válvulas.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 58 – Orçamento estimativo de Setorização Proposta

F.S. PROJETOS AMBIENTAIS  PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO							
Obra: Implantação de Setorização							
Local: Município de Pontal - SP							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 05/2024	CÓDIGO SABESP 07/2023	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Serviços Preliminares e Complementares						
1.1	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUCAO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA *N. 22*, ADESIVADA	12,00	m²	4813	-	R\$ 250,00	R\$ 3.000,00
1.2	SINALIZAÇÃO DE TRÁFEGO COM CERQUITE	18626,12	m	-	70020005	R\$ 3,43	R\$ 63.887,59
1.3	SINALIZAÇÃO LUMINOSA PARA OBRAS	18626,12	m	-	70020001	R\$ 5,11	R\$ 95.179,47
1.4	LOCAÇÃO DE REDE DE ÁGUA	18626,12	m	99063	-	R\$ 10,94	R\$ 203.769,75
1.5	LIMPEZA DA OBRA	27939,18	m²	-	70190144	R\$ 11,84	R\$ 330.799,89
Subtotal 01							R\$ 696.636,71
2	Materiais						
2.1	VÁLVULA GAVETA C/BOLSAS FERRO FUNDIDO DE=60 MM (8,50 KG) PARA PVC/PBA, ACION. CABEÇOTE, CUNHA DE BORRACHA, PINTURA EPÓXI EM PÓ NBR 14968 ÁGUA	34,00	unid.	-	HM07056	R\$ 590,00	R\$ 20.060,00
2.2	JUNTA GIBault FERRO FUNDIDO DN=80 MM * (7,0 kg) PINTURA BETUMINOSA - ACESSÓRIOS INCLUSOS NBR 7675 ÁGUA	34,00	unid.	-	HM03188	R\$ 302,81	R\$ 10.295,54



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

2.5	VÁLVULA GAVETA C/BOLSAS JGS FERRO FUNDIDO DN=100 MM (19,00 KG), ACION. CABEÇOTE, CUNHA DE BORRACHA, PINTURA EPÓXI EM PÓ NBR 14968 ÁGUA/ESGOTO	5,00	unid.	-	HM07060	R\$ 782,10	R\$ 3.910,50
2.6	JUNTA GIBALT FERRO FUNDIDO DN=100 MM * (5,20 KG) PINTURA BETUMINOSA - ACESSÓRIOS NCLUSOS NBR 7675 ÁGUA	5,00	unid.	-	HM03177	R\$ 360,59	R\$ 1.802,95
Subtotal 02							R\$ 36.068,99
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica						
3.1	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica	1,00	vb	-	-	R\$ 2.793.918,00	R\$ 2.793.918,00
Subtotal 03							R\$ 2.793.918,00
4	Serviços Hidráulicos						
4.5	VÁLVULA GAVETA FOFO ATÉ DN200 MM - MONTAGEM	39,00	unid.	-	70140057	R\$ 504,84	R\$ 19.688,76
Subtotal 04							R\$ 19.688,76
5	Caixas de Proteção						
5.1	CAIXA DE ALVENARIA DE 1 TIJOLO - 0,80 X 0,80 M (PROFUNDIDADE ATÉ 1,20m) - 39 caixas	46,80	m	-	70070241	R\$ 2.078,00	R\$ 97.250,40
5.2	CAIXA TIPO T-5 FERRO FUNDIDO DN 100 MM COM TAMPA ARTICULADA PARA VÁLVULA NTS 033	39,00	unid.	-	HM01366	R\$ 97,43	R\$ 3.799,77
	Laje de concreto para tampa de caixa de proteção - 39 caixas						
5.3	CONCRETO ESTRUTURAL PARA ESTRUTURAS NÃO SUJEITAS A CONTATO COM ÁGUA E ESGOTO, FCK = 25,0 MPA	3,74	m³	-	70070145	R\$ 729,89	R\$ 2.732,71



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

5.4	FÔRMA PLANA DE MADEIRA - ESTRUTURA	37,44	m²	-	70070127	R\$ 167,67	R\$ 6.277,56
5.5	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50	374,40	kg	-	70070135	R\$ 16,99	R\$ 6.361,06
Subtotal 05							R\$ 116.421,50
6	Infraestrutura						
6.1	Manutenção e reparo em poços existentes	23,00	vb	-	-	R\$ 150.000,00	R\$ 3.450.000,00
6.2	Reparos, trocas preventivas/corretivas do sistema de bombeamento do Setor	3,00	vb	-	-	R\$ 250.000,00	R\$ 750.000,00
Subtotal 06							R\$ 4.200.000,00
TOTAL							R\$ 7.862.733,96
OBS: Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 07/2023 (ainda não disponível a tabela deste ano 2024) e SINAPI referente ao mês 05/2024.							



12.3. RELAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS A SEREM IMPLANTADOS NO PROJETO DE SETORIZAÇÃO

A tabela a seguir apresenta o resumo de volumes necessários, projetados para cada setor de distribuição do município de Pontal.

Tabela 59 - Relação dos volumes existentes e projetados para setor de distribuição

SETOR	VOLUME REQUERIDO (litros)	VOLUME EXISTENTE (litros)	VOLUME PROJETADO (litros)
01	6.058.905,60	6.100.000,00	ZERO
02	299.112,00	100.000,00	300.000,00 (Substituição R-09)
03	49.368,00	15.000,00	300.000,00 (Substituição R-10)

A tabela a seguir apresenta a Planilha de Orçamento para a implantação do reservatório que será necessário para implantação do Projeto de Setorização do Sistema de Abastecimento do município de Pontal.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

=====

Tabela 60 - Orçamento estimativo para implantação de reservatório para o projeto de setorização de Pontal

F.S. PROJETOS AMBIENTAIS PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO 							
Obra: Implantação de Setorização - Reservatórios							
Local: Município de Pontal - SP							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 05/2024	CÓDIGO SABESP 07/2023	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Reservatórios						
1.1	Setor 02 - Reservatório metálico para água potável, incluindo base, fundação e hidráulica (extravasor, abastecimento e descarga). Volume de 300m³ - Altura = 20m. (Substituição do R-09)	1,00	unid.	-	-	R\$ 450.000,00	R\$ 450.000,00
1.2	Setor 03 - Reservatório metálico para água potável, incluindo base, fundação e hidráulica (extravasor, abastecimento e descarga). Volume de 300m³ - Altura = 20m. (Substituição do R-10)	1,00	unid.	-	-	R\$ 450.000,00	R\$ 450.000,00
1.3	INSPEÇÃO, LIMPEZA, DESINFECÇÃO E REPAROS NOS RESERVATÓRIOS EXISTENTES NO SISTEMA, INCLUINDO PINTURA EXTERNA	14,00	VB	-	-	R\$ 50.000,00	R\$ 700.000,00
Subtotal 01							R\$ 1.600.000,00
TOTAL							R\$ 1.600.000,00

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.



12.4. GERENCIAMENTO DE PRESSÕES – INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP)

As válvulas são dispositivos imprescindíveis às instalações de transporte e distribuição de fluidos por meios mecânicos ou por gravidade, são usadas com o objetivo de proteger ou isolar bombas ou trechos de tubulações, aliviar e controlar as pressões, controlar vazões e níveis de reservatórios, direcionar o escoamento, drenar e ventilar. Este elemento é um grande dissipador de energia, portanto só é recomendado o seu uso quando nenhum outro meio possa substituí-lo. No setor de saneamento, sua utilização está cada dia mais difundida objetivando reduzir as pressões a jusante, a fim de evitar um aumento de pressão em horas de menor demanda da rede de distribuição que tem como consequência o aumento de vazamento e o consumo induzido. Embora a redução dos vazamentos permita a diminuição de perdas volumétricas na rede, a eficiência do bombeamento é prejudicada pelo aumento das perdas impostas pela válvula. Portanto o número de válvulas no sistema deve ser o mínimo necessário para o equilíbrio energético e econômico do sistema. Atualmente as VRPs podem ser controladas não apenas para um único valor de pressão, mas para diversos patamares de pressão, permitindo assim, uma gestão mais eficiente dos níveis de serviço e um melhor desempenho hidráulico do sistema. Os principais tipos de válvulas redutoras de pressão mais utilizadas no setor de saneamento básico são:

VRP com pressão de saída fixa (sem controlador eletrônico): é usada quando o sistema a ser controlado não tem mudanças significativas de demanda, bem como perdas de carga relativamente pequenas.

VRP com pressão proporcional (sem controlador eletrônico): a pressão de saída (a jusante da VRP) é proporcional a pressão de montante.

VRP com modulação por tempo: é usada para controlar um sistema que apresenta grande perda de carga, porém de perfil regular de consumo. Assim, a VRP irá trabalhar com patamares de pressão de saída ajustadas para um ciclo de 24 horas.



VRP com modulação por vazão: é usada para controle em sistemas que apresentam grande perda de carga e mudanças no perfil de consumo, que podem ser no tipo de uso, na sazonalidade ou na população.

12.5. DEFINIÇÃO DOS PONTOS PARA INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP'S)

De acordo com os dados apresentados na simulação hidráulica do EPANET, no atual sistema de abastecimento de água de Pontal existem alguns pontos em que a pressão é superior a 50 mca, ou seja, fora dos padrões normativos indicados pela ABNT para a pressão estática e dinâmica em sistemas de distribuição de água. De modo a evitar que essas tubulações possam sofrer rompimentos futuros por pressão elevada, recomenda-se a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP's) em alguns pontos da rede. Ressalta-se, porém, que são poucos pontos, e que a maioria do sistema opera normalmente, com pressões adequadas, conforme é possível observar em cada um dos pontos de acesso no EPANET.

Após a implantação das propostas do projeto de setorização, as pressões altas tendem a diminuir consideravelmente, de forma a minimizar os riscos de rompimento de tubulações do setor por altos índices de pressão interna nos tubos.

Neste cenário, são propostos neste Plano, a implantação de **04 Válvulas Redutoras de Pressão**, em pontos específicos indicados no Estudo de Simulação Hidráulica do EPANET, em trechos onde a pressão possa exceder o limite de 50 mca. Lembrando, porém, que após a implantação das intervenções descritas no projeto de setorização, tais como substituição dos reservatórios, substituição de adutoras, novas interligações, as pressões atuais devem sofrer uma queda em relação ao apresentado no Estudo.

12.6. ESPECIFICAÇÃO DAS VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP) A SEREM INSTALADAS

A seguir é apresentada um modelo de válvula redutora de pressão a ser utilizado no município de Pontal, porém, nada impede a utilização de outro modelo,



desde que atenda as exigências mínimas normativas de capacidade de vazão e diâmetro da tubulação a ser instalado.

A válvula Redutora de Pressão indicada é uma válvula de grande estabilidade com relação à pressão de saída e, sendo balanceada, é insensível a variação da pressão, é de construção leve, compacta, silenciosa, com conexão para manômetro, não descartável e é de fácil manutenção.

CARACTERÍSTICAS:

Válvula auto-operada que permite reduzir uma pressão primária à para uma pressão secundária, mantendo-a constante independente de variação do fluxo;

- Mantém a pressão regulada com baixas vazões até em demanda zero (pressão estática);
- Funcionamento silencioso;
- A prova de depósito de calcário e impurezas contidas na água;
- Construção leve e compacta com conexões BSP ou NPT;
- Podemos fornecer flanges adaptados pelo padrão ANSI ou DIN;
- De instalação simples em tubos de PVC, Ferro Galvanizado, Aço Inox, Cobre e etc.;
- Manutenção fácil sem necessidade de retirar a Válvula da tubulação;
- A Válvula é regulada através de um simples giro do manipulador;
- Inteiramente em BRONZE, acionamento por diafragma, substituindo revestimento com cerâmica, cromagem, niquelagem e pintura epóxi.

APLICAÇÃO:

Para regulação automática de pressão de saída em sistemas tubulares de água, ar comprimido, gases e outros fluidos compatíveis com os materiais de construção da Válvula.

PRESSÃO DE SERVIÇO

- Temperatura máxima: 70°C
- Pressão de entrada até: 14,00 BAR (203,00 PSI)
- Pressão de saída: Regulável de 0,7 BAR (10,88 PSI) a 6,90 BAR (100,00 PSI)

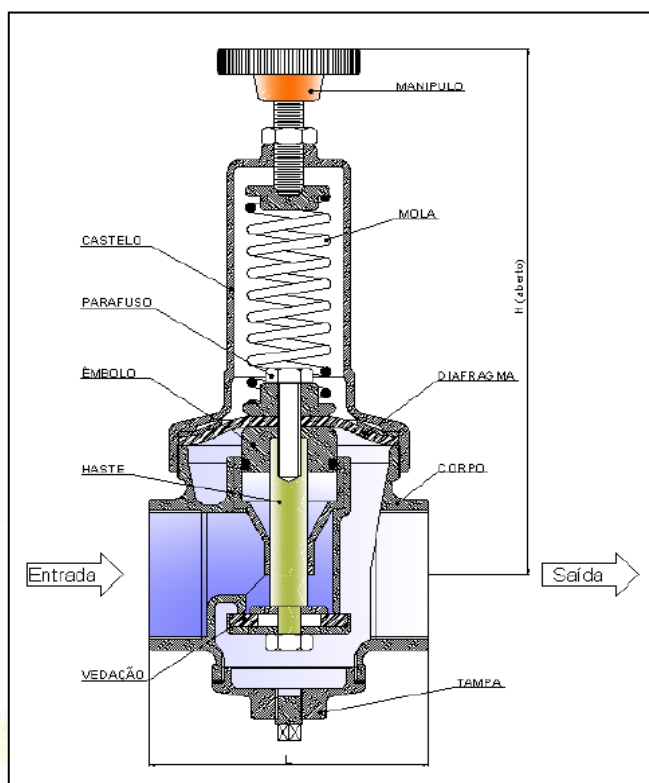


Figura 78 – Esquema de Válvula Redutora de Pressão (VRP)

Tabela 61 – Dimensões das VRP's de acordo com diâmetro

Dimensões			
DN (cm)	L (cm)	H (aberto) – cm	Peso - kg
0.5	73,00	68,00	0,80
0.7	73,00	68,00	1,00
1.0	73,00	68,00	1,00
1.2	110,00	230,00	2,20
1.5	110,00	230,00	2,20
2.0	128,00	254,00	4,50
2.5	175,00	286,00	11,50
3.0	203,00	360,00	21,00

Tabela 62 – Lista de Material

Componente	Material	Componente	Material
Castelo	Bronze ASTM B.62	Manipulo	Baquelite
Corpo	Bronze ASTM B.62	Mola	Aço Carbono / Inox AISI 302
Diafragma	Buna N	Parafuso	Aço Inox AISI 304
Êmbolo	Bronze / Latão Laminado	Tampa	Bronze ASTM B.62
Haste	Latão ASTM B124	Vedação	Neoprene



AJUSTE DE PRESSÃO:

As Válvulas Redutoras de Pressão são reguladas na fábrica com pressão de 2,0 BAR; para outras pressões seguir conforme abaixo.

Para aumentar a pressão de saída:

Girar o manipulou, ou o parafuso de regulagem nos diâmetros 2.1/2" e 3", no sentido horário até que atinja a pressão desejada.

Para diminuir a pressão de saída:

Girar o manípulo, ou o parafuso de regulagem nos diâmetros 2.1/2" e 3", no sentido anti-horário até que atinja a pressão desejada.

A seguir é apresentada um exemplo de uma estação redutora de pressão, através de figura.

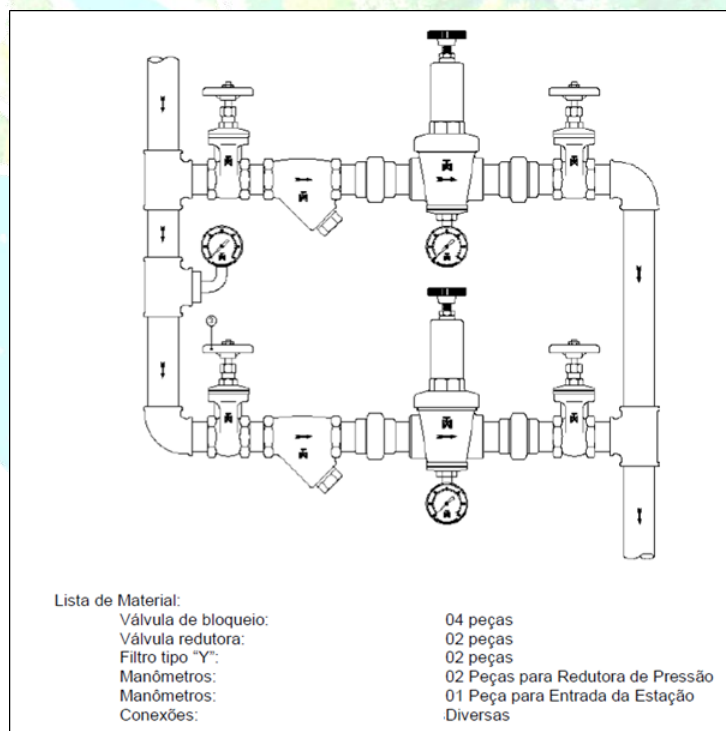
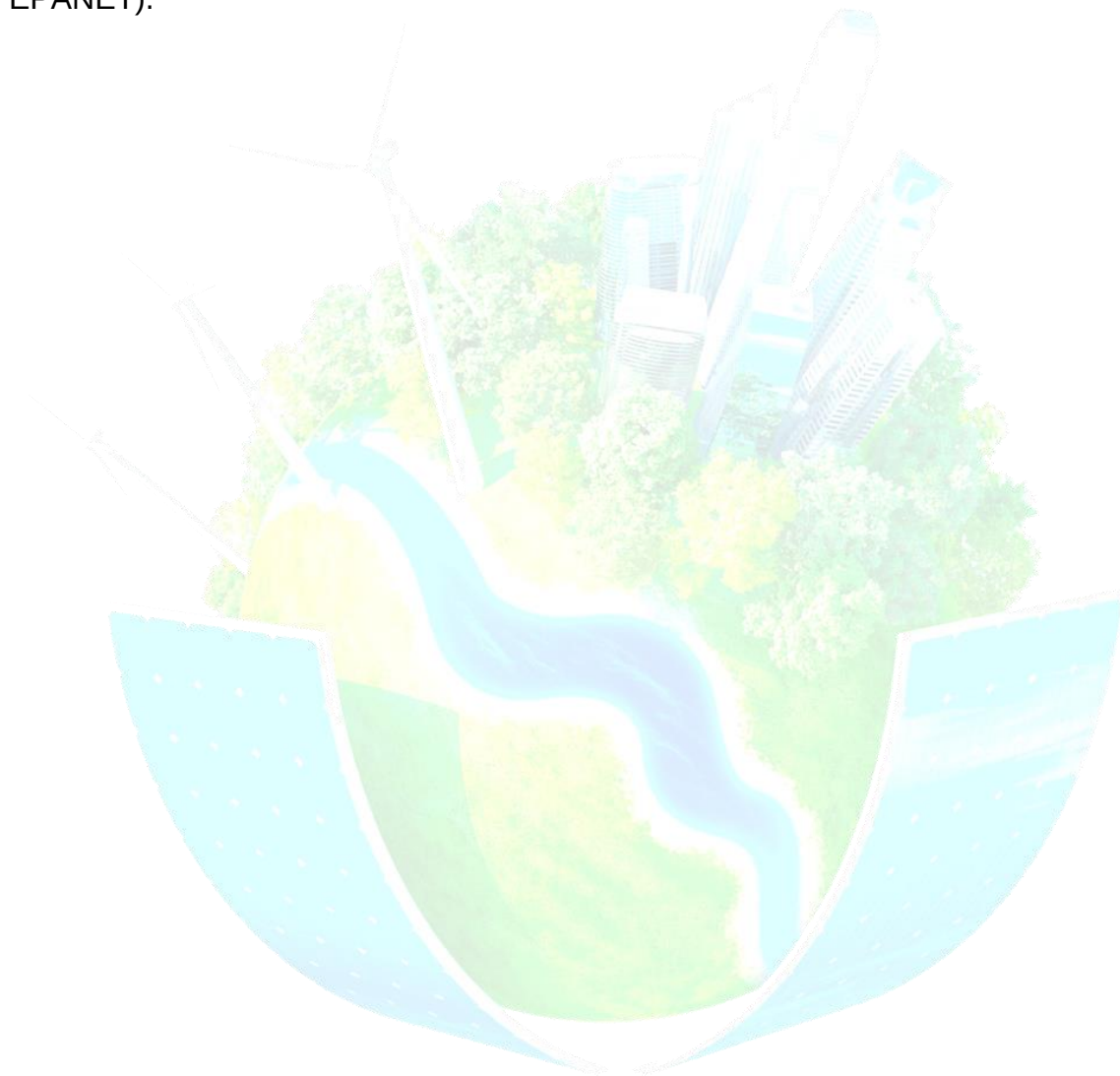


Figura 79 – Exemplo de Estação Redutora de Pressão



12.7. CUSTO ESTIMADO PARA INSTALAÇÃO DAS VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP'S)

A tabela a seguir apresenta o custo estimado para a implantação de 10 (dez) válvulas redutoras de pressão (VRP) no sistema de abastecimento de água de Pontal, a ser instalada em locais com pontos de pressão alta (vide relatório de EPANET).





F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 63 - Orçamento estimativo para implantação de VRPs para o projeto de setorização de Pontal

F.S. PROJETOS AMBIENTAIS PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO							
Obra: Implantação de Setorização - Válvulas Redutoras de Pressão - VRP's							
Local: Município de Pontal - SP							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 05/2024	CÓDIGO SABESP 07/2023	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Implantação de VRP's						
1.1	VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO (VRP) COM FLANGES PN16 FERRO FUNDIDO DN=50 MM TIPO GLOBO ÁGUA	10,00	unid.	-	HM05223	R\$ 2.900,00	R\$ 29.000,00
1.2	VÁLVULA GAVETA FOFO ATÉ DN200 MM - MONTAGEM	10,00	unid.	-	70140057	R\$ 504,84	R\$ 5.048,40
Subtotal 01							R\$ 34.048,40
TOTAL							R\$ 34.048,40
OBS: Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 07/2023 (ainda não disponível a tabela deste ano 2024) e SINAPI referente ao mês 05/2024.							

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.



12.8. RESUMO DOS INVESTIMENTOS PARA O PROJETO DE SETORIZAÇÃO

A tabela a seguir apresenta a Planilha de Orçamento geral com o resumo dos investimentos necessários à implantação do Projeto de Setorização no município de Pontal.

Tabela 64 – Planilha de orçamento geral do Projeto de Setorização

PLANILHA GERAL DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO - PROJETO DE SETORIZAÇÃO		
Obra: Implantação Geral do Projeto de Setorização		 F.S. PROJETOS AMBIENTAIS
Local: Município de Pontal - SP		
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Intervenção nos Setores	
1.1	Intervenção nos Setores	R\$ 7.862.733,96
Subtotal 01		R\$ 7.862.733,96
2	Implantação/Substituição de Reservatório	
2.1	Substituição de 02 Reservatórios e Manutenção dos Existentes	R\$ 1.600.000,00
Subtotal 02		R\$ 1.600.000,00
3	Gerenciamento de Pressões (Instalações de VRP'S)	
3.1	Fornecimento e Montagem de VRP's	R\$ 34.048,40
Subtotal 03		R\$ 34.048,40
TOTAL		R\$ 9.496.782,36

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.

13. ELABORAÇÃO DO PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E SENSORES DE NÍVEL

13.1. INTRODUÇÃO

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



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

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

De forma genérica os sistemas de medição englobam os sistemas de macromedição e de micromedição. Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independentemente de sua categoria ou faixa de consumo.

Macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água. Como exemplo cita-se: medições de água bruta captada ou medições na entrada de setores de distribuição, ou ainda medições de água tratada entregue por atacado a outros sistemas públicos. Esses medidores são normalmente de maior porte.

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

Em programas de conservação de água a abordagem integral do sistema de abastecimento, incluindo macro e micromedição, é indispensável. Como exemplo básico, tem-se que as perdas no sistema público de abastecimento são calculadas pela diferença dos volumes disponibilizados (medidos pelos sistemas de macromedição) menos a soma dos volumes consumidos (medidos através dos micromedidores).

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

13.2. OBJETIVO

Em termos simples e diretos, coloca-se aqui a pergunta: por que medir? O PNCD (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água) no seu DTA,



Documento Técnico de Apoio a Macromedição enseja uma primeira resposta a esta pergunta. A partir daí medidas podem ser tomadas para evitar ou minimizar perdas e desperdícios. Portanto, no âmbito do PNCD, a macromedição tem por objetivo oferecer o ferramental necessário à avaliação dos volumes de água aprovada pelos sistemas públicos de abastecimento.

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

- Controle de produção: neste caso a macromedição permite medir os volumes e vazões aportados durante determinado período de interesse. Tais elementos são essenciais para um acompanhamento da evolução dos diversos subsistemas (adução de água bruta, tratamento, reservação, adução de água tratada e distribuição), dando margem ao estabelecimento de séries históricas de desempenho do sistema; operação do sistema: neste caso a macromedição permite medir parâmetros técnicos importantes. De posse desses valores é possível intervir de forma a controlá-los visando adequar a operação a níveis de eficiência desejáveis;

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

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

- Controle de gastos com energia: deve-se ter em conta que grande parte da adução, da distribuição e do próprio tratamento, depende de equipamentos e instalações elétricas. Portanto, o perfil de abastecimento se reflete diretamente nas despesas com energia elétrica. Para se evitar o consumo nos períodos mais caros



em termos da tarifa elétrica, é possível deslocar-se o consumo utilizando-se a capacidade de reservação e mesmo a postergação de picos de grandes consumidores; e

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

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

13.3. CONTROLE DE PERDAS

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

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

Quanto às perdas físicas, internacionalmente a sua mensuração é feita com base nos valores apurados em macromedições de distritos pitométricos ou áreas controladas. São usualmente feitas por equipes de Pitometria a partir da utilização de medidores portáteis de inserção (pitot's, micromolinetes) ou não invasivos (ultrassônicos).

Nestes casos toda preparação dos distritos ou áreas dependem do cadastro, engenharia e operação para fechamento hidráulico da área.



13.4. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

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

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

13.5. REGISTRO HISTÓRICO - BANCO DE DADOS

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

13.6. SISTEMA INFORMATIZADO

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

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



13.7. CENTRAL DE CONTROLE OPERACIONAL

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

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

13.8. TRANSMISSÃO DE DADOS

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

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

13.9. ESTUDOS, CONTROLE, ACOMPANHAMENTO E PLANEJAMENTO OPERACIONAL



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

Ocorre com frequência na prática de planejamento e projeto no Brasil que os dados existentes, em geral, são constituídos por levantamentos padrões e médias genéricas. Desta forma, todas as projeções são balizadas por estes números, a maioria majorada por coeficientes de desconhecimento.

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

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

13.10. MONITORAMENTO DAS PERDAS

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

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



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

a) Volumes Macromedidos

A verificação das leituras feitas deve ser diária. Para tanto é necessário que haja uma referência de volumes ou vazões para comparação e avaliação de possíveis desvios. O processo ideal é o do acompanhamento horário que, no entanto, somente é possível com a automação dos processos.

b) Volume Micromedido

Em sistemas de pequeno e médio porte onde as leituras de hidrômetros são feitas mais ou menos rapidamente, é possível totalizar o volume macromedido para comparação direta com os valores da macromedição e avaliação das perdas. Em sistemas maiores o procedimento de leitura de hidrômetros se desenvolve segundo um período longo e com sistemática própria. Neste caso não é possível aguardar a conclusão das leituras para efetuar a totalização. Deve-se então trabalhar com amostragem estatística para prever, na sequência das leituras, a evolução do volume micromedido. Com base no volume médio ou sazonal é possível prever o resultado em termos de perdas.

c) Setor de Abastecimento

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

d) Aferições

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



calibração em período menor e outros em períodos maiores. Normalmente a mesma periodicidade de um ano é usada para limpeza e lavagem de reservatórios. Como esta intervenção é feita no inverno, aproveitando a redução de consumo sazonal, a calibração pode, com alguns ajustes de atividades, ser feita simultaneamente.

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

e) Perdas da Adução e Reservação - Redes Primárias

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

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

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

f) Vazões Mínimas Noturnas

A forma mais usual de avaliação de perdas físicas é pela medição sistemática das vazões mínimas noturnas no interior de distritos pitométricos. O tamanho da rede contida na área chamada distrito pitométricos varia. Pode-se admitir que, em média, ele tenha cerca de 20 km.

A medição da vazão mínima noturna parte do princípio que o consumo durante a noite chega a zero, exceto em determinadas ligações bem identificadas.

De fato, verifica-se na prática que a grande maioria das instalações prediais não consome água durante a madrugada após estarem seus reservatórios cheios. Dessa forma, a grosso modo, as vazões medidas na rede de distribuição devem-se a ligações pontuais, identificáveis (indústrias, etc.) e às perdas físicas na rede.



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

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

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

g) Pressões

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

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

h) Venda de Água por Atacado

O mesmo ponto de medição tem duas óticas diferenciadas, a relação de parceria não implica em perda e pode resolver situações de potencial conflito. Todas as ações devem ser avaliadas neste duplo sentido de interesses. Se por um lado a operação deve ser acompanhada pelo comprador, este também deve informar as características de seu consumo horo sazonal. As aferições e calibrações devem ser de conhecimento do comprador, sendo facultado a este o seu acompanhamento. E na hipótese de falha ou quebra do medidor a solução de continuidade adotada deve ser aceita por ambas as partes.

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



13.11. FUNÇÕES INCORPORADAS NOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO

O medidor de vazão deverá possuir características de segurança operacional de modo que possa trabalhar com a robustez que o sistema exige. Além da confiabilidade de aquisição e armazenamento de dados no data logger, o elemento secundário deverá permitir perfeita integração com a unidade central de controle a ser implantada, onde todos os dados adquiridos deverão ser enviados por período pré-programado ou sempre que solicitado, seja local ou remotamente.

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

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

- Comunicação serial RS 232
- Módulo de conexão:

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

Módulo de conexão para transmissão de dados via TCP/IP – Internet:
Controlador interno para conexão e transmissão de dados via rádio frequência spread spectrum.

13.12. MACROMEDIDORES A SEREM IMPLANTADOS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTAL

Os macromedidores a serem implantados no sistema de abastecimento de água de Pontal deverão ser do tipo permanente, como indicação deve-se utilizar o Ultrassônico Flangeado, pois este tende a ser mais preciso quando comparado a outros modelos de macromedidores de vazão. Porém, nada impede a instalação de outros modelos de macromedidores dentre a lista dos modelos e características técnicas apresentadas abaixo.



13.12.1. Tipos de modelos de Medidores de Vazão Permanente

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

Medidor eletromagnético: Faixa de velocidades: $\Rightarrow$ de 0,3 a 10,0 m/s

Medidor ultrassônico: Faixa de velocidades: $\Rightarrow$ de 0,1 a 6,0 m/s

Medidor ultrassônico flangeado: Faixa de vazões:

Ø 50 $\Rightarrow$ 0,006 a 40 m³/h

Ø 75 $\Rightarrow$ 0,125 a 63 m³/h

Ø 100 $\Rightarrow$ 0,2 a 100 m³/h

Ø 150 $\Rightarrow$ 0,5 a 250 m³/h

Ø 200 $\Rightarrow$ 0,8 a 400 m³/h

Medidor woltmann: Faixa de vazões:

Ø 50 $\Rightarrow$ 0,3 a 15 m³/h

Ø 75 $\Rightarrow$ 0,5 a 40 m³/h

Ø 100 $\Rightarrow$ 0,6 a 60 m³/h

Ø 150 $\Rightarrow$ 1,6 a 150 m³/h

Ø 200 $\Rightarrow$ 7,5 a 250 m³/h

Ø 250 $\Rightarrow$ 10,0 a 400 m³/h

13.12.2. Medidor de vazão eletromagnético de Inserção

A tabela abaixo apresenta Vantagens e Desvantagens para o medidor eletromagnético de inserção:



Tabela 65 – Vantagens e desvantagens para medidor eletromagnético de inserção

Tipo de Medidor	Vantagens	Desvantagens
ELETRO-MAGNÉTICO	- Permite a transmissão à distância - Perda de carga desprezível - Vem calibrado de fábrica - Aplicado em água bruta e tratada - Baixo índice de manutenção	- Necessário parar a canalização para instalação

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

Na sequência são apresentadas as figuras do medidor de vazão eletromagnético de inserção direta na tubulação e com inserção através do Hot-tap.



Figura 80 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção



Figura 81 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção para diâmetros de 2" a 40" (Tipo Hot-tap)



13.12.3. Especificação técnica do medidor Eletromagnético Carretel

Na Figura abaixo é possível observar um medidor de vazão eletromagnético tipo Carretel com conexão Wafer. Especificado para todas as aplicações. Resistente a abrasão, corrosão e vácuo.



Figura 82 – Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer

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

- Elemento Primário (Especificação)
 - - Medidor de vazão eletromagnético carretel;
 - - Aplicação: Água Bruta e tratada;
 - - Tubo Interno: Aço Inox 304 ou 316;
 - - Conexão ao processo: Flange PN10;
 - - Carcaça Externa: Aço Carbono;
 - - Revestimento Interno: Borracha tipo Neoprene ou Teflon;
 - - Eletrodos: Aço Inox 316 (fixo);
 - - Grau de Proteção: IP68;
 - - Acabamento Superficial: Epóxi, resistente às severas mudanças de condições de trabalho, de estar submerso ou não;
 - - Prensa Cabos: Garantia para trabalho em submersão;
 - - Elemento Acessório: Anel de aterramento em aço;
 - - Cabos de interligação com o elemento secundário = 50m no mínimo;



- - Faixa de velocidade: 0,3 a 9,0 m/s;
- - Alimentação: 24Vcc;
- - Saída: 4 a 20 mA, pulsada;
- - Exatidão: $\pm 1,0\%$;
- - Terminal para aterramento.
- Elemento Secundário – conversor (especificação)
 - - IHM – interface em lcd (display digital)
 - - Totalizador de vazão sem reset externo
 - - Indicador de vazão instantânea em diversas unidades de engenharia
 - - Data logger com memória não volátil (retenção dos dados mesmo com falta de energia)
 - - Parametrização via teclado local
 - - Relógio de tempo real com bateria autônoma
 - - Parametrização via supervisorio central - telemetria
 - - Acessibilidade local por softwares via computador portátil (note book ou palm top)
 - - Exatidão melhor ou igual a 1,0% - Intercambialidade com os elementos primários para todos os diâmetros dos elementos primários

Tabela 66 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer

Precisão	< $\pm 0.5\%$ do valor medido
Diâmetro Nominal	DN 2,5 ... 200 (1/10" ... 8")
Conexões	
DIN	DN 15 ... 200 / PN 16
ANSI	1/2" ... 8" / 150 lb / RF
JIS	DN 10 ... 200 / 10K e 20K
Temperatura	Até 120 C (revestimento de Teflon FEP/PFA)
Processo	Até 80 C (revestimento de Borracha)
	Até 60 C (revestimento de Poliuretano)
	Até 80 C (revestimento de Polipropileno)



	Até 60 C (conversor compacto)
Ambiente	Até 65 C
Condutividade Elétrica Líquidos em geral Água	Mínimo de 20 μ S/cm Mínimo de 20 μ S/cm
Materiais	
Revestimento	Teflon FEP/PFA, Borracha, Poliuretano e Polipropileno
Eletrodos	AISI 316 L (opção HC, HB, Tântalo, Titânio, Platina)
Tubo de medição	Aço Inox AISI 304
Invólucro do sensor	Aço Carbono com pintura de acabamento
Caixa de bornes	Alumínio com pintura de acabamento

13.12.4. Medidor com conexão tipo Flanges

Na Figura a seguir é possível observar um medidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flange. Para aplicações em saneamento (água e esgoto). Resistente aos produtos químicos utilizados no tratamento da água.



Figura 83 – Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges

Tabela 67 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges

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



13.12.5. Funções Incorporadas

O medidor de vazão deverá possuir características de segurança operacional de modo que possa trabalhar com a robustez que o sistema exige. Além da confiabilidade de aquisição e armazenamento de dados no data logger, o elemento secundário deverá permitir perfeita integração com as unidades centrais de controle que estarão operando para onde todos os dados adquiridos deverão ser enviados por período pré-programado ou sempre que solicitado, seja local ou remotamente. Como serão instalados vários macromedidores e sensores de nível e em locais diferentes, é necessário que cada dispositivo possua também a portabilidade de comunicação com a central em função da infraestrutura encontrada em cada local. Portanto é necessário que o conjunto macromedidor possua no mínimo, as seguintes características:

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

13.12.6. Medidor de vazão ultrassônico

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

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



Figura 84 – Macromedidor Ultrassônico de vazão

Características Técnicas

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

13.12.7. Especificação técnica do medidor Ultrassônico Flangeado

Na Figura a seguir é possível observar o medidor de vazão ultrassônico flangeado.

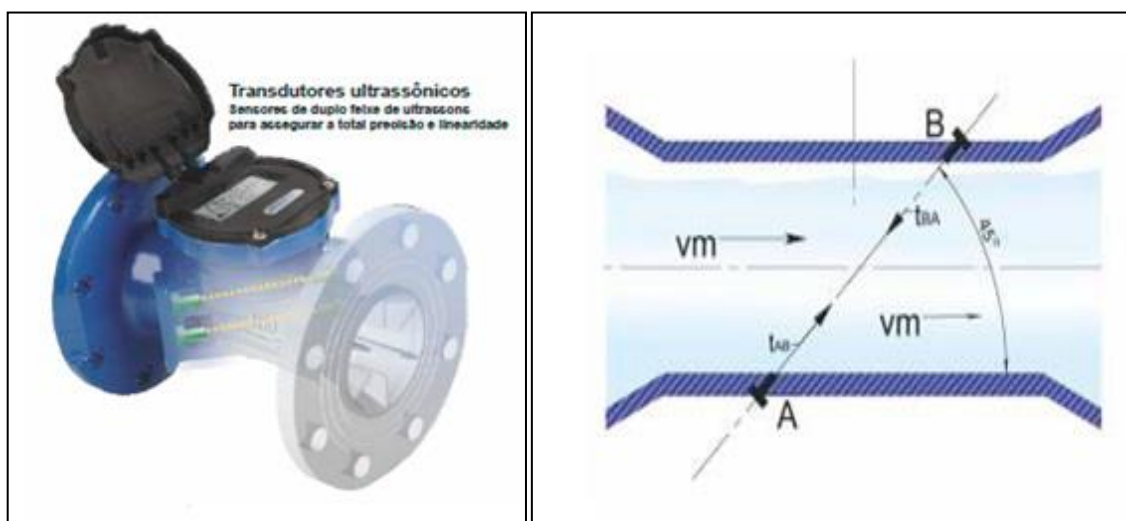


Figura 85 – Macromedidor Ultrassônico Flangeado

- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Medidores de água do tipo ultrassônico, classe metrológica D, vazão nominal 100 m³/h x DN 100 mm, leitura direta, funcionamento reversível, Visor digital em LCD com indicação de volume total medido; vazão instantânea; direção do fluxo; sinal de alerta; carga da bateria; indicação de saída de pulso / elétrica; detector de fuga e sistema 3G / GSM. Esses medidores ao serem instalados na horizontal, com inclinação do eixo da turbina de até 300 para esquerda ou direita, devem manter a sua classe metrológica.

Componentes Principais:

– Conjunto de Fechamento

- Deve ser em ABS preto para permitir a leitura do medidor, apresentar estanqueidade e resistir à ação dos raios solares;
- Deve ser protegido por uma tampa plástica articulada no anel da cabeça, com abertura de 180 graus.

- Dispositivo Totalizador ou Relojoaria



- Deve estar protegida por uma cúpula transparente, que assegure uma fácil leitura, sobre a qual se coloca uma tampa de proteção suplementar;
- Devem ser do tipo plana, seca, blindada, soldada, leitura direta;
- Relojoaria hermeticamente fechada com grau de proteção IP68;
- O volume expresso em m^3 se indica através de um sistema de leitura direta com totalizador digital.
- O volume (expresso em litros) será indicado nas casas decimais do volume total em m^3 .
- A escala de cada elemento do totalizador deve conter 10 algarismos. O avanço de qualquer dígito deve se completar quando o dígito de valor imediatamente inferior completa o último décimo de sua trajetória;
- O sistema de totalização deve registrar um volume de pelo menos $9999 m^3$ nos medidores de Q_n ; $5 m^3/h$ e $99999 m^3$ nos medidores de $Q_n 15 m^3/h$;
- Deve indicar o sentido do fluxo de água (fluxo direto e contra fluxo) através de seta indicadora;
- Deve indicar vazão instantânea em m^3/h com precisão de duas casas decimais.

- Carcaça

- Devem conter seta indicando sentido do fluxo e a vazão máxima, em ambos os lados, em alto relevo com altura mínima de 0,3 mm;
- Os medidores de vazão nominal de até $10 m^3/h$ devem ter gravado a numeração, alfanumérica, em ambos os lados do seu corpo. Os medidores de $15 m^3/h$ a numeração deve ser feita na parte superior em ambos os flanges;
- A numeração deve ser em baixo e/ou alto relevo. As letras e os números devem ter largura e altura de 3 mm, profundidade e espaçamento de 1,0 mm, no mínimo, realizada por prensa ou pantógrafo;



-
- As extremidades de entrada e saída do medidor devem fazer um ângulo de 180 graus em relação ao eixo central e longitudinal da carcaça;

– Estabilizador de Fluxo

- Todos os medidores devem estar providos de estabilizador de fluxo, facilmente desmontável, instalado internamente na carcaça e à montante do elemento de medição;
- Devem ser construídos de material resistente à corrosão.

- Materiais

- Deve apresentar resistência mecânica e química adequada à sua utilização, resistir à luz solar, as variações de temperaturas e não interferir nos padrões de potabilidade da água para consumo humano;
- Devem ser fabricados para resistirem a todos os processos de corrosão interna e externa causada pela água e pela agressividade do meio ambiente;
- Os materiais das carcaças devem ser de ferro fundido com tratamento anticorrosivo a base de pintura epóxi de alta resistência. Sensores fabricados com material sintético antiaderente.
- O anel de fechamento ou porca superior pode ser metálico, bronze ou latão, com rosca, ou em plástico de engenharia.

- Características Gerais

- Sem partes móveis;
- Princípio de medição por tempo de trânsito (transit time);
- Dois pares de sensores Ultrassônicos;
- Sensores fabricados com material sintético antiaderente;
- Alimentação por meio de bateria de lítio - tamanho 2 D (Sem ligação elétrica externa) - 10 anos de vida útil;



- Pressão de trabalho: 16 bar;
- Grau de proteção IP68;
- Temperatura de trabalho do líquido: até 50°C;
- Temperatura de trabalho ambiente: -25°C a 55°C;
- Equipado com duas saídas de pulso; 1 pulso a cada litro e 1 pulso a cada 100litros; e saída analógica 4-20mA;
- Display programável;
- Visor digital em LCD Multi Line de 9 dígitos com indicação de volume total medido; vazão instantânea; direção do fluxo; sinal de alerta; carga da bateria;
- Indicação de saída de pulso / elétrica; detector de fuga;
- Carcaça em ferro fundido totalmente coberta por epóxi;
- Pintado na cor azul;
- Características Metrológicas:
- Requisitos de funcionamento em conformidade com norma ISO 4064-2005.

13.12.8. Especificação técnica do medidor de vazão hidrômetro tipo Woltmann

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

Na Figura a seguir é possível observar um medidor de vazão tipo Woltmann com conexão em flanges.



Figura 86 – Medidor de vazão tipo Woltmann com conexão em flanges

Características do Produto:

Sistema de Regulagem

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

Câmara Hidráulica

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

Fácil Manutenção

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



Temperaturas

- Temperatura Máxima Admissível (TMA), especificada para Woltmann linha 9000 para "água fria", 40°C, conforme norma brasileira NBR 14005 para medidores velocimétricos para água fria de 15 até 1500 m³/h de vazão nominal.
- Temperatura Máxima Admissível (TMA), para Woltmann linha 9000 para "água quente" até 90°C.

13.12.9. Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA)

Sistema de Aterramento

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

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

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

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

Abertura de valas no terreno aterramento

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

- Largura mínima de 15cm
- Profundidade mínima de 60cm



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

Proteção contra sobre tensão (DPS)

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

- Corrente máxima de surto 45kA
- Fixação com engate tipo rápido tipo DIN
- Ligação entre fase e neutro (127V) para alimentadores 220V entre fases uma para cada fase dos circuitos alimentadores
- Indicação do estado de operação

Caixa de Inspeção do Aterramento

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

- Corpo em PVC Ø 300mm.
- Tampa em ferro.

13.12.10. Locais de Implantação de Macromedidores de Vazão no Sistema de Abastecimento de Água de Pontal

Na Tabela a seguir são apresentados os locais onde serão implantados os macromedidores de vazão do sistema de abastecimento de água de Pontal.

São quarenta e dois (42) macromedidores de vazão.

Importante ressaltar que serão implantados em todos os poços existentes no município, que possuem ou não macromedidor de vazão (no caso da existência, realizar substituição), além da implantação em todas as adutoras (saída dos reservatórios) para controle das vazões de abastecimento, não só de captação nos poços.



Tabela 68 – Locais onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Pontal

MM	LOCAL	DIAMETRO (mm)	MATERIAL	MODELO INDICADO
01	Poço P-01	50	PVC SUBST.	Ultrassônico Flangeado
02	Poço P-02	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
03	Poço P-03	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
04	Poço P-05	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
05	Poço P-08	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
06	Poço P-09	50	PVC SUBST.	Ultrassônico Flangeado
07	Poço P-10	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
08	Poço P-11	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
09	Poço P-12	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
10	Poço P-13	50	PVC SUBST.	Ultrassônico Flangeado
11	Poço P-16	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
12	Poço P-17	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
13	Poço P-18	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
14	Poço P-19	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
15	Poço P-20	50	PVC	Ultrassônico Flangeado



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

16	Poço P-21	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
17	Poço P-22	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
18	Poço P-23	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
19	Poço P-25	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
20	Poço P-26	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
21	Poço P-27	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
22	Poço P-28	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
23	Poço P-29	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
24	Poço P-30	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
25	Poço P-31	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
26	Poço P-32	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
27	Adutora de Saída do Reservatório R-01	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
28	Adutora de Saída do Reservatório R-03	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
29	Adutora de Saída do Reservatório R-04	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
30	Adutora de Saída do Reservatório R-05	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
31	Adutora de Saída do Reservatório R-06	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
32	Adutora de Saída do Reservatório R-08	100	PVC	Ultrassônico Flangeado



33	Adutora de Saída do Reservatório R-09 (A substituir)	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
34	Adutora de Saída do Reservatório R-10 (A substituir)	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
35	Adutora de Saída do Reservatório R-11	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
36	Adutora de Saída do Reservatório R-12	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
37	Adutora de Saída do Reservatório R-13	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
38	Adutora de Saída do Reservatório R-14	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
39	Adutora de Saída do Reservatório R-15	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
40	Adutora de Saída do Reservatório R-16	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
41	Adutora de Saída do Reservatório R-17	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
42	Adutora de Saída do Reservatório R-18	150	PVC	Ultrassônico Flangeado

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.

13.13. SENSORES DE NÍVEL

13.13.1. Tipos de Modelos de Medidores de Nível

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

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



a) Medidor de nível Ultrassônico

Na Figura abaixo é possível observar um sensor de nível para reservatórios.



Figura 87 – Medidor de nível Ultrassônico

CARACTERÍSTICAS

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

- Baixo custo de instalação;
- Sem contato com o produto (imune a incrustações);
- Facilidade de instalação e calibração;
- Sensor com resolução de até 0,2 mm;
- Compensação automática de temperatura;
- Sensor encapsulado e robusto (IP65 / IP67);
- Medição e controle com indicação local ou remota;
- Medição múltipla de níveis utilizando-se dois sensores com apenas um módulo eletrônico;
- Medição diferencial de nível;
- Até cinco relés/alarmes para acionamento de bombas, válvulas etc.;
- Manutenção simples;



- Alarme de falha integral (falta de Eco);
- Medição de nível em tanques dos mais variados formatos;
- Medição de vazão em calhas / vertedouros;
- Medição de líquido, sólidos e granulados, com ou sem material em suspensão;
- Software com compensação para medição em tanques com agitadores ou ondulações;
- Software protegido por senha de segurança;
- Medição de sólidos em esteiras;
- Ganho auto ajustável em função das condições do processo.

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

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

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

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

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



APLICAÇÕES

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

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

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

VANTAGENS

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

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

Algumas das vantagens do software são:

- Sensibilidade automática, que ajusta o ganho automaticamente conforme a necessidade do processo, isto é, distância, vapores, e outras condições ambientais que afetam a medição;
- Os ruídos do ambiente ou ecos falsos fora de uma janela programada de leitura são descartados para não causar erros na medição;
- Compensação automática de temperatura;
- Parametrização de todas as funções em português;



- =====
- Configuração dos alarmes em todo o range, e possibilidade de parametrização para falha segura etc.;
 - O software possibilita a linearização e a conversão em volume mesmo em aplicações onde o tanque não tenha formato regular (tanques cônicos, abaulados etc.);
 - O software tem a proteção de seus parâmetros de configuração através de senha de segurança que impedirá a alteração de parâmetros por pessoas não autorizadas a manusear o equipamento.

CARACTERÍSTICAS DE INSTALAÇÃO - LOCALIZAÇÃO DO SENSOR

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

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

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

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

CUIDADOS PARA ESPECIFICAÇÃO/SELEÇÃO DO SENSOR

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

- Altura/distância do processo;
- Faixa "morta" exigida pelo sensor;
- Temperatura de operação;



- Pressão de operação;
- Presença de sólidos em suspensão no meio;
- Vapores existentes na superfície do material em medição;
- Compatibilidade química do processo com o material construtivo do sensor.

b) Medidor de nível Transmissores de Pressão

Na Figura abaixo é possível observar um transmissor de pressão para reservatórios.



Figura 88 – Transmissão de pressão para reservatórios (TP-ST18)

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

- Corpo Aço Inoxidável AISI 316;
- Soquete: Aço Inoxidável AISI 316;
- Terminal Elétrico: **DIN 43650** (outros sob encomenda);
- Conexão Elétrica: Prensa Cabos Pg9;
- Classe de exatidão: $\pm 0,25$ do total da escala;
- Repetibilidade: $< 0,15\%$ do total da escala;
- Deriva anual $< 0,15\%$ do valor da escala;
- Campo de temperatura compensada: $-25/+85^{\circ}\text{C}$;
- Campo de temperatura de fluido: $-25/+75^{\circ}\text{C}$;
- Temperatura ambiente: $-25/+75^{\circ}\text{C}$;
- Sinal de Saída: $4@20\text{mA}$ standard, outros sob especificação;
- Alimentação: $11@30\text{VCC}$;



- Tempo de resposta entre 10 e 90% faixa, < 1ms;
- Proteção eletrônica: inversão de polaridade, sobretensão, curto circuito, rádio frequência, induzida e conduzida, com eletrônica recoberta;
- Conexão elétrica: em conformidade com **DIN 43650**.

OPÇÃO DE CONSTRUÇÃO

- Conexão roscada, com célula sensor embutida no corpo (standard);
- Conexão roscada, com diafragma aflorante;
- Conexão ao processo: conforme especificação;
- Acessórios: todos os aplicáveis em instrumentos de pressão.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Aplicações

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

Vantagens

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



c) Transmissores de Nível Hidrostático

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



Figura 89 – Transmissor de nível hidrostático para reservatórios

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

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

VANTAGENS

- Compensação da pressão atmosférica;
- Imunidade a ruídos e interferências eletromagnéticas;



- Proteção contra surtos de até 10kA;
- Faixa de trabalho sob encomenda;
- Baixa histerese e vida útil prolongada;
- Facilidade de instalação, suportada pelo próprio cabo;
- Fabricação nacional.

APLICAÇÕES

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

Relação de Fornecedores:

A Tabela abaixo apresenta alguns fornecedores dos macromedidores de vazão.

Tabela 69 – Fornecedores de macromedidores de vazão

TIPO DE SENSOR DE NÍVEL	FORNECEDOR
Sensor Ultrassônico	Wika / Tecno Fluid / Nivetec
Transmissores de Pressão	Digitrol / Danfoss / Smar
Transmissores Hidrostáticos	Tecnolog / Lamon / Velki / War ME

13.13.2. Locais de Implantação de Macromedidores de Níveis no Sistema de Abastecimento de Água de Pontal

Na Tabela abaixo são apresentados os locais onde serão implantados os macromedidores de níveis do sistema de abastecimento de água de Pontal.

Observa-se que será necessária a implantação de **dezesseis (16)** sensores de nível do tipo hidrostático no sistema de abastecimento de água de Pontal.



Tabela 70 – Locais onde deverão ser implantados os sensores de níveis (MN)
no sistema de abastecimento de água do município de Pontal

MN	LOCAL	VOLUME (m ³)	TIPO
01	R01	500 m ³	HIDROSTÁTICO
02	R03	500 m ³	HIDROSTÁTICO
03	R04	350 m ³	HIDROSTÁTICO
04	R05	500 m ³	HIDROSTÁTICO
05	R06	150 m ³	HIDROSTÁTICO
06	R08	500 m ³	HIDROSTÁTICO
07	R09 (A substituir)	300 m ³	HIDROSTÁTICO
08	R010 (A substituir)	300 m ³	HIDROSTÁTICO
09	R11	1.000 m ³	HIDROSTÁTICO
10	R12	500 m ³	HIDROSTÁTICO
11	R13	300 m ³	HIDROSTÁTICO
12	R14	300 m ³	HIDROSTÁTICO
13	R15	300 m ³	HIDROSTÁTICO
14	R16	500 m ³	HIDROSTÁTICO
15	R17	200 m ³	HIDROSTÁTICO
16	R18	500 m ³	HIDROSTÁTICO

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024

13.14. INFORMATIZAÇÃO DO SISTEMA DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL

13.14.1. Considerações Gerais

Como já foi descrito a informatização da Macromedição permite obter dados, desenvolver estudos e apresentar soluções de forma mais rápida e mais elaborada.

Se o sistema de macromedição é desorganizado, possui baixa exatidão e é deficiente em cobertura não haverá melhora apenas com a sua informatização.



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

- 01 estação remota de telemetria para recebimento dos dados;
- 01 software supervisor específico para processamento dos dados.

O Sistema de transmissão de dados via Telemetria será composto por dezesseis (16) Estações Remotas de transmissão de dados e uma (01) estação remota na C.C.O, para recepção dos dados.

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

Assim a Estação Remota é composta por um painel de automação com eletrônica dedicada, com interfaces apropriadas para comunicação entre os dispositivos. Neste projeto de Macromedição serão previstas dezesseis (16) estações remotas, já descrito acima, sendo que cada Estação Remota (ER) é composta basicamente de um módulo gerenciador de sinais locais, provenientes dos diferentes dispositivos de captação, e de um módulo de transmissão telemétrica.

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

13.14.2. Estação Remota (ER)

- Painel monobloco em chapa de aço tratada e pintura eletrostática;
- Grau de proteção IP- 54 ou melhor;
- Tamanho mínimo para eletrônica dedicada (descrita a seguir), acessórios e 20% de espaço livre para expansões;
- Características da eletrônica dedicada:
 - Placa microprocessada, com taxa de aquisição mínima de 2Hz;
 - Mínimo de 4 Canais de Entrada Analógica, 12 bits de resolução;



- Mínimo de 4 Canais de Entradas Digitais, 0 à 5Vcc;
- Mínimo de 4 Canais de Saídas Digitais, 0 à 5Vcc;
- Mínimo de 2 Contadores Digitais, com acúmulo de informação;
- Saída Serial (RS232C);
- Transmissão com o protocolo de Telemetria do tipo ZigBee ou similar;
- Placas conversoras de sinais de entrada 0 a 10Vcc, 0 a 20mA e 4 a 20mA com saída 0~5Vcc;
- Alimentação utilizando Fonte Chaveada específica;
- Conjunto de ventilação forçada composto por: venezianas, filtros, grelhas, ventilador e exaustor;
- Placa de montagem removível;
- Acesso frontal com giro da porta lateralmente;
- Terminais para aterramento na caixa, porta e placa de montagem;
- Chapa de fechamento na parte inferior do painel.
- No presente trabalho, serão necessários seis (06) Estações Remotas (ER) e mais uma junto a Central de Comando Operacional, totalizando sete (07) Estações Remotas (ERs).

13.14.3. Central de Comando Operacional (CCO)

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

- Equipamentos a serem fornecidos pela Contratada com as seguintes características mínimas:



- Gabinete Mini-ITX com Fonte 60W;
- Disco Rígido 320GB SATA 2.5" 5400;
- CPU Mini-ITX FAN LESS INTEL ATOM 1.6GHZ;
- Sistema Operacional WINDOWS 7 - 32bit;
- MEMORIA SO-DIMM DDR2 2GB/667MHz;
- Placa de vídeo integrada;
- Placa de rede 10/100 Ethernet;
- 4 entradas USB;
- Placa de som integrada;
- Monitor LCD mínimo 22";
- Teclado;
- Mouse;
- Nobreak no mínimo para 1 hora da estação de trabalho (CCO).
- Software e equipamentos a serem fornecidos pela Contratada, com as seguintes características mínimas:
- Software Supervisório com interface gráfica (IHM – Interface Homem Máquina) com as seguintes características:
- Fornecimento e utilização de software aberto, com linguagem estruturada LabVIEW;
- Leitura dos dados provenientes das Placas dedicadas descritas anteriormente no item Estação Remota;
- Taxa de leitura compatível com o sistema de transmissão (2Hz);
- Armazenamento contínuo de todos os dados adquiridos, numa temporização a ser definida posteriormente a ser definido posteriormente à implantação do sistema, pelos usuários;
- Telas amigáveis ao usuário com desenhos pictóricos dos reservatórios e dispositivos de monitoração (ou controle), de nível e vazão em tempo real;
- Possibilidade de apresentação de gráficos da situação dos níveis e das vazões durante períodos definidos pelos usuários;
- Monitoramento continuado de cada Estação Remota (ER), com seus respectivos dispositivos de monitoração. Caso algum deles falhe na comunicação um alarme visual identificador é acionado, simultaneamente seu registro em memória (registro de falhas);



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

13.15. ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL

Na Tabela abaixo são apresentados os investimentos necessários para implantação dos macromedidores de vazão e nível no sistema de abastecimento de água de Pontal, sendo considerada também a respectiva automação.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 71 – Investimentos necessários para implantação do projeto de macromedição no sistema de abastecimento de Pontal

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Fornecimento, Instalação e Montagem de Macromedidores de Vazão				
1.1	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 2"	25	Unid.	R\$ 10.950,00	R\$ 273.750,00
1.2	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 4"	16	Unid.	R\$ 14.200,00	R\$ 227.200,00
1.3	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 6"	1	Unid.	R\$ 18.700,00	R\$ 18.700,00
1.4	Peças e acessórios para instalação do medidor de 2"	25	vb.	R\$ 2.680,00	R\$ 67.000,00
1.5	Peças e acessórios para instalação do medidor de 4"	16	vb.	R\$ 3.440,00	R\$ 55.040,00
1.6	Peças e acessórios para instalação do medidor de 6"	1	vb.	R\$ 4.160,00	R\$ 4.160,00
1.7	Mão de obra para instalação do medidor de 2"	25	vb.	R\$ 1.940,00	R\$ 48.500,00
1.8	Mão de obra para instalação do medidor de 4"	16	vb.	R\$ 2.530,00	R\$ 40.480,00
1.9	Mão de obra para instalação do medidor de 6"	1	vb.	R\$ 2.920,00	R\$ 2.920,00
1.10	Infraestrutura de energia elétrica e SPDA	42	vb.	R\$ 6.500,00	R\$ 273.000,00
Sub-Total 01					R\$ 1.010.750,00
2	Fornecimento, Instalação e Montagem dos Macromedidores de Nível do tipo Hidrostático				
2.1	Fornecimento de Macromedidores de nível do tipo Hidrostático	16	Medidor	R\$ 3.500,00	R\$ 56.000,00
2.2	Instalação e montagem dos medidores de níveis do tipo Hidrostático	16	Medidor	R\$ 4.200,00	R\$ 67.200,00
Sub-Total 02					R\$ 123.200,00
3	Implantação do sistema de coleta e transferência via telemetria dos dados monitorados nos sensores de vazão e nível				
3.1	Implantação da CCO (Centro de Controle da Operação) incluindo software para supervisionar e controlar os parâmetros de vazão e níveis nas unidades remotas	1	Unid.	R\$ 35.000,00	R\$ 35.000,00



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

3.2	Fornecimento de Estações Remotas compostas por: módulo eletrônico de aquisição e processamento de sinais, painel de montagem com CLP, aterramento/fonte/cabeamento	17	Unid.	R\$ 18.000,00	R\$ 306.000,00
3.3	Montagem e Start-up das Estações Remotas	17	Unid.	R\$ 4.500,00	R\$ 76.500,00
3.4	Implantação dos links utilizando tecnologia de rádio digital programável integrando cada ponto de medição até a central de controle (CCO)	17	Unid.	R\$ 5.800,00	R\$ 98.600,00
Sub-Total 03					R\$ 516.100,00
4	Infraestrutura Elétrica para automação				
4.1	Infraestrutura Elétrica para instalação da automação	17	Unid.	R\$ 6.500,00	R\$ 110.500,00
Sub-Total 04					R\$ 110.500,00
TOTAL					R\$ 1.760.550,00

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.



13.16. CALIBRAÇÃO E AFERIÇÃO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO

Para cada macromedidor de vazão a ser instalado no sistema de abastecimento de água de Pontal deverá ser implantado uma Estação Pitométrica (EP) a montante do equipamento, visando realizar o ensaio de Pitometria para obter dados de vazão para então calibrar e aferir os macromedidores. Esta atividade se torna de grande importância para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. Somente nas saídas dos poços tubulares profundos, menores que Ø100mm, não haverá a necessidade de instalação das estações pitométricas devido o diâmetro das tubulações, sendo que nesses casos, a aferição deverá ser realizada através do medidor padrão Ultrassônico não intrusivo. Desta forma no projeto de macromedição de vazão está sendo previsto a implantação de estações pitométricas para proceder a sua calibração e aferição.

Deverá ser aproveitada a caixa de alvenaria para proteção dos macromedidores de vazão para também instalar as estações pitométricas quando for possível. No desenho das caixas de proteção dos macromedidores é apresentado o local onde deverá ser instalada a estação pitométrica.

Na tabela a seguir é apresentado o orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios pitométricos que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos, que totalizam 17 (dezessete) unidades de instalação, no macromedidor MM03, MM07, MM12, MM18, MM19, MM23, MM25, MM28, MM29, MM30, MM31, MM32, MM35, MM36, MM37, MM40 e MM42 haja visto que os demais possuem diâmetros inferiores a 100mm.

Tabela 72 – Orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Implantação das estações pitométricas (EP)	17	EP	R\$ 1.650,00	R\$ 28.050,00
Ensaio pitométrico para monitoramento dos parâmetros vazão e pressão	17	Ensaio	R\$ 4.200,00	R\$ 71.400,00
Ensaio com medidor padrão Ultrassônico não intrusivo para monitoramento dos parâmetros vazão e pressão	25	Ensaio	R\$ 2.500,00	R\$ 62.500,00



Aferição e calibração dos macromedidores	42	Medidor	R\$ 1.850,00	R\$ 77.700,00
TOTAL				R\$ 239.650,00

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.

13.17. CAIXAS DE ALVENARIA PARA ABRIGO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO

Para cada macromedidor de vazão está previsto a execução de uma caixa de alvenaria, que terá a função de proteger e abrigar os equipamentos. Desta forma as caixas foram dimensionadas para abrigar macromedidores instalados em tubulações com diâmetros inferiores a 400 mm. Nas tabelas a seguir são apresentados os custos para execução de uma caixa de alvenaria e o total de investimentos para abrigo dos macromedidores de vazão a serem instalados no sistema de abastecimento de água de Pontal.

Tabela 73 – Custo para execução de uma caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Material				
Bloco de concreto estrutural (0,14x0,39x0,19)	256	Unid.	R\$ 3,50	R\$ 896,00
Aço CA50 3/16"	2	barra	R\$ 6,20	R\$ 12,40
Aço CA50 5/16"	16	barra	R\$ 22,10	R\$ 353,60
Aço CA50 3/8"	4	barra	R\$ 28,90	R\$ 115,60
Rolo de arame recozido	3	Unid.	R\$ 24,00	R\$ 72,00
Tampa de Ferro Fundido com Trava	1	Unid.	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Cimento	6	saco	R\$ 35,99	R\$ 215,94
Brita nº 1	1	m³	R\$ 90,00	R\$ 90,00
Areia Grossa	1	m³	R\$ 80,00	R\$ 80,00
Asfalto	6	m²	R\$ 65,00	R\$ 390,00
Tampão de FoFo-600mm	1	Unid.	R\$ 480,00	R\$ 480,00



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Subtotal 01				R\$ 3.305,54
Mão de Obra				
Construção da Caixa e Tampa de concreto	1	Unid.	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
Abertura da vala mecanizada	1	Unid.	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Remoção e Recomposição asfáltica	1	Unid.	R\$ 960,00	R\$ 960,00
				R\$ 4.760,00
TOTAL				R\$ 8.065,54

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.

Tabela 74 – Valor dos investimentos para execução das caixas de proteção dos macromedidores de vazão

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Execução de caixas de proteção para os macromedidores de vazão	42	Caixas	R\$ 8.065,54	R\$ 338.752,68
TOTAL				R\$ 338.752,68

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.

Desta forma o valor unitário para execução de uma caixa de proteção de medidor de vazão é igual a R\$ 8.065,54 (oito mil, sessenta e cinco reais e cinquenta e quatro centavos). Como são no total quarenta e duas (42) caixas de proteção a serem executadas, o valor para execução desta atividade é igual a R\$ 338.752,68 (Trezentos e trinta e oito mil, setecentos e cinquenta e dois reais e sessenta e oito centavos).

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



13.18. MEMORIAL DESCRITIVO PARA EXECUÇÃO DAS CAIXAS DE ALVENARIA PARA ABRIGO DOS MACROMEDIDORES

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

Nas tampas de concreto armado das caixas, deverão ser colocados os tampões de ferro fundido com trava, contendo a identificação do tipo de instalação.

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

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

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

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



14. PROJETO DE MICROMEDIÇÃO

De acordo com o SNIS (2022), o município de Pontal possui 10.555 ligações ativas de água micromedidas, de um total de 12.606 ligações ativas, ou seja, 83,73%. Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) os hidrômetros precisam ser aferidos ou substituídos com no máximo cinco anos de uso, pois estes perdem a precisão devido ao desgaste do rolamento do equipamento, comprometendo a leitura. Ressalta-se ainda que o volume medido passa a ser inferior ao real, ocasionando prejuízo financeiro para o sistema de abastecimento.

O município de Pontal não possui registros dos anos de instalação dos hidrômetros atuais, sendo, portanto, previsto a troca do parque de hidrômetro, haja visto que, segundo registros informais, grande maioria possui datas superiores há 05 anos de instalação.

14.1. GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO

Um dos maiores problemas enfrentados é com relação ao desperdício de água. Desta forma, a prefeitura deixa de medir grande parte da água por ele captada, que se fossem transformadas em receita, tornar-se-ia bem mais apta a investir em melhorias do processo, tornando-se continuamente mais eficiente.

14.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS: PLANO VISANDO A MANUTENÇÃO PREVENTIVA E ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA O CONTROLE DO GERENCIAMENTO

A atividade de Melhorias da Gestão da Micromedição vem de encontro com a preocupação dos dirigentes em relação às perdas existentes no Sistema de Abastecimento de Água de Pontal, uma vez que o **aumento gradativo das perdas poderá atingir níveis insuportáveis**, prejudicando o bom andamento dos serviços, perante a população e principalmente a saúde financeira desta com relação aos seus compromissos e com investimentos necessários para acompanhar o crescimento populacional da cidade.



14.2.1. Procedimentos para manutenção preventiva no parque dos hidrômetros

É recomendado que a **Manutenção Preventiva** deva ser feita conforme as normas técnicas do INMETRO que recomenda a **troca dos hidrômetros** a cada 05 (cinco) anos de vida útil, ou quando a leitura retorna para o **ZERO**. Assim no parque de hidrômetros da Prefeitura Municipal de Pontal, deve ser realizada a troca de todo parque de hidrômetros, conforme ressaltado anteriormente.

Também é recomendado que seja analisada pelo Departamento de Saneamento da Prefeitura Municipal, a possibilidade de realizar um programa de troca e/ou substituição de hidrômetros que apresentam baixos volumes consumidos onde os consumidores tenham perfil de consumo relevante, sendo que o tipo de **hidrômetro recomendado é o volumétrico** por apresentar alta sensibilidade e ótima precisão nas vazões mínimas de operação.

Para os grandes consumidores (acima de 50m³/mês), ressalta-se que os medidores devem estar dentro das faixas ideais de medição de vazão, devendo estar, portanto adequadamente instalados. No entanto estes medidores devem ser trocados a cada cinco anos. Assim, quando passar este período deve-se providenciar a sua troca ou aferição. Desta forma recomenda-se que os grandes consumidores tenham um tratamento especial em relação aos hidrômetros e suas capacidades quando comparados aos volumes mensais, e que sejam monitorados e acompanhados os volumes mês a mês com análise e tomada de decisões quando houver desvios muito elevados.

Para os grandes consumidores recomenda-se que a Prefeitura Municipal implante uma ferramenta de gerenciamento no software de micromedição. Tal ferramenta consiste em elaborar gráficos do consumo mês a mês para cada um dos grandes consumidores e também uma tabela mostrando o desvio padrão de mês a mês dos consumos médios diários. Com esta ferramenta, os gerentes da área de micromedição poderão diagnosticar de forma rápida a ocorrência de algum fator que tenha reduzido consideravelmente o consumo de um grande consumidor.

Dentre outros inúmeros resultados, está o desafio de atingir a meta de aumentar o Volume Consumido, além da recuperação dos volumes perdidos nos vazamentos, reduzindo dessa forma o Índice de Perdas.



O engajamento de todos os funcionários dos departamentos comercial e operacional é fundamental para o sucesso deste trabalho.

E finalmente consideramos que a busca deste processo não é considerada a solução final, pelo contrário, ela desafia toda a equipe técnica da Prefeitura Municipal de Pontal a combater os problemas existentes e que o seu refinamento contínuo, irá atingir metas cada vez mais animadoras.

14.2.2. Dispositivos para proteção dos hidrômetros

A seguir são apresentados os dispositivos para facilitar o acesso aos hidrômetros pelos leituristas através da caixa de proteção de medidores e um tipo de lacre para impedir a violação dos hidrômetros:



Figura 90 – Caixa de proteção para hidrômetros



Figura 91 – Lacre para hidrômetros

São conhecidas e praticadas muitas formas de fraudes junto ao relógio medidor de água (hidrômetro) com o objetivo de reduzir os valores da conta mensal, lesando expressivamente as companhias distribuidoras de água e condomínios. Os dados mais recentes nos trazem que as fraudes no consumo de água no Brasil situam-se entre 40% e 80% do total da água distribuída. Assim, a utilização dos lacres tende a reduzir estas fraudes nos hidrômetros residenciais.

14.3. SUBSTITUIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MICROMEDIDORES

O sistema de abastecimento de água do município, conforme já ressaltado apresenta 83,73% de ligações ativas com hidrômetro e o município não possui uma relação com o ano de instalação de todos os hidrômetros do município de Pontal. Em registros informais, constam que a maioria dos hidrômetros possuem data de instalação há mais de 05 anos. Este fato representa em um desvio da quantificação na micromedição, pois segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) os hidrômetros precisam ser aferidos com no máximo cinco anos de uso, pois estes perdem a precisão devido ao desgaste do rolamento do equipamento, comprometendo a leitura. Ressalta-se ainda que o volume medido passa a ser inferior ao real, ocasionando prejuízo financeiro para o sistema de abastecimento.

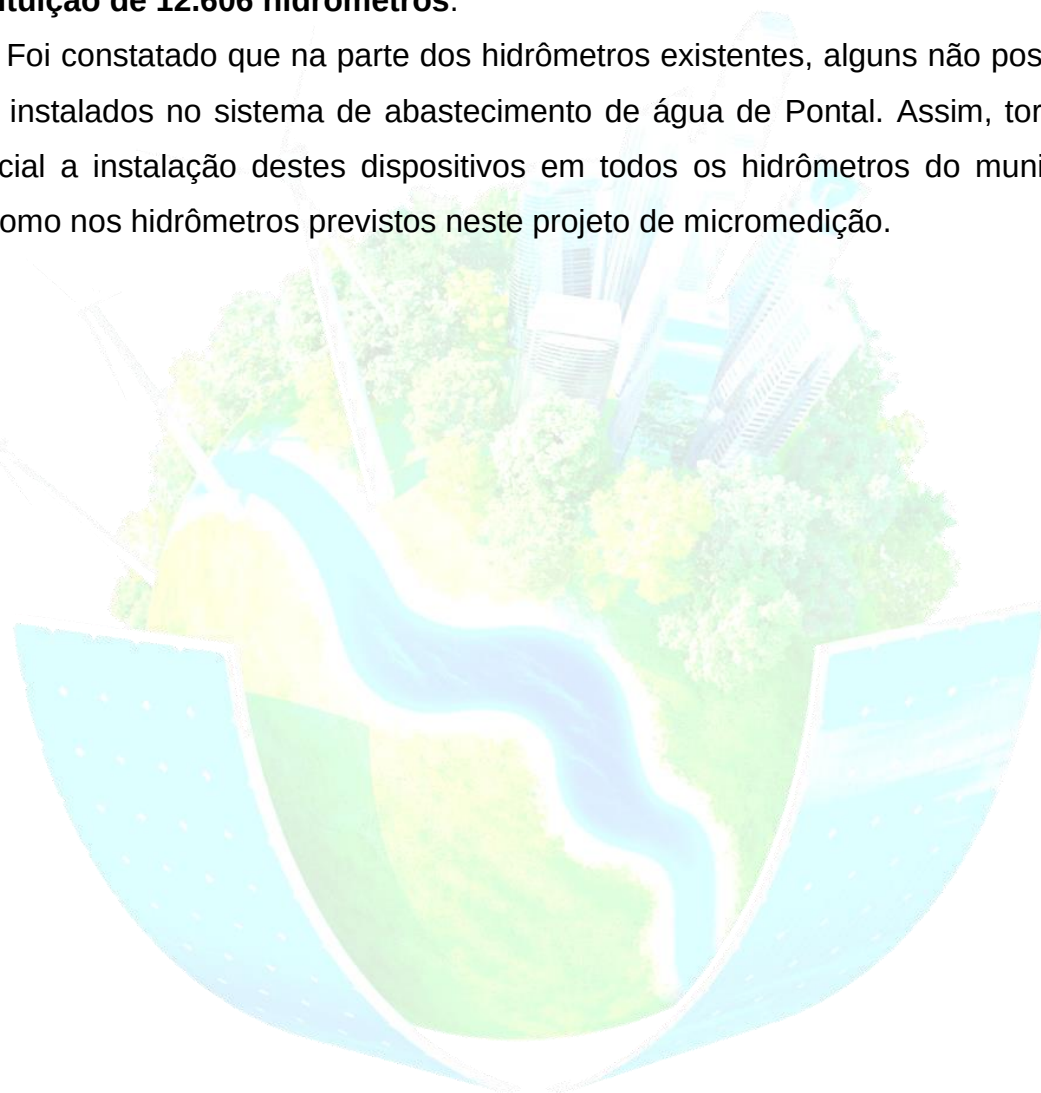


=====

Desta forma será necessária a substituição/implantação de **10.555 hidrômetros (todo parque de hidrômetros atuais)** no sistema de abastecimento de água do município de Pontal, além da implantação de **2.051 hidrômetros** necessários para o município atingir 100% de índice de hidrometração.

Na tabela a seguir é apresentado o investimento necessário para substituição e instalação dos hidrômetros no município de Pontal, totalizando a **instalação e/ou substituição de 12.606 hidrômetros**.

Foi constatado que na parte dos hidrômetros existentes, alguns não possuem lacres instalados no sistema de abastecimento de água de Pontal. Assim, torna-se essencial a instalação destes dispositivos em todos os hidrômetros do município, bem como nos hidrômetros previstos neste projeto de micromedicação.





F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 75 – Valor dos investimentos para substituição e instalação de hidrômetros no município de Pontal

 PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO 							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 05/2024	CÓDIGO SABESP 07/2023	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Substituição e instalação de hidrômetros no sistema de distribuição de água do município de Pontal						
1.1	CAVALETE KIT PVC DN=20 MM NTS 161 PARA HIDRÔMETRO 1,5 OU 3,0 M3/H	12606	Unid.	-	HM01844	R\$ 88,95	R\$ 1.121.303,70
1.2	LACRE ANTI FRAUDE POLIPROPILENO AZUL DN=3/4" ATÉ 3 M3/H C/TRAVAMENTO PARA HIDRÔMETRO	25212	Unid.	-	HM04304	R\$ 0,69	R\$ 17.396,28
1.3	TUBETE CURTO PVC DN=3/4" PARA HIDRÔMETRO	25212	Unid.	-	HM01850	R\$ 1,04	R\$ 26.220,48
1.4	PORCA DO TUBETE LIGA DE COBRE DN=20 MM SEXTAVADA NBR 8194 PARA HIDRÔMETRO	25212	Unid.	-	HM01416	R\$ 7,82	R\$ 197.157,84
1.5	Ajudante de Montagem (considerado o serviço de troca sendo igual a 2 horas para cada hidrômetro, devido as dificuldades de deslocamento e não encontrar os proprietários nas residências)	25212	horas	00000248	-	R\$ 19,37	R\$ 488.356,44
1.6	Auxiliar Técnico (considerado o serviço de troca sendo igual a 2 horas para cada hidrômetro, devido as dificuldades de deslocamento e não encontrar os proprietários nas residências)	25212	horas	00000532	-	R\$ 34,16	R\$ 861.241,92
TOTAL							R\$ 2.711.676,66
OBS: Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 07/2023 (ainda não disponível a tabela deste ano 2024) e SINAPI referente ao mês 05/2024.							

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.



14.4. CURVA DE PERMANÊNCIA

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

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

$$\Delta X = \frac{[\ln(CM_{\text{máx}}) - \ln(CM_{\text{mín}})]}{N}$$

Em que:

ΔX = intervalo de classe;

$CM_{\text{máx}}$ = consumo micromedido máximo do banco de dados;

$CM_{\text{mín}}$ = consumo micromedido mínimo do banco de dados; e

N = número de intervalos escolhidos (recomenda-se 50).

Os limites dos intervalos de classe são calculados a partir do menor consumo micromedido ($CM_{\text{mín}}$), adicionando-se a esta o intervalo calculado anteriormente, o



que resulta no consumo micromedido do limite superior do intervalo i , e assim por diante.

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

Após o cálculo dos limites correspondentes a cada classe de frequência deve ser procedida, utilizando os valores do consumo micromedido do banco de dados, a determinação do número de registros observados de valores de consumo micromedido que se enquadra na classe de frequência obtida. A frequência (f_i) associada a cada classe é calculada pela equação:

$$f_i = \frac{Nq_i}{NT} \cdot 100$$

Em que:

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

NT = número total de dados de consumo micromedido.

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

14.5. METODOLOGIA DE COMBATE ÀS PERDAS COMERCIAIS

A metodologia de combate às perdas comerciais aqui desenvolvidas terá seus trabalhos baseados no método de Análise e Solução de Problemas de Perdas, sendo caracterizado por quatro fases de execução, que são o Planejamento, Execução, Análise dos resultados e as Ações Corretivas.



A base de todo o trabalho deverá estar sedimentada em apenas duas variáveis que são o Volume Produzido (Vp) e o Volume Consumido (Vc), com o objetivo permanente de redução do volume produzido e o aumento do volume consumido.

Desta forma a primeira etapa do processo deve ser o levantamento das possíveis causas que estariam afetando o parâmetro Volume Consumido (Vc) através dos relatórios do Rol de Hidrômetros apresentados pelo Departamento de Saneamento da Prefeitura Municipal de Pontal. Destes documentos deverão ser montadas as fichas de inspeção em ligação de água com as irregularidades informadas pelos leituristas, com os baixos consumos e pela vida útil dos hidrômetros.

A segunda fase é caracterizada pelas ações de pesquisa de campo necessárias a complementar as informações relatadas na primeira fase.

A terceira e quarta fases caracterizam-se pela análise dos resultados assim como o planejamento para efetuar as correções necessárias do processo de forma a torná-lo mais eficiente.

Diante do exposto, foi caracterizada uma forma detalhada com as quatro fases do diagnóstico para o permanente combate às perdas comerciais como segue:

1º Fase: Planejamento

1º Passo – A prefeitura municipal deverá realizar reuniões com as equipes do departamento comercial e operacional para troca de informações sobre a pesquisa de Micromedicação realizada neste trabalho, com as causas das interferências existentes que impossibilitam a correta medição dos volumes consumidos (Vc);

2º Passo – A Prefeitura municipal deverá elaborar um fluxograma contemplando as ações mais relevantes para o combate às perdas comerciais, relacionadas abaixo:

a) Dimensionamento/Troca de hidrômetros: adequação dos hidrômetros a sua faixa de consumo correta e análise da necessidade de substituição dos hidrômetros antigos (instalados há mais de 05 anos);

b) Análise e correção dos hidrômetros inclinados: considerando os estudos já realizados que confirmam que a inclinação afeta a capacidade de medição dos



hidrômetros, essa ação visa desinclinat os aparelhos que se encontram nessa condição;

c) Análise de Condomínio: considerando que os condomínios são potencialmente grandes consumidores, é necessário dedicar atenção especial a esses hidrômetros, verificando e monitorando mensalmente os volumes consumidos e se os medidores estão dimensionados adequadamente dentro das faixas de precisão;

d) Instalação de hidrômetros em economias sem medidor: o hidrômetro é o equipamento fundamental nesse trabalho de combate ao desperdício, visto que é através dele que ocorre a quantificação do que realmente é consumido. Assim, quanto mais próximo do 100% de hidrometração, mais confiáveis são os índices e a busca do aumento do volume consumido, ocorrendo um grande passo no combate às perdas;

e) Análise dos consumos baixos: esta ação visa identificar todas as causas de consumos considerados baixos (valor considerado menor ou igual a 5 m³/mês). Esta ação necessita da verificação das condições da economia (se é casa, comércio ou indústria), número de pessoas que moram no local, possibilidade de haver ligação clandestina com desvio de água, sem passar pelo hidrômetro, existência de poço, etc.;

f) Análise da Evolução da Rota (factíveis): a evolução é a comparação entre o número de ligações ativas na rota da atualidade e nos últimos 24 meses. Se a evolução estiver negativa, é sinal que essa rota perdeu ligações. Busca-se então um trabalho comercial visando a recuperação de usuários, a fim que voltem a ser consumidores. Outra ocorrência que deve ser analisada com muita propriedade é o fato de o sistema de informatização estar perdendo informações e com isso alterando o número de ligações cadastradas, diminuindo o volume consumido (Vc);

g) Análise de consumos estimados (ocorrências de falta de leitura): o consumo estimado ocorre devido ao fato do leiturista não ter acesso ao hidrômetro. Uma ação comercial, através de correspondência ao usuário, solicitando a liberação do hidrômetro. Atualmente estão sendo utilizadas caixas de proteção de hidrômetros do lado externo do imóvel para evitar esse tipo de problema, além de outras vantagens que essa caixa de proteção permite;

h) Análise dos hidrômetros que não tem lacre (caça fraudes): o lacre tem a função de assegurar que ninguém, sem a devida autorização, tenha mexido no



hidrômetro, visto que a pesquisa mostrou inúmeras situações na qual os usuários têm violado o aparelho, retirando e instalando virado, entre outros casos de fraudes.

j) Análise das ligações cortadas na rota há mais de três meses (teste de fonte alternativa): deverão ser verificadas as matrículas que tiveram o abastecimento suspenso há mais de três meses, se estão realmente se abastecendo de poço, ou se violaram o corte da ligação; e

k) Realizar o recadastramento de todos os imóveis para atualização do cadastro comercial, uma vez que ao longo do tempo os registros de novas e/ou mudanças de ligações vão ficando desatualizadas e acabam deixando de incorporar essas ligações que ficaram pendentes por diversos motivos e acabam caindo no “esquecimento”.

2º Fase: Execução

1º passo: Conhecer os critérios de seleção das rotas: A análise das ocorrências deverá ser feita sobre as rotas comerciais, cuja definição é um conjunto de matrículas pertencente a uma mesma região geográfica em que o leitorista coleta os dados de consumo. Das rotas selecionadas serão separadas as matrículas que sofrerão as análises dos critérios colocados no fluxograma;

2º Passo: Análise das matrículas selecionadas, aplicando o fluxograma elaborado, identificando as irregularidades.

3º Passo: Abertura das Ordens de Serviço para corrigir as irregularidades encontradas: Esta ação deverá ser executada pela Prefeitura Municipal o mais rápido possível, uma vez que o volume de ocorrência no Setor de Distribuição é muito alto, havendo um grande desperdício de água, diminuindo o Volume Consumido e aumentando a necessidade do Volume produzido, sem o devido retorno de receitas para a Prefeitura Municipal.

3º Fase: Verificação dos Resultados:

A partir do momento em que a Prefeitura Municipal aplicar esta metodologia, será necessária a análise dos resultados, através de sua verificação, controle, eficiência, portanto é importante que seja criada a função de Analista de Consumo,



que será responsável pelo acompanhamento e monitoramento de todas as fases desta metodologia bem com a avaliação dos resultados.

A avaliação dos resultados deverá ser feita através da geração de relatórios gerenciais, de reuniões de análise crítica e através de controle estatístico dos volumes consumidos e das ligações existentes. Esses resultados deverão ser apresentados na forma de gráficos, além de permitir outras informações tais como: número de ligações existentes nas rotas, quantidade de economias hidrometradas e sem hidrômetros, número de condomínios, ocorrência de ligações com consumo menor ou igual a 5,0 m³ e com consumo zero, valor faturado, entre outras informações relevantes.

4º Fase: Ações corretivas

A partir da avaliação dos resultados, são propostas novas ações corretivas, visando o aperfeiçoamento do processo.

Resultados esperados: Com a colocação em prática desta metodologia com todas as fases relacionadas acima, espera-se obter uma grande diminuição dos índices de combate a perdas de água, relativos às perdas não físicas, uma vez que o número de ocorrências no Setor de Distribuição é muito elevado como pode ser observado nas fichas de inspeção em ligação de água.

14.6. ESTRUTURAÇÃO DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE VAZÃO

Metaforicamente, a Gestão Integral da micromedição é viabilizada a partir de uma espiral, compreendendo 10 etapas, que começa na segmentação, culminando com o descarte dos hidrômetros.

Essa metodologia nada mais é que visitarmos todas as etapas do processo da concessionária, onde existe a participação do medidor com o intuito de gerarmos uma visão-controle total da cadeia da medição dentro do Departamento de Saneamento de Pontal, com o único objetivo de uma melhor gestão dos ativos e resultado final da medição. O incremento do faturamento e a medição correta e justa dos usuários será decorrência da somatória da gestão eficiente e eficaz de todos os



processos com seus devidos controles e monitoramentos diários pelas diversas áreas envolvidas.

Trata-se de guia de geração de valor, pois busca a garantia de que, através de medições exatas e justas, as partes interessadas, cada qual focado em suas necessidades e requisitos, terão assegurada a tão necessária sustentabilidade dos serviços prestados.

O presente capítulo dentro deste Plano de Combate a Perdas de Água, sintetiza toda a orientação no que tange à DIRETRIZ ESTRATÉGICA DA MEDIÇÃO, visando incrementar o importante INDICADOR ESTRATÉGICO: o “consumo por economia domiciliar”. O incremento aludido depende, entre outros fatores, do uso domiciliar da água, dependendo também da eficiência, eficácia e efetividade da micromedição. Em momentos de escassez hídrica e carestia econômica, é mais racional e sustentável que se viabilizem resultados pela via das boas práticas da micromedição, amplamente apresentadas e discutidas no presente guia estratégico.

Na sequência se apresenta etapa a etapa, a estratégia que deve ser adotado na gestão da micromedição do Departamento de Saneamento de Pontal, para que exerça uma gestão integrada, transversa, visando garantir consumos per economia cada vez maiores, reiterando que este é o indicador estratégico, à medida que se garanta, ano a ano, consumos per economia crescentes, de maneira sustentável, garantida por micromedição com foco em resultados.

14.6.1. Etapa 01 – Segmentação de clientes

A segmentação de mercado em linhas gerais consiste em identificar num mercado heterogêneo um determinado grupo de clientes, com características e perfil de consumo semelhantes. Isto deve ser observado como um poderoso instrumento que auxiliará o Departamento de Saneamento de Pontal, no intuito de apresentar ações/produtos que atendam aos resultados desejados deste público-alvo. Esta deve ser a base que suporta toda a estratégia de gestão do parque de medição.

O processo de segmentação comporta 4 etapas:

1. Escolha dos critérios de segmentação:

a. Critérios demográficos, geográficos;



- b. Critérios de personalidade e de estilo de vida (valores consumos, sazonalidade etc...);
- c. Segmentação em função da sua rentabilidade ou resultados potenciais dessa segmentação;
- d. Segmentação em função das situações ou eventos.

2. Descrição das características de cada segmento;

3. Escolha de um ou mais segmentos;

4. Definição da política de marketing para cada segmento selecionado.

14.6.2. Etapa 02 – Análise das condições de fornecimento atual

Nessa fase do processo de aplicação da metodologia, tem-se como objetivo o levantamento das condições atuais através de um questionário aos diversos tipos de consumidores, pois, as características de cada um deles são distintas (Características climáticas, demográficas, fraudes comuns na região etc...).

14.6.3. Etapa 03 – Dimensionamento do medidor e análise do perfil de consumo por segmento

O correto processo de dimensionamento é fundamental ao processo de medição, influenciando de forma decisiva para a redução das perdas por submedição, já que esta ocorre naturalmente, quando se instala um medidor com vazão mínima superior a vazão predominante de trabalho do ramal em que foi instalado. O medidor selecionado deve ser tal que seu “campo prático de medição” coincida o máximo possível com as vazões de trabalho do ramal predial.

Em resumo, os principais aspectos a serem considerados na escolha de um hidrômetro são:

- O campo de medição do hidrômetro deve ser amplo, cobrindo o máximo possível o perfil de consumo do cliente;



- O hidrômetro deve apresentar uma permanência de exatidão por longo tempo, ou seja, os erros devem permanecer dentro das tolerâncias estabelecidas pelas normas ao longo do tempo;

- O hidrômetro não pode provocar uma perda de pressão elevada que influencie a demanda de consumo do cliente;

Para o correto dimensionamento do medidor existem três métodos:

- Método baseado na determinação do volume consumido em um determinado período de tempo;

- Método baseado na determinação da vazão;

- Método baseado no perfil de abastecimento.

14.6.4. Etapa 04 – Criação de especificações técnicas por segmento de cliente

As normas e recomendações indicam regras gerais para manufatura, qualidade, segurança, eficiência, adaptabilidade para produtos e procedimentos em geral, ou seja, alguma prescrição julgada satisfatória para obter conformidade.

Cada país possui uma organização responsável pela elaboração e publicação das normas.

Atualmente em vigor a Norma ISO 4064:2005 possui resumidamente as seguintes características:

- Vazão nominal Q_3 (m³/h);
- Range de medição R (Q_3/Q_1);
- $Q_2/Q_1 = 1,6$;
- MAP (Máxima Pressão Admissível);
- MAT (Máxima Temperatura Admissível);
- Sensibilidade a velocidades irregulares;

O hidrômetro é definido por um conjunto de características técnicas, metrológicas e condições operacionais, sendo estas as principais para a aquisição de um equipamento no mercado brasileiro:

- dimensões do hidrômetro;



- tipo de hidrômetro;
- vazões características;
- classe metrológica;
- interface de transmissão;
- dispositivo registrador;
- dispositivos antifraudes;
- dispositivos para transmissão de dados.

Os hidrômetros são classificados pelo princípio de funcionamento do seu elemento de medição, podendo ser do tipo velocimétrico, volumétrico ou estático.

14.6.5. Etapa 05 – Aquisição de plano de inspeção de recebimento de hidrômetros

A inspeção consiste na observação cuidadosa dos equipamentos, com o fim de descobrir, identificar problemas que poderão transformar-se em causas de submedição, perdas, perdas de e também com o objetivo prático de tomar ou propor medidas que impeçam a produção de novos produtos inadequados.

A inspeção se antecipa aos possíveis problemas em campo, mas quando repetidas, alcançam outros resultados: favorecem classificação de fornecedores, que será descrita mais adiante.

Para a realização de qualquer ensaio de medidores de vazão devem ser observados os valores estabelecidos no regulamento metrológico para as condições de referência das seguintes grandezas de influência, quando presentes: vazão, temperatura e pressão da água, umidade relativa e pressão atmosférica do ambiente, tensão e frequência de alimentação.

Na aprovação de modelo, os erros (de indicação) apurados em cada uma das vazões não devem exceder os erros máximos admissíveis.

Se o erro (de indicação) observado em um ou mais medidores for superior ao erro máximo admissível em uma única vazão, deve-se repetir o ensaio nesta vazão. O ensaio é considerado satisfatório se dois, entre três resultados, situarem-se dentro da faixa dos erros máximos admissíveis, e a média aritmética dos resultados dos três ensaios naquela vazão for inferior ou igual ao erro máximo admissível.



Se todos os erros (de indicação) do medidor tiverem o mesmo sinal, pelo menos um dos erros não deve exceder à metade do erro máximo admissível. Se o medidor possuir marcações que informem a sua posição de funcionamento, deve ser ensaiado nessa posição. Na ausência de tais marcações, o medidor deve ser ensaiado, pelo menos, em três posições.

14.6.6. Etapa 06 – Armazenamento e distribuição para instalação em campo: Processos físicos e administrativos

No caso dos medidores de água, o papel logístico no processo de armazenagem, transporte e instalação é fundamental para o desempenho adequado do mesmo, pois, se trata de um equipamento de precisão onde devido suas características construtivas, o manuseio incorreto possui influência direta na sua performance metrológica.

Para o transporte, os medidores devem ser acomodados de forma a evitar choques, pancadas e fortes vibrações.

Não é permitido o armazenamento e ou transporte dos medidores ao ar livre ou em ambientes sujeitos a umidade, gases e vapores.

Os medidores devem ser transportados em embalagens próprias. Não será permitido, no transporte, o seu acondicionamento, em mesma embalagem, junto a outros equipamentos.

Para fins de inspeção técnica dos medidores, o material será transportado inicialmente do fabricante às concessionárias aptas a realizarem os testes de inspeção, que possuem as bancas de calibração.

Uma vez inspecionados os medidores e aprovados, estes serão enviados às respectivas concessionárias para posterior instalação.

Importante salientar que a responsabilidade de transporte da fábrica às concessionárias é do fabricante, já o re-transporte às unidades consumidoras é de responsabilidade da concessionária (Departamento de Saneamento de Pontal).

As atividades que compõem a armazenagem são (CASADEVANTE, 1974):

- **Recebimento:** é o conjunto de operações que envolvem a identificação do material recebido, a análise do documento fiscal com o pedido, a inspeção do material e a sua aceitação formal.



- Estocagem: é o conjunto de operações relacionadas à guarda do material. A classificação dos estoques constitui-se em: estoque de produtos em processo, estoque de matéria – prima e materiais auxiliares, estoque operacional, estoque de produtos acabados e estoque de materiais administrativos.

- Distribuição: está relacionada à expedição do material, que envolve a acumulação do que foi recebido da parte de estocagem, a embalagem que deve ser adequada e assim a entrega ao seu destino final. Nessa atividade normalmente precisa-se de nota fiscal de saída para que haja controle do estoque.

14.6.7. Etapa 07 – Processo de instalação em campo

O padrão atual de instalação de medidores deve levar em conta a forma de leitura que será realizada pela companhia de saneamento, seja visualmente, ou por sistemas de telemetria ou radio frequência.

O padrão de instalação de um hidrômetro deve levar em conta os seguintes aspectos:

- facilidade de segurança na execução da leitura;
- facilidade na execução dos serviços de substituição;
- facilidade na execução dos serviços de corte e religação.

Independentemente da localização do medidor deve ser definido um padrão a ser utilizado para cada tipo de cliente, onde o desempenho dos medidores deve ser avaliado estaticamente e, se necessário, ajustá-lo. Basicamente, existem três formas de instalação:

- instalação na calçada (mais indicado);
- instalação na parede frontal.
- instalação no interior do prédio/jardim (recomenda-se nesse caso com o apoio da telemetria);

14.6.8. Etapa 08 – Gestão da coleta de dados e faturamento



É muito importante ter no Sistema Comercial um cadastro de hidrômetro completo, que permita verificar de maneira rápida e eficiente os dados do parque de hidrômetros e que permita a emissão de relatórios gerenciais para análise da eficiência da medição, detecção de indícios de fraudes, histograma de consumo, assim como a alimentação do balanço hídrico. O cadastro deve conter todas as informações do hidrômetro.

Formas de leitura do hidrômetro:

- Leitura visual com registro manual em boletim próprio: O leiturista vai até o cliente e registra as marcações do medidor visualmente, anotando-as em boletim próprio. O Departamento de Saneamento de Pontal realiza a computação dos dados, comparando-os com a leitura anterior e, por sua vez, faz o fechamento da fatura mensal do consumidor e realiza a cobrança.

- Leitura remota: O processo de leitura do hidrômetro tradicional implica na necessidade de acesso do leiturista ao hidrômetro e, no caso de medição individualizada, o acesso aos corredores dos apartamentos para executar a leitura de forma visual, comprometendo a segurança e a privacidade dos clientes. Sem contar com a alta margem de erros de leitura, deslocamento e perda de tempo de um profissional do condomínio para o acompanhamento do leiturista no processo de trabalho. A leitura a distância de hidrômetros para a consolidação de consumo pode ser executada de várias maneiras, levando em consideração as condições socioeconômicas do usuário final e o sistema de emissão de contas que se deseja.

14.6.9. Etapa 09 – Manutenção preditiva e preventiva

Entende-se por manutenção do hidrômetro o conjunto de atividades que faz com que os equipamentos permaneçam em condições adequadas de precisão. Os objetivos principais da substituição de hidrômetros são:

- conseguir que todos os medidores funcionem corretamente;
- tenham exatidão adequada;
- possam ser lidos periodicamente;
- não apresentem vazamentos, pois isso significa perdas no sistema;
- não interfiram no fornecimento de água para o usuário final.



Manutenção Preventiva: É a troca periódica e programada de hidrômetros, com base na análise do comportamento do consumo e através de parâmetros indicadores tais como: tempo de instalação, localização, qualidade de água, entre outros. Portanto, a manutenção preventiva consiste no conjunto de atividades destinadas a conseguir que os hidrômetros funcionem com exatidão adequada.

Manutenção Preditiva: Trata-se de um processo que prediz o tempo de vida útil dos componentes dos equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado. A análise da tendência da falha consiste em prever com antecedência a avaria ou a quebra, por meio de aparelhos que exercem vigilância constante predizendo a necessidade do reparo. A manutenção preditiva tem sido reconhecida como uma técnica eficaz de gerenciamento de manutenção.

14.6.10. Etapa 10 – Descarte do equipamento após completar a vida útil

O custo do ciclo de vida (CCV) dos medidores de água compreendem aos custos totais relativos ao seu tempo de vida para sua compra, instalação, operação, manutenção, retirada e disposição. Quando usado como ferramenta entre as possíveis alternativas, o processo de determinação do custo do ciclo de vida de vários medidores indicará a melhor solução de custo benefício, dentro dos limites de dados disponíveis. Os componentes do custo do ciclo de vida são os custos de aquisição do medidor, de instalação e da respectiva liberação para uso da ligação, da energia consumida, custos operacionais ou de sua ineficiência, manutenção, tempo parado, efeitos no meio ambiente, de corte ou de troca.

É importante analisar a melhor forma de realizar o descarte do equipamento após sua vida útil. Para as partes plásticas, vem sendo analisadas, recentemente, possibilidades para a indústria de medidores transformar o resíduo plástico em alternativa rentável na cadeia produtiva e para isso, fornecer subsídios para os contratos de permuta e fomentar a cadeia para reaproveitamento do plástico. Isto porque 25% da composição dos equipamentos é de partes plásticas, que ainda não são destinadas à reciclagem. A reciclagem do plástico possibilitaria um incremento no faturamento, maior geração de empregos além dos benefícios ambientais. Para



as carcaças, basicamente existem duas formas de descartar as carcaças dos medidores, cujo material é o bronze:

- Venda para sucata
- Revenda para fabricante

14.6.11. Resultados esperados

Dentro das várias perspectivas de seu Mapa Estratégico, o Departamento de Saneamento de Pontal almeja, com foco meramente comercial:

- Financeira:
 - ✓ Incrementar o Faturamento;
 - ✓ Elevar o volume consumido por economia (Y);
- Clientes:
 - ✓ Ampliar o número de ligações novas;
 - ✓ Manter as ligações atuais, ativas;
 - ✓ Promover bom relacionamento com o cliente, medindo seu consumo, sem molestá-lo, sem gerar incertezas, assegurando ao cliente um parque de hidrômetros e, mais do que isso, soluções de medição que proporcionem benefícios a todas as partes interessadas;
- Processos (relativos à Medição):
 - ✓ Manter a hidrometração em patamar elevado, próximo aos 100%;
 - ✓ Gerir de maneira integrada os Processos de Pesquisa de Mercado, de Dimensionamento de Hidrômetros, de Especificação, de Aquisição, de Armazenamento, de Transporte, de Instalação, de Coleta de Leitura, de Manutenção e de Descarte dos hidrômetros instalados, gerando-se valor às partes interessadas;
 - ✓ Medir de maneira exata e justa, à luz da Norma NBR 24.510, atendendo a expectativa dos clientes;
- Conformidade de Processos:
 - ✓ Medir consumos de maneira conforme ao Perfil de Consumo dos Clientes das Concessionárias;



✓ Cumprir 100% da Diretriz Estratégica de Medição;

• Desenvolvimento de Pessoas:

✓ Difundir metodologias e procedimentos visando capacitar os leituristas e vistoriantes, transformando-os em agentes comerciais (vendedores do futuro).

O constante acompanhamento do indicador estratégico que relaciona o volume consumido pelo número de economias, medido em m³ consumidos por ligação, tem se prestado como excelente índice de produtividade, relacionando duas importantes variáveis; a primeira, que reflete o volume consumido pelos clientes, mal ou bem medido, e o segundo, pelo número de clientes, retratado pelo número de economias. Medir para controlar este indicador é da maior importância, já que permite aos dirigentes, gerentes e gestores, com pouca análise, perceber variabilidades importantes, permitindo rápidas investigações de causa x efeito, identificando-se problemas, removendo-os, na sequência, e aprendendo a contorná-los sempre da reincidência.

Além disso, a prática de auditorias em muito contribuirá para que a diretriz estratégica se consolide. Tal fato em muito contribuirá na avaliação da eficácia da diretriz estratégica, garantindo que sua total implementação proporcione os resultados almejados pela diretoria do Departamento de Saneamento Municipal, no que concerne à gestão comercial, particularmente em relação à micromedição e, por consequência, faturamento, arrecadação, cobrança, etc. É a forma de se garantir que essa gestão venha a agregar valor a todas as partes interessadas.

Recomenda-se a aplicação dessa metodologia no Departamento de Saneamento de Pontal, devido à importância da transversalidade do uso correto dos medidores, dos diversos departamentos da autarquia. A aplicação dessa metodologia tem um enfoque no aumento do faturamento e redução das perdas aparentes.



14.7. ASPECTOS LEGAIS

Para o projeto, a montagem, instalação e uso são necessários o atendimento das Normas técnicas obrigatórias para a execução de um sistema de medição, que são elas, entre outras:

- NBR 5626 - Instalações Prediais de Água Fria;
- NBR 7968 - Diâmetros Nominais em Tubulações de Saneamento nas Áreas de Rede de Distribuição, Adutoras, Redes Coletoras de Esgoto e Interceptores;
- NBR 8009 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal – Terminologia;
- NBR 8193 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal – Especificação;
- NBR 8194 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal – Padronização;
- NBR 8195 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal - Método de ensaio;
- NBR 8417 - Tubo de Polietileno PE 5 para Ligação Predial de Água;
- NBR 9052 - Conexão de PVC Rígido para Junta Mecânica para Tubos de Polietileno PE 5 para Ligações Prediais de Água;
- NBR 9798 - Conexão de Polipropileno (PP) para Junta Mecânica para Tubos de Polietileno, para Ligações Prediais de Água – Especificação;
- NBR 9822 - Execução de Tubulações de PVC Rígido para Adutoras e redes de Água;
- NBR 10930 - Colar de Tomada de PVC Rígido, para Tubos de PVC Rígido;
- NBR 11305 - Registro para Bloqueio de Vazão de Cavaletes de Polipropileno - Verificação da Resistência ao Uso;
- NBR 11306 - Registros de PVC Rígido, para Ramal Predial;
- NBR 11782 - Registro broca de Polipropileno para Ramal Predial;
- NBR 11821 - Colar de Tomada de Polipropileno, para Tubos de PVC Rígido;
- NBR 11822 - Registro broca de PVC Rígido para Ramal Predial;



- NBR 12266 - Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulação de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana.
- ABNT-NBR nº 212/1999 – Medidores de água velocimétricos de vazão até 15 m³/hora, de classes A, B e C;
- ABNT-NBR nº 14.005/1997 – Medidores de água velocimétricos de vazão acima de 15 até 1.500 m³/hora;
- Resolução CONMETRO nº 11/1988 - Regulamentação metrológica;
- Portaria INMETRO nº 246/2000 - Aprova o RTM sobre hidrômetros;
- NIE-DIMEL - nº 016 - Inspeção de bancada convencional de ensaios de hidrômetros;

Como exemplo da importância, a Portaria de nº 29 (1994), do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) estabelece que, para a utilização no Brasil de hidrômetros de vazão nominal até 15 m³/h, na cobrança da água consumida, necessitam ter sido submetidos e aprovados a uma bateria de testes denominada “Aprovação de Modelo”, sob supervisão do INMETRO, onde posteriormente cada medidor deve ser individualmente calibrado, sob supervisão de inspetores também credenciados pelo INMETRO, que lacram cada medidor com o lacre próprio numerado. Isto ajuda na garantia da qualidade dos medidores, que são somados aos requisitos complementares das Concessionárias para adequar as características especiais de suas realidades operacionais que não constam das normas, tais como, proteção contra congelamento, saídas eletrônicas, posição de montagem vertical, e que podem colocar em risco a integridade do funcionamento.

14.8. ADEQUAÇÃO DOS HIDRÔMETROS ÀS SUAS RESPECTIVAS FAIXAS DE TRABALHO

O hidrômetro é um equipamento destinado a indicar e totalizar continuamente o volume de água que o atravessa. Normalmente a preocupação na operação da micromedição está no superdimensionamento do medidor, devido ao seu custo mais elevado e instalação, e pela tendência à submedição de vazões mais baixas, principalmente em instalações com caixas-d'água. Isso levou inclusive ao



desenvolvimento de medidores de vazões nominais menores, como o monojato de 0,75 m³/h, hoje generalizado em muitas instalações no país.

O subdimensionamento do medidor, no entanto, é igualmente prejudicial, pois um medidor sujeito frequentemente a vazões acima daquela para a qual foi projetado para suportar termina por sofrer danos e desgastes prematuros. Como consequência, pode provocar submedição maior do que aquela que se queria evitar ao instalar um medidor menor.

O advento de medidores cada vez mais sensíveis a baixas vazões permite que esse problema seja visto de outra forma, não sendo mais necessário comprometer a vida útil do medidor. O dimensionamento correto de um hidrômetro para uma instalação baseia-se, então, em duas informações principais: a característica e limitações do instrumento e a demanda de água do ponto de consumo. A influência de outros fatores, como pressão da linha, temperatura e condições de instalação – embora também importantes na seleção do tipo do medidor – influenciam em menor grau o seu dimensionamento.

14.8.1. Características de operação, limitações e normas

Os hidrômetros podem ser caracterizados quanto às classes de vazão e metrológica. As classes de vazão são as de início de trabalho, mínima, de transição, nominal e máxima. Conforme Rech (1992), a classe de vazão determina qual a indicada para o funcionamento do hidrômetro. A letra “Q” é o símbolo que representa a vazão. Sempre que for referida a simbologia Q_{max} estará sendo dito “vazão máxima”, assim como Q_{min} representará “vazão mínima” e Q_n, a “vazão nominal”.

A vazão de início de trabalho é aquela que é suficiente e para vencer a inércia das peças móveis internas do medidor, ou seja, a partir da qual a turbina interna do hidrômetro começa a se movimentar. No entanto, essa vazão não garante precisão na medição, o que só ocorre e a partir da vazão mínima especificada por norma.

A partir da vazão mínima, o medidor deve proporcionar a precisão determinada pela norma NBR NM 212, proporcionando um erro máximo de 5%. Em uma condição ideal, o hidrômetro não deve operar abaixo dessa vazão, pois a precisão da medição não é garantida. De acordo com Rech (1992), a vazão mínima é aquela a partir da qual o hidrômetro começa a indicar volumes dentro da faixa de medição.



É a menor vazão de trabalho do medidor, com indicação dentro dos erros admitidos por normas técnicas ou pela legislação vigente. A partir da vazão mínima e acima dela, o registro feito pela relojoaria está dentro dos erros tolerados.

Acima da vazão mínima encontra-se a de transição. Ainda segundo Rech (1992), a vazão de transição é aquela que separa a faixa inferior da faixa superior de medição e corresponde a 5% da vazão máxima. Portanto, no hidrômetro de vazão máxima igual a 3 m³/h, ou 3.000 l/h, a vazão de transição é de 150 l/h.

Acima da vazão de transição encontra-se a nominal (Q_n). Corresponde à metade da vazão máxima. É aceita como vazão normal de trabalho, na qual o medidor deve operar em condição ideal. Um medidor que trabalhe nessa vazão não deveria apresentar desgastes e variações capazes de influir significativamente no seu desempenho, nem no erro absoluto de um registro. Porém, há quem defenda que a vazão ideal de trabalho de um hidrômetro seja a metade da vazão nominal, isto é, um quarto da vazão máxima. Foi constatado que os desgastes encontrados na vazão nominal são ainda muito grandes e altamente influenciáveis no erro de registro do medidor.

A vazão nominal é designada pelas letras Y, A, B, C, D, E, e F, e as respectivas vazões nominais são estabelecidas em metro cúbico por hora (m³/h): 0,75 – 1,5 – 2,5 – 3,5 – 6,0 – 10 – 15.

Acima da vazão nominal encontra-se a vazão máxima. Essa é a vazão até a qual o hidrômetro pode funcionar, de forma satisfatória e por curto período, sem danificar-se. O valor é o dobro do verificado para a vazão nominal do medidor. A vazão máxima é erroneamente confundida com a capacidade do hidrômetro.

Quanto aos erros de medição toleráveis para hidrômetros, a vazão é dividida em duas faixas, a inferior e a superior de medição. A faixa inferior é composta pelas vazões que vão da mínima até a de transição, ou seja, são as vazões que, partindo da menor vazão de trabalho com precisão de erro, atingem a vazão de transição. Nessas vazões o erro admissível é de 5% para mais ou para menos. São vazões muito pequenas, nas quais o medidor apresenta mais erros de indicação.



14.8.2. Tipos de hidrômetros

Os principais tipos de hidrômetros utilizados em sistemas de distribuição de água são:

Medidores volumétricos	▣ tipo pistão rotativo ▣ tipo disco nutante
Medidores tipo turbina ou velocimétricos	▣ multijato ▣ monojato ▣ medidores tipo hélice ou Woltmann
Medidores com configuração especial	▣ proteção contra fraude ▣ configuração para leitura frontal

Figura 92 – Tipos de hidrômetros

14.8.3. Dimensionamento de hidrômetros

Segundo Neto (2002), os hidrômetros são aparelhos destinados à medição da quantidade de água que escoar em intervalos de tempo relativamente longos.

Sanchez (2005) define hidrômetro como um instrumento que funciona continuamente, ou seja, mede vazão e totaliza o volume. Isso acontece por meio de um sistema que integra o valor instantâneo, detectado pela rotação da turbina com o tempo, e o apresenta na forma de um indicador em volume totalizado. Porém, para o dimensionamento do hidrômetro, não é o volume que passa por ele que irá determinar o tipo de medidor, e sim a vazão. A vazão máxima do hidrômetro, tampouco a nominal, não devem ser ultrapassadas por longos períodos, evitando desgastes acelerados. Também é importante que a vazão que passa pelo medidor não fique abaixo da vazão mínima, para evitar a submedição. A condição ideal é aquela na qual a vazão permanece a maior parte do tempo na faixa superior de medição (acima da vazão de transição e abaixo da nominal).



14.8.4. Avaliação da vazão de trabalho (demanda ou vazão estimada)

Para o dimensionamento de um hidrômetro por meio da demanda de consumo, além da vazão máxima de trabalho determinada pela demanda do consumidor, é necessário conhecer a vazão mínima na qual se prevê que o sistema irá operar e que o medidor deverá registrar corretamente. Isso vai caracterizar **a classe de precisão necessária ao medidor (A, B ou C).**

Outro fator que deve ser levado em conta é a perda de carga do medidor. Pelas normas e regulamentações em vigor, o medidor não deve ultrapassar 0,1 MPa (cerca de 10 metros de coluna de água) de perda de carga quando operando na vazão máxima e, considerando-se ainda que a perda de carga aumente proporcionalmente ao quadrado da vazão, esse fator pode levar à necessidade de instalação de medidores de diâmetros maiores, principalmente em locais com pouca pressão disponível na rede.

14.8.5. Dimensionamento por consumo estimado

Por esse método, o dimensionamento do medidor é estimado em função do consumo mensal ou diário.

Em função da dificuldade do dimensionamento o pelo levantamento da demanda (método apresentado anteriormente), difundiu-se no Brasil o método por consumo estimado. É um método mais simples, porém bastante impreciso. Baseia-se na estimativa de volumes diários ou mensais acumulados nos medidores durante o período. Os volumes são obtidos por meio de tabelas (principalmente as fornecidas por fabricantes de hidrômetros), que especificam a classe de vazão do medidor em função de consumos mensais ou diários. Os volumes são obtidos através de estimativas de consumo para consumidores “tipo”, como, por exemplo, condomínio residencial, escritório e fábrica de papel. Os consumos estimados para cada tipo de consumidor podem ser encontrados em diversas literaturas de instalações hidráulicas.



14.8.6. Perfil do consumo – análise de traço

O levantamento da curva de perfil de consumo é realizado por meio do uso de equipamentos conversores de pulsos magnéticos em pulsos digitais instalados diretamente nos hidrômetros avaliados e os dados armazenados em *data logger*. O equipamento deve permanecer instalado por pelo menos sete dias em cada medidor, considerando que a curva de consumo varia conforme o dia da semana. Os gráficos gerados por meio dos equipamentos instalados nos medidores são confrontados com as suas vazões críticas, que são vazão mínima, de transição, nominal e máxima de trabalho. Também são avaliadas a vazão inferior de trabalho (Q_{it}), que se encontra 20% acima da vazão de transição, e a vazão superior de trabalho (Q_{st}), que se encontra 50% abaixo da vazão nominal.

14.8.7. Redimensionamento

Após a instalação de um hidrômetro em uma determinada ligação, é necessário fazer um monitoramento do seu desempenho. Caso seja verificado algum fato inesperado, como por exemplo a quebra do hidrômetro; registro de volume totalizado excessivo ou abaixo do esperado para o medidor, ou a mudança de perfil de consumo de água, é importante fazer uma reavaliação do dimensionamento. Uma prática recomendável para o redimensionamento de hidrômetros é a prática da manutenção preventiva (acompanhamento das leituras mensais e verificação da ocorrência de consumos muito abaixo do esperado). A manutenção corretiva também é importante, detectando de forma rápida quais hidrômetros pararam de funcionar e providenciando imediatamente a reavaliação do dimensionamento e a troca do medidor.

14.8.8. Uso de Hidrômetros Classe Metrológica C e Eletrônicos

Nos últimos anos houve uma preocupação com o desenvolvimento de hidrômetros domiciliares com melhor exatidão a baixas vazões. O mesmo não



ocorreu com os hidrômetros de diâmetro igual ou maior que 1" (25,4 mm), cuja concepção estacionou.

Ressalte-se que hoje predomina no país, tanto em pequenos como em grandes consumidores, o abastecimento indireto, através de reservatórios (caixas d'água dotadas de torneira boia). É comum em alguns instantes, quando o nível do reservatório está quase no limite superior e a torneira boia praticamente fechada, que a vazão de entrada seja muito pequena, muitas vezes inferior a vazão mínima ($Q_{mín}$) dos hidrômetros. Consequentemente estes volumes escoados a pequenas vazões, não são registrados.

Isto tem levado as empresas de saneamento básico do país a arcarem com grandes perdas de água e em decorrência grandes perdas de faturamento, devido aos elevados erros sistemáticos negativos a pequenas vazões.

Provavelmente devido ao pequeno número existente de grandes consumidores, os fabricantes não se preocuparam em investir no desenvolvimento de medidores que apresentassem erros de medição menores a baixas vazões. Isto devido, talvez, aos altos investimentos necessários ao desenvolvimento de um novo produto que tenha uma vazão de início de funcionamento ou "limiar de mobilidade" em vazões menores. Ao mesmo tempo as companhias de saneamento básico também não exigiram um melhor instrumento de medição.

O resultado é que os hidrômetros de maior diâmetro, fabricados hoje no país, deixam muito a desejar, possuindo uma vazão mínima ($Q_{mín}$) muitas vezes incompatível com o perfil de consumo dos edifícios, condomínios e empresas, ou seja, dos grandes consumidores (CAVALCANTI, 2002).

A utilização de hidrômetros de classe metrológica C em grandes consumidores, com certeza melhora o rendimento, no entanto, não atingiria níveis ótimos. Uma provável solução, seria a utilização de medidores de água compostos, desta maneira seriam medidos os volumes escoados a grandes vazões e também a pequenas vazões.

Uma outra opção poderia ser a utilização de hidrômetros e/ou registradores eletrônicos. Nestes medidores, normalmente são oferecidas saídas em coletor aberto que possibilitam a conexão a dispositivos periféricos tanto para controle e supervisão do consumidor quanto da concessionária.

Apesar de existir no mercado hidrômetros para pequenos consumidores de classe metrológica C, estes ainda são relativamente caros.



Um trabalho neste sentido poderia levar à conclusão de que o valor recuperado e, conseqüentemente, a perda de faturamento evitada, justificasse o investimento neste tipo de hidrômetros.

Como resultado da utilização de hidrômetros modernos de classe metrológica C, o erro sistemático a baixas vazões é minimizado, já que estes hidrômetros possuem um campo de medição maior, cobrindo mais amplamente o perfil de consumo dos consumidores (CAVALCANTI, 1996).

14.8.9. Criação de Laboratório de Hidrometria

Para a maioria das empresas, a certificação para as normas das séries ISO 9000:2000, tem sido ferramenta importante na busca pela qualidade. Estas normas têm como requisitos principais o foco no cliente e evidenciar a melhoria contínua.

A indústria em geral, para manter a qualidade de seus produtos (intermediários e/ou finais), é obrigada a realizar procedimentos bem definidos de inspeções diárias. Isto nas empresas realmente preocupadas em atingir metas, tais como qualidade, eficácia, eficiência além da preocupação, evidente pela concorrência no mercado atual, por um faturamento satisfatório.

Também não é diferente no mercado de compras, onde todos os produtos adquiridos, principalmente os essenciais para atingir as metas citadas acima, devem ser inspecionados quanto à conformidade com as especificações, sendo a viabilidade do preço analisada separadamente. Leva-se em conta, não somente o preço dos produtos, mas também os custos agregados tais como, de manutenção, depreciação temporal e rendimento energético.

Em qualquer destas inspeções, são necessários métodos de controle estatístico, baseados em dados confiáveis, para a garantia da qualidade.

No saneamento, garantir a qualidade no processo de produção de água potável, é comprovadamente importante para o desempenho da empresa prestadora desse serviço. Os novos tempos exigem uma maior eficiência e competitividade, satisfazendo as necessidades de seus clientes.

Neste processo, os procedimentos de análise química e física da água são primordiais e por isto mesmo, a confiabilidade destas análises deve ser garantida, mantendo a qualidade da água dentro dos limites estabelecidos pelo Ministério da



Saúde. Tão importante quanto, é a eficiência do sistema de faturamento, que em suma é baseado nos volumes movimentados e finalmente nos volumes micromedidos (hidrometrados).

Para a garantia da confiabilidade da micromedição, torna-se necessário um programa de manutenção preventiva do parque, manutenções corretivas adequadas e um sistema de dimensionamento de hidrômetros eficaz segundo critérios bem definidos. É necessário, o acompanhamento e o monitoramento do rendimento do parque, assim como, a verificação das características metrológicas dos medidores de água na sua aquisição, segundo o que preceitua a norma ISO 9001:2000.

O monitoramento do parque de hidrômetros e a recepção dos mesmos só é possível com a realização de ensaios conforme procedimentos preestabelecidos através de uma bancada para verificação metrológica de hidrômetros.

Resta verificar e confirmar a viabilidade e os custos para este trabalho ser contratado de uma empresa externa ou possuir um laboratório próprio de ensaios em hidrômetros.

O laboratório poderia ser concebido, projetado e montado internamente, até mesmo com uma bancada com a verificação automatizada, quando possuir pessoal capacitado para isto.

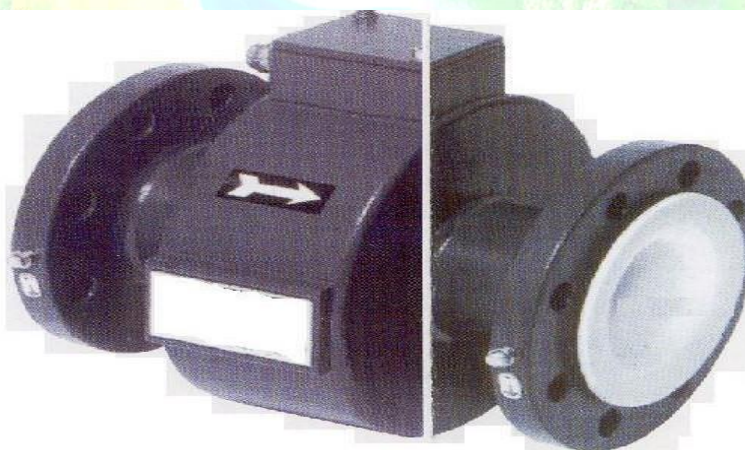


Figura 93 - Medidor de Vazão Eletromagnético

Assim como em todos instrumentos de medição a calibração original de fábrica deve ser periodicamente verificada, pois o medidor de vazão pode sofrer alterações e mau funcionamento com o passar do tempo.

A verificação de instrumentos de medição deve ser feita, normalmente, em laboratórios credenciados, onde há um maior controle das incertezas. Entretanto,



esta verificação não é possível, devido às grandes dimensões e condições de instalação dos macromedidores e também devido ao fato de que no Brasil existe apenas um laboratório credenciado à RBC para calibração da grandeza vazão (de água), o do fabricante CONAUT. Torna-se, portanto, necessário a determinação de uma metodologia de verificação e ou calibração sem que o medidor seja retirado da rede, “in situ”.

Partindo da necessidade da melhoria da confiabilidade dos índices de perdas e melhor conhecimento da tendência e das incertezas envolvidas na macromedição, torna-se importante a calibração dos medidores de vazão e nível, conforme já apresentado neste Plano.

14.8.10. Outras Aplicações

Além destas proposições, ainda há a possibilidade de aplicação de metrologia em um estudo para a garantia da confiabilidade dos ensaios de rendimento em motobombas.

O objetivo do ensaio é estimar com confiabilidade o rendimento energético de conjuntos motobombas, para fins de controle e manutenção ou até mesmo de confirmação de dados de fabricantes em sua aquisição.

Medições de vazão, pressão de sucção e recalque, rotação e das grandezas elétricas, tensão, corrente e fator de deslocamento são realizadas simultaneamente com repetições em intervalos definidos e cronometrados para cada grandeza, em conjuntos motobombas e respectivos acionamentos, em serviço.

As indicações de cada medição são anotadas em planilhas em papel e posteriormente lançadas em um programa de cálculo no Microsoft Excel, que fornece como resultado, entre outros, as curvas de rendimento teórico e real do conjunto motobomba, no entanto não há uma avaliação das incertezas e o ensaio além de demorado, engloba um número considerável de pessoas.

Os ensaios são de suma importância para conservação de energia, já que permitem a tomada de decisão de investimentos na substituição de conjuntos, que apresentarem rendimentos tão baixos que os justifiquem.

Uma continuação para o estudo seria a viabilidade de ser desenvolvido um equipamento único que coletasse os dados de todas estas grandezas, através de



transmissores específicos, agilizando, facilitando e melhorando a qualidade dos resultados. Ressalte-se que existe no mercado, para importação, um equipamento para este fim, entretanto este realiza um ensaio simplificado, com menos grandezas envolvidas e provavelmente com maiores incertezas de medição.

Dentre outras formas de alcançarem-se níveis ótimos de racionalização e conservação da utilização da água pode-se citar:

Tarifação Horosazonal: Criação de postos horários de medição de consumo de água de acordo com o período do ano e controle das vazões máxima e mínima. Seriam criadas condições de implementação de rotinas de faturamento mais próximas do regime de fornecimento requerido pelo consumidor e das condições de fornecimento suportáveis pelo provedor, tanto no nível de sua estrutura física (redes de distribuição, captação e tratamento) quanto no nível dos recursos naturais disponíveis;

Implantação de sistemas de telemedição em hidrômetros de grandes consumidores: Dentre outros serviços, a telemedição permitiria a redução do ciclo de faturamento, uma vez que, pode-se monitorar remotamente de forma programada ou aleatória os pontos de medição. Com isto seria evitada a necessidade de releitura e permitido também a automação da rede de distribuição com corte remoto de consumidores, ramais, etc.;

Disponibilização de saídas de pulso, para que o consumidor possa implementar rotinas de conservação e otimização da utilização da água, monitorando o seu regime de consumo a adequando-se à tarifação contratada;

Disponibilização do perfil de consumo de cada cliente com os quais podem ser verificados:

- Fator de carga de cada ramal e rede de distribuição como um todo;
- Nível de sazonalidade de cada região e consumidor;
- Contribuição do usuário final no carregamento total de forma setorizada;
- Quantificação de todos os elementos que contribuem para os níveis de



carregamento da rede, etc.

Podem-se estratificar os resultados potenciais das políticas de conservação e racionalização da utilização da água por setores envolvidos.

Na concessionária de saneamento, a recuperação de receita através da:

- Otimização das medições nos consumidores e da confrontação da água potável produzida e a efetivamente medida;
- Otimização dos contratos de fornecimento através de sistemas de tarifação horosazonal;
- Racionalização da utilização da água a fim de que sejam evitados investimentos desnecessários em ampliação de infraestruturas de abastecimento.

No setor industrial, monitoração on-line de consumo através de interface com a medição da concessionária a fim de que seja possível:

- Implementação de rotinas de controle de carga a fim de garantirem-se vazões dentro de valores contratados;
- Detecção de avarias na rede interna de distribuição (vazamentos);
- Implementação de forma fácil e economicamente viável de medições de ramais por centros de custo dentro da empresa;

De forma generalizada pode-se afirmar que tais resultados impactariam positivamente em várias áreas de saneamento, tais como as de:

- Faturamento – Comercial;
- Orçamentos;
- Planejamento de Engenharia; e
- Operacionais.

No contexto da maioria das ferramentas disponíveis, para que sejam alcançados os objetivos das políticas de racionalização e otimização da utilização da água, estão inseridas medições diversas e, portanto, a confiabilidade destas deve ser garantida.



14.9. TIPOS DE HIDRÔMETROS E SUAS FAIXAS DE TRABALHO

14.9.1. Micromedição

A micromedição é o conjunto de ações, que permite conhecimento sistemático do volume de água consumido em um sistema de abastecimento de água, garantindo que o mesmo seja o normal e esperado, dentro de padrões estabelecidos e ainda, com um sistema tarifário adequado, que a cobrança seja justa e equitativa pelos serviços prestados.

O consumo de água pode ser expresso quanto à quantidade pelo volume e quanto à forma pelos perfis e histogramas de consumo.

Os hidrômetros, ou medidores de água, principais equipamentos da micromedição, são instrumentos de medição utilizados para se conhecer os volumes consumidos pela economia a jusante do mesmo, entre duas leituras. Na realidade, apesar de utilizarem princípios de medição de vazão não se tratam de medidores de vazão instantânea, já que dispõem de “dispositivos totalizadores” do volume que os atravessa, as chamadas “relojoarias” do hidrômetro.

O uso de hidrômetros se limita ao conhecimento dos volumes com fins de controle e faturamento, se bem que hoje em dia já há modelos que incorporam circuitos eletrônicos capazes de realizar funções adicionais, tais como, determinar vazões históricas, vazões de pico, tempo girando, etc. Também existem modelos dotados de saídas de pulsos capazes de emitir um sinal elétrico cada vez que o totalizador contabiliza um volume determinado. Uma memória interna acumula os dados e o volume acumulado pode ser lido tanto no local como remotamente.

A portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000 e o respectivo Regulamento Técnico Metrológico do INMETRO, baseados na recomendação R-49 da Organização Internacional de Metrologia Legal, regulamenta legalmente a homologação de modelos, testes, verificações periódicas ou eventuais e os limites para manutenção e/ou troca dos medidores de água. A portaria estabelece também as condições que medidores de água fria de vazão nominal de (0,6 a 15) m³/h, devem satisfazer.



Quanto a curvas de erros para hidrômetros novos, a portaria determina, conforme exposto na figura abaixo, que a tolerância para o erro médio, no campo inferior de medição seja de 5 % e no campo superior de 2 %.

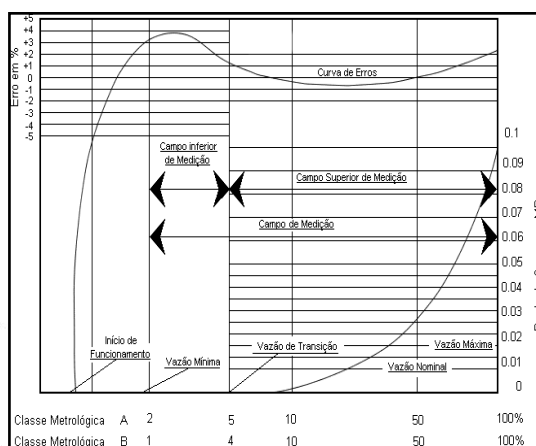


Figura 94 - Curvas de erros e perda de carga (INMETRO, 2000).

Como verificado na figura anterior, são determinados dois campos de medição limitados pelas vazões de especificação dos hidrômetros, sendo o campo inferior de medição entre a vazão mínima ($Q_{\min}$) e vazão de transição (Q_t) (exclusive) e o campo superior pela vazão de transição (Q_t) e vazão máxima ($Q_{\max}$) (INMETRO, 2000).

O valor de especificação $Q_{\max}$ estipula a máxima vazão admitida em curtos intervalos de tempo, comuns na abertura brusca de registros, no entanto o hidrômetro não deve ser dimensionado pela $Q_{\max}$. Se no histograma de consumo do usuário onde ele estiver instalado, predomine vazões próximas à máxima, certamente seria danificado mais rapidamente. O dimensionamento correto deve prever que o perfil de consumo esteja entre a vazão mínima e a vazão nominal ($Q_n = 0,5 \cdot Q_{\max}$).

O item 8 (oito) da portaria nº 246 do INMETRO trata das verificações periódicas e eventuais e estabelece: as verificações periódicas são realizadas em hidrômetros em serviço em intervalos não superiores a 5 (cinco) anos; as verificações eventuais são realizadas a pedido do usuário ou quando as autoridades competentes julgarem necessárias; tanto as verificações periódicas como as eventuais devem ser executadas sob condições apropriadas em instalações



especificamente aprovadas pelo INMETRO; o ensaio de verificação das curvas de erros dos hidrômetros deve ser executado, pelo menos, nas três seguintes vazões:

- a) entre $0,45 Q_{\text{máx}}$ e $0,5 Q_{\text{máx}}$;
- b) entre Q_t e $1,1 Q_t$; e
- c) entre $Q_{\text{mín}}$ e $1,1 Q_{\text{mín}}$;

A portaria estabelece também, que os hidrômetros em serviço serão aprovados em verificações periódicas ou eventuais desde que os erros não ultrapassem os limites admissíveis de (INMETRO, 2000):

- $\pm 10 \%$ entre $Q_{\text{mín}}$, inclusive e Q_t , exclusive, e
- $\pm 5 \%$ entre Q_t , inclusive e $Q_{\text{máx}}$, exclusive.

As características técnicas, metrológicas e os métodos de ensaios dos medidores de água potável fria são estabelecidos pela ABNT. Para medidores de água velocimétricos de vazão nominal até $15 \text{ m}^3/\text{h}$, classes metrológicas A, B e C, são estabelecidas pela norma ABNT – NBR NM 212 (ABNT, 1999), de novembro de 1999. As especificações e a padronização, estabelecidas respectivamente pelas normas ABNT – NBR 8193 (ABNT, 1997) e ABNT – NBR 8194 (ABNT, 1997b). As características de medidores de água velocimétricos de vazão nominal de (15 a 1500) m^3/h pela ABNT – NBR 14005 (ABNT, 1997c) de novembro de 1997.

Estas normas são correlatas às normas ISO 4064-2 (ISO, 2001), porém menos abrangentes, pois estas incluem também medidores de água volumétricos e de turbinas de hélice, vazões até $15 \text{ m}^3/\text{h}$ e maiores, classe metrológicas A, B, C e D, além de exigências para as instalações dos medidores.

A tabela a seguir, apresentada abaixo, é válida para a norma ISO 4064-2 (ISO, 2001), e determina as **classes metrológicas de hidrômetros conforme as vazões mínima e de transição.**



Tabela 76 - Classes metrológicas x $Q_{mín}$ e Q_t

Classe Metrológica	Valor numérico de designação do medidor N (N = vazão nominal em m³/h)			
	N < 15		N ≥ 15	
	$Q_{mín}$	Q_t	$Q_{mín}$	Q_t
Classe A	0,04.N	0,10.N	0,08.N	0,30.N
Classe B	0,02.N	0,08.N	0,03.N	0,20.N
Classe C	0,01.N	0,015.N	0,006.N	0,015.N
Classe D	0,0075.N	0,0115.N		

Fonte: (INMETRO, 2000)

Ao contrário do Brasil, na Europa e América do Norte, onde predominam as situações de abastecimento direto, as vazões de início de funcionamento não são tão importantes. No Brasil onde predomina o abastecimento indireto (através de caixas d'água) são comuns vazões muito baixas, por vezes menores que a vazão mínima, portanto, na norma da ABNT as vazões de início de funcionamento deveriam ser consideradas.

As vazões nominais normalizadas (em m³/h) pela ABNT para os medidores de água fria são: - 0,6; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 3,5; 6,0; 10,0; e 15,0 (ABNT, 1999) e 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 100; 150; 250; 400; 600; 1000 e 1500 (ABNT, 1997c).

A norma ISO 4064-2 (ISO, 2001) é uma revisão da norma original, com ampliação do escopo de medidores de água, considerando, inclusive, a incorporação de eletrônica nos medidores.

A venda de água potável é a principal fonte de receita de um serviço de abastecimento de água, então, além de uma estrutura de preços realista, é necessário que se tenha uma medição total e o mais exata possível.

Quando é citado que as medições dos volumes consumidos devem apresentar uma boa exatidão, entenda-se que estas devem garantir a ética na cobrança e que seja cobrado o justo, ou seja, que sejam contabilizados eventuais vazamentos nas instalações internas dos usuários, que não ocorra submedição e que, sobretudo, não ocorra sobremedição, assegurando também que desperdícios sejam evitados.



A inexistência de uma política de micromedição adequada pode constituir-se em um dos fatores responsáveis pela ineficiência operacional e comercial de uma empresa de saneamento básico, no entanto, uma micromedição eficiente, não se resume à aquisição, instalação ou troca de hidrômetros.

Os hidrômetros devem ser adquiridos e recebidos com muito critério, dimensionados corretamente para cada consumidor. Isto só é possível, com a implantação de políticas corretas dirigidas à otimização da micromedição, tais como, adequação de hidrômetros conforme curvas de consumo, principalmente em grandes consumidores, implantação de manutenção preventiva do parque como um todo e uma constante e eficiente gestão do rendimento do parque.

Além de se buscar a totalidade das ligações de água, equipadas com medidores, torna-se necessário o conhecimento dos medidores de água utilizados e de seu desempenho ao longo do tempo, ou seja, ter o domínio sobre o parque de hidrômetros e de seu rendimento.

14.9.2. Principais Causas de Perdas na Micromedição ou de Faturamento

As perdas que ocorrem nas unidades finais de consumo podem ser agrupadas segundo os seguintes critérios:

- Desperdício dos usuários não equipados com hidrômetros e consequentemente sua negligência em consertar defeitos e vazamentos nas instalações internas, já que isto não diminuiria a taxa cobrada;
- Perdas por submedição ou até mesmo por ausência de medição, devido à falta de manutenção corretiva e preventiva dos hidrômetros e até mesmo pela estabilidade dos hidrômetros, ou seja, a aptidão dos hidrômetros em conservar suas características ao longo do tempo;
- Perdas por submedição devido ao sobre dimensionamento dos hidrômetros;
- Desvio ou “by pass” fraudulento do hidrômetro.



14.9.3. Classificação de Medidores de Água

Os medidores de água podem ser divididos em duas grandes classes, **hidrômetros velocimétricos e hidrômetros volumétricos**.

Hidrômetros Velocimétricos:

O princípio de funcionamento deste instrumento de medição baseia-se na correlação entre o volume de água, que atravessa o hidrômetro e a o número de voltas de uma turbina, a qual gira diretamente afetada pela vazão. A turbina é, portanto, o “sensor” do hidrômetro.

Dependendo do tipo do hidrômetro, o volume de água é introduzido no interior de uma câmara de medição, através de um ou vários orifícios de diâmetros e formas muito bem conhecidas e o fluxo pode ter direção perpendicular ou tangencial às palhetas da turbina, movimentando-a.

Para um mesmo diâmetro da turbina o número de voltas “N” será diretamente proporcional à velocidade de escoamento da água. Desta forma, o volume de água que atravessa o instrumento é obtido de:

$$V = K.N$$

Onde K é uma constante que depende da forma e superfície do orifício e do diâmetro da turbina.

As vantagens principais destes medidores são:

- Preço menor (relativamente aos volumétricos);
- Menor sensibilidade ao golpe de aríete;
- Possibilidade de funcionamento acima dos limites especificados em casos emergenciais;
- Baixa perda de carga (principalmente no unijato).

As desvantagens principais são:

- Vida útil menor;



- Necessidade de nivelamento (na horizontal e no prumo);
- Risco de submedição e de sobremedição.

Os hidrômetros velocimétricos são classificados em:

- Hidrômetro de jato único ou unijato;
- Hidrômetro de jato múltiplo;
- Hidrômetro Woltmann vertical (caso seja mal dimensionado apresentará desgaste precoce);
- Hidrômetro Woltmann horizontal;
- Hidrômetro composto (mede vazões altas e baixas separadamente);
- Hidrômetro hélice;
- Hidrômetro proporcional.

a) Medidores de Água Velocimétricos Unijato

Nos hidrômetros unijato, a câmara de medição é a própria carcaça do instrumento e por isto são menores. Caracterizam-se pelo fato de que toda a corrente de água é orientada por um único conduto injetor sobre as palhetas da turbina.

O jato incidente sobre um único ponto da turbina ocasiona um desgaste excessivo do eixo precocemente, já que as condições do fluxo fazem surgir um empuxo radial resultante, que acarretará fatalmente a erros sistemáticos elevados e normalmente negativos.

Vale ressaltar que a simples instalação com o eixo da turbina fora da vertical, já ocasiona um prejuízo em suas características metrológicas. A instalação incorreta leva a um atrito maior sobre uma região do eixo, devido ao próprio peso da turbina, sendo as características metrológicas prejudicadas ainda mais pelo consequente desgaste excessivo.

Os fabricantes destes medidores de água orientam que eles sejam instalados com o eixo da turbina na vertical. Um hidrômetro classe metrológica B, por exemplo, instalado com o eixo na horizontal, consequentemente, passaria a ter as características de um hidrômetro classe metrológica A.

A exatidão destes instrumentos pode ser ainda piorada pela obstrução do filtro a montante da câmara de medição, já previsto na fabricação, e pela mudança



das dimensões internas devido à incrustação ou corrosão em hidrômetros de material inadequado. A obstrução do filtro ocasiona o aumento da velocidade de incidência do jato de água sobre a turbina provocando um desgaste precoce do eixo.

A figura a seguir apresenta todos os componentes deste tipo de hidrômetro.

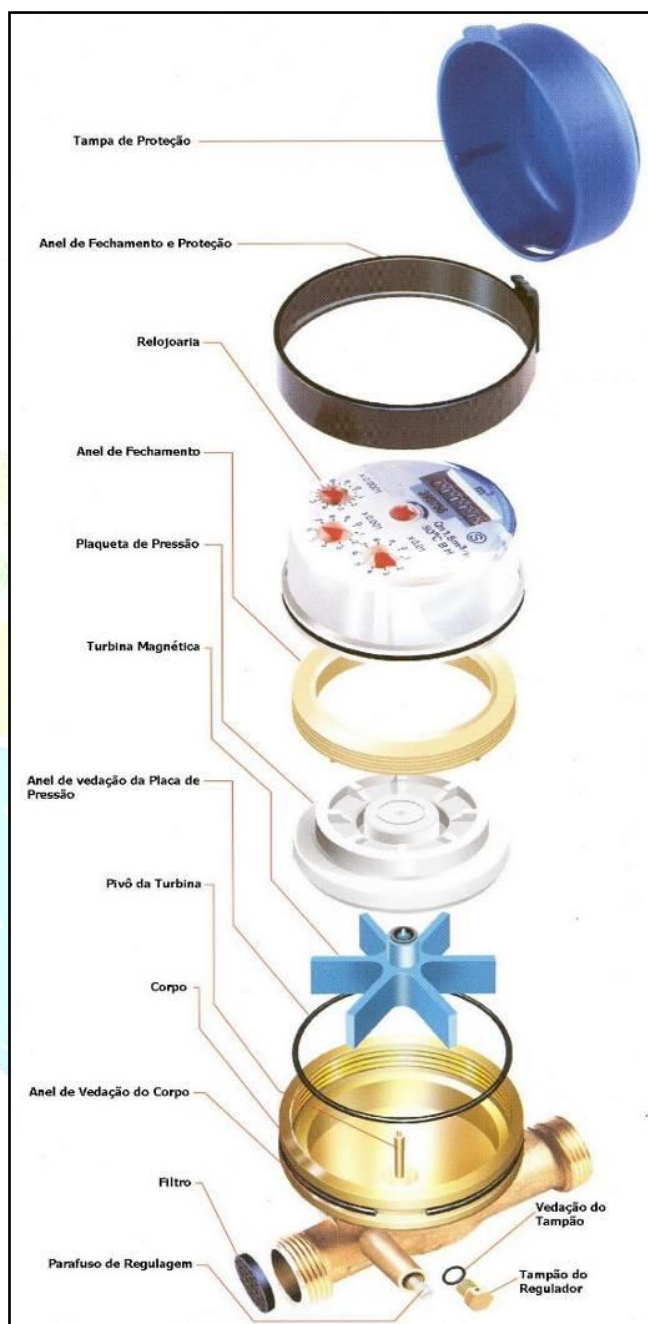


Figura 95 - Hidrômetro de jato único

O dimensionamento correto da válvula ou registro, que antecede os hidrômetros de transmissão magnética, também pode ser circunstancial na exatidão



de sua medição. Caso forem utilizadas válvulas de esfera ou globo, na abertura destas, os hidrômetros podem apresentar “erros sistemáticos” negativos. Estes erros são causados pela mudança brusca de vazão, que leva a um escorregamento magnético ou perda de sincronismo do dispositivo registrador em relação à turbina.

Para hidrômetros de transmissão mecânica é suposto por algumas pessoas do setor que também ocorreria o problema, causado pelo escorregamento da turbina em relação ao eixo que transmite o movimento ao dispositivo registrador.

Hidrômetros velocimétricos unijato estão disponíveis nas classes metrológicas A, B e C e nos diâmetros nominais normalizados de (15 a 100) mm.

b) Medidores de Água Velocimétricos Multijato

Nos hidrômetros velocimétricos multijato, ao contrário dos unijato, a corrente de água é dividida igualmente, por intermédio de uma caixa injetora, em múltiplos jatos orientados de baixo para cima. Os jatos incidem nas palhetas da turbina em vários pontos equidistantes, equilibrando as forças sobre a mesma e fazendo com que o empuxo radial resultante sobre o eixo seja praticamente nulo.

Em relação aos unijato, este tipo de medidor de água tem sua sensibilidade melhorada devido as diferenças na câmara de medição. Não apresentam desgaste precoce do eixo e conseqüentemente têm uma vida útil maior.

Devem ser instalados também com o eixo na vertical e no prumo e estão disponíveis nas classes metrológicas A, B e C e nos diâmetros nominais normalizados de (15 a 50) mm.

A figura a seguir apresenta todos os componentes deste tipo de hidrômetro.

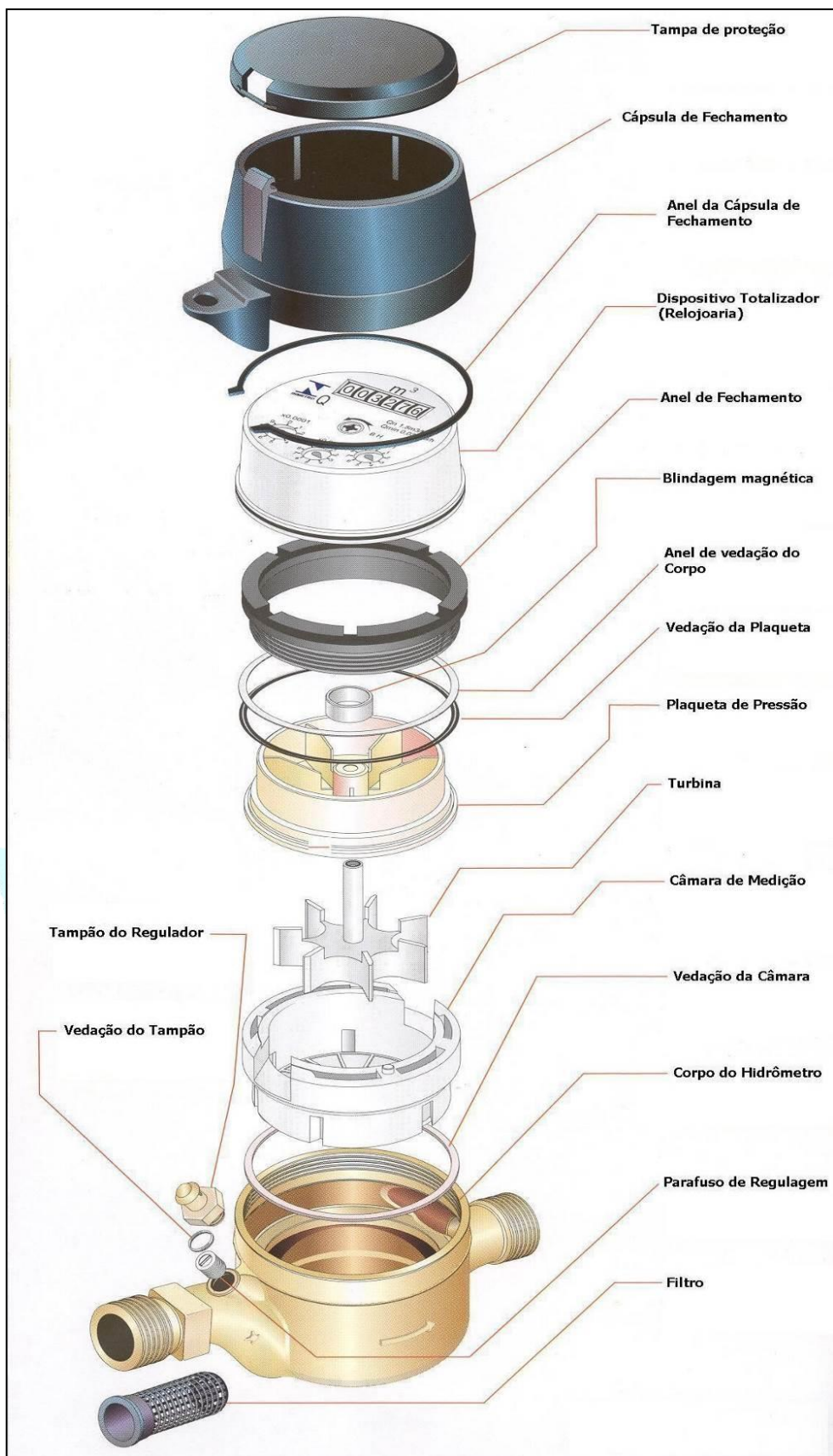


Figura 96 - Hidrômetro de jato múltiplo



c) Medidores de Água Turbina de Hélice tipo Woltmann

Nestes medidores a corrente de água passa através de um anel cilíndrico onde está alojada a turbina de hélice. A rotação da turbina é diretamente proporcional à velocidade da água, permitindo relacioná-la com o volume de água que a atravessa, já que as dimensões tanto do anel cilíndrico como da turbina são bem definidas e conhecidas.

Estes medidores apresentam baixa perda de carga, mas necessitam operarem sempre cheios, com boas condições de instalação, trechos retos a montante e a jusante do hidrômetro, além de boas condições de aproximação do fluxo para funcionarem com boas características técnicas e metrológicas.

É recomendável que seja instalado a montante do medidor um filtro, pois os mesmos não são equipados com filtros e são sensíveis a presença de sólidos e de fibras que por ventura sejam transportados pela água. Existem dois tipos de medidores Woltmann. Nos horizontais, a turbina de hélice é coaxial ao eixo da tubulação e nos verticais, a turbina de hélice é perpendicular ao eixo da tubulação.

Os medidores Woltmann horizontais podem ser instalados nas posições horizontal e vertical e estão disponíveis nas classes metrológicas A, B e B+, já os medidores Woltmann verticais somente podem ser instalados na horizontal, mas estão disponíveis nas mesmas classes metrológicas dos horizontais.

Comparando os medidores Woltmann horizontais com os verticais de mesmo diâmetro nominal e classe metrológica, os verticais apresentam menor vazão de limiar de mobilidade (de início de funcionamento), necessitam de trechos retos de tubulação a montante e a jusante de comprimentos menores e estão disponíveis para uma gama maior de faixas de vazão, em contrapartida apresentam maior perda de carga e máxima vazão de operação menor.

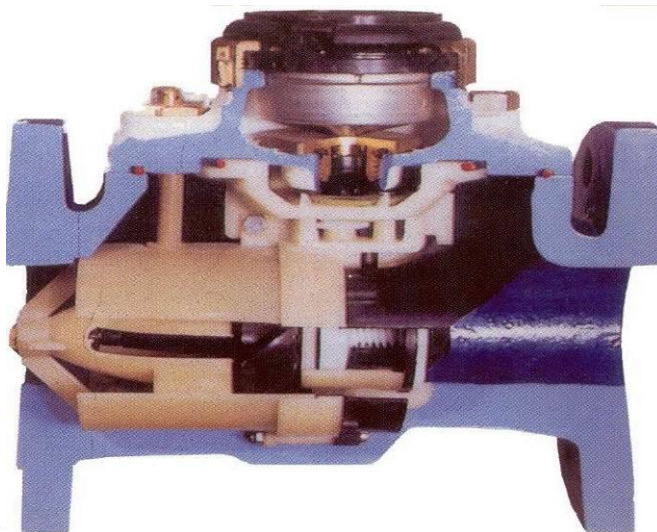


Figura 97 - Hidrômetro Woltmann Horizontal

d) Medidores de Água Compostos

Estes medidores são constituídos pela associação de um medidor principal, normalmente do tipo Woltmann horizontal, e um medidor secundário, normalmente do tipo velocimétrico multijato, além de um sistema de comutação, através de válvula(s), para operação dos medidores de maneira alternada ou paralela.

São usados quando o perfil de consumo do usuário apresenta uma faixa de operação ou medição muito ampla, onde ocorrem pequenas e grandes vazões de forma evidente e significativa ou ainda quando ocorrem sazonalidades ou horosazonalidades com predominância de pequenas e grandes vazões. O sistema de comutação opera para que se tenha uma melhor exatidão, tanto para medição de baixas vazões através do medidor secundário, como para medição de grandes vazões através do medidor principal.

O sistema de comutação pode ser para operação alternada, ou seja, a corrente de água atravessa apenas um dos medidores por vez, dependendo da posição da(s) válvula(s) de comutação ou para operação paralela, em que a corrente de água pode atravessar os dois medidores simultaneamente. Em pequenas vazões, a corrente de água atravessa somente o medidor secundário e neste caso a válvula de comutação está fechada. Em grandes vazões, atravessa os medidores secundário e principal simultaneamente, sendo que a válvula de comutação, neste caso, está aberta permitindo que os dois medidores operem em paralelo.



Os medidores compostos não são homologados ou classificados metrologicamente, no entanto o são separadamente, ou seja, os medidores principal e secundário devem ser dimensionados e especificados individualmente observando-se as recomendações de instalação para cada um deles separadamente.

Hidrômetros Volumétricos:

Nestes medidores um fluxo de água é gerado por um pistão ou disco que se move no interior da câmara de medição, que enche e esvazia continuamente, permitindo a passagem de um volume conhecido ciclicamente. O volume escoado através do medidor é proporcional ao número de voltas ou oscilações transformadas mecanicamente em rotações.

Não há a possibilidade destes medidores serem usados, nem por um curto período, sob condições de vazão além do limite de projeto e os mesmos devem operar sempre cheios de água. Não há restrições contra as condições de instalação, nem de aproximação do fluxo, no entanto são muito sensíveis quanto a passagem de partículas sólidas que por ventura sejam transportadas pela água que os atravessa, podendo travar.

Os hidrômetros volumétricos funcionam em qualquer posição, conservando suas características metrológicas. Apresentam melhor exatidão em comparação com os velocimétricos, mesmo para pequenas vazões e sua vida útil é normalmente mais longa, em contrapartida são mais caros e ruidosos em altas vazões. As perdas de carga são maiores e apresentam maior sensibilidade a sólidos em suspensão, a partículas abrasivas e ao golpe de aríete.

Estão disponíveis nas classes metrológicas A, B, C e D, nos diâmetros nominais normalizados de (15 a 100) mm e nos tipos pistão (rotativo e oscilante) e disco nutativo (ou nutante).

Hidrômetros e Registradores Eletrônicos:

Os registradores e hidrômetros eletrônicos têm como diferenças mais visíveis, a substituição de elementos mecânicos (dispositivos totalizadores com engrenagens) por elementos eletrônicos (display de cristal líquido, porta óticas de comunicação, etc.). Pode-se, ainda, diferenciar registradores eletrônicos de hidrômetros eletrônicos.



O registrador eletrônico, basicamente, possui um dispositivo onde as engrenagens e cilindros do totalizador foram substituídos por um conjunto eletrônico composto por microprocessador, bateria, display de cristal líquido, sensores, etc., sendo mantido, porém, o núcleo da medição baseado em turbinas e em câmaras de medição multijato ou unijato. Já o hidrômetro eletrônico, a nível de dispositivo registrador, mantém as mesmas características dos registradores eletrônicos, contudo incorporam ainda novos conceitos de medição, distintos dos já conhecidos, os quais são baseados em princípios como acoplamento magnético ou mecânico da turbina à relojoaria.

A figura a seguir apresenta uma aplicação típica com este tipo de hidrômetros.

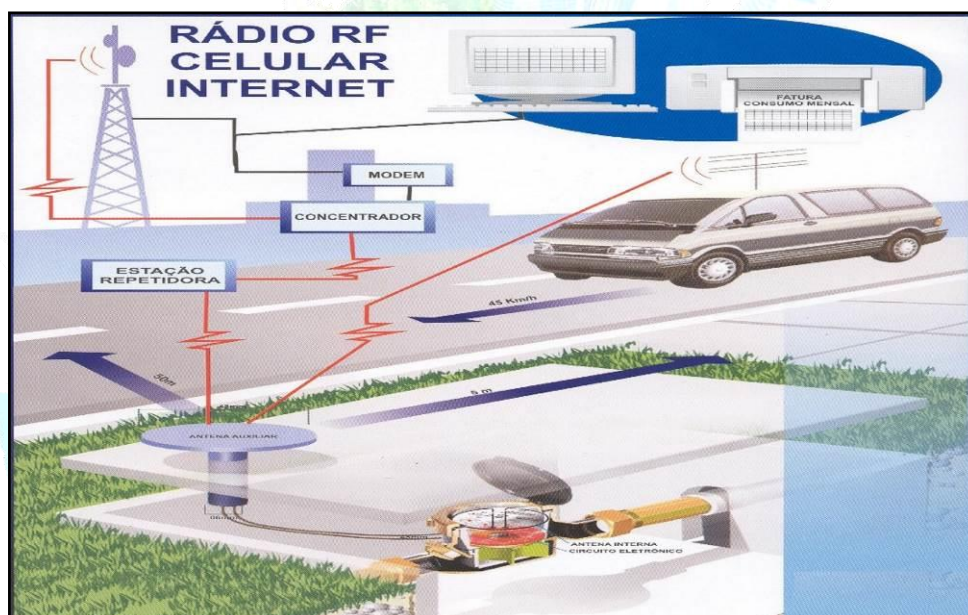


Figura 98 - Configuração Típica de Telemetria em Micromedicação

As características mais importantes destes instrumentos são as possibilidades da equalização da curva de erros de medição, uma vez que a curva característica do hidrômetro é programada em sua memória, possibilitando assim, a compensação do erro para cada faixa de medição e da disponibilização de informações adicionais tais como vazões máxima e mínima, fluxo reverso e consumo horário.

No registrador eletrônico a rotação da turbina é transmitida por acoplamento magnético a sensores do modulo registrador eletrônico. Um microprocessador interno avalia os sinais recebidos reconhecendo a direção de rotação e medindo o



tempo requerido por revolução. Além destes dados o microprocessador calcula os valores de medição e em curtos intervalos de tempo executa rotinas de autoteste.

Com relação ao hidrômetro eletrônico pode-se citar como um de seus diferenciais, a adoção de um princípio de medição com um padrão distinto, onde o ângulo de ataque do fluxo do líquido é radial ao rotor ao invés de tangencial como ocorre nos hidrômetros velocimétricos convencionais.

A transmissão da informação de vazão nos hidrômetros eletrônicos é feita através de sensores, normalmente em número de 4 (quatro). Em oposição a este princípio existem a transmissão magnética e a mecânica ao dispositivo registrador nos hidrômetros velocimétricos atuais.

Por se tratarem de equipamentos eletrônicos, permitem a implementação de uma larga gama de serviços impossíveis nas medições mecânicas, tais como: multi-tarifação, detecção de fraude (fluxo reverso) e leitura remota.

Os hidrômetros eletrônicos, comparativamente a sistemas eletrônicos híbridos compostos por hidrômetro mecânico dotado de saída de pulso e de unidade terminal remota, apresentam como grande vantagem, a redução do número de componentes necessários à sua implantação. Em consequência simplificam e reduzem a probabilidade de falhas por defeito ou avaria. Em termos de imunidade a fraude e falhas por desgaste natural são muito mais robustos, inibindo inclusive as fraudes de caráter mais grosseiro. Não são tão susceptíveis a incidência de campos magnéticos quanto os hidrômetros convencionais com saída de pulso.

Mesmo possuindo funções de curva de carga e tarifação diferenciada, possuem saídas de pulso, que podem ser acopladas a data loggers ou equipamentos de supervisão e controle do próprio consumidor, permitindo inclusive a totalização externa de volumes em fluxo reverso.

As informações básicas disponíveis são: volume atual, auto teste display, volume em data ajustada, a data ajustada, vazão atual, dias desde a última leitura remota, número de leituras remotas, volume desde a última leitura, volume em fluxo reverso (em separado), constante de pulso, volume restante até o próximo pulso, vazão mínima, vazão máxima e registro de valores medidos fora da faixa entre $Q_{mín}$ e $Q_{máx}$.



Os registradores eletrônicos podem ser lidos localmente com coletores de dados apropriados. Para atender este propósito, o correspondente dispositivo de leitura deve ser conectado a um coletor ótico ou via “field bus”.

14.10. CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE DEFEITOS EM HIDRÔMETROS

O mau funcionamento de hidrômetros deve-se à:

Causa: desgaste das peças internas ocasionada pelo tempo de uso ou pela passagem da água em uma vazão elevada (acima da capacidade nominal do medidor) durante certo tempo;

Consequência: o erro sistemático de medição é modificado fazendo com que o medidor extrapole as faixas de tolerância definidas na portaria nº 246;

Causa: defeito de fabricação, que acarreta folga nos roletes do dispositivo registrador ou permite que o eixo da mesma caia de seus mancais quando submetido a uma batida forte;

Consequência: o consumo medido é alterado, pois a leitura não é real e sim fruto do posicionamento aleatório dos roletes. Este problema acompanhará sempre o aparelho, sendo detectado quando feito o exame do dispositivo registrador;

Causa: perda da capacidade de magnetização dos ímãs do sistema de transmissão;

Consequência: o medidor tende a parar, ou apresentar um movimento de “para e anda” em função da vazão de abastecimento. O consumo medido é sempre menor que o real, ou mesmo não é lido. Também, é facilmente confirmado numa inspeção do hidrômetro;

Causa: furação da cúpula do dispositivo registrador e utilização de elementos externos, como agulhas, para trancar os roletes, retirando-a na época de leitura;

Consequência: alteração da leitura;



Causa: retirada do hidrômetro do cavalete, retirada do filtro e injeção de impurezas no mesmo (como cola, pedras, barbante, etc.) ou furação da câmara de medição;

Consequência: alteração da leitura e turbina parada;

Causa: inversão do hidrômetro no cavalete, para que o mesmo meça um fluxo reverso, ou seja, decemente o volume medido;

Consequência: alteração da leitura;

Causa: rompimento do lacre para a abertura do hidrômetro com o intuito de frear os roletes com calços (palitos, pregos, etc.);

Consequência: alteração da leitura;

Causa: golpes ou queima da cúpula do hidrômetro;

Consequência: hidrômetro danificado.

Causa: vazamento na cúpula do hidrômetro, a água sai por cima do medidor.

Consequência: o aperto dado no anel da cúpula quando da montagem não foi suficiente para garantir a vedação do dispositivo registrador. O vazamento de água ocorre somente a partir de determinada pressão e quando isso acontece, este volume não é registrado pelo hidrômetro e nem altera o consumo, pois não ocasiona movimento na turbina da câmara de medição.

É bastante comum o usuário confundir os vazamentos no cavalete, informando que é o hidrômetro que está vazando. Sem dúvida, a troca de um medidor pode acarretar vazamentos, principalmente nas manutenções preventivas, pois os ramais tendem a esclerosar-se com o tempo e o problema manifestar-se horas após o serviço de substituição ter sido realizado. Somente os vazamentos que ocorrem após o medidor são registrados pelo hidrômetro, podendo alterar o consumo.



14.11. IDENTIFICAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE ADEQUAÇÃO DOS HIDRÔMETROS

No bando de dados disponibilizado pelo Departamento de Saneamento de Pontal não constam dados do cadastro das vazões micromedidos das ligações, com quantificação de vazão unitária por ligação para identificação dos percentuais de demanda e consumo para redimensionamento de hidrômetros. Baseados nas diretrizes contidas neste capítulo, este Plano oferece subsídios para a criação de uma curva de permanência, conforme constado em item 15.4, de modo a caracterizar as faixas de vazão dos consumidores de todas as ligações dos setores de abastecimento e poder realizar a adequação dos hidrômetros. Portanto neste capítulo, foram apresentadas estimativas de custos para a troca de micromedidores instalados há mais de 05 anos, conforme indicação normativa, através de estimativa das ligações atuais do município.

15. DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA ADEQUAÇÃO E MELHORIAS DAS UNIDADES OPERACIONAIS

15.1. CRIAÇÃO DE UM DEPARTAMENTO DE COMBATE AS PERDAS DE ÁGUA

A metodologia de combate às perdas apresentada neste trabalho terá suas atividades baseadas no método de Análise e Solução de Problemas de Perdas, sendo caracterizado por quatro fases de execução, que são o Planejamento, Execução, Análise dos resultados e as Ações Corretivas. Desta forma, para a aplicação das metodologias a serem apresentadas, a Prefeitura Municipal deverá criar um departamento com exclusividade na área de controle e redução das perdas de água.

Deve compor este novo departamento os integrantes da equipe de pesquisa de vazamentos. Assim, o departamento deverá ser composto pelos seguintes profissionais:

- 02 técnicos em pesquisa de vazamentos não visíveis;
- 01 desenhista (cadista) para atualizar os dados cadastrais rotineiramente.



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

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

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

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

Desta forma a primeira etapa do processo será o levantamento das possíveis causas que estariam afetando o parâmetro Volume Consumido (Vc) através dos relatórios do Rol de Hidrômetros. Destes documentos deverão ser montadas as fichas de inspeção em ligação de água com as irregularidades informadas pelos leituristas, com os baixos consumos e pela vida útil dos hidrômetros.

A segunda fase é caracterizada pelas ações de pesquisa de campo necessárias a complementar as informações relatadas na primeira fase.

A terceira e quarta fases caracterizam-se pela análise dos resultados assim como o planejamento para efetuar as correções necessárias do processo de forma a torná-lo mais eficiente.



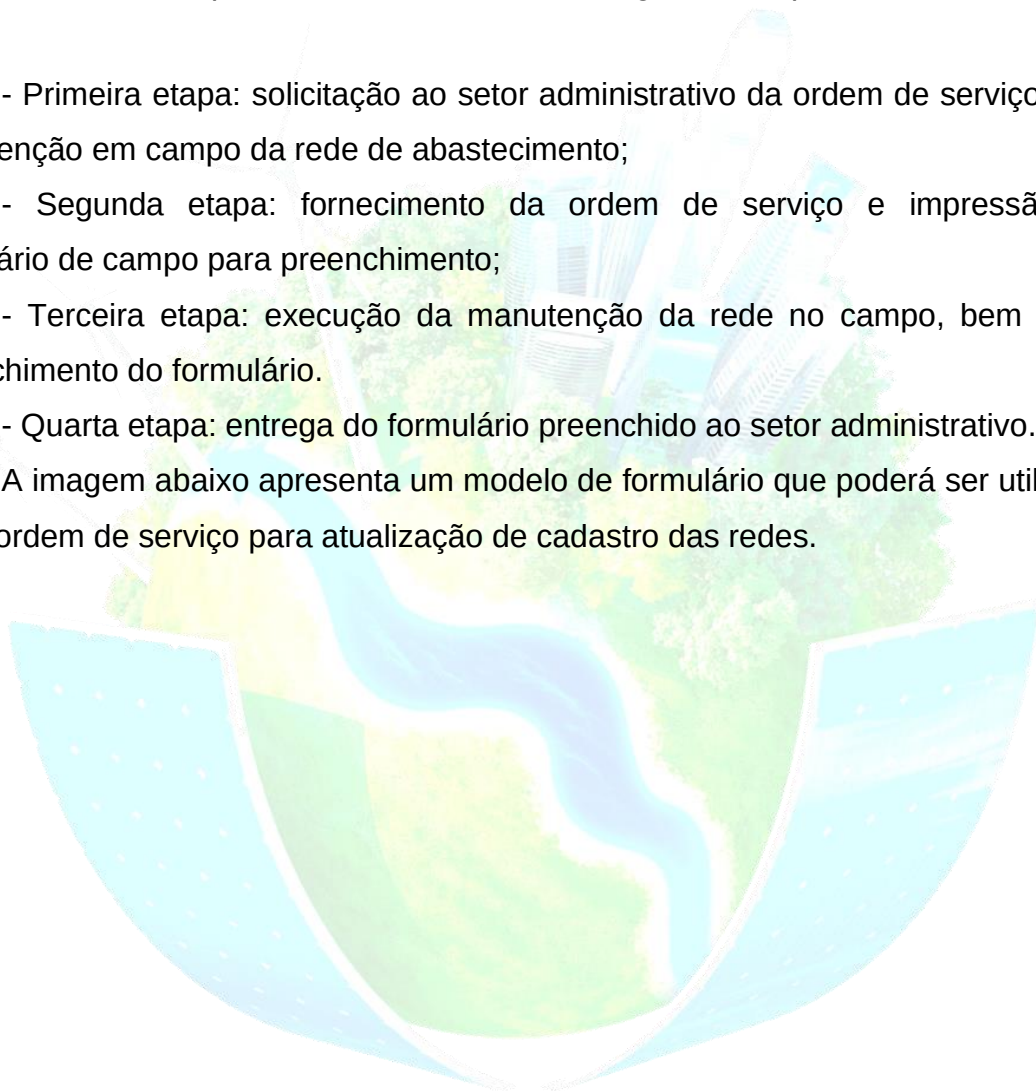
15.2. ORDEM DE SERVIÇO – ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO

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

Desta forma o procedimento consiste das seguintes etapas:

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

A imagem abaixo apresenta um modelo de formulário que poderá ser utilizado como ordem de serviço para atualização de cadastro das redes.





16. PESQUISA DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS

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

16.1. PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PESQUISA DE VAZAMENTOS

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

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

16.1.1. Pressão Alta

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

16.1.2. Frequência de vazamentos

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



16.1.3. Localização dos vazamentos

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

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

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

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

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

16.1.4. Ondas de pressão

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

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



16.1.5. Deterioração das tubulações

A corrosão interna geralmente é mais severa em águas suaves de regiões de planalto. As tubulações metálicas são as que mais sofrem deterioração.

A corrosão externa pode surgir de uma variedade de causas, inclusive de diferença de potenciais entre o solo e a tubulação, corrosão bimetálica, variações nas concentrações de sais dissolvidos no solo e ação microbiana. Os efeitos da corrosão externa são semelhantes aos sofridos pela corrosão interna.

16.2. PROJETO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS PARA PONTAL

O projeto deverá ser implantado na Prefeitura Municipal de Pontal com a aquisição de equipamentos suficientes para formação de uma 01 equipe de pesquisa. Cada equipe deve ser composta de pelo menos 03 pessoas (funcionários da Prefeitura Municipal).

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

Assim, como o sistema de abastecimento possui aproximadamente 133,22 km (133.221,81 m) de rede de distribuição, poderá concluir toda a pesquisa em torno de 34 dias, desde que não haja nenhum contratempo, tais como chuva, falta de água, equipe disponibilizada, viaturas, etc.

16.2.1. Plano de trabalho

Em Pontal o plano de trabalho foi elaborado em função de uma (01) equipe de campo e dados existentes, referente ao sistema de abastecimento de água. Na sequência é apresentado os locais prioritários para iniciar atividades de pesquisa de vazamentos não visíveis.

a) Regiões com alto índice de vazamentos visíveis.

Em todo local onde há grande quantidade de vazamentos visíveis, e o solo é permeável, a possibilidade de existirem vazamentos não visíveis é alta.

b) Regiões com pressões altas (> 50 m.c.a.).



c) Regiões com pressões entre 15 e 50 m.c.a.

Destacadas as regiões com pressões elevadas, as que apresentarem valores superiores a 50 m.c.a. são eliminadas, pelo menos até que se tomem providências.

Essas providências consistem na setorização e/ou instalação de válvulas redutoras de pressões. Enquanto não for possível realizar estas ações, recomenda-se a pesquisa nestas regiões por apresentarem alta propensão de vazamentos em virtude das altas pressões.

d) Regiões com falta d'água.

Muitas vezes a falta d'água é provocada pela ruptura da tubulação responsável pelo abastecimento da região. Nesses casos é efetuada a pesquisa.

e) Regiões com tubulações antigas.

Embora o correto fosse a substituição de toda tubulação, porém nem sempre isso é possível. Nesses casos a pesquisa é feita caracterizando as regiões críticas, onde a substituição é mais urgente.

f) Regiões onde a pavimentação asfáltica será recomposta.

Sempre que a Prefeitura for recapear o asfalto de alguma área, a mesma deverá ser investigada. Evitando assim rompimento do mesmo, quando da execução dos reparos.

g) Sistemas isolados.

Setores isolados apresentam facilidade da medição das mínimas noturnas, onde 100% da região será medida.

Separadas as regiões que atendem alguns dos itens acima, deverá se proceder a pesquisa de acordo com a prioridade do momento.

O Cadastro Técnico também deverá estar atualizado para que as plantas de cadastro da rede de distribuição possam ser separadas e definidas as prioridades.



16.2.2. Equipamentos necessários para estrutura de uma (01) equipe de pesquisa

Na sequência são apresentadas a relação de equipamentos e veículos para atender as equipes de pesquisa:

- 01 veículo tipo van ou Kombi;
- 01 medidor de vazão tipo ultrassom;
- 01 notebook;
- 02 hastes de escuta de 1.500 mm;
- 01 barra de perfuração;
- 01 geofone eletrônico;
- 01 locador de massa metálica;
- 01 locador de tubulações metálicas;
- 01 correlacionador de ruídos; e
- 04 registradores tipo data-logger's de pressão.

Na tabela abaixo segue um orçamento estimativo para aquisição de equipamentos requeridos para estrutura de formação de (01) equipe de pesquisa de vazamentos.

Tabela 77 – Valor dos investimentos para formação de uma equipe de pesquisa de vazamentos.

EQUIPAMENTO	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Veículo (Van ou Kombi)	1	Unid.	R\$ 35.000,00	R\$ 35.000,00
Medidor de Vazão (ultrassom)	1	Unid.	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
Notebook	1	Unid.	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Haste de Escuta	2	Unid.	R\$ 860,00	R\$ 1.720,00
Barra de Perfuração	1	Unid.	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Geofone eletrônico	1	Unid.	R\$ 11.500,00	R\$ 11.500,00
Locador de massa metálica	1	Unid.	R\$ 4.800,00	R\$ 4.800,00
Locador de tubulação metálica	1	Unid.	R\$ 13.000,00	R\$ 13.000,00



Correlacionador de ruídos	1	Unid.	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Data-loggers de pressão	4	Unid.	R\$ 3.500,00	R\$ 14.000,00
TOTAL				R\$ 147.670,00

Fonte: F.S. Projetos Ambientais, 2024.

16.2.3. Método de Pesquisa

São diversas as formas utilizadas para pesquisar vazamentos não visíveis, desde a simples vistoria em galerias de águas pluviais até a utilização de armazenadores de ruídos com data logger's com controle contínuo de vazamentos.

No estágio atual que a Prefeitura Municipal se encontra em relação ao Plano Diretor de Perdas de Água deverá ser adotado o método para implantação de varredura total do sistema com o geofonamento, isto é, com a pesquisa dos vazamentos através da haste de escuta percorrendo cavalete por cavalete do Sistema de Abastecimento de Água, seguindo então, para o geofonamento das redes de distribuição e adutoras e posteriormente para confirmação do vazamento à utilização do correlacionador de ruídos.

A Pesquisa de Vazamentos Não Visíveis com aparelhos específicos consiste em detectar ruídos de vazamentos provocados pela passagem da água pressurizada, através de danos nas tubulações, sejam eles fissuras, fendas ou mesmo rupturas. Em se tratando de trabalho específico, é de vital importância a obediência de pré-requisitos, bem como do método empregado.

Definidas as áreas onde serão realizadas as pesquisas de vazamentos, inicia-se o projeto com as seguintes ações:

- a) Medição das vazões e pressões máximas e mínimas;
- b) Preparação das plantas cadastrais;
- c) Escuta de ruídos nos cavaletes;
- d) Confirmação dos ruídos;
- e) Localização das tubulações;
- f) Correlação de ruídos de vazamentos;
- g) Demarcação dos vazamentos com tinta nos locais;
- h) Atividades de escritório com preenchimento de formulários;



- i) Acompanhamento dos reparos; e
- j) Relatórios com resultados obtidos.

16.2.4. Procedimento de Campo para detecção de Vazamentos Não Visíveis

Previamente deve ser checado se todos os equipamentos e materiais necessários nos trabalhos de pesquisa estão disponibilizados à equipe. Para os equipamentos eletrônicos, verificar também se as condições de carga (baterias) estão garantidas.

Em caso de campo deve se verificar inicialmente se não está havendo falta d'água na área a ser pesquisada e efetuar a medição de pressão da rede de distribuição várias vezes durante o dia de trabalho, utilizando-se de manômetros aferidos. A pressão mínima recomendada é de 1,5 kgf/cm² (15 mca).

16.2.5. Haste de Escuta

Na primeira fase de escuta do ruído de vazamento devem ser pesquisados todos os pontos acessíveis da tubulação, isto é, cavaletes, hidrantes, registros, válvulas, tubulação aparente, registro de passeio, se houver, utilizando-se de haste de escuta. Deve-se caminhar em um lado da rua, quando isto for possível, e durante a caminhada observar com atenção a possível existência de vazamento visível na rede, nos ramais e cavaletes. Deve-se anotar as residências cujos cavaletes não foram pesquisados e o motivo (portão fechado, morador ausente, etc.) e verificar a situação das válvulas (não localizada, entulhada, inundada), com anotações na planta cadastral.

Ao ouvir um ruído suspeito no cavalete, assegurar-se de que não está havendo passagem d'água através do hidrômetro, fechando firmemente o registro (certificar-se que o mesmo está vedando), pois um pequeno vazamento existente na tubulação interna do imóvel também pode provocar ruídos similares ao do vazamento.

Todos os trechos de rede não metálicos que possuírem pontos de contatos distantes mais de 20 m, ou trechos de redes metálicas, que possuírem pontos de



contatos distantes mais de 35 m ou todas as travessias, independentemente do material da rede, devem ser anotados para posterior pesquisa com geofone e/ou correlacionador.

Após obtenção de um certo número de pontos suspeitos, a pesquisa terá prosseguimento com o geofone eletrônico ou mecânico, correlacionador de haste de perfuração ou perfuratriz.

16.2.6. Geofone

A segunda fase da pesquisa deve ser feita com o geofone eletrônico, onde serão ouvidos todos os pontos suspeitos marcados na pesquisa com haste de escuta e as redes de distribuição em que existem poucos pontos de contato (cavaletes muito distantes, anéis de distribuição, travessias, etc.). O geofonamento deve ser efetuado posicionando-se o sensor sucessivamente a cada 1,5m, aproximadamente, sobre a superfície onde a tubulação está enterrada. Ao ouvir um ruído suspeito deve ser intensificada a pesquisa nesta área, para definir o ponto com possível vazamento. Caso houver excesso de ruído indesejável durante o dia, a pesquisa deverá ser feita à noite.

O geofone mecânico é um equipamento de escuta de performance limitada, sem filtros ou amplificação dos ruídos. Na ausência do geofone eletrônico, pode ser utilizado, exigindo grande sensibilidade de quem opera.

16.2.7. Correlacionador de Ruído

O correlacionador é utilizado após o uso da haste de escuta e/ou geofone. O correlacionador é ferramenta essencial para a localização e/ou confirmação de vazamentos onde a aplicação dos demais equipamentos não tenham sido conclusiva no apontamento.

A correlação deve ser realizada obedecendo-se ao seguinte procedimento:

- Escolher dois pontos para colocação dos sensores de modo que o suposto vazamento esteja entre os sensores;
- Os pontos escolhidos devem ser limpos cuidadosamente com a utilização de escova de aço ou lixa, a fim de proporcionar o melhor contato possível do sensor;



- Para tornar este contato ainda melhor, caso necessário, deve-se utilizar adaptadores apropriados;
- Escolher os sensores adequados para tubulação metálica ou para tubulação não metálica; e
- Montar os pré-amplificadores e regulá-los de modo que o ponteiro fique no terço médio.

O correlacionador funciona rapidamente, obtendo-se uma resposta em poucos segundos, desde que se introduzam os dados necessários. Na maioria das vezes necessita-se de tempo extra para obter os dados da tubulação, principalmente o seu comprimento entre os sensores. O processo de localização de um vazamento pode exigir várias operações do correlacionador, em vários pares de pontos que abranjam o vazamento. Deve-se lançar os dados da tubulação no correlacionador, na sequência em que aparecem na tela as solicitações para entrar com dados:

- Material: a entrada do material da tubulação será feita sempre a partir do sensor de referência;
- Diâmetro: entrar com o diâmetro; e
- Comprimento da tubulação: entrar com o comprimento real, medido com roda de medição ou trena.

Com o uso de ouvido do correlacionador, deve ser verificado se os dois sensores estão captando o ruído do vazamento. Após as providências acima inicia-se a correlação.

Na tela aparecerá um gráfico com um pico, se o correlacionador identificar que um mesmo ruído está chegando aos dois sensores e está sendo transmitido ao correlacionador.

Deve-se sempre ter em mente que o simples aparecimento de um pico não significa necessariamente a existência de um vazamento. O pico pode eventualmente ser uma derivação, válvula estrangulada, ligação clandestina, ramal com grande consumo no trecho compreendido entre os sensores. Daí a necessidade de se proceder a uma verificação cuidadosa das prováveis interferências e efetuar novas correlações, movendo um ou ambos sensores de posição.

Caso os dados introduzidos no correlacionador estejam corretos, o correlacionador, após processar as informações recebidas, indica a posição do vazamento com precisão. Com a trena ou roda de medição, determina-se a distância e efetua-se a marcação do local do vazamento.



16.2.8. Confirmação e Marcação do Vazamento

O ponto de vazamento indicado pelos equipamentos pode ser confirmado com a aplicação da barra de perfuração (ou perfuratriz).

Definido o ponto de vazamento, este deve ser marcado na planta cadastral, e no local deve-se fazer uma marcação com tinta não-lavável. Se o local não for pavimentado, a marcação do ponto deve ser feita por um croqui de amarração.

16.2.9. Confirmação do Cadastro da Tubulação

Caso haja dúvidas quanto à localização precisa da rede pesquisada, devem ser utilizados locadores de tubulação a massa metálica.

16.2.10. Registro do Ensaio

Cada vazamento encontrado deve ser registrado em um relatório apropriado. As informações a serem apresentadas no relatório deverão conter, no mínimo, aquelas mostradas no modelo apresentado na sequência.

16.2.11. Manuseio dos Equipamentos

Antes do início dos trabalhos em campo, é importante verificar as condições de operação dos equipamentos, conforme recomendações do fabricante.

Os equipamentos de detecção devem ser manuseados adequadamente, de maneira a preservar a sua funcionalidade e integridade. Cuidados especiais devem ser tomados no posicionamento dos sensores do geofone e do correlacionador, os quais não devem ser submetidos a impactos.

16.2.12. Aspectos Comportamentais

Os profissionais que trabalham em detecção de vazamentos não-visíveis devem ter a consciência de que o seu trabalho envolve contatos ou interação com pessoas. Por isso devem ser rigorosamente obedecidos os seguintes procedimentos:



- Trajar-se adequadamente, com asseio, portando jaleco e crachás de identificação;
- Identificar o veículo conforme exigências da empresa contratante dos serviços;
- Tratar com educação e respeito os moradores, informando o motivo do acesso ao cavalete do imóvel. Caso os serviços tenham de ser realizados no período noturno, os moradores envolvidos devem ser comunicados com a devida antecedência; e
- Sinalizar convenientemente quando estiver trabalhando nas vias de tráfego, evitando-se acidentes de trânsito e danos físicos ao profissional e às pessoas em geral.

16.2.13. Modelo de Formulário

A figura a seguir apresenta um Modelo de Formulário para registro da Detecção de Vazamentos Não Visíveis de Líquidos sob Pressão em Tubulações Enterradas, que poderá ser utilizado no município de Pontal.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

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

Figura 100 – Modelo de formulário de Relatório de vazamento



16.2.14. Planilha Estimativa de Custos para realização de Pesquisa de Vazamento

Na Tabela abaixo é apresentada à estimativa de custo para a realização da Pesquisa de Vazamentos no município de Pontal (extensão de rede de aproximadamente 133,22 km), através da contratação de uma Empresa Terceirizada.

Tabela 78 – Estimativa de custo das atividades principais para realização da pesquisa de vazamento no município de Pontal

ITEM	ATIVIDADE	QUANT.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Pesquisa de Vazamentos realizados por uma equipe terceirizada	133,22 km	R\$ 800,00	R\$ 106.576,00
2	Equipamentos de pesquisa de vazamentos	1	R\$ 147.670,00	R\$ 147.670,00
TOTAL				R\$ 254.246,00

Fonte: F.S. Projetos Ambientais, 2024.

17. REALIZAÇÃO DE OUTORGA NOS POÇOS

Todos os sistemas de captação de água existentes (29 poços profundos) do município de Pontal possuem outorga.

Deverá ser elaborado, portanto, dentro do horizonte de projeto, o processo de atualização/revisão de outorga de todos os poços do sistema de abastecimento de água do município de Pontal, bem como o processo inicial de outorga para o poço novo a ser implantado (Poço P-32), totalizando 06 unidades, sendo elas P27, P28, P29, P30, P31 e P32. Destaca-se que para o investimento foram considerados todos os testes de vazão e adequações físicas de cada área do poço que será outorgado, além, da elaboração dos relatórios de acordo com padrão estabelecido pelo DAAE para o processo de regularização e licenciamento e/ou revisão do processo dos poços de captação de água no município.

Na tabela a seguir é apresentado o investimento estimado necessário para realizar o processo de outorga dos poços do município de Pontal.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 79 – Orçamento para realização de outorga nos poços do sistema de abastecimento de água de Pontal

ITEM	ATIVIDADE	UNIDADE	QUANT.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Teste de Vazão e Adequações físicas: - Teste de bombeamento norma ABNT 12244; - Adequações físicas (lajes de proteção 2,00 x 2,00m); - Fornecimento e instalação de Tubo de PVC - 3/4" para medição de nível;	unidade	6,00	R\$ 15.600,00	R\$ 93.600,00
2	Processo de Regularização do Licenciamento dos equipamentos e dispositivos do Sistema de Abast. De Água: - Regularização das Análises de Qualidade da Água (Portaria MS nº 2914/2011); - Elaboração dos documentos, estudos, relatórios de acordo com o Decreto Estadual nº 32.955/91; - Acompanhamento dos Serviços de Obtenção do licenciamento dos componentes do sistema de abastecimento de água (DAEE, Cetesb, Vigilância Sanitária).	unidade	6,00	R\$ 7.500,00	R\$ 45.000,00
TOTAL					R\$ 138.600,00
Fonte de preço: Pesquisas mercadológicas, 2024.					

Fonte: F.S. Projetos Ambientais, 2024.



18. DIAGNÓSTICO DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES

18.1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de abastecimento de água são infraestruturas necessárias para o abastecimento de populações em quantidade e qualidade adequadas para o consumo humano, sendo constituídos de unidades de captação, estações de tratamento, adutoras, estações elevatórias, reservatórios e redes de distribuição.

A idade da infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água, aliada ao estresse contínuo desses sistemas pelas condições ambientais e operacionais a que são submetidos, têm levado a sua deterioração principalmente pelos seguintes aspectos:

- ✓ Aumento da taxa de quebra de tubulações devido à deterioração da integridade estrutural da tubulação. Isso por sua vez aumenta os custos operacionais e de manutenção, aumenta as perdas de água tratada e os custos sociais tais como paralisação do serviço, interrupção no trânsito, descontinuidades nos processos comerciais e industriais e perturbação da vida doméstica.
- ✓ Redução da capacidade hidráulica das tubulações no sistema, resultando em aumento do consumo de energia elétrica e diminuição da qualidade do serviço prestado.
- ✓ Deterioração da qualidade da água no sistema de distribuição devido à alteração na superfície interna das tubulações, que podem resultar em gosto, odor e problemas estéticos no abastecimento de água e até problemas de saúde pública, em casos extremos.

Em consequência, as prestadoras de serviços de saneamento são levadas à necessidade de reparar, reabilitar ou substituir os diferentes componentes do sistema. Questões como “o quê”, “onde”, “quando” e “como”, são levantadas. Os engenheiros dessas entidades gestoras são confrontados com a tomada de uma série de decisões que tem que ser baseadas em informações acerca das características das tubulações, muitas vezes incorretas ou incompletas.

Mundialmente, muitos dos atuais sistemas de abastecimento de água já excederam largamente o tempo de vida útil para o qual foram dimensionados,



gerando uma quantidade de esforços de pesquisa dedicados à reabilitação de sistemas de distribuição de água, incrementada substancialmente nos últimos trinta anos. A maioria desses esforços tem focado nos aspectos de desempenho da tubulação, por exemplo, modelagem de quebras de tubulação, confiabilidade do sistema de distribuição de água, deterioração hidráulica, etc.

Devido à escassez de recursos financeiros, torna-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia para auxiliar planejadores e tomadores de decisão em procurar a melhor estratégia de reabilitação que explore toda a vida útil de cada tubulação, de forma a manter os resultados de segurança, confiabilidade e a qualidade da água veiculada nessas tubulações.

18.2. DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

As tecnologias voltadas aos sistemas de distribuição de água têm apresentado uma grande evolução nos últimos anos. As demandas e expectativas dos serviços estão crescendo. Entretanto, o nível de desenvolvimento da atividade de abastecimento urbano de água tende a progredir de forma mais lenta que outras atividades com menor relevância econômica.

Devido à sua natureza de serviço monopolista há uma carência de mercado competidor nessa área. Atualmente há uma forte demanda pela eficiência e alta qualidade do serviço prestado. A melhoria de desempenho, buscando satisfazer as necessidades públicas, é uma das principais metas hoje em dia.

O desenvolvimento e uso de indicadores de desempenho é um tópico atual das empresas de saneamento em todo o mundo. O uso do processo de avaliação de desempenho padronizado é o fator chave para a melhoria do desempenho de sistemas de abastecimento de água (ALEGRE et al., 2000).

Os indicadores de desempenho, são medidas da eficiência e efetividade das empresas de água com respeito a aspectos específicos da atividade e do comportamento do sistema. A eficiência é uma medida da extensão para os quais os recursos de uma empresa de água são utilizados de forma ótima para produzir o serviço. A efetividade é uma medida da extensão para os quais os objetivos almejados são alcançados.

Cada indicador de desempenho expressa o nível de desempenho real alcançado numa certa área e durante um dado período de tempo. Os indicadores de



desempenho fazem o possível para comparar o desempenho de diferentes sistemas e simplificar a análise dos sistemas de distribuição de água.

No início da década de 90, a “International Water Supply Association” – IWSA selecionou o tópico de indicadores de desempenho para um de seus congressos mundiais. Esse assunto não provocou um grande interesse naquele momento. Entretanto, depois de 3 a 4 anos, cerca de 150 membros seniores de empresas de água de todo o mundo mostraram interesse pelo assunto (MAYS, 2002).

A “International Water Association” – IWA, que representa cerca de 130 países, desenvolveu recentemente um sistema de indicadores de desempenho para serviços de água, os quais estão se tornando atualmente uma referência mundial no setor. Esse sistema é uma poderosa ferramenta de gestão para empresas prestadoras de serviços de água, independentemente de seus níveis de desenvolvimento e das suas características regionais, como clima, demografia e cultura.

O sistema de indicadores de desempenho da IWA inclui indicadores de recursos hídricos, de pessoal, físicos, operacionais, de qualidade de serviço e financeiros. Também incluem a definição das informações requeridas para estabelecer os perfis da empresa, do sistema e da região.

De acordo com as recomendações da IWA, alguns indicadores devem ser definidos como uma relação entre variáveis de mesma natureza (adimensional) ou de diferentes naturezas (litros por ramal). Em alguns casos, o denominador deve representar uma característica da dimensão do sistema (número de ramais ou comprimento total das tubulações). Isso permite a comparação de indicadores, calculados em diferentes momentos de tempo, independente do crescimento do sistema ou com indicadores de sistemas de diferentes tamanhos.

Um sistema global de indicadores de desempenho deve satisfazer os seguintes requisitos (MAYS, 2002):

- Representar todos os aspectos relevantes do desempenho da empresa de água, levando em conta uma representação do sistema através de um número reduzido de indicadores;
- Ser apropriado para representação desses aspectos de uma maneira verdadeira e imparcial;
- Refletir os resultados da atividade de gerenciamento da empresa;



- Estar claramente definido, com uma interpretação de forma única e concisa para cada indicador;
- Incluir somente indicadores de desempenho sem sobreposições;
- Requerer somente equipamentos de medida que a empresa possa proporcionar; a requisição de equipamento sofisticado e caro deve ser evitada;
- Ser verificável, o que é especialmente importante quando os indicadores de desempenho são utilizados por entidades reguladoras que devem necessitar de fazer uma checagem nos resultados informados;
- Ser de fácil entendimento, sempre por não especialistas – particularmente pelos consumidores;
- Referir a um determinado período de tempo;
- Referir a uma área geográfica limitada;
- Ser aplicável a empresas com diferentes características e estágios de desenvolvimento;
- Ser o mais simples possível, evitando a inclusão de aspectos desnecessários.

Como os indicadores de desempenho da IWA cobrem praticamente todos os aspectos dos serviços de água, é possível selecionar algum grupo de indicadores para a análise do sistema de distribuição de água de um ponto de vista específico.

Com o envelhecimento dos sistemas de abastecimento de água, o planejamento de reabilitação das tubulações está ganhando cada vez mais a atenção das empresas de água e da comunidade de pesquisas. O principal objetivo do planejamento de reabilitação é assegurar o desempenho do sistema e maximizar a eficiência econômica da operação. Há três principais indicadores de desempenho que merecem destaque:

- 1- Desempenho hidráulico;
- 2- Qualidade da água; e
- 3- Confiabilidade do serviço.



18.3. DESEMPENHO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

A deterioração das superfícies internas das tubulações resulta numa diminuição da capacidade hidráulica dos condutos. A perda de carga h em qualquer tubulação pode ser calculada pela equação de Hazen-Williams:

$$h = 10,653 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} D^{-4,87} L$$

Onde:

Q = vazão na tubulação (m^3/s);

C = coeficiente relativo à rugosidade na Tubulação;

D = diâmetro da tubulação (m);

L = comprimento da tubulação (m).

A diminuição da capacidade hidráulica de uma tubulação pode ser expressa como a deterioração do seu coeficiente C de Hazen-Williams ao longo do tempo. A taxa de deterioração variará conforme o tipo de tubulação, a qualidade da água e as práticas de operação e manutenção.

Lamont (1981) relacionou a taxa de crescimento da rugosidade ao grau de saturação do carbonato de cálcio na água. Sharp e Walski (1988) propuseram um modelo logarítmico de deterioração que foi essencialmente baseado nas conclusões de Colebrook e White, nas quais os valores de rugosidade foram convertidos aos valores equivalentes de C . Salienta-se que todos esses modelos foram derivados de tubulações de materiais metálicos.

O dimensionamento hidráulico de uma rede de distribuição de água depende não somente da capacidade de carreamento de seus componentes, mas, também, da vazão que a rede deve abastecer (demanda). Então, o planejamento de longo-prazo de reabilitação dos sistemas requer a previsão de ambos, a diminuição da capacidade hidráulica do sistema e as futuras mudanças nas demandas devido ao crescimento populacional, nas alterações de seus hábitos de consumo, etc.



18.4. QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Vários pesquisadores (LECHEVALLIER; LOWRI; LEE, 1990; LECHEVALLIER et al., 1993; HERSON et al., 1991; CLARK et al., 1993 e 1994) têm observado o fenômeno de deterioração da qualidade da água no sistema de distribuição. Embora algumas das causas apontadas tenham sido identificadas, nenhuma tentativa tem sido feita para modelar o grau de deterioração da qualidade da água como uma função da idade do sistema, apesar da condição da tubulação, que é função da idade, apresentar impactos significativos na qualidade da água.

LeChevallier, Lowri e Lee (1990) conduziram uma pesquisa apontando que o crescimento de coliformes no sistema de distribuição originaram-se de biofilme da tubulação. Eles observaram que os níveis de coliforme aumentaram na água aduzida da estação de tratamento de água através do sistema de distribuição numa taxa maior que a habitualmente encontrada na reprodução natural. Essa observação indicou a transferência de população do biofilme na superfície interna da tubulação para a coluna d'água.

Eles observaram, ainda, que o cloro livre em 1-2 mg/L não foi suficiente para eliminar ou mesmo reduzir essas ocorrências de coliformes. Em alguns trechos das linhas, níveis de 4,3 mg/L não eliminaram os coliformes. Os autores notaram que a manutenção contínua de residuais de cloro elevados no sistema de distribuição devia ter efeitos adversos no consumidor, incluindo excessiva formação de trihalometano (THM), problemas de gosto e odor e aumento da corrosão.

Em comparação com diferentes agentes de desinfecção, os autores acharam que a monocloramina foi mais efetiva no controle de crescimento do biofilme em tubulações de ferro; entretanto, doses de 4 mg/L foram requeridas. Os autores observaram, além disso, que a corrosão interna da tubulação tem um impacto distinto na eficiência da desinfecção. Foi observado que as superfícies internas ásperas da tubulação protegeram a bactéria anexada de inativação pelo residual de cloro livre. Foi subsequentemente feita a hipótese de que os produtos da corrosão interferem na eficiência da desinfecção do biofilme. A aplicação de inibidores de corrosão (como polifosfato e ortofosfato de zinco) resultou numa substancial melhoria na desinfecção do biofilme. Numa publicação mais recente de LeChevallier et al. (1993), esse fenômeno foi investigado com maior profundidade, corroborando com os resultados anteriormente observados.



LeChevallier (1990) relatou que os tubérculos formados nas tubulações das superfícies internas das tubulações (em ferro sem revestimento e em ferro com o revestimento danificado) eram compostos predominantemente de ferro. A superfície dos tubérculos foi coberta com fendas, que forneceram aumento da área de superfície e proteção para o crescimento de microorganismos. Outro fator que o autor aponta como influência do crescimento de bactérias é a hidráulica do sistema. O aumento da velocidade do fluxo causa um maior fluxo de nutrientes através da superfície da tubulação, um maior transporte de desinfetantes e uma queda do biofilme da superfície interna da tubulação. A estagnação de água em tubulações causa o aumento do crescimento microbiológico resultante da perda de residual de desinfetante.

Herson et al. (1991) conduziu estudos que provam que coliformes e outros organismos nativos são capazes de se acumular nas superfícies internas das tubulações, devendo existir, conseqüentemente, grande diferença no número de micróbios entre as superfícies internas da tubulação e a água no seu próprio meio.

As altas densidades de bactérias nas superfícies internas não podem ser detectadas por procedimento padrão de determinação de qualidade de água que são baseados em amostras tomadas no meio aquoso somente. Essas constatações apoiam as conclusões relatadas por LeChevallier (1990) e LeChevallier et al. (1993).

Clark et al. (1993 e 1994) relataram uma experiência conduzida para a verificação de modelos matemáticos de propagação de cloro e de contaminantes em sistemas de distribuição. Uma de suas descobertas é a evidência de que a demanda de cloro das tubulações foi muito mais alta que o decaimento de cloro na fase de água no seu próprio meio (assumindo decaimento de primeira ordem). Isso os conduziu a concluir que os componentes do sistema de distribuição exercem demanda de cloro devido à existência de biofilme nas suas superfícies internas. Outra descoberta refere-se ao efeito adverso na qualidade da água devido à baixa velocidade em determinados trechos da rede de distribuição.

18.5. CONFIABILIDADE DO SERVIÇO

As redes de distribuição de água são tradicionalmente projetadas para serem confiáveis. Entretanto, a crescente escassez de investimentos do setor público para a construção e manutenção e a idade avançada de muitos sistemas de



abastecimento de água estão levando os operadores de sistemas ao foco na análise de confiabilidade. A confiabilidade de um sistema, de acordo com a ISO 8402 (RAUSAND e HØYLAND, 2004) é definida como "a habilidade do sistema para desempenhar uma função requerida, sob dadas condições operacionais e ambientais e para um período de tempo definido".

18.6. ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS, CONSIDERANDO O TIPO DE MATERIAL, IDADE, TIPO DE VAZAMENTO (REDE OU RAMAL), E PRESSÕES

18.6.1. Causa das falhas

Uma variedade de fatores causando falhas na tubulação tem sido identificada por vários autores (MORRIS JR., 1967; SHAMIR e HOWARD, 1979; O'DAY, 1982), sendo a relação apresentada por Morris Jr. (1967) uma das mais abrangentes:

- Projeto inadequado;
- Instalação imprópria;
- Oscilação ou transitório hidráulico;
- Movimento do solo;
- Corrosão interna;
- Corrosão externa;
- Diferencial de temperatura;
- Defeitos de fabricação; e
- Impactos.

Morris Jr. (1967) ressaltou que a causa das quebras das redes de água não pode sempre ser averiguada e que, geralmente, há uma combinação de causas.

Shamir e Howard (1979) apresentaram a classificação de razões para quebras da tubulação em 4 categorias:

- A qualidade e a idade da tubulação e de suas respectivas peças de conexão;



- O tipo de ambiente no qual a tubulação é assentada – corrosividade do solo, cargas externas;
- A qualidade da mão-de-obra utilizada para o assentamento da tubulação; e
- As condições operacionais, tais como pressão de trabalho e suas oscilações.

O'Day (1982) dividiu as principais causas de quebras das tubulações em três categorias: **excesso de carga, temperatura e corrosão.**

Na literatura internacional o foco principal é dado para falhas em tubulações de ferro fundido cinzento e ferro dúctil visto que estes materiais foram frequentemente mais usados no passado. Há, entretanto, uma tendência a um incremento no uso de materiais plásticos (PEAD e PVC) e no futuro certamente haverá a expectativa de falhas dessas tubulações devido ao seu envelhecimento.

A maioria dos fatores é constante com o tempo, mas alguns seriam dependentes do tempo, como: tráfego, qualidade da água e velocidade da água.

A seguir são apresentados os fatores comumente considerados que têm um grande impacto na falha das tubulações.

18.6.2. Idade e período de instalação

Diferentes períodos ou épocas de instalação mostram características de falhas diferentes. Essas características são mais dependentes da prática de fabricação utilizada que da própria idade da instalação. Alguns períodos de instalação têm uma taxa de quebra mais elevada que outras (ANDREOU, MARKS e CLARK, 1987b). Em alguns casos, tubulações velhas são mais resistentes à falha que outras mais jovens. Para tubulações de ferro fundido cinzento, isso pode ser explicado pela espessura mais fina das paredes produzidas pelos métodos de fundição mais modernos. A espessura mais fina das paredes leva a um efeito de corrosão e um nível de estresse mais elevado para as mesmas cargas externas.

18.6.3. Corrosão

A corrosão é uma das principais razões para substituição de tubulações por ser identificada como uma das principais causas de quebras nas tubulações de ferro



fundido e de outras tubulações metálicas (MAKAR, 2000). Morris Jr. (1967) afirmou que o movimento do solo combinado com a corrosão é a principal causa de falha em tubulações.

A corrosão interna depende das características da água transportada, isto é, pH, alcalinidade, bactérias e oxigênio. A corrosão externa depende do ambiente em volta da tubulação (características do solo, mistura do solo e aeração). Karaa (1984) argumentou que a corrosão externa é um importante fator a ser incorporado nos modelos de previsão e que sua intensidade, diferente da corrosão interna, variará de tubulação para tubulação assim como variam as condições do solo.

18.6.4. Diâmetro

Parece ser unanimidade na literatura que o maior número de falhas é encontrado em tubulações de pequenos diâmetros. Tubulações com diâmetros menores ou iguais a 200 mm têm particularmente grande número de falhas. A alta frequência de falhas para tubulações de pequenas dimensões é explicada pela reduzida resistência da tubulação, reduzida espessura da parede, diferentes padrões de fabricação e menor confiabilidade das juntas para pequenos diâmetros. Outra razão deve ser a baixa velocidade em tubulações de menor diâmetro resultando na deposição de materiais suspensos da água, criando um ambiente propício para crescimento de bactérias. Clark, Stafford e Goodrich (1982) apontaram que tubulações de grandes diâmetros tendem a ter um período mais longo antes do primeiro evento de manutenção que as tubulações de diâmetros menores.

Tabela 80 – Frequência de quebras de tubulação para diferentes diâmetros

Diâmetro Nominal da tubulação(mm)	Taxa de falhas por 100 km/ano	
	Cimento Amianto	Ferro Dúctil
200	8,0	3,9
150	16,7	6,8
100	23,8	7,4
80	26,0	26,3

Fonte: dados contidos do “UKWIR National Database of mains Failures” (PRESTON e STURM, 2007)



18.6.5. Comprimento da tubulação

O comprimento da tubulação difere de tubo para tubo dentro de uma mesma rede e também entre as redes. Para tubulações longas (acima de 1000 m) condições externas como as condições do solo e de tráfego variam ao longo da tubulação. Nos modelos desenvolvidos por Andreou, Marks e Clark (1987a e 1987b) a função de risco é aproximadamente proporcional à raiz quadrada do comprimento.

18.6.6. Material da tubulação

A maioria das redes de distribuição consiste principalmente de tubulações de ferro fundido (cinzento e dúctil) e existem numerosos registros de falhas para essas tubulações. Na maioria das vezes, novos materiais como PVC e PEAD tem sido introduzido em grande escala para redes de água. As características desses materiais diferem extremamente, portanto os diferentes materiais devem ser analisados separadamente. Análises estatísticas de tubulações feitas de PVC e PEAD são focos de estudos recentes (EISENBEIS, RØSTUM e LE GAT, 1999).

As técnicas de manutenção para os diferentes materiais da tubulação têm mudado consideravelmente ao passar dos anos. A evolução de métodos de fundição para tubulações de ferro cinzento é um bom exemplo disso. As primeiras tubulações eram fundidas horizontalmente em moldes de areia, resultando em espessuras de paredes irregulares. Mais tarde, a fundição vertical foi introduzida, resultando em espessuras mais regulares e permitindo a produção de tubulações com paredes mais finas. O desenvolvimento de métodos de fundição centrífuga resultou na produção de tubulações mais resistentes e de espessuras de parede com maior consistência (MAKAR e RAJANI, 2000). As técnicas de produção estão correlacionadas com a idade da tubulação, o qual está relacionada ao ano do assentamento da tubulação, cuja informação é disponível na maioria dos cadastros das redes de distribuição.

18.6.7. Variação de temperatura

Um padrão sazonal com um maior número de falhas ocorrendo durante o inverno é comum para a maioria das redes de distribuição (SAEGROV et al., 1999).



Isso é explicado devido a um intensivo programa de controle de vazamentos executado na época de verão, detectando uma grande quantidade de corrosão externa de tubulações.

Saegrov et al. (1999) observaram em ambos, inverno e verão, picos na taxa de quebras no Reino Unido. O pico de verão foi atribuído ao ressecamento e desigual redução de solo argiloso, enquanto no inverno o pico pode ter sido devido aos efeitos de contração térmica. Adicionalmente, a taxa de quebra anual sobre um período de dez anos foi encontrada para ser relacionada ao dia de temperatura média anual e inversamente relacionada ao total de precipitações anuais.

Efeitos climáticos devem ser utilizados num estágio preliminar para determinação das causas de falhas nas tubulações. Entretanto, para predição de falhas futuras não é fácil a inclusão de efeitos climáticos como uma variável, uma vez que o tempo de evolução desses fatores é desconhecido. Do ponto de vista gerencial a existência de variação sazonal em falhas de tubulação deve ser útil para o planejamento e organização diária do gerenciamento da rede de água.

Entretanto, quanto ao cálculo futuro sobre necessidades de reabilitação e para priorização entre tubulações é inútil conhecer o dia de falha real.

18.6.8. Condições do solo

As condições do solo afetam as taxas de corrosão externa e representam um importante papel na degradação da tubulação. Clark, Stafford e Goodrich (1982) usaram a presença de ambientes de solos corrosivos em suas análises de falha de tubulações, mas acharam uma baixa correlação entre o comprimento da tubulação assentada em ambientes corrosivos e as quebras.

Hudak, Sadler e Hunter (1998) avaliaram a distribuição espacial de quebras relativas a condições do solo e padrões de clima. Valores mais elevados de densidade de quebra foram observados em tubulações de PVC do que nas de ferro fundido em solos argilosos sob condições de contração-expansão mais elevadas. Sob condições moderadas, a resistência do PVC excede a encontrada para as tubulações mais velhas de ferro fundido, devido aos efeitos de corrosão.



18.6.9. Falhas anteriores

O número de falhas anteriores ou o histórico de falhas de uma tubulação é um fator significativo para a predição de futuras falhas. Andreou, Marks e Clark (1987a) usaram o modelo de riscos proporcionais (Proportional Hazards Model – PHM) de Cox para analisar quebras nas redes de água. A taxa de quebra aumentou com cada quebra, até a terceira quebra depois da qual a taxa de quebra ficou constante, mas elevada. Nesse ponto as tubulações foram definidas como “estado de quebra rápida”. O número de quebras anteriores foi reconhecido por afetar significativamente a função de risco das tubulações.

Vários fatores não relacionados às atividades de reparo são também responsáveis pelo agrupamento de quebras na rede. Tubulações no mesmo local frequentemente têm a mesma idade e material e foram assentadas com o mesmo método construtivo. Tubulações no mesmo local são também prováveis de estarem expostas às mesmas condições de corrosão externa e interna.

18.6.10. Defeitos de fabricação

Makar, Desnoyers e McDonald (2001) apontam diversos defeitos de fabricação nas tubulações de ferro fundido, relatando as mudanças nos processos de fabricação das mesmas ao longo do tempo. Foi apresentada uma análise de falha conduzida pelo “National Research Council Canada” – NRC, numa quebra de uma tubulação de água de 410 mm, na cidade de Ottawa, no verão de 2000. Não foi identificada nenhuma área de corrosão significativa na superfície fraturada nem no restante da amostra enviada ao NRC para a análise.

Entretanto, foi encontrado um grande número de defeitos de fabricação. Numerosos pequenos poros foram vistos no metal da tubulação. Essa tubulação apresentava também variações na espessura da tubulação. Foram realizados testes de tensão para investigação das propriedades mecânicas da tubulação em várias amostras da peça que sofreu a falha e também de uma peça removida da mesma rede para servir de amostra de controle. As análises concluíram que a falha foi causada por defeitos de fabricação da tubulação. A frequência dos defeitos observados era tal que havia uma probabilidade muito alta de uma ocorrência no local da falha.



Atkinson et al. (2002) estudaram as falhas de tubulações de pequeno diâmetro (75 e 100 mm) de ferro fundido, através de testes mecânicos de amostras de tubulações em conjunto com análises estatísticas Weibull. Os resultados mostram duas causas para as falhas: defeitos inerentes na microestrutura do ferro fundido ou resultante do processo de grafitação da tubulação ocorrida durante o tempo em que estava atuando.

18.6.11. Pressão

Tanto a pressão estática da água como as oscilações de pressão num sistema de distribuição podem levar à falha na tubulação. Oscilações de pressão podem ocorrer quando válvulas e ventosas abrem e fecham durante operações na rede. Essas oscilações podem ser um dos fatores no agrupamento de falhas, assim como as válvulas que são fechadas e abertas durante atividades de reparo. Andreou, Marks e Clark (1987b) consideraram que o estresse imposto na parede da tubulação devido à alta pressão contribui para a ocorrência de uma quebra se a parede já está erodida devido à corrosão e apontaram o efeito significativo da pressão nas tubulações com múltiplas quebras. Essas condições aumentam as chances dessas tubulações experimentarem múltiplas e frequentes quebras no futuro, mas a importância da variável em seus modelos foi considerada baixa.

Clark, Stafford e Goodrich (1982) usaram ambos, a pressão absoluta e o diferencial de pressão (oscilação) nos seus modelos. A pressão absoluta foi usada para estimar o tempo para a ocorrência da primeira falha e o diferencial de pressão foi utilizado para a estimativa do número de eventos após a primeira falha.

18.6.12. Uso do solo

O uso do solo (áreas de tráfego, áreas residenciais e áreas comerciais) é usado como um substituto para cargas externas nas tubulações. Eisenbeis, Rostum e Le Gat (1997) utilizaram o uso do solo sobre a tubulação (tráfego normal versus tráfego pesado), como uma variável em modelos de falha.



Escavações nas proximidades das tubulações perturbam as condições de assentamento, resultando em falha da tubulação. O trabalho de outra concessionária (gás, eletricidade, telefonia) pode causar falha da tubulação.

Babovic et al. (2002) mostraram dados de causas de arrebentamentos do sistema de abastecimento de água da cidade de Copenhague (Dinamarca), salientando que para mais da metade dos trabalhos de reparos, o banco de dados não aponta a causa exata da quebra. Para os arrebentamentos para o qual as causas foram especificadas, praticamente a metade delas é devida à corrosão ou grfitização. Os problemas relativos à acomodação diferencial no assentamento das tubulações são identificados como a segunda causa principal de quebras.

18.6.13. Tipos de falhas

Os mecanismos de falhas variam dependendo do material e do diâmetro da tubulação. Os tipos de quebra foram classificados por O'Day (1982) em três categorias:

Quebra circunferencial:

A quebra circunferência é tipicamente causada pelas forças de dobra aplicadas à tubulação. O estresse da dobra é frequentemente o resultado do movimento do solo, da contração térmica ou da interferência causada por terceiros. A quebra circunferencial é o modo de falha mais comum para tubulações de ferro fundido de pequenos diâmetros. Em Hu e Hubble (2005) foram apresentadas estatísticas de quebras em redes de água de cimento amianto da cidade de Regina no Canadá. As quebras circunferenciais foram apresentadas como modo de falha predominante, compreendendo 90,9% de todas as falhas. Também foi demonstrado que a taxa de quebra cai com o aumento do diâmetro.



Figura 101 – Quebra circunferencial



Quebra longitudinal:

A quebra longitudinal é mais comum em tubulações de grandes diâmetros. Ela pode ser causada por diferentes tipos de carregamento, tais como pressão de água interna e estresse criado pela carga de cobertura do solo, carga externa ou mudanças térmicas. Uma pequena quebra pode expandir ao longo do comprimento da tubulação. Em alguns casos, inicialmente há duas quebras em lados opostos da tubulação que resultam numa completa separação da seção da tubulação que pode ser tão longa quanto o próprio comprimento da tubulação.



Figura 102 – Quebra longitudinal

Fissura na bolsa:

A fissura na bolsa é mais comum em tubulações de ferro fundido de pequenos diâmetros. A principal razão para a fissura na bolsa é a selagem das juntas. Originalmente, as juntas eram seladas usando-se chumbo. Nos anos 40 o chumbo foi substituído por composto não metálico que tem um coeficiente de expansão térmica diferente do chumbo. Isso, em baixas temperaturas, pode causar a fissura na bolsa.



Figura 103 – Fissura na bolsa



18.6.14. Frequência de falhas

Na maioria dos sistemas de abastecimento de água as tubulações de ferro fundido cinzento são as mais antigas, frequentemente instaladas a mais de 50 anos. Muitos estudos têm indicado o incremento de frequência de quebra de tubulações com o tempo.

A idade da tubulação pode ser considerada como a causa predominante de falha de tubulações, mas não a única. Então, o número de incidentes em sistemas de abastecimento urbano de água provavelmente terá um aumento contínuo no futuro com o envelhecimento dos sistemas.

18.7. CONSEQUÊNCIAS DE UMA FALHA

As perdas associadas a uma falha na tubulação podem ser divididas em três categorias principais, conforme sugerido por Makar e Kleiner (2000):

18.7.1. Custos diretos

- Custo do reparo que depende dos parâmetros da tubulação e da falha tanto quanto da localização da falha;
- Custo do vazamento de água que depende da gravidade da falha, do tempo de isolamento, do tamanho da tubulação e do custo da produção de água;
- Custo do dano ao redor da infraestrutura e de propriedades (alagamentos, colapso da rua, danos estruturais, etc.) que depende tanto da gravidade e localização da falha quanto do tempo para isolamento;
- Responsabilidades (danos, acidentes, etc.) que dependem da gravidade e localização da falha.



18.7.2. Custos indiretos

- Custos da interrupção do abastecimento (perdas de negócios devido à falta de água) que dependem do tempo de isolamento da falha;
- Custo da taxa de deterioração potencialmente aumentada da infraestrutura e propriedades ao redor da área da quebra;
- Custo da queda na capacidade de combate ao fogo, devido à falta d'água e insuficiências da capacidade hidráulica.

18.7.3. Custos sociais

- Custo de degradação da qualidade da água devido à intrusão de contaminante causado pela despressurização;
- Custo de diminuição da confiança pública e qualidade da água fornecida que depende da localização e do tempo de isolamento da área;
- Custos devidos à interrupção do trânsito e de atividades comerciais que depende da localização e do tempo de isolamento da área;
- Custos de descontinuidade no abastecimento de água para clientes especiais (hospitais, escolas, etc.) que depende da localização e do tempo de isolamento da área.

A Figura a seguir mostra os componentes do custo real da falha como uma função do tempo depois da ocorrência da falha. O custo total associado com a falha da tubulação depende da gravidade e duração do evento e pode alcançar um valor razoavelmente alto. Por exemplo, se um pequeno vazamento é reparado algum tempo após a ocorrência do vazamento, o custo real será aproximadamente igual ao somatório do custo do reparo com o custo da água que foi perdida. Entretanto, se o vazamento continua sem ser detectado por um bom tempo, pode causar danos ao subsolo (especialmente se o tamanho do vazamento aumenta com o tempo). Então, outros dois componentes, isto é, dano à infraestrutura do subsolo/propriedades e



responsabilidades relativas a acidentes, também contribuirão para o custo real do vazamento.

Se um grande arrebentamento é considerado, o custo real da falha incluirá todos os componentes e estará sendo incrementado rapidamente depois da ocorrência da falha, conforme mostra a Figura a seguir. Geralmente, se a falha não é detectada e localizada logo após sua ocorrência, o dano à infraestrutura ou à propriedade e as responsabilidades provavelmente serão os maiores contribuintes para o elevado custo da falha da tubulação. Adicionalmente, o custo total da falha da tubulação aumenta de forma exponencial se a ação de gestão da falha é consideravelmente demorada.

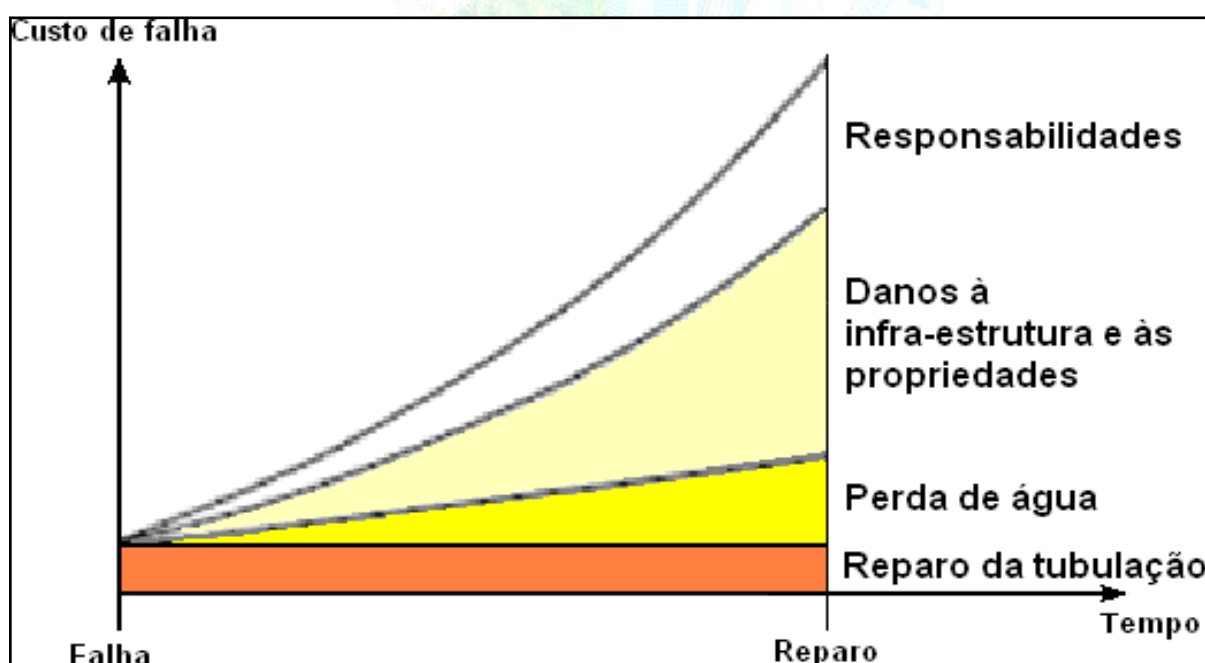


Figura 104 – Perdas associadas à falha

Fonte: Makar e Kleiner, 2000

18.8. PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES PARA LIMPEZA E TROCA DE REDES PARA MELHORIA DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES

A reabilitação de infraestruturas é definida como o conjunto de métodos e procedimentos capazes de restaurar e/ou aprimorar o desempenho de um sistema de abastecimento de água. Nesse caso, o foco é aumentar a vida útil do sistema e a melhoria do seu desempenho estrutural, hidráulico ou de qualidade da água.



De acordo como Manual de Melhores Práticas e Técnicas de Reabilitação de Redes de Água, as técnicas de reabilitação em sistema de abastecimento de água podem ser divididas em três categorias:

Renovação: Trabalho que incorpora toda ou parte da estrutura original do tubo por meio do qual o seu desempenho é otimizado.

Substituição: É a reabilitação de um sistema de tubulações existentes por meio da instalação de um novo sistema, sem incorporar a estrutura original do tubo.

Reparo: Atividade de manutenção não planejada realizada após a ocorrência de uma falha. Retificação de danos locais.

As necessidades de reabilitação em sistemas de água são decorrentes principalmente do envelhecimento natural dos componentes, alteração dos objetivos de serviço, causas externas e deficiências de concepção, projeto, construção, materiais, equipamentos e manutenção

A principal consequência de uma reabilitação insuficiente ou inadequada é a redução da confiabilidade do sistema. Tal consequência pode ser avaliada e distinguir-se nas dimensões técnica, de saúde e segurança pública, econômico-financeira, ambiental e social. A tabela a seguir apresenta um resumo destas consequências segundo o tipo de dimensão.

O objetivo geral de um sistema de distribuição de água é fornecer água suficiente e de boa qualidade a cada consumidor, sendo que a segurança da rede de água deve ser considerada e os custos globais devem ser aceitáveis (LARGE et al., 2015).

Os componentes dos sistemas de adução e de distribuição, estão sujeitos a diversos fatores (hidráulicos, químicos, geotécnicos, etc.) que contribuem para a degradação de seu desempenho no sistema. O efeito destes fatores depende de variáveis como o envelhecimento e modo de operação e manutenção (ALEGRE; COVAS, 2010). A reabilitação destes componentes garante uma maior confiabilidade e eficiência, porém é impossível e desnecessário reabilitar todas as tubulações de um sistema, sendo um dos principais desafios para as operadoras e seus gestores o planejamento e a reabilitação otimizada.



Tabela 81 – Consequências da reabilitação insuficiente ou inadequada em estruturas do sistema de abastecimento de água

Dimensões	Aspecto	Consequências
Técnica	Hidráulico	Insuficiente capacidade de transporte das tubulações que resulta na não satisfação das necessidades de serviço de consumo e de pressão.
	Estrutural	Insuficiente resistência mecânica as ações internas e externas (falhas, colapsos, fissuras) que resulta em: Redução da fiabilidade do sistema e dos seus componentes; Aumento no número de avarias; Aumento paralisações do abastecimento; Aumento de perdas reais.
Técnica	Operacional	Ineficiência ou inadequação das atividades de operação que resultam em: Ineficiência no uso da água e energia; Ineficiência no uso de recursos humanos; Quebra do conforto para os consumidores.
	Manutenção	Ineficiência ou inadequação das atividades de manutenção que resultam: Aumento dos procedimentos de emergência não planejados; Redução da produtividade da gestora; Redução da qualidade do serviço prestado.
Saúde pública e segurança		Risco para saúde pública decorrente da degradação de qualidade da água fornecida (rupturas são fontes de contaminação) e da necessidade de interrupção do abastecimento; Risco para a segurança decorrente da maior probabilidade de ocorrência de acidentes provocados por roturas em condutas (inundações, desmoronamentos, etc.).



Econômico-financeira	Redução do valor residual do sistema e aumento dos custos futuros de investimento em reabilitação devido a diminuição da vida útil das infraestruturas e equipamentos; Agravamento de custos tangíveis de exploração do sistema (custos operacionais) nas atividades de operação e nas atividades de manutenção; penalizações decorrentes da redução da qualidade de serviço prestado; custos intangíveis e externalidades para a entidade gestora; Perdas com reflexo nas tarifas, nos investimentos e nas metas para universalização.
Ambiental	Utilização ineficiente dos recursos hídricos; Utilização ineficiente dos recursos energéticos; Impactos ambientais negativos devidos a obras; Gestão inadequada de resíduos produzidos.

Fonte: Alegre e Covas, 2010.

18.9. ANÁLISE DAS LIGAÇÕES (RAMAIS E CAVALETES) E SUGESTÕES PARA MELHORIA

Com a finalidade de estabelecer a comunicação entre a rede hidráulica pública de distribuição de água potável e a instalação hidráulica predial interna do usuário consumidor, é necessária a existência da ligação de água, que nada mais é do que um conjunto de tubulações, mais uma estrutura de medição e peças de conexão, devidamente montado e instalado conforme o exemplo demonstrado nas figuras a seguir, em uma das possíveis possibilidades.

O tipo e modelo da instalação da ligação de água são de fundamental importância na confiabilidade e manutenção das leituras dos hidrômetros, pois se sabe que uma instalação inadequada pode propiciar a execução de uma fraude, na inconsistência de leitura do consumo, por motivos de instalação de hidrômetros inclinados, ou na impossibilidade de leitura por dificuldade de acesso, excesso de vapor de água na relojoaria, presença de ar, entre outros tantos fatores. Isto acaba por causar uma necessidade prematura de adaptação para proporcionar a leitura correta do instrumento.



Diante de diversos problemas repetidos de instalação inadequada e modificação do cavalete por parte dos clientes, a Prefeitura deve buscar o desenvolvimento junto a fornecedores de um novo padrão denominado de Unidade de Medição e Controle – UMC, que prevê um travamento do hidrômetro para que este permaneça alinhado na posição horizontal e vertical de modo a não danificar a relojoaria interna, ver exemplo na figura a seguir.

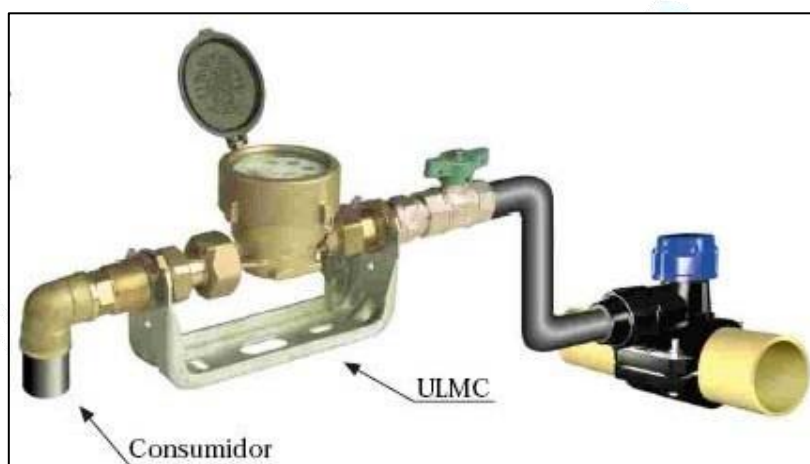


Figura 105 – Modelo proposto de Medição domiciliar – UMC

É recomendável que para cada instalação predial, deva existir uma única ligação predial, e nos casos de edifícios verticalizados com apartamentos é costume praticar o conceito de medições coletivas, uma vez que as instalações hidráulicas internas ficam mais simplificadas. Neste caso, considera-se um número de economias igual ao número de famílias residentes, ou pelo número de unidades residenciais da edificação, deste modo, considera-se um consumo médio por economia. Existe, há pouco tempo, a oferta de edifícios com medição individualizada, já sendo inclusive obrigatória em alguns Estados da Federação para os novos edifícios, mas, neste caso, ainda é efetuada a ligação coletiva, sendo a leitura interna de responsabilidade do condomínio, e para efeito de cobrança do consumo, utiliza-se o consumo coletivo como referência.

As ligações são classificadas de acordo com a posição da rede pública em relação ao imóvel, podendo ser no passeio, rua, ou outro lado da rua. Normalmente a execução de uma ligação predial de água é executada conforme o Regulamento dos Serviços Prestados pela Prefeitura Municipal e das demais normas e especificações em vigor.



Os componentes de uma ligação de água são:

- **Tomada de água:** Ponto de conexão do ramal com a rede de distribuição de água, podendo ser executada com colar de tomada de Polipropileno, PVC, FºFº, com ferrule ou ainda com "T" associado à luva de correr ou soldável.
- **Ramal predial:** Tubulação compreendida entre a tomada de água na rede de distribuição e o cavalete ou caixa subterrânea, executada preferencialmente em PEAD, podendo ser feita também com material de PVC;
- **Cavalete ou caixa subterrânea:** Elementos destinados a receber a instalação do medidor de volume consumido, o hidrômetro. A utilização de uma ou outra solução é decorrente do interesse do cliente ou da melhor disposição do hidrômetro para as leituras mensais. Além das partes componentes, deve-se observar na ligação predial o recobrimento mínimo do ramal e a localização do cavalete/caixa em relação às divisas do imóvel.

Os cavaletes e as caixas subterrâneas deverão ser executados de forma que o medidor de volume consumido tenha o fluxo sempre perpendicular à rede de distribuição e seja localizado de acordo com as disposições previstas.

De acordo com alguns fatores determinantes, os tipos de ligações de água podem sofrer algumas variações, seja na instalação com filtros no cavalete ou se acima ou abaixo do nível do solo, para tanto se devem observar as exigências técnicas em cada caso.

Além das Normas Técnicas da ABNT, existem as recomendações técnicas e comerciais - inclusive muito semelhante entre si, para a aprovação da Prefeitura Municipal - as quais todos os projetistas hidráulicos devem seguir. Exemplificando um destes casos, a Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná), intitula como Projeto de Instalação Hidros sanitária de PIHS, um projeto hidráulico de uma edificação residencial ou não, quando da obrigatoriedade de apresentação deste à companhia para aprovação e acompanhamento da execução para posterior permissão de interligação das instalações hidráulicas internas à rede pública, seja de água potável ou de esgotamento sanitário, para isto, a Prefeitura Municipal pode disponibilizar um Manual de Obras da - MOS, o qual os construtores e projetistas devem obedecer, tanto no projeto como na execução da edificação.



As características da edificação e tipo de utilização da futura ligação têm que ser avaliadas e conferidas tanto no pedido prévio como na fiscalização e, por fim, na finalização da obra, para que seja definitivamente liberado sua execução.

O dimensionamento da bitola do ramal, cavalete e hidrômetro depende muito da correta estimativa de consumo de água e acaba por ser um dos fatores mais importantes e que deve ser associado a outros, tais como: pressão disponível, cisterna inferior, tipo da boia, para evitar um dimensionamento errôneo das instalações internas que possam a vir prejudicar o abastecimento público e/ou interno ou no desperdício de recursos financeiros.

18.10. RECOMENDAÇÕES E PROGRAMA DE SUBSTITUIÇÃO DE REDES PARA O MUNICÍPIO DE PONTAL

O cadastro tem um papel muito importante no desenvolvimento da metodologia utilizada para o planejamento de substituição de tubulações onde tanto as características físicas (idade de implantação e material) como os registros de ocorrências de reparos são a base para a previsão de futuras falhas e, assim, pela estimativa do tempo ótimo de substituição das tubulações.

A prefeitura municipal deve melhorar o registro das informações para permitir análises mais embasadas, resultando em maiores benefícios financeiros e melhoria da imagem junto a seus clientes, visto que as informações fornecidas são superficiais e não possuem um registro adequado para realização de estudos mais detalhados quanto à necessidade de substituição das redes no município.

A atribuição de custos, tanto os envolvidos no reparo dos vazamentos como o custo relativo à substituição da tubulação, são fatores relevantes para a determinação do tempo ótimo de substituição de tubulações. Os avanços em metodologias e ganhos de escala podem resultar numa redução significativa de custos num futuro próximo.

O processo de renovação das redes de distribuição é contínuo, portanto, a escolha da tecnologia, da mão-de-obra e do material a serem empregados na substituição implicará em taxas anuais de substituição futuras maiores ou menores que as atuais, as quais deverão ser definidas pela atual gestão da Prefeitura Municipal.



As redes primárias devem merecer uma atenção especial, pois muitas vezes não formam anéis e num eventual vazamento o efeito no abastecimento geralmente é de grandes proporções e de maior risco de sinistro.

O efeito da rugosidade nas tubulações da rede primária causa uma maior diminuição da capacidade hidráulica do sistema de distribuição. Assim, um estudo mais aprofundado para essas redes, com o uso de modelagem hidráulica, é recomendado. A limpeza e revestimento dessas tubulações pode ser a solução para os problemas de desempenho hidráulico.

Na elaboração do programa anual de substituição de tubulações da rede de distribuição, os técnicos deverão levar em consideração, para a escolha dos trechos a serem substituídos, os seus conhecimentos e experiências, as áreas com taxas de quebras mais elevadas e outros fatores não considerados no planejamento de longo prazo, como o tipo de solo e áreas com oscilação de pressão.

No plano elaborado para o horizonte de 2045, a taxa anual de substituição de tubulações varia entre 0,36 e 3,3 %. Como a vida média das tubulações deverá ficar entre 40 a 50 anos, futuramente, as taxas anuais de substituição das tubulações deverá variar entre 1,25 e 2%, superiores às taxas previstas para os países desenvolvidos, que giram em torno de 0,5 a 1%.

A rede de distribuição de água tratada de Pontal é composta por diversos tipos de tubulações, com materiais de Aço, Ferro Fundido e PVC.

Foi realizado um levantamento com o pessoal de campo da Prefeitura Municipal de Pontal, visando determinar a quantidade necessária de tubulações a serem substituídas, que representa uma extensão total de **18.626,12 metros**, com diâmetros de 20mm (3/4"), de 40mm (1 1/2"), de 50mm (2"), de 65mm (2 1/2"), 100mm (4") e 150mm (6"), compreendendo todo o sistema de distribuição do Setor 01 (Cidade), que é apresenta atualmente redes de Aço Galvanizado (17.574,06m) e Ferro Fundido (1.052,06m).

A tabela a seguir apresenta uma estimativa de custos para substituição de redes e adutora de distribuição no município de Pontal.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

Tabela 82 – Estimativa de custo para substituição de redes na distribuição de Pontal

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI	CÓDIGO SABESP 07/2023	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	MATERIAL						
1.1	Substituição de rede de distribuição com PVC – PBA – DN/20mm (3/4")	298,53	m	-	HM01611	R\$ 4,08	R\$ 1.218,00
1.2	Substituição de rede de distribuição com PVC – PBA – DN/40mm (1 1/2")	978,73	m	-	HM01614	R\$ 17,16	R\$ 16.795,01
1.3	Substituição de rede de distribuição com PVC – PBA – DN/50mm (2")	15.079,36	m	-	HM01915	R\$ 21,59	R\$ 325.563,38
1.2	Substituição de rede de distribuição com PVC – PBA – DN/65mm (2 1/2")	473,32	m	-	HM01916	R\$ 47,96	R\$ 22.700,43
1.3	Substituição de adutora com PVC DEFOFO – DN/100mm (4")	744,12	m	-	HM01930	R\$ 85,09	R\$ 63.317,17
1.4	Substituição de adutora com PVC DEFOFO – DN/150mm (6")	1.052,06	m	-	HM01931	R\$ 134,82	R\$ 141.838,73
SUB-TOTAL							R\$ 571.432,72
2	ASSENTAMENTO						
2.1	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 50 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	16356,62	m	-	70080001	R\$ 15,68	R\$ 256.471,80



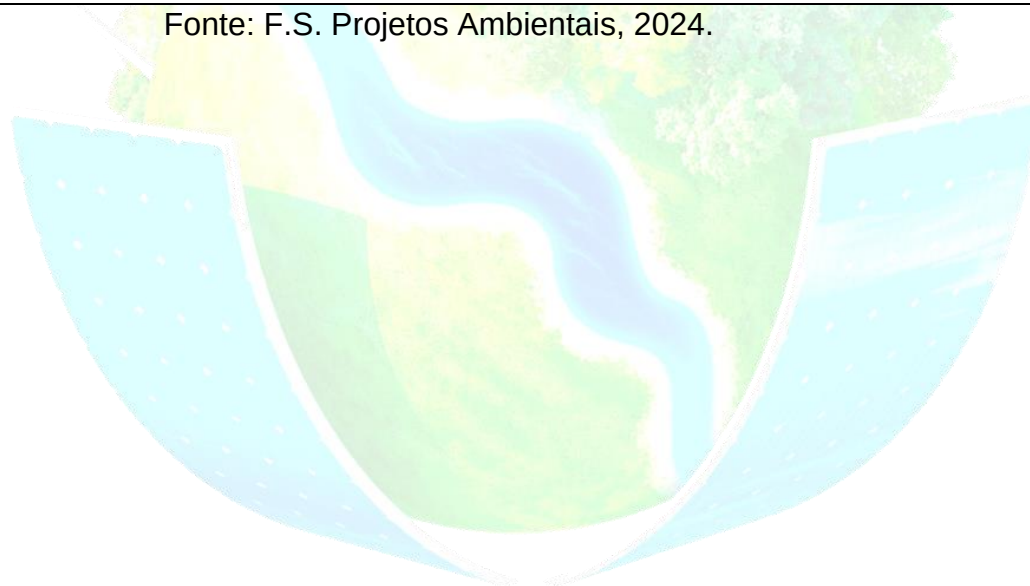
F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

=====

2.2	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 65 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	473,32	m	-	70080002	R\$ 16,23	R\$ 7.681,98
2.3	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 100 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	744,12	m	-	70080003	R\$ 17,39	R\$ 12.940,25
2.4	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 150 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	1052,06	m	-	70080004	R\$ 20,37	R\$ 21.430,46
SUB-TOTAL							R\$ 298.524,49
TOTAL							R\$ 869.957,21
OBS:	Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 07/2023 (ainda não disponível a tabela deste ano 2024)						

Fonte: F.S. Projetos Ambientais, 2024.





19. MEMORIAL DESCRITIVO EXECUTIVO DE REDE DE ÁGUA

19.1. REDE DISTRIBUIDORA

Os *materiais* a serem aplicados na rede de distribuição serão compostos de tubos e conexões de PVC PBA, CL – 15 e PVC DEFOFO, com anéis de borracha, com pressão máxima de serviço de 7,5 kgf/cm²;

A *rede distribuidora* deverá ser localizada, preferencialmente, no terço das vias públicas, salvo em casos excepcionais;

Diâmetro da rede distribuidora: O diâmetro, conexões necessárias para a execução da rede distribuidora, estão localizadas no projeto em anexo;

Valas: As valas deverão ter a largura mínima igual a: $D + 0,30$ m, onde D é o diâmetro externo do tubo a ser assentado, possuindo no mínimo 0,05 m;

Ancoragem: Deverão ser executadas de maneira a absorver os esforços transmitidos pela rede, nos pontos onde houver solicitações, tais como, curvas, derivações, caps., etc.;

Assentamento: O fundo das valas deverá ser compactado e regularizado para que receba o assentamento da tubulação. Em casos onde o fundo da vala apresentar terreno rochoso, deverá receber uma camada de areia grossa, limpa, formando uma superfície de espessura mínima de 0,10 m. Para o encaixe dos tubos na junta elástica, os anéis de borracha deverão receber lubrificantes, juntando-se as peças nos encaixes até o final da bolsa;

Recobrimento: O recobrimento mínimo será de 1,00 m e preenchido com solo de boa qualidade, adensado em camadas de 20 cm, de forma que a densidade do solo aproxime das paredes das valas executadas;

Caixa de proteção para registro: Os registros e peças especiais serão abrigados em caixas construídas em alvenaria de tijolos maciços, assentes sobre laje de concreto armado e instalação de tampão de ferro fundido.

19.2. LOCAÇÃO DA OBRA

A locação será feita de acordo com os respectivos projetos, admitindo-se, no entanto, certa flexibilidade na escolha do local de abertura das valas e da posição da rede no leito da estrada ou em terreno com outra característica, em face de



existência de obstáculos não previstos; bem como da natureza do solo, que servirá de leito. Quaisquer modificações somente poderão ser efetuadas com autorização do Engenheiro responsável pelo projeto.

19.3. ESCAVAÇÕES

Na abertura das valas, será evitado o acúmulo, por um longo período de tempo, do material e da tubulação na beira da vala, sobretudo quando este acúmulo possa restringir ou impedir o livre trânsito de veículos e pedestres. Em locais em que não houver impedimentos no uso de equipamentos pesados, a escavação será processada por meios mecânicos (retroescavadeira), agilizando a execução. A escavação manual deve ser utilizada em locais que não se possa efetuar a escavação mecânica. O fundo da vala deverá ser de forma tal, que no assentamento dos tubos sejam evitados trechos com mudanças bruscas e saliências no seu leito. O material escavado da vala não poderá obstruir as sarjetas por longo período. A escavação não deve adiantar-se ao assentamento da tubulação em mais de 2.000 metros.

A empresa será responsável por eventuais danos não descrito no memorial, causados a terceiros. A profundidade da tubulação quanto executada no terço médio da rua será de 1,00m para maior durabilidade dos tubos.

19.4. PREPARO DO LEITO PARA ASSENTAMENTO

O fundo da vala onde será assentada a tubulação, deve ficar isenta de pedras e outros materiais, evitando assim o aparecimento de esforços localizados na tubulação. O leito deve ser devidamente regularizado, eliminando todas as saliências da escavação. Em terrenos moles, deverá ser executado a retirada deste material e a substituição por material mais resistente. Sendo muito espessa a camada de terreno mole, o bordo da tubulação deverá ser apoiado em estacas, que será abjeto de projeto detalhado. Estas estacas poderão ser de madeira, ferro ou concreto pré-moldado.

19.5. ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO



Antes do assentamento, os tubos e peças devem ser limpos e inspecionados com cuidado, sendo verificada também a existência de falhas de fabricação, assim como, danos decorrentes de transporte e manuseio. No assentamento, os tubos devem ser rigorosamente alinhados. A união da tubulação entre si ou com as conexões e seu respectivo material de vedação, deverá ser feito com o cuidado necessário para que as juntas sejam estanques. Nos períodos em que houver paralisação do assentamento, a extremidade da tubulação deve ser vedada com tampão.

Para os tubos de PVC, deve ser retirado todo o brilho e limpado a ponta e a bolsa com uma estopa embebida de solução limpadora ou lixa removendo-se toda a sujeira.

19.6. REATERRO DE VALAS

Qualquer Reaterro só pode ser iniciado após a rede ser examinada e autorizada pela fiscalização, incluindo a metragem e a instalação das peças especiais. Na operação manual ou mecânica, de compactação do reaterro todo o cuidado deve ser tomado para não deslocar a tubulação e seus berços de ancoragem. Quando o material retirado da vala for inconveniente ao reaterro, deverá ser substituído por outro de boa qualidade.

19.7. ANCORAGENS

Serão utilizadas sempre que houver mudanças nas direções na tubulação, (curvas, tês, etc.). Para diâmetros inferiores a 150 mm, utiliza-se uma ancoragem com pontaletes de madeira de boa durabilidade. Para diâmetro maior, serão executados blocos de ancoragem em concreto ciclópico.

19.8. ENSAIO DE LINHA

A carga inicial da linha deve ser feita cuidadosa e lentamente com início na parte mais baixa e com uma vazão inferior à vazão de serviço normal e sob orientação técnica. Os registros e outros aparelhos ficarão abertos durante a



operação de modo a facilitar a evacuação do ar. Os aparelhos somente serão fechados quando não mais houve bolhas de ar junto com a água.

19.9. TESTE DE PRESSÃO HIDROSTÁTICA

O ensaio será realizado preferencialmente sobre trechos que não excederam a 500 metros em seu comprimento. As ancoragens previstas no assentamento da tubulação foram executadas após a tubulação estar curada. A pressão de teste não deve ser superior a 50% da pressão estática, não sendo inferior a 50 m.c.a., nem superior a pressão de ensaio da fábrica. A duração do ensaio deve ter um tempo mínimo de uma hora, observando todos os requisitos de teste.

19.10. DESINFECÇÃO DOS TUBOS ASSENTADOS

Durante o assentamento, a tubulação fica suja e contaminada, portanto, será necessário desinfetar as linhas novas com cloro líquido. A dosagem usual de cloro é de 50 ppm (mg/l). A água e o cloro permanecerão na tubulação por 24 horas, no mínimo. No final deste tempo, todos os hidrômetros e registros do trecho devem ser abertos e evacuadas todas as águas da tubulação, até não houver mais cheiro de cloro. A desinfecção deverá ser repetida sempre que o exame bacteriológico assim o indicar.

20. PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS SETORIAIS E GLOBAL

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

A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de produção – mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros. Já a redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, melhorando a



eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços.

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

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

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

Assim, a partir de 1973 teve início a implantação de Distritos Pitométricos para avaliação de perdas através da análise das vazões mínimas noturnas e também foram desenvolvidas outras atividades visando diagnosticar causas de perdas, que se mostraram de grande valia para o Programa de Redução de Perdas que se iniciou em 1977. Assim com essas tomadas de decisões conseguiu atingir em 1983 o índice de perdas igual a 20%, o qual era igual a 38% em 1977.

Os resultados positivos que se vinha obtendo quanto ao controle das perdas desde a implantação do Programa de Redução e Controle das Perdas de Água, sofreram uma reversão a partir de 1985. Marcante é o período 91/94, quando o índice traduz o resultado da paralisação ou não execução (no quinquênio 86/90) de



ações vitais identificadas como prioritárias para manter as perdas sob controle concomitantemente com o fim dos rodízios e a introdução de maior volume de água (acréscimos de produção) em um sistema altamente prejudicado em decorrência dos cortes no abastecimento nos setores onde havia falta de água. Assim, os índices de perdas de água voltaram a crescer atingindo 44% em 1995.

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

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

- Medidas preventivas, visando evitar a ocorrência de perdas, especialmente vazamentos, atuando sobre suas causas potenciais: critérios de projeto que contemplam equipamentos de controle de pressão, especificações para materiais, especificações para manutenção de equipamentos, etc.;
- Detecção de vazamentos, abrangendo basicamente dois aspectos: a medição e a prospecção;
- Ações corretivas, através de normas e procedimentos de manutenção de redes, dimensionamento adequado de medidores de acordo com o consumo do usuário e a qualidade da água, otimização de consumos operacionais em lavagem de reservatórios, limpeza e desinfecção de redes, descargas sanitárias, etc.; e
- Otimização de sistema comercial com a redução das ligações clandestinas, manutenção dos hidrômetros, controle absoluto de áreas, faturamento adequado dos grandes consumidores, etc.

20.1. INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

Os indicadores de perdas de água são organizados em três categorias: básicos, intermediários e avançados. São básicos os indicadores percentuais de água não contabilizada e água não faturada, reconhecendo-se – nesse nível – a limitação relativa à impossibilidade de apuração em separado das perdas físicas. No nível intermediário essa separação é exigida e a partir dela se constroem



indicadores de desempenho hídrico do sistema abrangendo todos os subsistemas, e indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais. No nível avançado são incluídos os indicadores e fatores de ponderação relativos à pressão na rede, reconhecendo-se ser falha a comparação entre serviços que não pondere as diferenças referentes à pressão.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



- Volume faturado (VF): Todos os volumes de água medida, presumida, estimada, contratada, mínima ou informada, faturados pelo sistema comercial do prestador de serviços;
- Número de ligações ativas (LA): providas ou não de hidrômetro, correspondem à quantidade de ligações que contribuem para o faturamento mensal;
- Número de ligações ativas micromedidos (Lm): ligações ativas providas de medidores;
- Extensão parcial da rede (EP): extensão de adutoras, sub-adutoras e redes de distribuição, não contabilizados os ramais prediais;
- Extensão total da rede (ET): extensão total de adutoras, sub-adutoras, redes de distribuição e ramais prediais; e
- Número de dias (ND): Quantidade de dias correspondente aos volumes trabalhados.

20.1.1. Indicadores Básicos de Desempenho

Os indicadores básicos de desempenho mais utilizados são:

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

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

Relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado pela equação:

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

VD = volume disponibilizado; e

VU = volume utilizado.



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

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

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

VD = volume disponibilizado; e

VF = volume faturado.

Índice Linear Bruto de Perda (ILB):

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

$$ILB = \frac{VD - VU}{EP \cdot ND} \cdot 100$$

VD = volume disponibilizado;

VU = volume utilizado;

EP = extensão parcial da rede; e

ND = número de dias.

Índice de Perda por Ligações (IPL):

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

$$IPL = \frac{VD - VU}{LA \cdot ND} \cdot 100$$

VD = volume disponibilizado;

VU = volume utilizado;

LA = número de ligações ativas; e

ND = número de dias.



20.1.2. Indicadores Intermediários e Avançados

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

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

Entre os principais indicadores intermediários destacam-se:

1. Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais

- Índice de Perda Física na Distribuição (PFD); e
- Índice Linear de Perda Física (ILF).

2. Indicadores de desempenho hídrico do sistema

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

Com relação aos indicadores avançados destaca-se:

- Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP).

Índice de Perda Física na Distribuição (PFD):

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

$$PFD = \frac{VD - VFU}{VD} \cdot 100$$



VD = volume disponibilizado; e

VFU = volume fisicamente utilizado.

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

$$VFU = VU + \delta m + \delta M \pm \delta E$$

VU = volume utilizado;

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

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

δE = Desvios estatisticamente fixados de consumo estimado.

Índice Linear de Perda Física (ILF):

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

$$ILF = \frac{VD - VFU}{ET \cdot ND}$$

VD = volume disponibilizado;

VFU = volume fisicamente utilizado;

ET = extensão total da rede; e

ND = número de dias.



Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP) – indicador avançado:

A efetiva comparação de desempenho entre serviços, mediante indicadores de perda física por extensão de rede, como o ILF, apenas será equilibrada se levadas em consideração as diferentes pressões de serviço nas redes consideradas.

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

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

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

ILFn = índice linear de perda física no setor n;

φ_n = fator de ponderação de pressão do setor n; e

VDn = volume disponível para distribuição no setor n.

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



20.1.3. Indicadores de desempenho hídrico do sistema

Os indicadores de desempenho hídrico do sistema são aqueles que dizem respeito ao aproveitamento de água bruta e à eficiência das estações de tratamento.

Sua consolidação com indicadores de desempenho na distribuição pode dar uma ideia do conjunto das perdas de todo o sistema, em uma aproximação de seu desempenho hídrico geral. Estes indicadores são considerados intermediários não tanto pela complexidade de cada um, mas pela necessidade de que sejam associados à indicadores de perdas estritamente físicas.

Inicialmente propõe-se um Índice de Perda Física na Produção que incorpora captação e adução de água bruta e tratamento, tendo em vista as possíveis dificuldades em se estabelecer medições separadas nos diferentes subsistemas.

Este indicador depende apenas de uma medição, na saída da captação, além daquela de volume produzido, na saída da ETA ou unidade de tratamento simplificado.

Índice de Perda Física na Produção (PFP):

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

$$PFP = \frac{VC - VP}{VC} \cdot 100$$

VC = volume captado; e

VP = volume efluente da ETA.

Índice de Perda Física na Adução (PFA):

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



$$PFP = \frac{VC - VA}{VC} \cdot 100$$

VC = volume captado; e

VA = volume aduzido afluente a ETA.

Índice de Perda Física no Tratamento (PTR):

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

$$PTR = \frac{VA - VP}{VA} \cdot 100$$

VA = volume aduzido; e

VP = volume produzido.

Índice Total de Perda Física (TPF):

Será indiretamente composto pelas perdas físicas parcialmente apuradas nos subsistemas de produção e distribuição. Contudo, como estas são calculadas a partir de diferentes parâmetros, não é possível simplesmente soma-las. Será uma função do volume captado (VC), mais o volume importado (VIm), menos o volume exportado (VEx), em relação ao volume fisicamente utilizado (VFU) no sistema.

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



20.1.4. Melhorias Operacionais e Aumento de Confiabilidade dos Indicadores

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

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



- Manter as informações dos bancos de dados sempre atualizados e coerentes com a realidade; e
- Estabelecer rotinas de manutenção corretiva e preventiva, englobando a troca de hidrômetros quebrados, violados, embaçados e parados, ou com idade vencida.

20.2. GERENCIAMENTO DAS PERDAS FÍSICAS

20.2.1. Esquema Geral

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

- Gerenciamento de pressão;
- Controle ativo de vazamentos;
- Velocidade e qualidade dos reparos; e
- Gerenciamento da infraestrutura.

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

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

Com o conhecimento da existência de um vazamento, o tempo gasto para sua efetiva localização e seu estancamento é um ponto chave do gerenciamento de perdas físicas. Entretanto, é importante assegurar que o reparo seja bem realizado.

Um serviço de má qualidade resultará em uma reincidência do vazamento, horas ou dias após a despressurização da rede de distribuição.



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

Na Figura 106 o tamanho do retângulo representa o volume de perdas físicas de um sistema de distribuição num ano, e que está sendo mantido aquele volume pela combinação das quatro atividades mencionadas. Se há um relaxamento de uma dessas atividades, as dimensões do retângulo irão aumentar naquela direção.

Inversamente, se o volume de perdas precisa ser reduzido, é necessário incrementar os esforços e o custo anual de uma ou mais atividades a fim de se reduzir as dimensões do retângulo.

20.2.2. Áreas de Controle

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

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

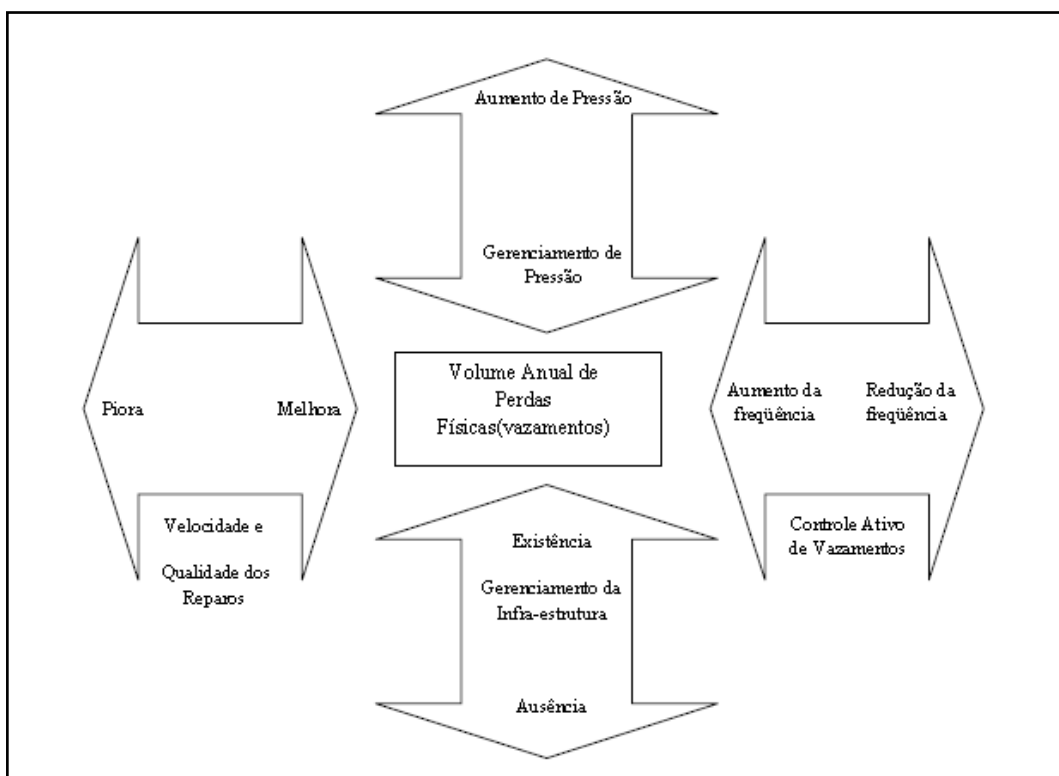


Figura 106 – Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas

Assim, as perdas setoriais serão possíveis de serem monitoradas após a real implantação dos setores de abastecimento bem como os medidores de vazão a serem instalados na entrada de cada setor. Desta forma, a micromedição irá compatibilizar os hidrômetros situados no referido setor para comparar com a macromedição, indicando um índice de perda para o respectivo setor.

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

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

20.2.3. Setores e Zonas de Pressão

Cada setor de abastecimento é definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (apoiado, semienterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar as pressões da rede. O abastecimento de rede por derivação direta de adutora ou por recalque com bomba



de rotação fixa é condenável, pois o controle de pressões torna-se praticamente impossível diante das grandes oscilações de pressão decorrentes de tal situação.

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

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

Na implantação de um sistema de abastecimento, pela setorização clássica, a definição das zonas de pressão é feita tomando como base a limitação da pressão estática máxima em 50 mca no ponto mais baixo da zona de pressão, e a limitação da pressão dinâmica mínima em 10 mca no ponto crítico da zona de pressão. O ponto crítico é aquele, dentro da zona de pressão, onde se verifica a menor pressão dinâmica, isto é, o ponto mais elevado ou mais distante em relação ao referencial de pressão (reservatório, boosters ou VRP). Com o passar do tempo, o ponto crítico pode se deslocar devido ao aumento de rugosidade em função da idade da tubulação, tendendo a se localizar inicialmente no ponto mais alto da zona de pressão e, futuramente, nos pontos mais distantes em relação ao referencial de pressão. Ele é utilizado para se estimar o potencial de redução de pressão da área, além de ser um ponto de controle de abastecimento. A mínima pressão aceitável neste ponto pode variar entre as companhias de saneamento. Entretanto, em muitas áreas, a pressão mínima das redes de distribuição, de 10 a 15 mca de carga, manterá o abastecimento de forma satisfatória.



20.2.4. Distritos Pitométricos

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

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

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

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

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



É possível, contudo, que o Distrito Pitométricos seja servido por mais de uma linha de alimentação ou que uma de suas linhas esteja abastecendo outro Distrito.

Nesses casos devem estar previstas tantas Estações Pitométricas quantas forem necessárias, para que através de medições simultâneas de vazão, se obtenha o hidrograma de consumo na área em questão.

21. PARÂMETROS BÁSICOS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA

21.1. NÍVEL MÍNIMO DE VAZAMENTOS

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

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

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

21.2. VAZÃO MÍNIMA NOTURNA

Em sistemas de abastecimento de água, as vazões consumidas pelos clientes variam ao longo do dia (e também ao longo dos meses, em função da



sazonalidade). Geralmente o pico de consumo se dá entre 12h00 e 14h00, caindo gradativamente até atingir o consumo mínimo entre 3h00 e 4h00 da madrugada.

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

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

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

21.3. PRESSÃO MÉDIA NOTURNA

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

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

21.4. FATOR DE PESQUISA

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



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

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

21.5. ANÁLISE ECONÔMICA

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

As principais variáveis que devem compor os levantamentos são:

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

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

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



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

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

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

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

22. ÍNDICE DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE PONTAL

De posse das informações obtidas durante a realização do presente trabalho não foi possível estimar com exatidão os índices de perdas de água no sistema de abastecimento do município de Pontal, devido ao fato do município não possuir macromedicação integral.

Os dados da vazão de captação dos poços onde não foi possível realizar a medição ultrassônica, os dados são retirados com base em estimativas dos horários de funcionamento das bombas, no qual foi realizado uma média diária destes dados consolidados. Nos poços onde foram realizadas as medições de vazões com medidor ultrassônico, os dados obtidos foram utilizados para o cálculo do índice de perdas atual do município. Já os dados micromedidos referem-se ao ano de 2022 (SNIS), tornando o resultado mais atualizado e compatível com a atualidade de Pontal.

Assim, na Tabela a seguir é apresentada a estimativa do volume produzido de água no município de Pontal.



Tabela 83 - Poços existentes no sistema de abastecimento água de Pontal

Poço	Denominação	Vazão Diária m³/dia	Vazão Mensal m³/mês
P-01	Poço 01	462,60	13878,00
P-02	Poço 02	660,60	19818,00
P-03	Poço 03	745,20	22356,00
P-05	Poço 05	1045,80	31374,00
P-08	Poço 08	588,60	17658,00
P-09	Poço 09	799,20	23976,00
P-10	Poço 10	1236,40	37092,00
P-11	Poço 11	720,00	21600,00
P-12	Poço 12	1080,00	32400,00
P-13	Poço 13	511,20	15336,00
P-16	Poço 16	455,40	13662,00
P-17	Poço 17	1828,20	54846,00
P-18	Poço 18	745,20	22356,00
P-19	Poço 19	543,60	16308,00
P-20	Poço 20	243,00	7290,00
P-21	Poço 21	324,00	9720,00
P-22	Poço 22	394,20	11826,00
P-23	Poço 23	1591,60	47748,00
P-25	Poço 25	1122,30	33669,00
P-26	Poço 26	577,80	17334,00
P-27	Poço 27	1350,00	40500,00
P-28	Poço 28	377,40	11322,00
P-29	Poço 29	1359,41	40782,30
TOTAL	23 poços ativos	18761,71	562.851,30

De acordo com o SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2022, o município de Pontal possui um volume micromedido/faturado médio de 3.332.270 m³/ano, o que representa **277.689,17 m³/mês**.



Portanto:

Volume mensal produzido: 562.851,30 m³/mês

Volume mensal micromedido/faturado: 277.689,17 m³/mês

Índice de perdas = $(V_{\text{produzido}} - V_{\text{micromedido}}) / V_{\text{produzido}}$

Índice de perdas = $(562.851,30 - 277.689,17) / 562.851,30 = 50,66 \%$

ÍNDICE BRUTO LINEAR DE PERDAS = 50,66%

23. RESUMO DOS INVESTIMENTOS

O estudo aqui realizado demonstrou a necessidade de uma determinada sequência de implantação dos projetos, para que os resultados dos trabalhos sejam maximizados e os investimentos tenham o melhor desempenho possível, dentro do Plano Diretor de Combate as Perdas de Água.

O primeiro projeto que a Prefeitura Municipal necessita implantar é o Projeto da Setorização da rede de distribuição, que poderá ser implantado em conjunto com o Projeto do Sistema de Macromedição, uma vez que os dois venham a se completar em relação ao controle e monitoramento dos indicadores das perdas existentes.

Desta forma, a implantação da setorização terá a finalidade de controlar as pressões na rede de abastecimento, evitando pressões altas (>50mca) que proporcionam maiores índices de vazamentos não visíveis, bem como, evitar também pressões baixas (<10mca), contribuindo para que a água consiga abastecer as residências.

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



instalada em sala apropriada, junto ao prédio administrativo do setor de Saneamento da Prefeitura Municipal de Pontal.

Desta forma, será possível gerenciar os índices de perdas em vários setores do município, através de monitoramento dos volumes nos macromedidores e comparar com os volumes micromedidos (hidrômetros).

Após a primeira fase de implantação, está sendo proposta a segunda fase de implantação, que consiste de realizar pesquisa de vazamentos não visíveis através de geofone eletrônico e correlacionador de ruídos, que são dois equipamentos, que localizam os vazamentos através do ruído que estes proporcionam. Assim, será possível levantar os pontos do município que possuem vazamentos não visíveis e realizar o reparo e sua manutenção.

Após a realização da pesquisa de vazamentos está sendo proposto a atividade de troca dos hidrômetros que já possuem mais de 5 anos de instalação, pois segundo o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), é recomendado que os hidrômetros sejam trocados ou aferidos a cada 5 anos de uso, pois estes, tendem a perder a aferição, ou seja, começam a registrar valores inferiores aos reais. Este fato ocasiona diretamente as perdas de faturamento para a Prefeitura Municipal.

Diante dessa situação, foram propostas duas (02) etapas de implantação com a seguinte sequência dos projetos de combate a perdas de água:

PRIMEIRA ETAPA:

1. Projeto do Sistema de Macromedição de vazão, nível, com Automação e Telemetria, caixas de proteção e aferição com Pitometria;
2. Projeto da Setorização da rede de distribuição;
3. Projeto de Pesquisa de Vazamentos não visíveis.

ÍNDICE DE PERDAS ESPERADO = 25 a 30%

SEGUNDA ETAPA:

4. Projeto da Micromedição;
5. Substituição de redes;
6. Outorga nos Poços.



ÍNDICE DE PERDAS ESPERADO = 20 a 25%

Na tabela a seguir é apresentado o resumo dos investimentos para a implantação das ações propostas de combate a Perdas no município de Pontal.

Tabela 84 – Orçamento estimativo para redução de perdas de água no município de Pontal

ATIVIDADE	VALOR DO INVESTIMENTO
PRIMEIRA ETAPA:	
Implantação do projeto de Setorização	R\$ 9.496.782,36
Projeto do Sistema de Macromedicação de Vazão e Nível, incluso Automação e Telemetria, caixas de proteção e aferição com Pitometria	R\$ 2.338.952,68
Projeto de Pesquisa de Vazamentos não visíveis	R\$ 254.246,00
Subtotal	R\$ 12.089.981,04
SEGUNDA ETAPA:	
Projeto da Micromedicação	R\$ 2.711.676,66
Substituição das Redes e adutora de distribuição de Aço e Defofo	R\$ 869.957,21
Outorga nos Poços	R\$ 138.600,00
Subtotal	R\$ 3.720.233,87
TOTAL DOS INVESTIMENTOS	R\$ 15.810.214,91

Fonte: F.S Projetos Ambientais, 2024.



24. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades realizadas e propostas, no presente Plano Diretor de Combate as Perdas de Água do município de Pontal, visam à redução das perdas e aumento da eficiência do sistema de abastecimento.

Desta forma os índices de perdas existente no município tendem a decair consideravelmente com a implantação das atividades propostas.

Assim, o retorno dos investimentos será rapidamente recuperado pela Prefeitura Municipal, tendo em vista que a economia gerada no processo e distribuição de água tratada será percebida pelo departamento, isto é, uma relevante parcela dos investimentos, atualmente aplicados no processo de produção, poderá ser investida em outras finalidades como, por exemplo, ampliação e melhorias do sistema atual.

As ferramentas gerenciais que serão obtidas em fim de plano permitirão aos executivos do departamento administrar o sistema de abastecimento de forma cada vez mais otimizada com qualidade e segurança nas decisões estratégicas com reflexo imediato no atendimento à população e aumento da eficiência operacional.

Além do aspecto econômico financeiro que é extremamente interessante, destacam-se os efeitos positivos sobre as questões ambientais como a conservação dos recursos hídricos na Bacia do Mogi Guaçu – CBH-MOGI e o efetivo alcance sócio econômico que tem abrangência permanente e progressiva, uma vez que estas medidas a serem implantadas serão permanentemente ajustadas buscando-se a qualidade e manutenção do estado da arte em captar, tratar, reservar e distribuir água potável para o Município de Pontal.



25. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, S. O. P. et al. Redução e Controle de Perdas em linhas tronco e Redes ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 212: Hidrômetros Velocimétricos para Água Fria de Vazão Nominal até 15 m³/h. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8193: Hidrômetro Taquimétrico para Água Fria até 15 m³/h de Vazão Nominal Especificação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8194: Hidrômetro Taquimétrico para Água Fria até 15 m³/h de Vazão Nominal Padronização. Rio de Janeiro, 1997b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14005: Medidor Velocimétrico para Água Fria, de 15 até 1.500 m³/h de Vazão Nominal. Rio de Janeiro, 1997c.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, 1994.

ALEGRE, H. et al. (2000). **Performance indicators for water supply services.** Operations & Maintenance Committee, International Water Association.

ANDREOU, S.; MARKS, D.H.; CLARK, R.M. (1987a). **A new methodology for modeling break failure patterns in deteriorating water distribution systems: theory.** Advances in Water Resources, v. 10, n. 1, p. 2-10, mar. 1987.

ANDREOU, S.; MARKS, D.H.; CLARK, R.M. (1987b). **A new methodology for modeling break failure patterns in deteriorating water distribution systems: applications.** Advances in Water Resources, v. 10, n. 1, p. 11-20, mar. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANTÁRIA E AMBIENTAL – ABES. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água:** diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em <<http://www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas.pdf>>.

ASSIS, S. O. P. et al. Redução e Controle de Perdas em linhas tronco e Redes distribuidoras de Água por meio do monitoramento e redução de pressões: casos em S.A.A. da RMS Metropolitana de Salvador. XIII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. Gramado RS. 2009.

ATKINSON, K. et al. (2002). **Failure of small diameter cast iron pipes.** Urban Water, v. 4, n. 3, p. 263-271, 2002.

BABOVIC, V. et al. (2002). **A data mining approach to modeling of water supply assets.** Urban Water, v. 4, n. 4, p. 401-414, 2002.



BORGES, E. J. B. Análise da Micromedicação do Volume de Água Potável Domiciliar e sua Influência no Cálculo das Perdas no Sistema de Distribuição. 103 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

BRAGA, Benedito et al. *Introdução à Engenharia Ambiental*. Cap. 8. p. 72. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CETRE. Centro de Treinamento do Brasil. Material do curso: Detecção de Vazamentos Não Visíveis. São Paulo – SP. 2003

CHAMA NETO, P.J. (2004). Materiais para redes. In: TSUTIYA, M.T. . **Abastecimento de água**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 643p.

CLARK, R.M.; STAFFORD, C.L.; GOODRICH, J.A. (1982). **Water distribution systems: A spatial and cost evaluation**. Journal of the Water Resources Planning and Management Division, v. 108, n. WR3, p. 243-256, out. 1982.

CLARK, R.M. et al. (1993). **Modeling contaminant propagation in drinking-water distribution systems**. Journal of Environmental Engineering, v. 119, n. 2, p. 349-364, mar.-abr. 1993.

CLARK, R.M. et al. (1994). **Measuring and modeling chlorine propagation in water distribution systems**. Journal of Water Resources Planning and Management, v. 120, n. 6, p. 871-887, nov.-dez. 1994.

Costa, Henrique Gustavo da Costa. TBE – TOTAL BUSINESS EFFICIENCY. Sistema Water Database. 700 páginas. 2014.

Costa, Henrique Gustavo da Costa. ORGANIZANDO UMA EMPRESA DE SANEAMENTO. Sistema Water Database. 400 páginas. 2014.

Costa, Henrique Gustavo da Costa e Baggio, Mário Augusto. ESPIRAL GIMi. Sistema Water Database. 706 páginas. 2016.

Costa, Henrique Gustavo da Costa e Baggio, Mário Augusto. ESPIRAL GIMa: fundamentos teóricos. Sistema Water Database. 50 páginas. 2016.

Daerp tem Projeto Aprovado pelo Fehidro para retomar Sistema de Telemetria. Site Terra, jun. 2009. Tecnologia. Disponível em:

<<http://pingado.terra.com.br/noticias/24773/cidades/daerp-tem-projeto-provado-pelafehidro-para-retomar-sistema-de-telemetria-e-telecomando.html>>

DTA - Documento Técnico de Apoio. Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Agencia Nacional de Águas.



EISENBEIS, P.; RØSTUM, J.; LE GAT, Y. (1999). **Statistical models for assessing the technical state of water networks**. In: Proceedings of Annual Conference of AWWA, Chicago, Illinois, EUA, jun. 1999.

GRANITO, A. R. et al. Otimização da Capacitância de Reservação. XIII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. Gramado RS. 2009 Índices de Perdas e informações pertinentes. Site acessado em mar. 2010. Disponível em: <<http://medindoagua.com.br/?s=PERDAS> >

HERSON, D.S. et al. (1991). **Association of microorganisms with surfaces in distribution systems**. Journal of American Water Works Association, v. 83, n. 7, p. 103-106, jul. 1991.

HU, Y.; HUBBLE, D.W. (2005). **Failure conditions of asbestos cement water mains in Regina**. Canadian Society of Civil Engineering (CSCE) 33rd Annual Conference, Toronto, Ontário, Canadá, p. 1-10, jun.2005.

HUDAK, P.F.; SADLER, B.; HUNTER, B.A. (1998). **Analyzing underground water-pipe breaks in residual soils**. Water Engineering & Management, v. 145, n. 12, p. 15-20, dez. 1998.

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, et. al. Portaria nº 246 de 17/10/2000. Aprova o Regulamento Técnico Metrológico para hidrômetros de água fria, de vazão nominal até 15 m³/h. Brasília, out. 2000.

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, et. al. Sistema Internacional de Unidades – SI. 6a. ed. Brasileira, Brasília, 2000b. 114 p.

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia – Versão Brasileira do “Vocabulary of basic and general terms in metrology” 2a ed. Brasileira, Brasília, 2000c. 77 p.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Measurement of Fluid Flow in Closed Conduits – Velocity Area Method Using Pitot Static Tubes. ISO 3966. 1977.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Measurement of Water Flow in Closed Conduits – Meters for cold potable water. Part 2: Installation Requirements and Selection. ISO 4064-2. 2001.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Measurement of Fluid Flow in Closed Conduits – Methods Using Electromagnetic Flowmeters. ISO 6817. 1992.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Measurement of fluid flow in closed conduits – Methods of evaluating the performance of electromagnetic flowmeters for liquids. ISO 9104. 1991.



ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Measurement of fluid flow in closed conduits – Methods using transit time ultrasonic flowmeters. ISO 12765. 1993.

ISO/ABNT – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Tradução: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR/ISO 9001:2000, Rio de Janeiro: ABNT, dez. 2000.

ISO/ABNT – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Sistemas de gestão da qualidade. Fundamentos e Vocabulário. Tradução: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR/ISO 9000:2000, Rio de Janeiro: ABNT, dez. 2000b.

KARAA, F.A. (1984). **A decision support model for the investment planning of the reconstruction and rehabilitation of mature water distribution systems**. PhD thesis, MIT, Cambridge, MA.

LAMONT, P.A. (1981). **Common pipe flow formulas compared with the theory of roughness**. Journal of American Water Works Association, v. 73, n. 5, p. 274-280, maio 1981.

LECHEVALLIER, M.W. (1990). **Coliform regrowth in drinking water: a review**. Journal of American Water Works Association, v. 82, n. 11, p. 74-86, nov. 1990.

LECHEVALLIER, M.W.; LOWRY, C.D.; LEE, R.G. (1990). **Disinfecting biofilms in a model distribution systems**. Journal of American Water Works Association, v. 82, n. 7, p. 87-99, jul. 1990.

LECHEVALLIER, M.W. et al. (1993). **Examining the relationship between iron corrosion and the disinfection of biofilm bacteria**. Journal of American Water Works Association, v. 85, n. 7, p. 111-123, jul. 1993.

MAKAR, J.M.; RAJANI, B.B. (2000). **Grey Cast Iron Pipe Metallurgy**. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 12, n. 3, p. 245-253, ago. 2000.

MARTINS, José Rodolfo et al. Guia de Estudo sobre Hidráulica Básica. Disciplina EPUSP-PHD. Disponível em:
<<http://www.fcth.br/phd/phd313/Roteiros%20de%20Estudo/Hidraulica%20Basica%20-%20Condu%20Forcados.pdf>>

MAYS, L.W. (2000). **Water distribution systems handbook**. New York: McGraw-Hill.

MAYS, L.W. (2002). **Urban water supply handbook**. New York: McGraw-Hill.

MORAES, H. Gerenciamento integrado das perdas de água e uso eficiente de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. In: PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO, 4, 2007, Brasília.



MOURA, Eulina Maria et al. Abordagem sobre perdas de água em sistemas de abastecimento: breve explanação sobre os tipos e principais causas. In: SEMINÁRIO IBEROAMERICANO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA. 6, 2006, João Pessoa, Trabalho.

NASSIF, L. País tem dificuldade em aplicar lei das águas. Canal-Saneamento-CEF: 2009. Disponível em: <<http://blogln.ning.com/>>

NETO, A. F. et al. Monitoramento de válvulas e sua importância hoje no Samae – Blumenau. XIII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. Gramado RS. 2009

O'DAY, D. K. (1982). **Organizing and analyzing leak and break data for making replacement decisions**. Journal of American Water Works Association, v. 74, n. 11, p. 589-594, nov. 1982.

PAULI, D. R. **Perdas de Água**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANTÁRIA E AMBIENTAL – ABES. São Paulo – SP, 2015. Disponível em <abes-dn.org.br/pdf/Perdasdeagua2015.pdf>.

PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 04 DE MAIO DE 2021.
Disponível em <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>

Quadros, tabelas e planilhas com índices percentuais de perdas de água, energia e outras informações sobre diversos municípios do Brasil. Acessado em fev. 2011. Disponível em:
< <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=6>>

RAUSAND, M.; HØYLAND, A. (2004). **System reliability theory: Models, statistical methods and applications**. 2nd. Ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. 636 p. (Wiley series in probability and statistics).

SCARPINELLA, G. A. et al. A Cobrança pelo uso da água no Estado de São Paulo.

SHAMIR, U.; HOWARD, D.D. (1979). **An analytic approach to scheduling pipe replacement**, Journal AWWA, v. 71, n. 5, p. 248-258, maio 1979.

SHARP, W.W.; WALSKI, T.M. (1988). **Predicting internal roughness in water mains**. Journal of American Water Works Association, v. 80, n. 11, p. 34-40, nov. 1988.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Série Histórica**. [S.l.: s.n.], 2010. Disponível em <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTYIA, M. T. (Ed.). Abastecimento de água. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. cap. 10, p. 475-525.



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS LTDA EPP

Rua Lima e Costa, nº 209, Bairro Boa Vista, Marília/SP - CEP: 17.501-500 – Fone: (14) 99147-4648

=====

TUNDISI, José Galizia. Planejamento e gerenciamento de lagos e represas: uma abordagem integrada ao problema de eutrofização. Cap.2. Série de publicações técnicas (11 P). São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2001.

VIEGAS, J.V.; STUCK, J.; ALMEIDA, J. F. Projeto Piloto de Redução de Perdas de Água e de Energia Elétrica no Sistema de Rio Pardo. In: SEMINÁRIO IBEROAMERICANO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA. 6., 2006, João Pessoa, Trabalho.

Pontal, 13 de dezembro de 2024.

EDSON GERALDO SABBAG JUNIOR

Engenheiro Civil

CREA Nº 5061405394