

# PLANO DE COMBATE À PERDAS DE ÁGUA NO ABASTECIMENTO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE REGINÓPOLIS - SP



**RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES  
PROGNÓSTICO**



**OUTUBRO - 2019**

**TOMADOR DOS RECURSOS:**



**EMPRESA EXECUTORA:**



**ORIGEM DOS RECURSOS:**



**COLEGIADO:**



**AGENTE TÉCNICO:**



## INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O EMPREENDIMENTO

O “Plano de Combate à Perdas de Água no Abastecimento Público do município de Reginópolis”, é objeto de empreendimento financiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos do estado de São Paulo (FEHIDRO) e foi indicado pelo comitê de Bacias Hidrográficas do Tietê-Batalha – CBH-TB.

Informações adicionais:

- **TOMADOR:** PREFEITURA MUNICIPAL DE REGINÓPOLIS
- **CÓDIGO DO EMPREENDIMENTO:** 2017-TB-385
- **Nº DO CONTRATO:** 068/2018



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

CONTRATANTE:

**PREFEITURA MUNICIPAL DE REGINÓPOLIS**

CNPJ: 44.556.033/0001-98

Endereço: Abraão Ramos, 327 - Centro

CEP: 17190-000

TELEFONE: (14) 3589-9200

CONTRATADA:

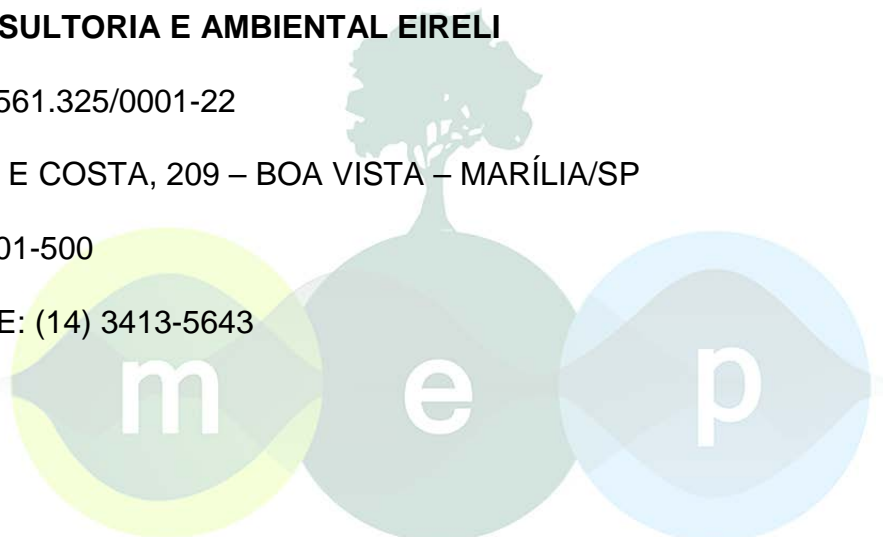
**MEP CONSULTORIA E AMBIENTAL EIRELI**

CNPJ: 12.561.325/0001-22

RUA LIMA E COSTA, 209 – BOA VISTA – MARÍLIA/SP

CEP: 17.501-500

TELEFONE: (14) 3413-5643



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

## EQUIPE TÉCNICA

- **ENGENHEIRO CIVIL:**  
EDSON GERALDO SABBAG JUNIOR / CREA - 5061405394
- **TECNÓLOGO:**  
GABRIEL GONÇALVES DE OLIVEIRA
- **CADISTA:**  
VITOR AZEVEDO ABREU VALGAS
- **TÉCNICO EM PITOMETRIA:**  
RENATO JOSÉ BASSO
- **DIGITADOR:**  
VINICIUS HENRIQUE DA SILVA



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	14
LISTA DE TABELAS .....	19
LISTA DE GRÁFICOS.....	23
1. APRESENTAÇÃO .....	25
2. INTRODUÇÃO.....	26
3. OBJETIVOS.....	28
4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO .....	29
4.1. TERRITÓRIO E POPULAÇÃO.....	31
4.1.1. Área .....	31
4.1.2. População .....	32
4.1.3. Densidade Demográfica.....	33
4.1.4. Taxa Geométrica de Crescimento anual da população .....	34
4.1.5. Grau de Urbanização .....	35
4.1.6. Índice de Envelhecimento .....	36
4.1.7. População com menos de 15 anos .....	37
4.1.8. População com 60 anos e mais .....	38
4.1.9. Razão de sexos .....	39
4.2. ESTATÍSTICAS VITAIS E SAÚDE .....	40
4.2.1. Taxa de Mortalidade Infantil.....	40
4.3. CONDIÇÕES DE VIDA.....	41
4.3.1. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM .....	41
4.4. ECONOMIA.....	43
4.4.1. Indicadores.....	43
4.5. HABITAÇÃO E INFRAESTRUTURA URBANA.....	46
4.6. POLÍTICA URBANA .....	50
4.7. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA – DIVISAS MUNICIPAIS .....	50
4.8. SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS .....	51
4.9. PLUVIOMETRIA.....	52
4.10. FLUVIOMETRIA.....	52
4.11. DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	53

4.12. CLIMA .....	54
5. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE REGINÓPOLIS .....	55
5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE REGINÓPOLIS.....	56
5.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 01 (POÇO P-01 E P05 – RESERVATÓRIOS R01, R02, R03).....	61
5.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 02 (POÇO P-03 - RESERVATÓRIO R- 04) .....	69
5.4. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 03 (POÇO P-04 – RESERVATÓRIO R- 05) .....	73
5.5. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 04 (POÇO P-06 – RESERVATÓRIO R06) .....	75
6. SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO.....	77
6.1. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO .....	80
7. DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO .....	81
8. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	81
8.1. ELABORAÇÃO DE BASE CADASTRAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA .....	81
8.2. PROJETO DE SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA..	82
8.2.1. Considerações Iniciais .....	82
8.2.2. Delimitação dos setores em plantas cadastrais .....	83
8.2.3. Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores .....	84
8.2.4. Sistema de distribuição de água .....	87
8.2.5. Análises dos Reservatórios.....	89
8.2.6. Setores do sistema de distribuição de água .....	91
8.2.7. Setor 01 – Centro.....	92
8.2.8. Setor 02 – Residencial José de Júlio .....	94
8.2.9. Setor 03 – Jardim Monte Alegre.....	97
8.2.10. Setor 04 – Jardim Maria Luiza I.....	99
9. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO OBTIDOS COM MEDIDOR ULTRASSÔNICO E PITOMETRIA.....	101
9.1. MEDIÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO OBTIDOS POR MEDIDOR ULTRASSÔNICO .....	101

9.2. VAZÃO ATRAVÉS DE MEDIDOR ULTRASSÔNICO.....	102
9.2.1. Reservatório 01.....	104
9.2.2. Reservatório 03.....	104
9.2.3. Reservatório 04.....	106
9.2.4. Reservatório 05.....	107
9.2.5. Poço 01.....	108
9.2.6. Poço 03.....	109
9.2.7. Poço 04.....	110
9.2.8. Poço 05.....	111
9.3. PRESSÕES MEDIDAS ATRAVÉS DE PITOMETRIA.....	117
9.3.1. Localização Das Estações Pitométricas .....	117
10. REALIZAÇÃO DE PARAMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO ATRAVÉS DO SOFTWARE EPANET.....	128
10.1. SIMULAÇÃO HIDRÁULICA.....	129
11. RELATÓRIO TOPOGRÁFICO.....	150
11.1. INTRODUÇÃO .....	150
11.2. FINALIDADE .....	150
11.3. METODOLOGIA.....	150
11.4. PERÍODO DE EXECUÇÃO .....	152
11.5. ORIGEM (DATUM).....	152
11.6. UTILIZAÇÃO DO PÓS PROCESSAMENTO POR PPP.....	153
11.7. EQUIPE TÉCNICA.....	155
11.8. DOCUMENTOS PRODUZIDOS.....	155
12. RELATÓRIO DE PROGNÓSTICO .....	156
12.1. PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	157
13. PROJETO DE SETORIZAÇÃO .....	159
13.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	159
13.2. SETOR 01 – CENTRO .....	163
13.3. SETOR 02 – RESIDENCIAL JOSÉ DE JULIO.....	172
13.4. SETOR 03 – JARDIM MONTE ALEGRE .....	178
13.5. SETOR 04 – JARDIM MARIA LUIZA .....	184
13.6. RELAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS A SEREM IMPLANTADOS NO PROJETO DE SETORIZAÇÃO.....	186



13.7. GERENCIAMENTO DE PRESSÕES – INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP).....	188
13.7.1. Definição dos pontos para instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP's) .....	189
13.7.2. Especificação das Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) a serem instaladas .....	190
13.7.3. Custo estimado para instalação das Válvulas Redutoras de Pressão (VRP's) .....	193
13.8. RESUMO DOS INVESTIMENTOS PARA O PROJETO DE SETORIZAÇÃO.....	195
14. ELABORAÇÃO DO PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E SENSORES DE NÍVEL.....	196
14.1. INTRODUÇÃO .....	196
14.1.1. Objetivo .....	197
14.2. CONTROLE DE PERDAS.....	198
14.3. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS.....	199
14.4. REGISTRO HISTÓRICO - BANCO DE DADOS .....	199
14.5. SISTEMA INFORMATIZADO .....	199
14.6. CENTRAL DE CONTROLE OPERACIONAL .....	200
14.7. TRANSMISSÃO DE DADOS.....	200
14.8. ESTUDOS, CONTROLE, ACOMPANHAMENTO E PLANEJAMENTO OPERACIONAL .....	201
14.9. MONITORAMENTO DAS PERDAS .....	201
14.10. FUNÇÕES INCORPORADAS NOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO	
14.11. MACROMEDIDORES A SEREM IMPLANTADOS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE REGINÓPOLIS .....	206
14.11.1. Tipos de modelos de Medidores de Vazão Permanente .....	206
14.11.2. Medidor de vazão eletromagnético de Inserção .....	207
14.11.3. Especificação técnica do medidor Eletromagnético Carretel.....	208
14.11.4. Medidor com conexão tipo Flanges.....	211
14.11.5. Funções Incorporadas.....	212
14.11.6. Medidor de vazão ultrassônico .....	212
14.11.7. Especificação técnica do medidor Ultrassônico Flangeado.....	214

14.11.8. Especificação técnica do medidor de vazão hidrômetro tipo Woltimann .....	217
14.11.9. Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA) .....	219
14.11.10. Locais de Implantação de Macromedidores de Vazão no Sistema de Abastecimento de Água de Reginópolis.....	220
14.12. SENSORES DE NÍVEL .....	222
14.12.1. Tipos de Modelos de Medidores de Nível .....	222
14.12.2. Locais de Implantação de Macromedidores de Níveis no Sistema de Abastecimento de Água de Reginópolis.....	230
14.13. INFORMATIZAÇÃO DO SISTEMA DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL .....	230
14.13.1. Considerações Gerais .....	230
14.13.2. Estação Remota (ER).....	231
14.13.3. Central de Comando Operacional (CCO).....	232
14.14. ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL .....	234
14.15. CALIBRAÇÃO E AFERIÇÃO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO..	
14.16. CAIXAS DE ALVENARIA PARA ABRIGO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO .....	239
14.17. MEMORIAL DESCRITIVO PARA EXECUÇÃO DAS CAIXAS DE ALVENARIA PARA ABRIGO DOS MACROMEDIDORES.....	240
15. PROJETO DE MICROMEDIÇÃO .....	242
15.1. GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO .....	242
15.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS: PLANO VISANDO A MANUTENÇÃO PREVENTIVA E ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA O CONTROLE DO GERENCIAMENTO.....	242
15.2.1. Procedimentos para manutenção preventiva no parque dos hidrômetros .....	242
15.2.2. Dispositivos para proteção dos hidrômetros.....	244
15.3. SUBSTITUIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MICROMEDIDORES .....	245
15.4. CURVA DE PERMANÊNCIA.....	248
15.5. METODOLOGIA DE COMBATE ÀS PERDAS COMERCIAIS .....	249

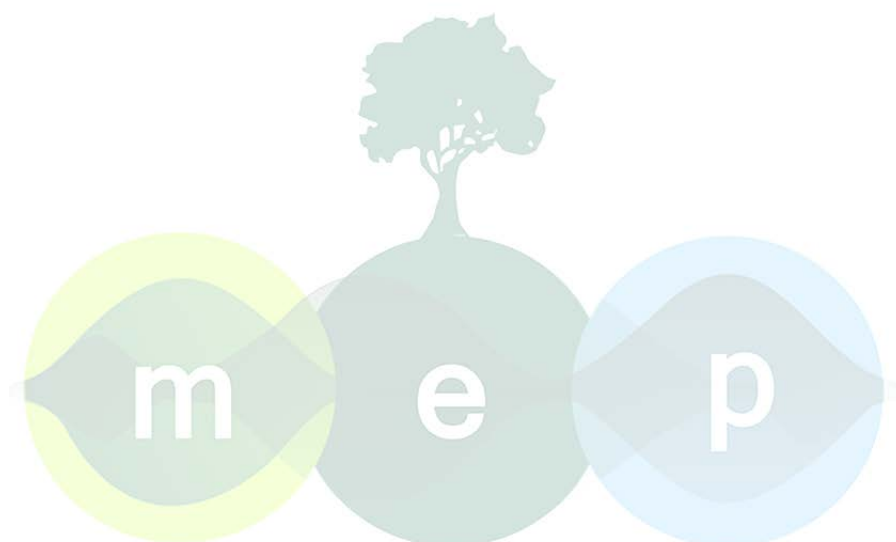
15.6. ESTRUTURAÇÃO DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE VAZÃO .....	253
15.6.1. Etapa 01 – Segmentação de clientes .....	254
15.6.2. Etapa 02 – Análise das condições de fornecimento atual .....	255
15.6.3. Etapa 03 – Dimensionamento do medidor e análise do perfil de consumo por segmento .....	255
15.6.4. Etapa 04 – Criação de especificações técnicas por segmento de cliente .....	256
15.6.5. Etapa 05 – Aquisição de plano de inspeção de recebimento de hidrômetros .....	257
15.6.6. Etapa 06 – Armazenamento e distribuição para instalação em campo: Processos físicos e administrativos .....	258
15.6.7. Etapa 07 – Processo de instalação em campo .....	259
15.6.8. Etapa 08 – Gestão da coleta de dados e faturamento .....	260
15.6.9. Etapa 09 – Manutenção preditiva e preventiva .....	260
15.6.10. Etapa 10 – Descarte do equipamento após completar a vida útil.....	
15.6.11. Resultados esperados .....	262
15.7. ASPECTOS LEGAIS .....	264
15.8. ADEQUAÇÃO DOS HIDRÔMETROS ÀS SUAS RESPECTIVAS FAIXAS DE TRABALHO .....	265
15.8.1. Características de operação, limitações e normas .....	266
15.8.2. Tipos de hidrômetros .....	268
15.8.3. Dimensionamento de hidrômetros .....	268
15.8.4. Avaliação da vazão de trabalho (demanda ou vazão estimada) ..	269
15.8.5. Dimensionamento por consumo estimado .....	269
15.8.6. Perfil do consumo – análise de traço .....	270
15.8.7. Redimensionamento .....	270
15.8.8. Uso de Hidrômetros Classe Metrológica C e Eletrônicos .....	270
15.8.9. Criação de Laboratório de Hidrometria .....	272
15.8.10. Outras Aplicações .....	274
15.9. TIPOS DE HIDRÔMETROS E SUAS FAIXAS DE TRABALHO .....	277
15.9.1. Micromedição .....	277
15.9.2. Principais Causas de Perdas na Micromedição ou de Faturamento ..	

15.9.3. Classificação de Medidores de Água .....	282
15.10. CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE DEFEITOS EM HIDRÔMETROS..	
15.11. IDENTIFICAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE ADEQUAÇÃO DOS HIDRÔMETROS .....	295
16. DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA ADEQUAÇÃO E MELHORIAS DAS UNIDADES OPERACIONAIS.....	296
16.1. CRIAÇÃO DE UM DEPARTAMENTO DE COMBATE AS PERDAS DE ÁGUA .....	296
16.2. ORDEM DE SERVIÇO – ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO .....	297
17. PESQUISA DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS .....	299
17.1. PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PESQUISA DE VAZAMENTOS....	
17.1.1. Pressão Alta .....	300
17.1.2. Frequência de vazamentos .....	300
17.1.3. Localização dos vazamentos .....	300
17.1.4. Ondas de pressão .....	301
17.1.5. Deterioração das tubulações.....	301
17.2. PROJETO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS PARA REGINÓPOLIS .	302
17.2.1. Plano de trabalho .....	302
17.2.2. Equipamentos necessários para estrutura de uma (01) equipe de pesquisa .....	303
17.2.3. Método de Pesquisa.....	305
17.2.4. Procedimento de Campo para detecção de Vazamentos Não Visíveis .....	306
17.2.5. Haste de Escuta .....	306
17.2.6. Geofone.....	307
17.2.7. Correlacionador de Ruído .....	307
17.2.8. Confirmação e Marcação do Vazamento .....	309
17.2.9. Confirmação do Cadastro da Tubulação .....	309
17.2.10. Registro do Ensaio .....	309
17.2.11. Manuseio dos Equipamentos .....	309
17.2.12. Aspectos Comportamentais.....	310
17.2.13. Modelo de Formulário.....	310

17.2.14. Planilha Estimativa de Custos para realização de Pesquisa de Vazamento .....	312
18. REALIZAÇÃO DE OUTORGA NOS POÇOS.....	313
19. DIAGNÓSTICO DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES .....	314
19.1. INTRODUÇÃO .....	314
19.2. DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	315
19.3. DESEMPENHO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO.....	318
19.4. QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO .....	319
19.5. CONFIABILIDADE DO SERVIÇO .....	321
19.6. ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS, CONSIDERANDO O TIPO DE MATERIAL, IDADE, TIPO DE VAZAMENTO (REDE OU RAMAL), E PRESSÕES	321
19.6.1. Causa das falhas.....	321
19.6.2. Idade e período de instalação .....	322
19.6.3. Corrosão.....	323
19.6.4. Diâmetro.....	323
19.6.5. Comprimento da tubulação .....	324
19.6.6. Material da tubulação .....	324
19.6.7. Variação de temperatura.....	325
19.6.8. Condições do solo.....	325
19.6.9. Falhas anteriores.....	326
19.6.10. Defeitos de fabricação.....	326
19.6.11. Pressão .....	327
19.6.12. Uso do solo.....	328
19.6.13. Tipos de falhas .....	328
19.6.14. Frequência de falhas .....	330
19.7. CONSEQUÊNCIAS DE UMA FALHA.....	330
19.7.1. Custos diretos.....	330
19.7.2. Custos indiretos.....	331
19.7.3. Custos sociais .....	331
19.8. PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES PARA LIMPEZA E TROCA DE REDES PARA MELHORIA DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES.....	332
19.9. ANÁLISE DAS LIGAÇÕES (RAMAIS E CAVALETES) E SUGESTÕES PARA MELHORIA.....	335

19.10. RECOMENDAÇÕES E PROGRAMA DE SUBSTITUIÇÃO DE REDES PARA O MUNICÍPIO DE REGINÓPOLIS .....	338
20. MEMORIAL DESCRITIVO EXECUTIVO DE REDE DE ÁGUA .....	342
20.1. REDE DISTRIBUIDORA .....	342
20.2. LOCAÇÃO DA OBRA.....	342
20.3. ESCAVAÇÕES.....	343
20.4. PREPARO DO LEITO PARA ASSENTAMENTO .....	343
20.5. ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO .....	344
20.6. REATERRO DE VALAS .....	344
20.7. ANCORAGENS .....	344
20.8. ENSAIO DE LINHA .....	345
20.9. TESTE DE PRESSÃO HIDROSTÁTICA .....	345
20.10. DESINFECÇÃO DOS TUBOS ASSENTADOS .....	345
21. PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS SETORIAIS E GLOBAL .....	346
21.1. INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO.....	348
21.1.1. Indicadores Básicos de Desempenho .....	349
21.1.2. Indicadores Intermediários e Avançados.....	351
21.1.3. Indicadores de desempenho hídrico do sistema .....	354
21.1.4. Melhorias Operacionais e Aumento de Confiabilidade dos Indicadores .....	356
21.2. GERENCIAMENTO DAS PERDAS FÍSICAS .....	357
21.2.1. Esquema Geral.....	357
21.2.2. Áreas de Controle.....	359
21.2.3. Setores e Zonas de Pressão .....	360
21.2.4. Distritos Pitométricos.....	361
22. PARÂMETROS BÁSICOS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA .....	362
22.1. NÍVEL MÍNIMO DE VAZAMENTOS .....	362
22.2. VAZÃO MÍNIMA NOTURNA.....	363
22.3. PRESSÃO MÉDIA NOTURNA .....	364
22.4. FATOR DE PESQUISA .....	364
22.5. ANÁLISE ECONÔMICA .....	364

23. ÍNDICE DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE REGINÓPOLIS.....	366
24. RESUMO DOS INVESTIMENTOS .....	368
25. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	371
26. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	372



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Reginópolis na Bacia Hidrográfica - CBH-TB – UGRHI 16.....	29
Figura 2 – Carta do IBGE (Escala 1:50.000).....	30
Figura 3 – Área.....	31



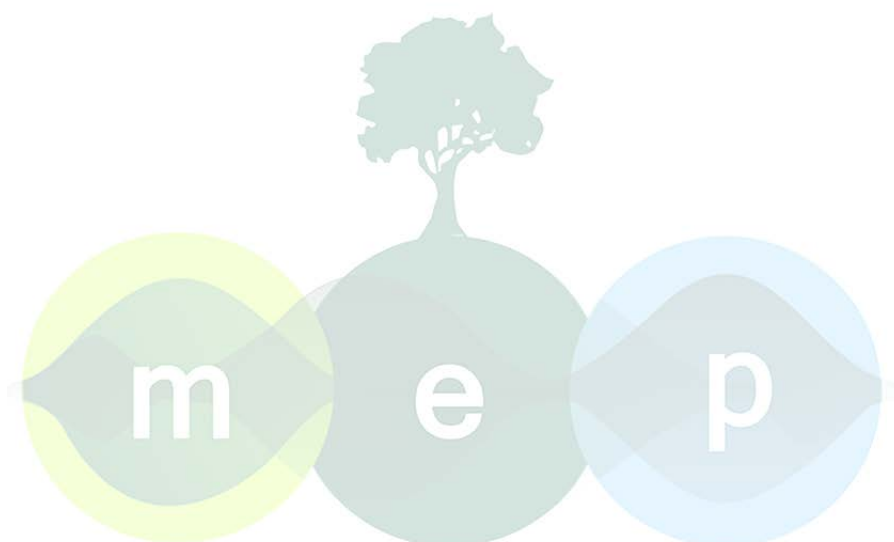
Figura 4 - População .....	32
Figura 5 – Densidade Demográfica .....	33
Figura 6 – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População .....	34
Figura 7 – Grau de urbanização .....	35
Figura 8 – Índice de Envelhecimento .....	36
Figura 9 – População com menos de 15 anos. ....	37
Figura 10 – População com 60 anos e mais .....	38
Figura 11 – População com 60 anos e mais .....	38
Figura 12 – Razão de Sexo .....	39
Figura 13 – Taxa de mortalidade Infantil .....	40
Figura 14 – Abastecimento de Água .....	47
Figura 15 – Coleta de Lixo .....	48
Figura 16 – Nível de atendimento do Sistema de Esgoto Sanitário .....	49
Figura 17 – Disponibilidade de Recursos Hídricos – UGRHI-16 .....	53
Figura 18 - Localização dos reservatórios R01, R02, R03, R04, R05 e R06, existentes no município de Reginópolis. ....	59
Figura 19 - Localização dos poços P01, P02, P03, P04, P05 e P06 existente no município de Reginópolis .....	60
Figura 20 – Poço 01 com tubulação de recalque .....	64
Figura 21 – Detalhe do Poço 01 com tubulação de recalque .....	65
Figura 22 – Casa de tratamento do Poço P-01 .....	65
Figura 23 - Poço 01 – Detalhe do local de perfuração .....	66
Figura 24 – Poço P-05 .....	66
Figura 25 – Painel elétrico do Poço P-05 .....	67
Figura 26 – Reservatório R-03 Apoiado .....	67
Figura 27 – Reservatório R-01 Apoiado .....	68
Figura 28 – Reservatório R-01 e R-02 .....	68
Figura 29 – Reservatório R-03 .....	69
Figura 30 – Poço P-03 em local fechado com alambrados e portão .....	71
Figura 31 – Detalhe do Poço P-03 .....	72
Figura 32 – Reservatório R-04 Apoiado .....	72
Figura 33 – Poço P-04 e Reservatório R-05 .....	74
Figura 34 – Poço P-06 .....	76



Figura 35 – Reservatório R-06 .....	77
Figura 36 – Relatório: Estatísticas de Consumo por Categoria Referência de 01/2019 até 08/2019 .....	78
Figura 37 - Relatório: Estatísticas de Consumo por Categoria Referência de 01/2019 até 08/2019 .....	79
Figura 38 – Setorização do sistema de distribuição de água de Reginópolis .....	88
Figura 39 – Sub-Setorização do Setor 01 de distribuição de água de Reginópolis...	89
Figura 40 - Localização das medições nos reservatórios R01, R03, R04 e R05, existentes no município de Reginópolis. ....	102
Figura 41 - Localização das medições nos poços 01, 03, 04 e 05, existentes no município de Reginópolis. ....	103
Figura 42 – Instalação do equipamento Ultrassônico no reservatório R-03 .....	105
Figura 43 – Tubulação de saída do Res.04 para a rede .....	106
Figura 44 - Tubulação de saída do Res.05 para a rede .....	107
Figura 45 – Instalação do equipamento ultrassonico na tubulação do Poço 01 .....	108
Figura 46 - Instalação do equipamento ultrassonico no Poço 04 .....	110
Figura 47 - Instalação do equipamento ultrassonico no Poço 05 .....	111
Figura 48 - Estações Pitométricas no município de Reginópolis.....	118
Figura 49 – Medição pitométrica 01 .....	119
Figura 50 - Medição pitométrica 02 .....	119
Figura 51 - Medição pitométrica 03 .....	120
Figura 52 – Medição pitométrica 04 .....	120
Figura 53 - Medição pitométrica 05 .....	121
Figura 54 - Medição pitométrica 06 .....	121
Figura 55 – Medição pitométrica 07 .....	122
Figura 56 - Medição pitométrica 08 .....	122
Figura 57 – Medição pitométrica 09 .....	123
Figura 58 - Medição pitométrica 10 .....	123
Figura 59 - Medição pitométrica 11 .....	124
Figura 60 - Medição pitométrica 12 .....	124
Figura 61 – Medição pitométrica 13 .....	125
Figura 62 - Medição pitométrica 14 .....	125
Figura 63 – Medição pitométrica 15 .....	126

Figura 64 – Medição pitométrica 16 .....	126
Figura 65 – Medição pitométrica 17 .....	127
Figura 66 – Indicador de trecho com maior pressão - Reginópolis .....	130
Figura 67 – Identificação dos trechos e nós – Município de Reginópolis .....	132
Figura 68 – Localização da base no município de Reginópolis.....	151
Figura 69 - Marco Implantado e Base montada .....	152
Figura 70 - Ponto de origem do referencial geocêntrico.....	153
Figura 71 – Projeção populacional para Reginópolis .....	161
Figura 72 – Memória de Cálculo para o Setor 01 – Prognóstico .....	164
Figura 73 – Memória de Cálculo para o Setor 02 – Prognóstico .....	172
Figura 74 – Memória de Cálculo para o Setor 03 – Prognóstico .....	178
Figura 75 – Memória de Cálculo para o Setor 04 – Prognóstico .....	184
Figura 76 – Esquema de Válvula Redutora de Pressão (VRP).....	191
Figura 77 – Exemplo de Estação Redutora de Pressão.....	192
Figura 78 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção .....	207
Figura 79 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção para diâmetros de 2” a 40” (Tipo Hot-tap).....	208
Figura 80 – Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer .....	208
Figura 81 – Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges.....	211
Figura 82 – Macromedidor Ultrassônico de vazão .....	213
Figura 83 – Macromedidor Ultrassônico Flangeado.....	214
Figura 84 – Medidor de vazão tipo Woltmann com conexão em flanges .....	218
Figura 85 – Medidor de nível Ultrassônico .....	222
Figura 86 – Transmissão de pressão para reservatórios (TP-ST18).....	226
Figura 87 – Transmissor de nível hidrostático para reservatórios .....	228
Figura 88 – Caixa de proteção para hidrômetros .....	244
Figura 89 – Lacre para hidrômetros .....	245
Figura 90 – Tipos de hidrômetros.....	268
Figura 91 - Medidor de Vazão Eletromagnético .....	273
Figura 92 - Curvas de erros e perda de carga (INMETRO, 2000).....	278
Figura 93 - Hidrômetro de jato único .....	285
Figura 94 - Hidrômetro de jato múltiplo .....	287
Figura 95 - Hidrômetro Woltmann Horizontal .....	289

Figura 96 - Configuração Típica de Telemetria em Micromedição .....	291
Figura 97 – Modelo de formulário de Relatório de campo.....	299
Figura 98 – Modelo de formulário de Relatório de vazamento .....	311
Figura 99 – Quebra circunferencial .....	329
Figura 100 – Quebra longitudinal .....	329
Figura 101 – Fissura na bolsa.....	330
Figura 102 – Perdas associadas à falha .....	332
Figura 103 – Modelo proposto de Medição domiciliar – UMC .....	336
Figura 104 – Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas.....	359
Figura 105 – Relatório de resumo do faturamento no mês de agosto de 2019.....	368



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

## LISTA DE TABELAS

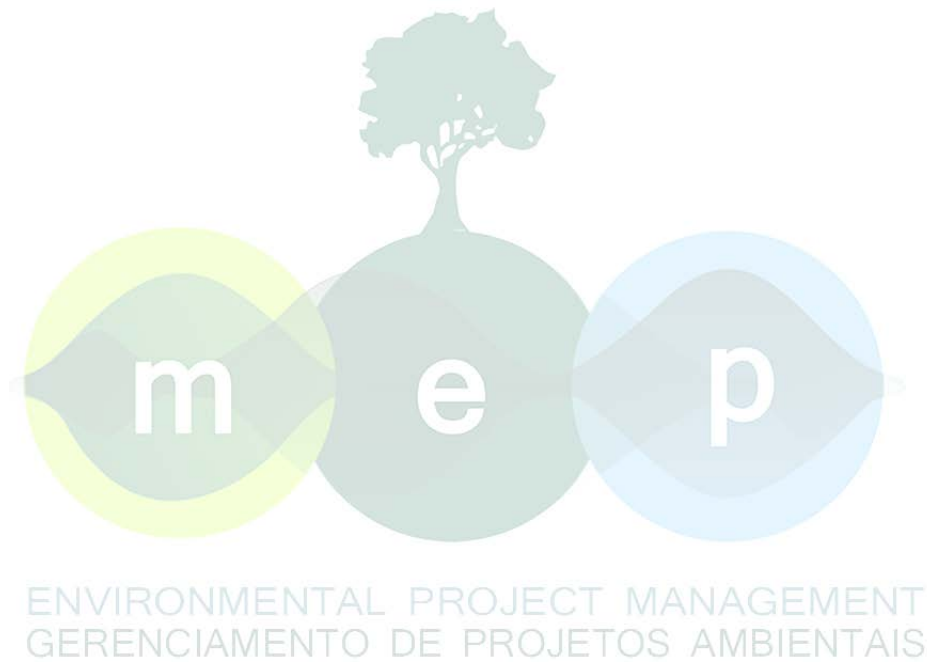
Tabela 1 – Relação de mapas anexo do Diagnóstico do município .....	27
Tabela 2 – Relação de mapas anexo do Prognóstico do município.....	27
Tabela 3 – Dados de saneamento básico do município.....	51
Tabela 4 – Dados da estação Pluviométrica .....	52
Tabela 5 – Fluviograma-vazões mensais.....	52
Tabela 6 – Dados referentes ao ano e 2018 do sistema de abastecimento de água do município.....	55
Tabela 7 – Poços existentes no sistema de abastecimento de água de Reginópolis	56
Tabela 8 – Reservatórios existentes no sistema de abastecimento de água de Reginópolis.....	57
Tabela 9 – Características do Poço P-01 .....	63
Tabela 10 – Características do Poço P-05.....	63
Tabela 11 – Características do Poço P-03.....	70
Tabela 12 – Características do Poço P-04.....	74
Tabela 13 – Características do Poço P-06.....	76
Tabela 14 – Diâmetro e extensão das redes do município de Reginópolis.....	80
Tabela 15 – Referência do consumo medido de água.....	85
Tabela 16 – Relação dos setores no município com ligações totais de água .....	91
Tabela 17 – Relação dos Reservatórios existentes com suas capacidades .....	92
Tabela 18 – Dados referentes ao Setor 01 do município.....	92
Tabela 19 – Setor 01 - Centro.....	93
Tabela 20 – Dados referentes ao Setor 02 do município .....	94
Tabela 21 – Setor 02 – Residencial José de Julio.....	96
Tabela 22 – Dados referentes ao Setor 03 do município .....	97
Tabela 23 – Setor 03 – Jardim Monte Alegre.....	98
Tabela 24 – Dados referentes ao Setor 04 do município .....	99
Tabela 25 – Setor 04 – Jardim Maria Luzia.....	100
Tabela 26 - Média da vazão medida (R-01) .....	104
Tabela 27 - Média da vazão medida (R-03) .....	105
Tabela 28 - Média da vazão medida (R-04) .....	107
Tabela 29 - Média da vazão medida (R-05) .....	108

Tabela 30 – Média da vazão medida (P-01).....	109
Tabela 31 - Média da vazão medida (P-03) .....	109
Tabela 32 - Média da vazão medida (P-04) .....	111
Tabela 33 - Média da vazão medida (P-05) .....	112
Tabela 34 – Setor 01 – Centro (parâmetros de cálculo após medições).....	113
Tabela 35 – Setor 02 – Residencial José de Julio (parâmetros de cálculo após medições).....	114
Tabela 36 – Setor 03 – Jardim Monte Alegre (parâmetros de cálculo após medições).....	115
Tabela 37 – Setor 04 – Jardim Maria Luiza (parâmetros de cálculo após medições).....	116
Tabela 38 – Valores de pressão nos pontos medidos através de pitometria no município de Reginópolis.....	127
Tabela 39 – Resultados da Simulação nos trechos – Município de Reginópolis.....	132
Tabela 40 – Resultados da simulação nos nós – Município de Reginópolis .....	141
Tabela 41 – Custos de operações das Bombas dos Poços do Município de Reginópolis.....	149
Tabela 42 – Coordenadas corrigidas pelo PPP.....	154
Tabela 43 - Número Mínimo de Amostras para o Controle da Qualidade de Água de Reginópolis.....	158
Tabela 44 – Relação dos setores no município com ligações totais de água .....	162
Tabela 45 - Orçamento estimativo para implantação do Projeto de Setorização do Setor 01 “Centro” .....	168
Tabela 46 - Orçamento estimativo para implantação do Projeto de Setorização do Setor 02 “Residencial José de Julio” .....	175
Tabela 47 - Orçamento estimativo para implantação do Projeto de Setorização do Setor 03 “Jardim Monte Alegre” .....	181
Tabela 48 - Relação dos volumes existentes e projetados para setor de distribuição.....	186
Tabela 49 - Orçamento estimativo para implantação de reservatório para o projeto de setorização de Reginópolis .....	187
Tabela 50 – Dimensões das VRP’s de acordo com diâmetro .....	191
Tabela 51 – Lista de Material .....	192
Tabela 52 - Orçamento estimativo para implantação de reservatório para o projeto de setorização de Reginópolis .....	194
Tabela 53 – Planilha de orçamento geral do Projeto de Setorização.....	195

Tabela 54 – Vantagens e desvantagens para medidor eletromagnético de inserção	207
Tabela 55 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer .....	210
Tabela 56 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges .....	211
Tabela 57 – Locais onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Reginópolis .....	221
Tabela 58 – Fornecedores de macromedidores de vazão .....	229
Tabela 59 – Locais onde deverão ser implantados os sensores de níveis (MN) no sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis.....	230
Tabela 60 – Investimentos necessários para implantação do projeto de macromedição no sistema de abastecimento de Reginópolis.....	235
Tabela 61 – Orçamento para implantação das estações pitométricas e ensaios que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos.....	238
Tabela 62 – Custo para execução de uma caixa de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão .....	239
Tabela 63 – Valor dos investimentos para execução das caixas de proteção dos macromedidores de vazão .....	240
Tabela 64 – Valor dos investimentos para substituição e instalação de hidrômetros no município de Reginópolis .....	247
Tabela 65 - Classes metrológicas x $Q_{min}$ e $Q_t$ .....	280
Tabela 66 – Valor dos investimentos para formação de estrutura para 01 equipe de pesquisa.....	304
Tabela 67 – Estimativa de custo das atividades principais para realização da pesquisa de vazamento no município de Reginópolis.....	312
Tabela 68 – Orçamento para realização de outorga nos poços do sistema de abastecimento de água de Reginópolis .....	313
Tabela 69 – Frequência de quebras de tubulação para diferentes diâmetros.....	323
Tabela 70 – Consequências da reabilitação insuficiente ou inadequada em estruturas do sistema de abastecimento de água.....	334
Tabela 71 – Estimativa de custo para substituição de redes na distribuição de Reginópolis.....	340
Tabela 72 - Poços existentes no sistema de abastecimento água de Reginópolis .	366

---

Tabela 73 – Orçamento estimativo para redução de perdas de água no município de Reginópolis.....370



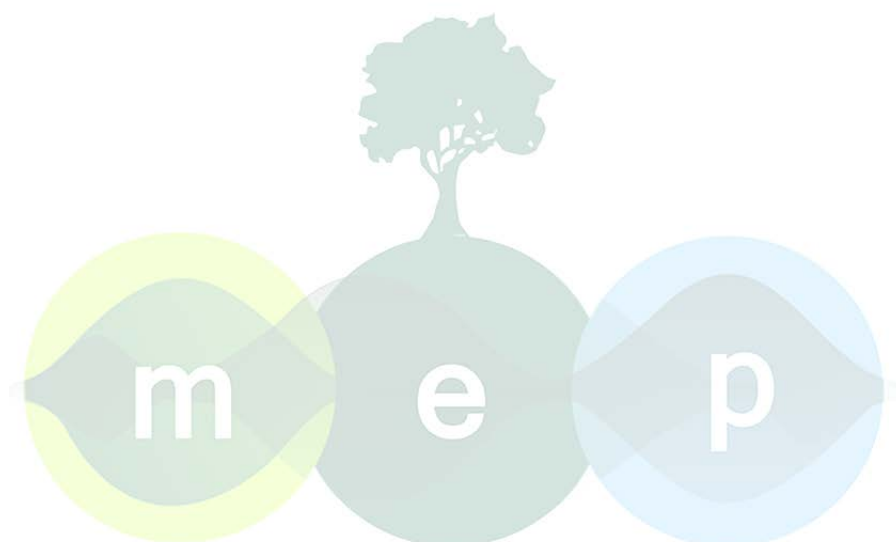
## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Área .....	31
Gráfico 2 - População.....	32
Gráfico 3 – Densidade Demográfica .....	33
Gráfico 4 – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População .....	34
Gráfico 5 – Grau de Urbanização.....	35
Gráfico 6 – Índice de Envelhecimento.....	36
Gráfico 7 – População com menos de 15 anos.....	37
Gráfico 8 – Razão de Sexo .....	39
Gráfico 9 – Taxa de Mortalidade Infantil.....	41
Gráfico 10 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal .....	42
Gráfico 11 – PIB per Capita.....	43
Gráfico 12 – Participação no PIB do Estado .....	44
Gráfico 13 – Participação da Agropecuária no Total do Valor Adicionado .....	44
Gráfico 14 – Participação da Indústria aos setores de Indústria e de Serviços.....	45
Gráfico 15 – Participação dos Serviços no Total do Valor Adicionado.....	45
Gráfico 16 – Nível de atendimento do Sistema de Coleta de Lixo .....	47
Gráfico 17 – Coleta de lixo .....	48
Gráfico 18 – Esgoto Sanitário.....	49
Gráfico 19 – Pluviograma acumulado médio mensal de Reginópolis.....	52
Gráfico 20 – Precipitações médias em Reginópolis .....	54
Gráfico 21 – Temperaturas médias em Reginópolis .....	55
Gráfico 22 – Medição Reservatório 01 .....	104
Gráfico 23 – Medição Reservatório 03 .....	106
Gráfico 24 – Medição Reservatório 04 .....	107
Gráfico 25 – Medição Reservatório 05 .....	108
Gráfico 26 – Medição Poço 01 .....	109
Gráfico 27 – Medição Poço 03 .....	110
Gráfico 28 – Medição 04 .....	111
Gráfico 29 – Medição Poço 05 .....	112
Gráfico 30 – Distribuição de vazão – Município de Reginópolis.....	131
Gráfico 31 – Distribuição de Pressão – Município de Reginópolis .....	131



---

Gráfico 32 – Rendimento das Bombas.....	149
Gráfico 33 - Desvio padrão x coordenada da latitude. ....	154
Gráfico 34 - Desvio padrão x coordenada da longitude. ....	154
Gráfico 35 - Desvio padrão x coordenada da altitude. ....	155



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

## 1. APRESENTAÇÃO

A Empresa MEP - Consultoria e Ambiental apresenta a seguir, o **Relatório de Prognóstico** visando a elaboração completa do Plano Diretor de Combate as Perdas de Água no Município de Reginópolis, conforme contrato nº. 068/2018 de 04 de dezembro de 2018 e nos termos da Carta Convite nº. 09/2018 e Convênio firmado com a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos – FEHIDRO – Contrato nº. 188/2017.

Este documento corresponde ao Plano de Trabalho, para a Elaboração do Plano Diretor de Combate às Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento Público do Município de Reginópolis – SP. A elaboração do Plano Diretor de Combate às Perdas em Sistemas de Abastecimento Público de Água abrangerá o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações inerentes ao setor de abastecimento de água. Dentre as diretrizes instituídas pelo modelo de gerenciamento de recursos hídricos, estabelecidos a partir da Lei Federal nº. 9.433/97 (Política Nacional de Recursos Hídricos), destacam-se a articulação do planejamento de recursos hídricos com os setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional, bem como a gestão do uso do solo, implementada pelos municípios. Dentro desta visão, qualquer planejamento para o desenvolvimento de um município deve considerar, entre outros aspectos, diretrizes previamente estabelecidas para real uso e ocupação do solo, fazendo com que os investimentos em melhoria da qualidade de vida das populações que nele habitarão, sejam sustentáveis ao longo do tempo, particularmente quanto à conservação dos recursos hídricos. O Controle de perdas de água em sistemas públicos de abastecimento de água constitui-se atividade operacional fundamental, que deve ser desenvolvida por uma empresa de saneamento básico, pois o seu controle está diretamente relacionado com a receita e a despesa da empresa. Além disso, se considerarmos que a água está se tornando um recurso cada vez mais escasso, devido principalmente à poluição dos mananciais de abastecimento, o controle de perdas torna-se de fundamental importância.

## 2. INTRODUÇÃO

O combate a perdas e os desperdícios de água são os fatores que mais comprometem o setor de saneamento. A busca e solução desses problemas é uma variável estratégica a serem analisadas pelas empresas prestadoras de serviços que atuam nesta área, visando reduzir custos e obter melhorias sociais e ambientais.

No Brasil, a média das perdas totais de água existentes nas empresas de saneamento é de aproximadamente metade, variando de 25% à 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 (SOUZA, 2009).

Os custos e investimentos necessários para a ampliação da produção e distribuição de água tratada são bastante elevados. Desta forma, as empresas precisam buscar soluções otimizadas para a correção destes altos índices de desperdício e perdas.

Uma destas soluções tem sido a implantação de Programas de Controle e Redução de Perdas, que buscam desenvolver ações objetivando a redução contínua e permanente das perdas dentro das empresas que prestam serviços de abastecimento de água.

Para tanto, considera-se perdas tudo o que determina o aumento do custo de produção e que impede a realização plena da receita operacional. Além disso, representa o desperdício de um bem finito e estratégico que poderá acarretar o comprometimento dos recursos hídricos.

A proposição de medidas visando à redução e o controle das perdas enseja o conhecimento de parâmetros tais como volumes, pressões, níveis, vazões entre outros, que permitem qualificar a situação em que se encontra determinado sistema de abastecimento.

Neste contexto, torna-se fundamental o estabelecimento de critérios de medição e avaliação do sistema de forma a garantir a apropriação contínua de parâmetros hidráulicos e elétricos para a elaboração do balanço hídrico e obtenção



do diagnóstico do sistema de abastecimento e a sua modelagem hidráulica, com base no seu real funcionamento.

Para se alcançar um cenário como esse é necessário estruturar um plano de ação visando à redução, monitoração e controle permanente e gestão das perdas, adequando-se os investimentos e as intervenções inerentes a esta atividade com a disponibilidade de recursos financeiros, humanos e materiais, mantendo-se como premissa fundamental a manutenção do atendimento aos usuários no presente e gerações que virão, sabendo que a população tende a crescer.

Portanto, a implantação de um sistema de procedimentos e monitoramento direcionado ao gerenciamento do sistema de abastecimento de água dos municípios, com o intuito de controlar e reduzir as perdas, torna-se fundamental para o futuro de todos os departamentos responsáveis pelo abastecimento e saneamento dos municípios.

Tabela 1 – Relação de mapas anexo do Diagnóstico do município

FOLHA 01/07	MAPA DE LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO
FOLHA 02/07	MAPA DE DECLIVIDADES
FOLHA 03/07	MAPA CADASTRAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
FOLHA 04/07	MAPA REFERÊNCIA FOTOGRAFICA
FOLHA 05/07	MAPA DE SETORIZAÇÃO EXISTENTE
FOLHA 06/07	MAPA DE PONTOS DE PITOMETRIA
FOLHA 07/07	MAPA DO FLUXOGRAMA DE ABASTECIMENTO

Tabela 2 – Relação de mapas anexo do Prognóstico do município

FOLHA 01/07	MAPA DE SUBSTITUIÇÃO DE REDES
FOLHA 02/07	MAPA DE SETORIZAÇÃO PROPOSTA
FOLHA 03/07	MAPA DO FLUXOGRAMA PROPOSTO DE ABAST.
FOLHA 04/07	DETALHE DE MACROMEDIDORES DE VAZÃO
FOLHA 05/07	MAPAS DE DETALHAMENTO DE RESERVATÓRIO
FOLHA 06/07	MAPA DE DETALHAMENTO DE VRPS
FOLHA 07/07	MAPA DE DETALHAMENTOS GERAIS

### 3. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi elaborar procedimentos metodológicos para o gerenciamento das perdas no sistema de abastecimento de água municipais, 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 Reginópolis;
2. Elaborar metodologias direcionadas para a gestão da micromedição e consequentemente redução dos índices de perdas de água no município, denominado Indicador X, 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 software que visa o gerenciamento dos índices de perdas de água nos municípios situados no Estado de São Paulo;
4. Criar um termo de referência para execução do Plano Diretor de Perdas de Água a ser implantado no município.

ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

#### 4. CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

De acordo com o Termo de Referência apresentado pela Prefeitura, O município de Reginópolis tem sua sede localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 16 (Bacia dos rios Tietê e Batalha), pertencendo, desta forma, ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê/Batalha– CBH-TB.

A figura abaixo ilustra a localização de Reginópolis na Bacia Hidrográfica.

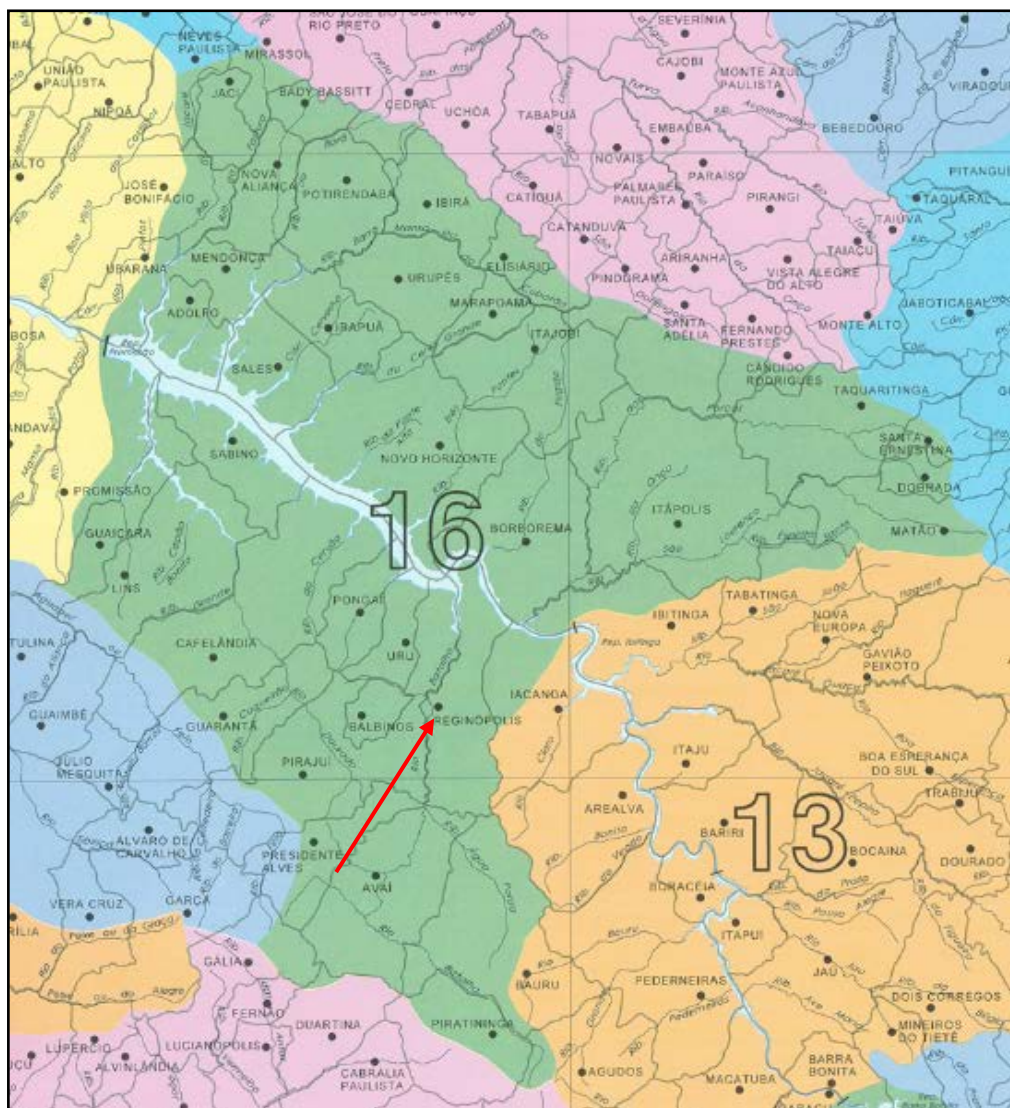


Figura 1 - Localização do município de Reginópolis na Bacia Hidrográfica - CBH-TB – UGRHI 16

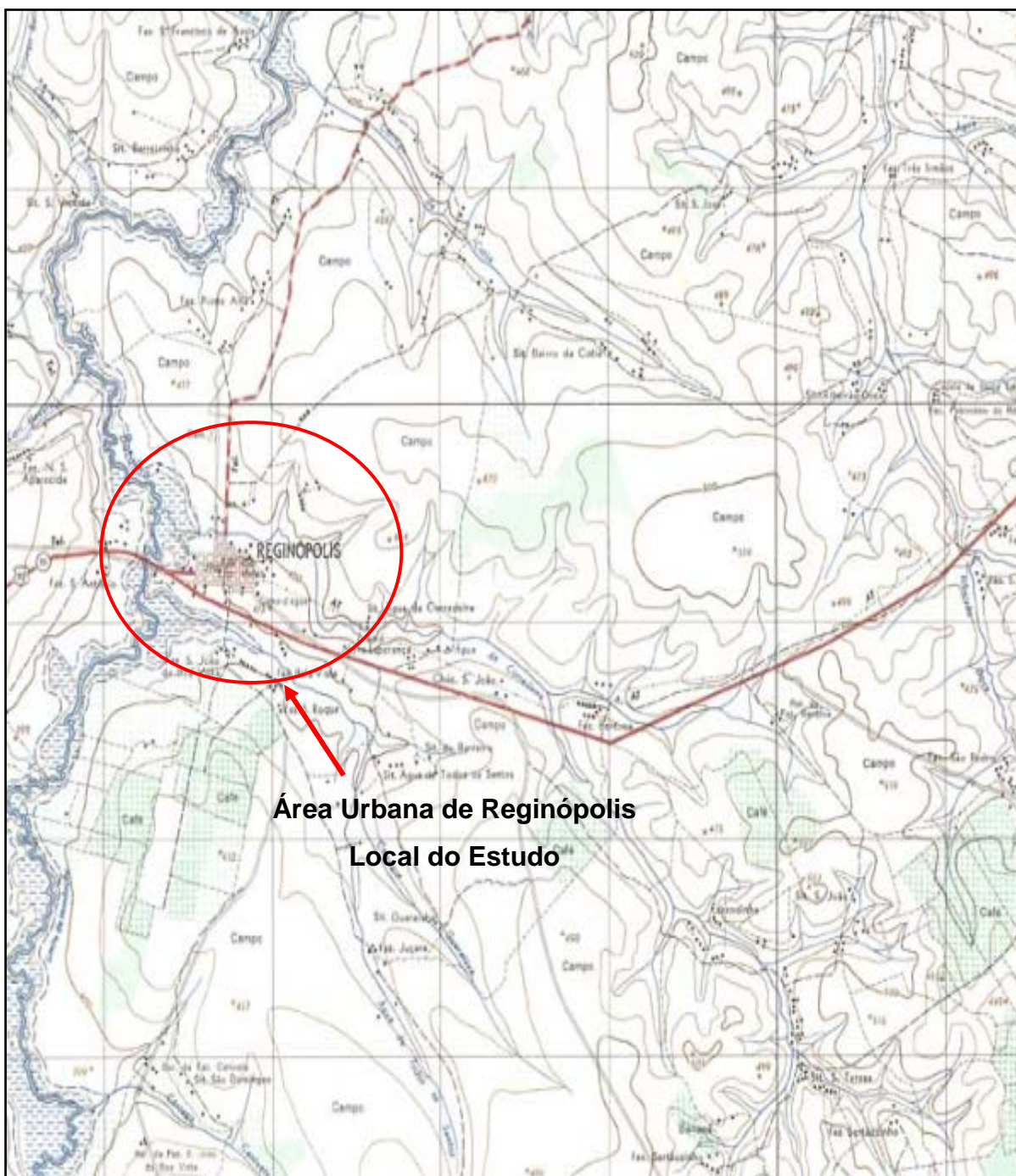


Figura 2 – Carta do IBGE (Escala 1:50.000)

Reginópolis pertence a Região Administrativa de Bauru e de Governo de Bauru. O município faz divisa com as seguintes cidades: Jacanga, Avaí, Bauru, Pirajuí, Uru, Borborema.

## 4.1. TERRITÓRIO E POPULAÇÃO

Quanto ao território e a população do município de Reginópolis apresenta os seguintes dados:

### 4.1.1. Área

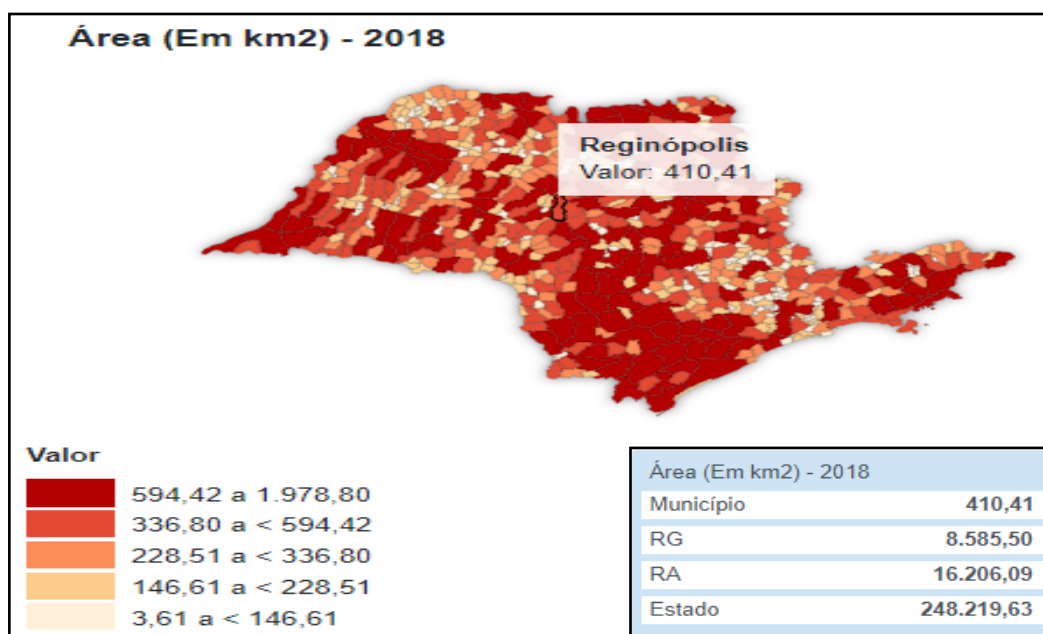


Figura 3 – Área  
Fonte: Fundação SEADE

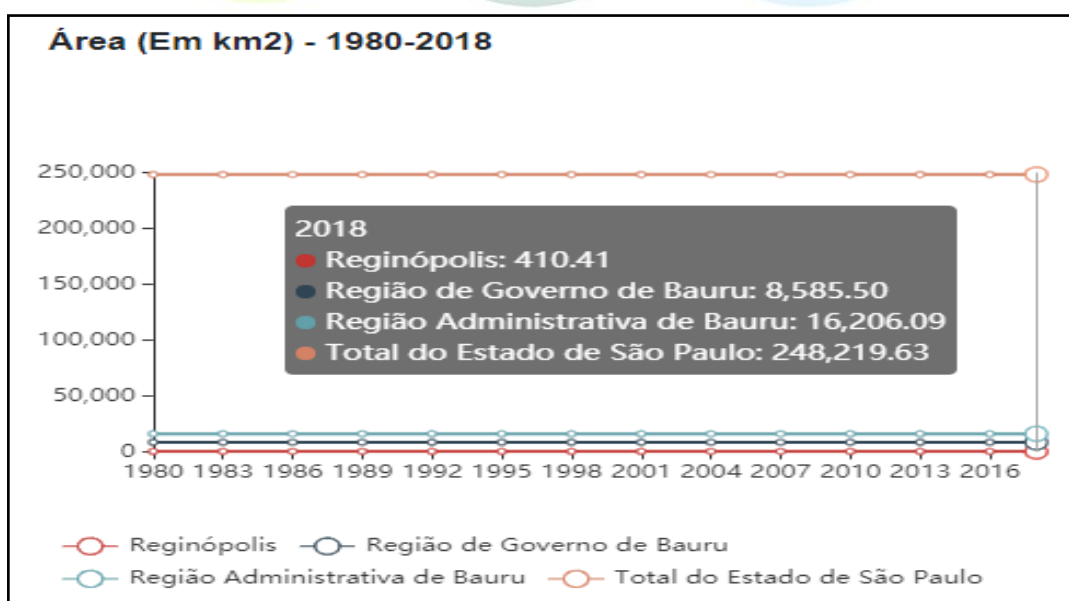


Gráfico 1 - Área  
Fonte: Fundação SEADE



#### 4.1.2. População

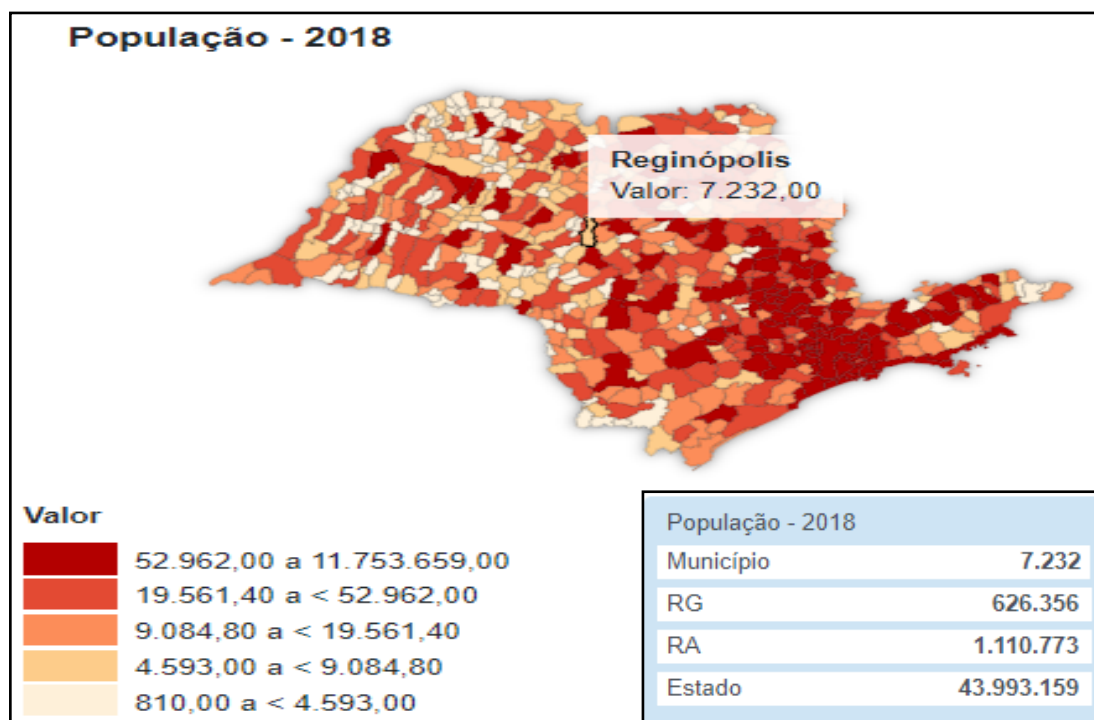


Figura 4 - População  
Fonte: Fundação SEADE

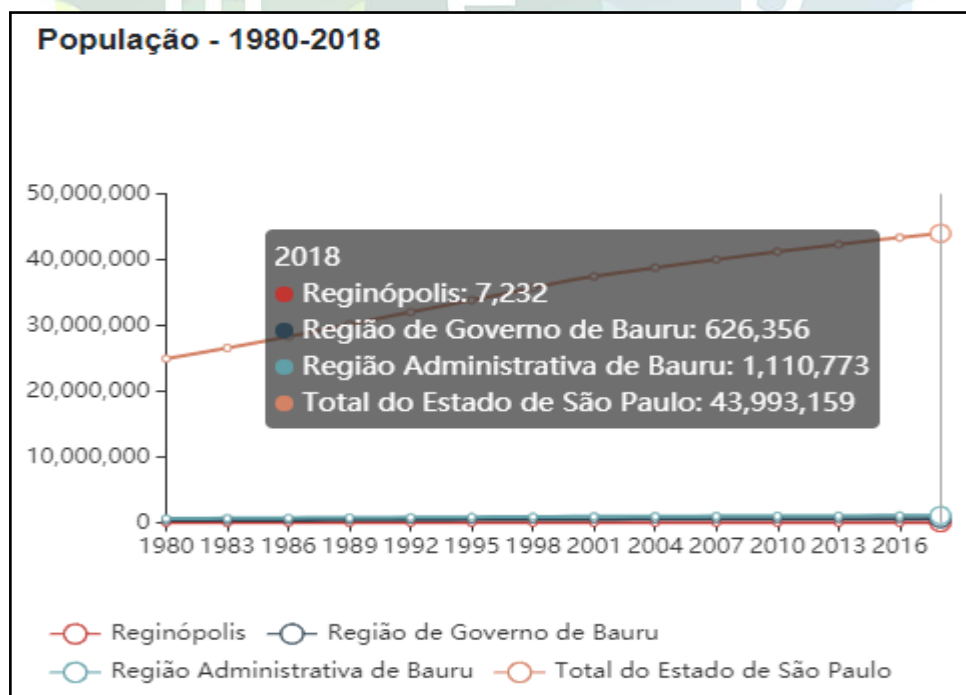


Gráfico 2 - População  
Fonte: Fundação SEADE

#### 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.

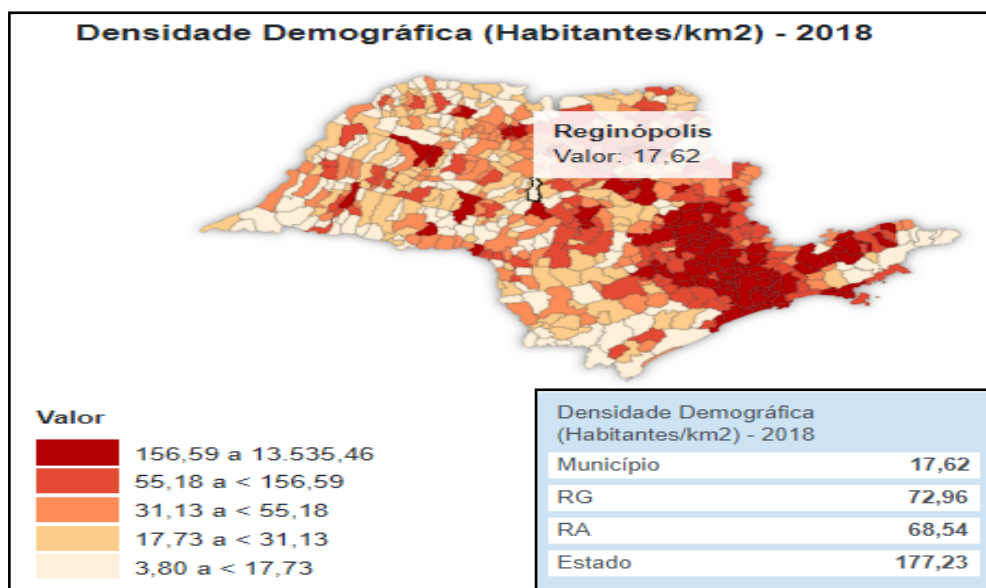


Figura 5 – Densidade Demográfica  
Fonte: Fundação SEADE

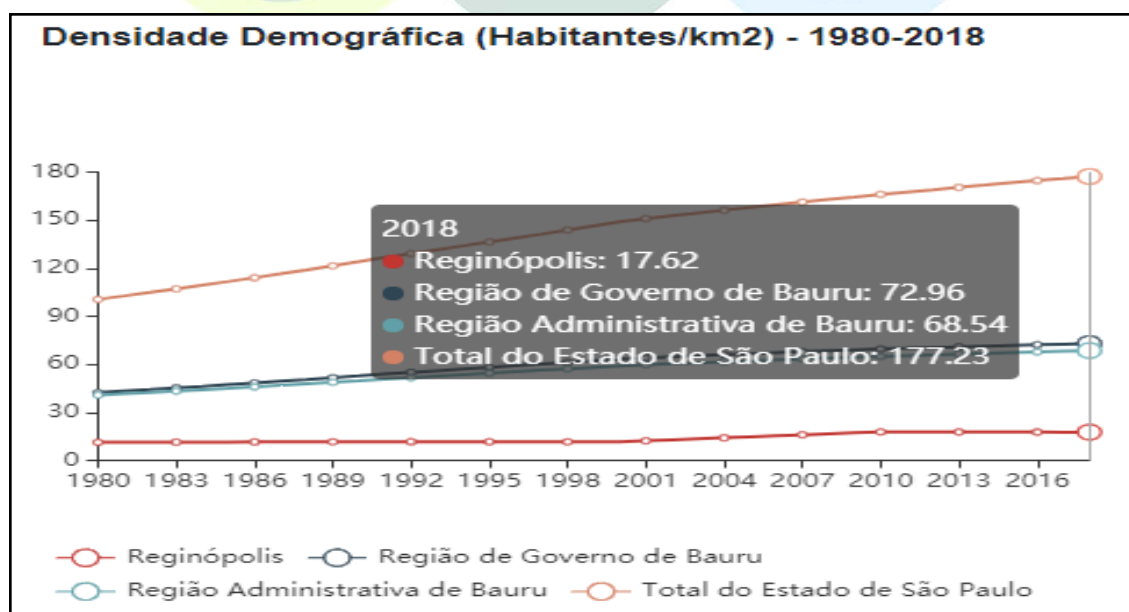


Gráfico 3 – Densidade Demográfica  
Fonte: Fundação SEADE

#### 4.1.4. Taxa Geométrica de Crescimento anual da população

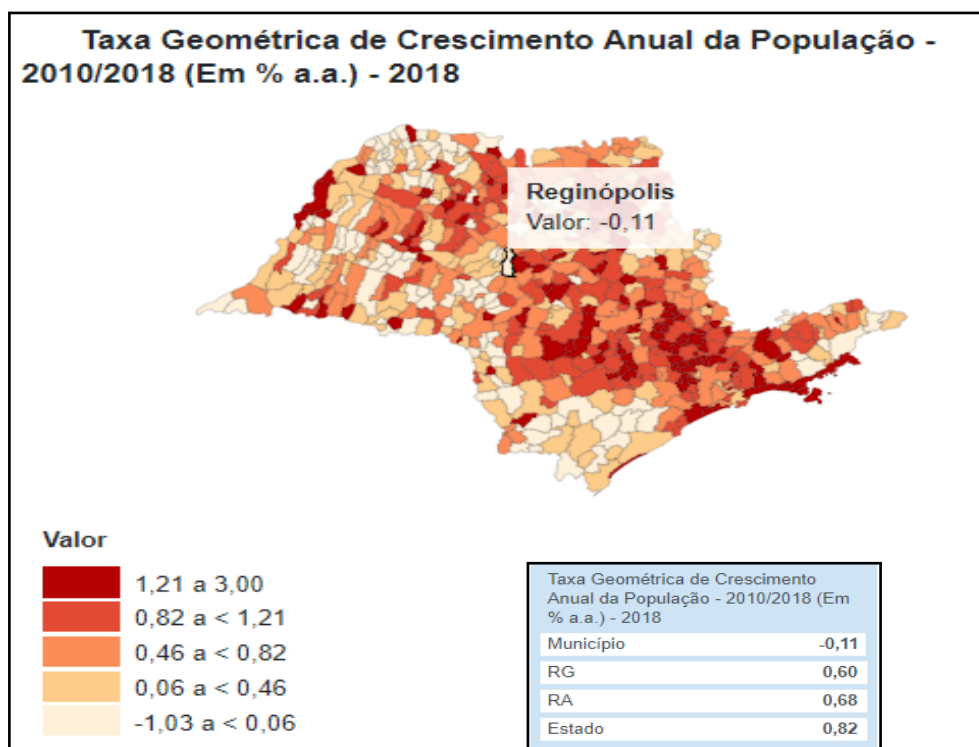


Figura 6 – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População  
Fonte: Fundação SEADE

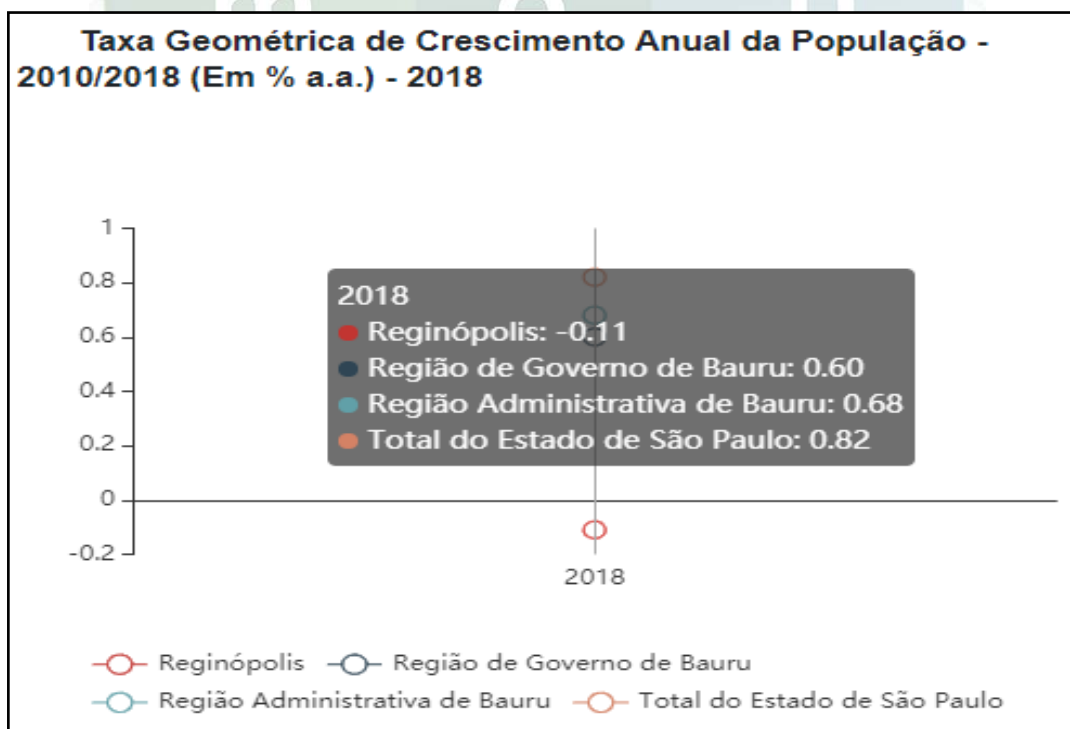


Gráfico 4 – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População  
Fonte: Fundação SEADE

#### 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:

$$\text{Grau de Urbanização} = \left( \frac{\text{População Urbana}}{\text{População Total}} \right) \times 100$$

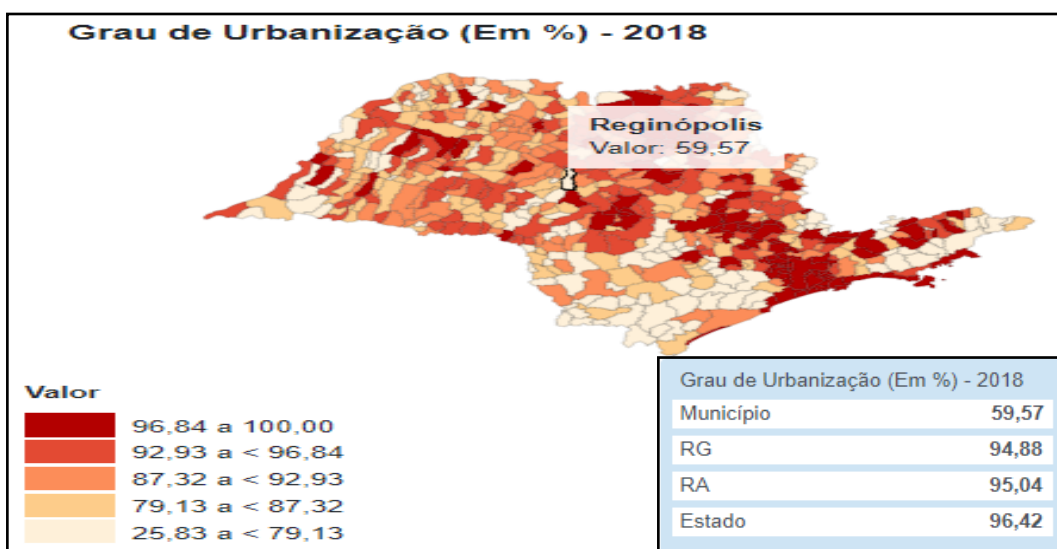


Figura 7 – Grau de urbanização  
Fonte: Fundação SEADE

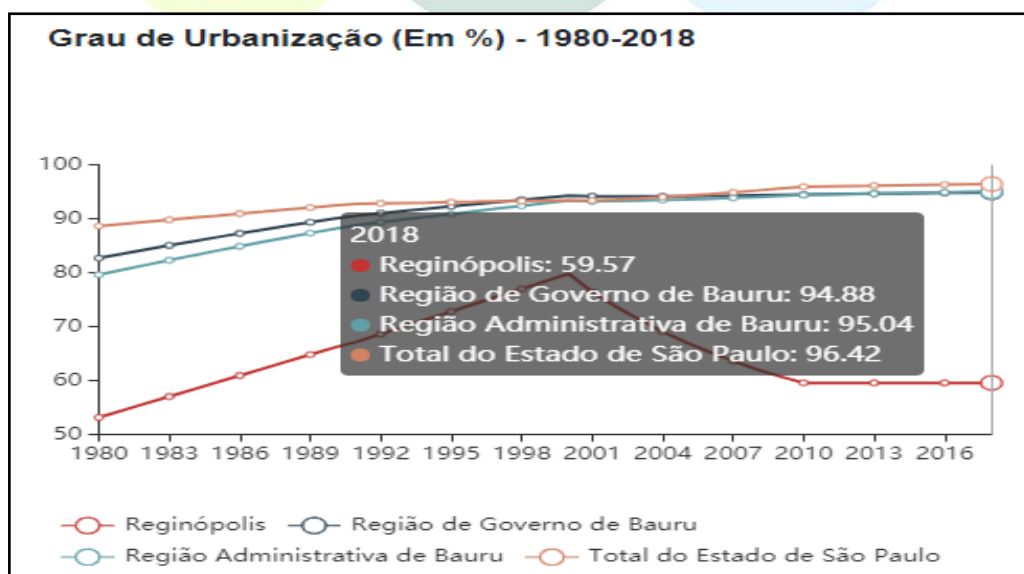


Gráfico 5 – Grau de Urbanização  
Fonte: Fundação SEADE

#### 4.1.6. Índice de Envelhecimento

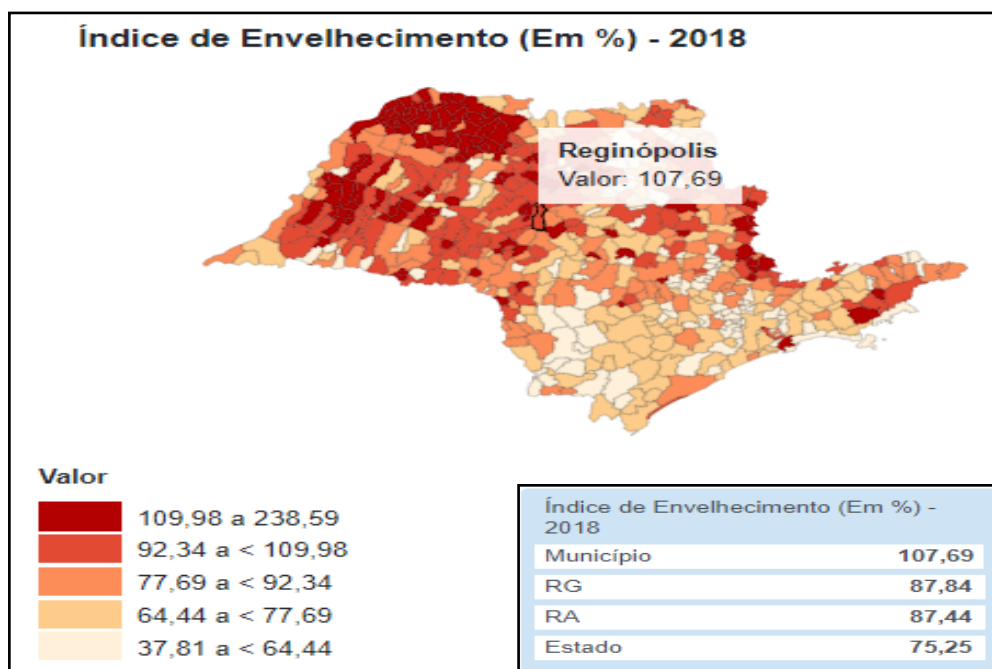


Figura 8 – Índice de Envelhecimento

Fonte: Fundação SEADE

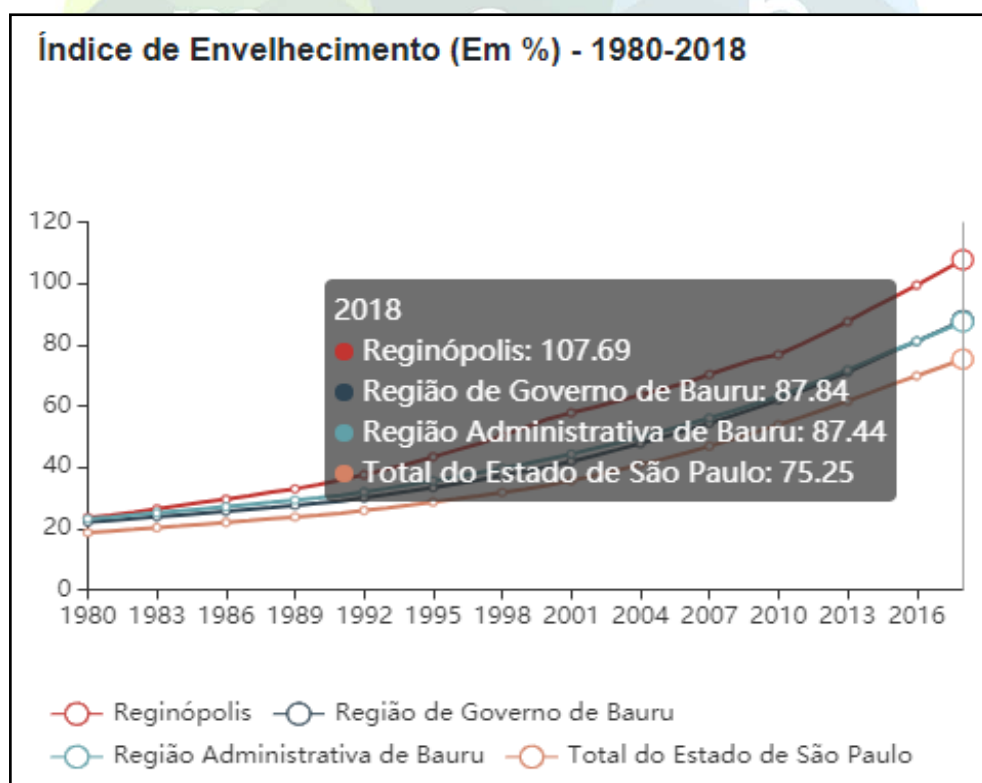


Gráfico 6 – Índice de Envelhecimento

Fonte: Fundação SEADE

#### 4.1.7. População com menos de 15 anos

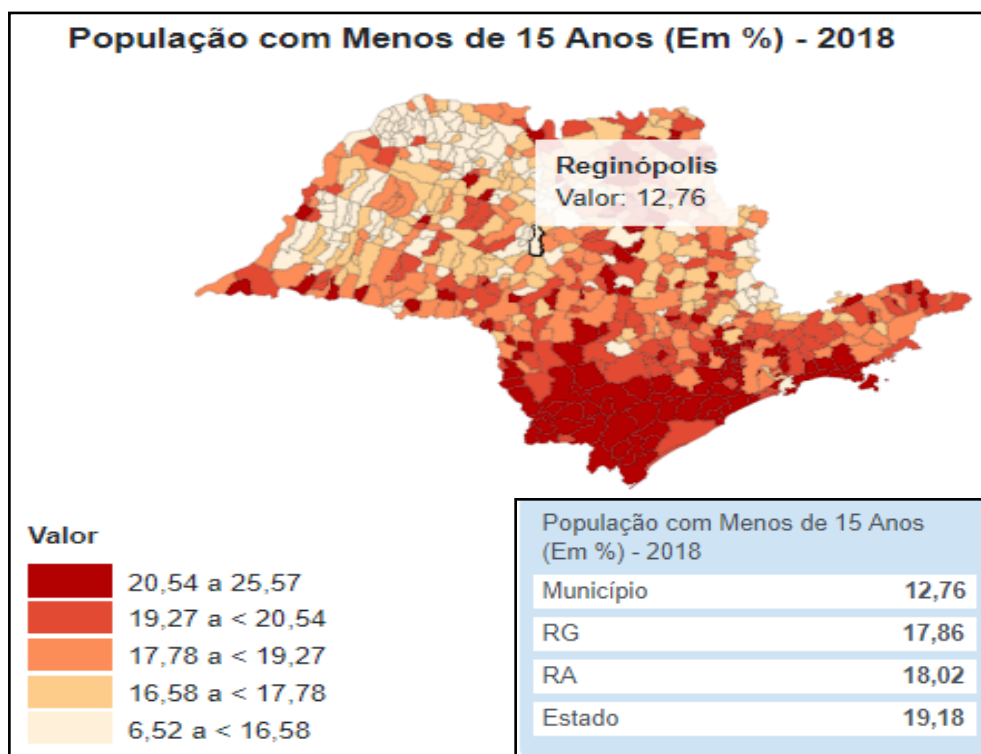


Figura 9 – População com menos de 15 anos.  
Fonte: Fundação SEADE

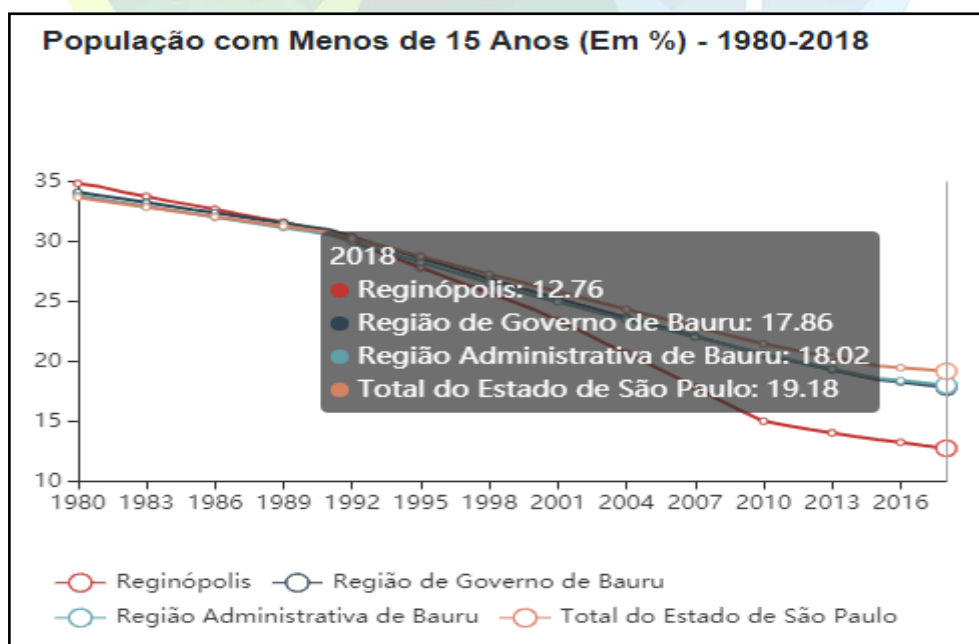


Gráfico 7 – População com menos de 15 anos  
Fonte: Fundação SEADE

#### 4.1.8. População com 60 anos e mais

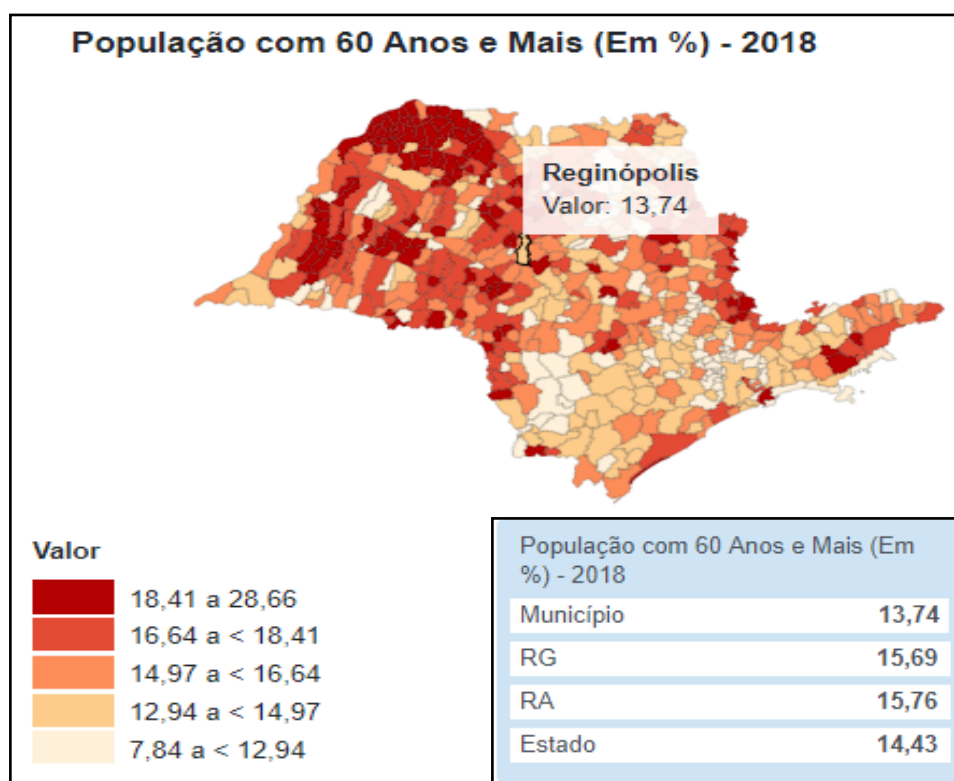


Figura 10 – População com 60 anos e mais  
Fonte: Fundação SEADE

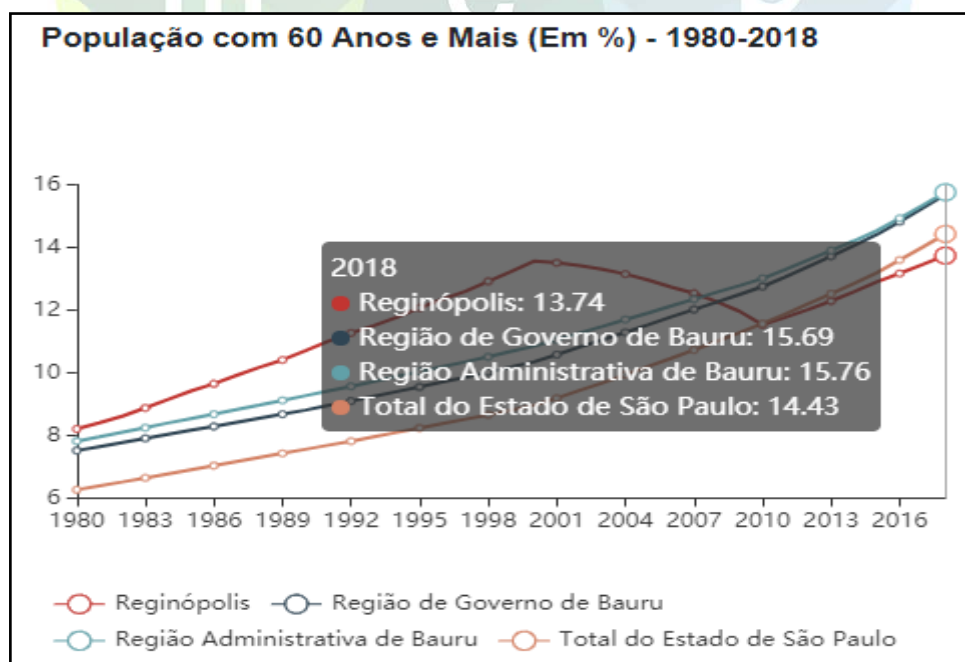


Figura 11 – População com 60 anos e mais  
Fonte: Fundação SEADE

#### 4.1.9. Razão de sexos

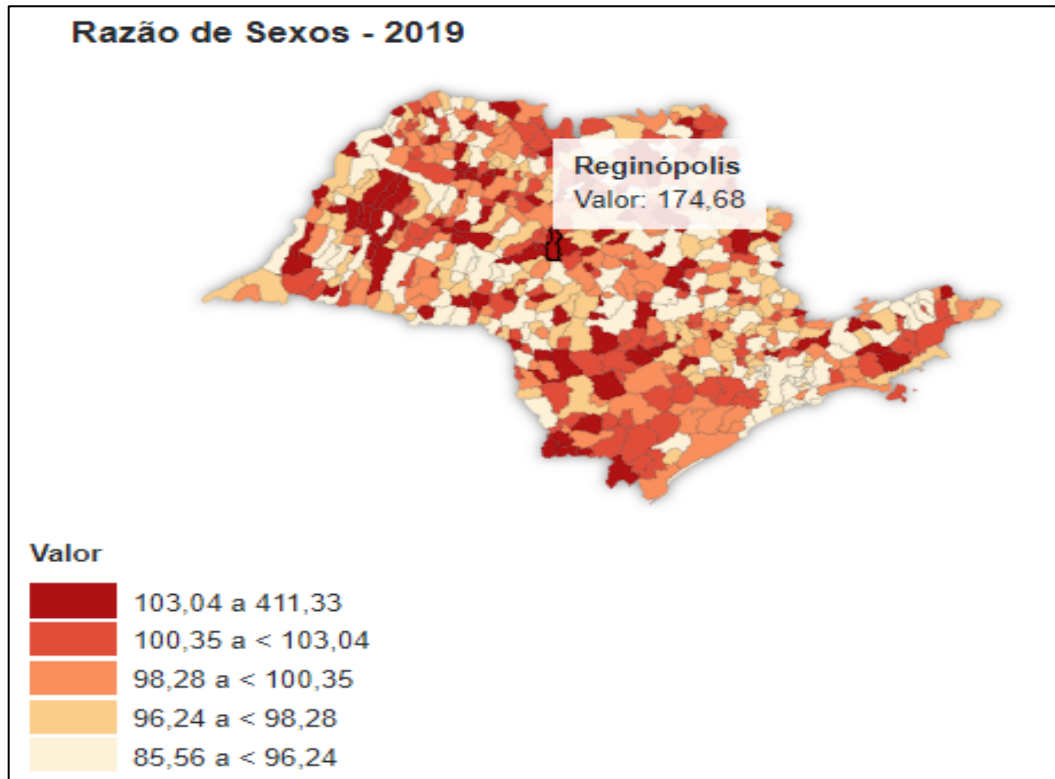


Figura 12 – Razão de Sexo  
Fonte: Fundação SEADE

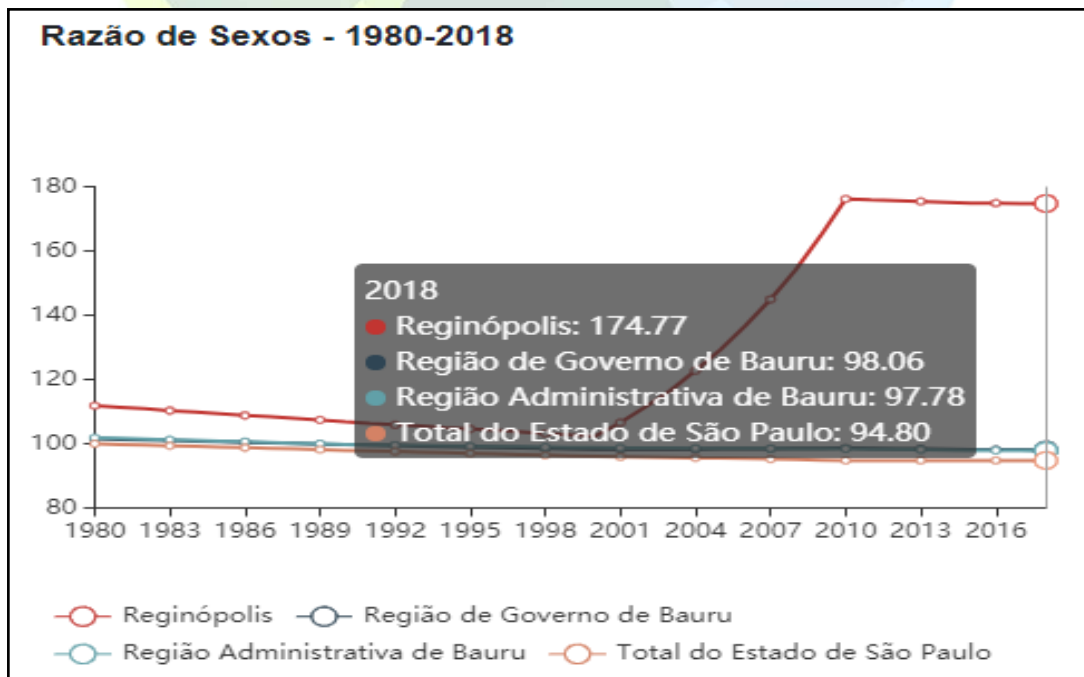


Gráfico 8 – Razão de Sexo  
Fonte: Fundação SEADE



## 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:

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

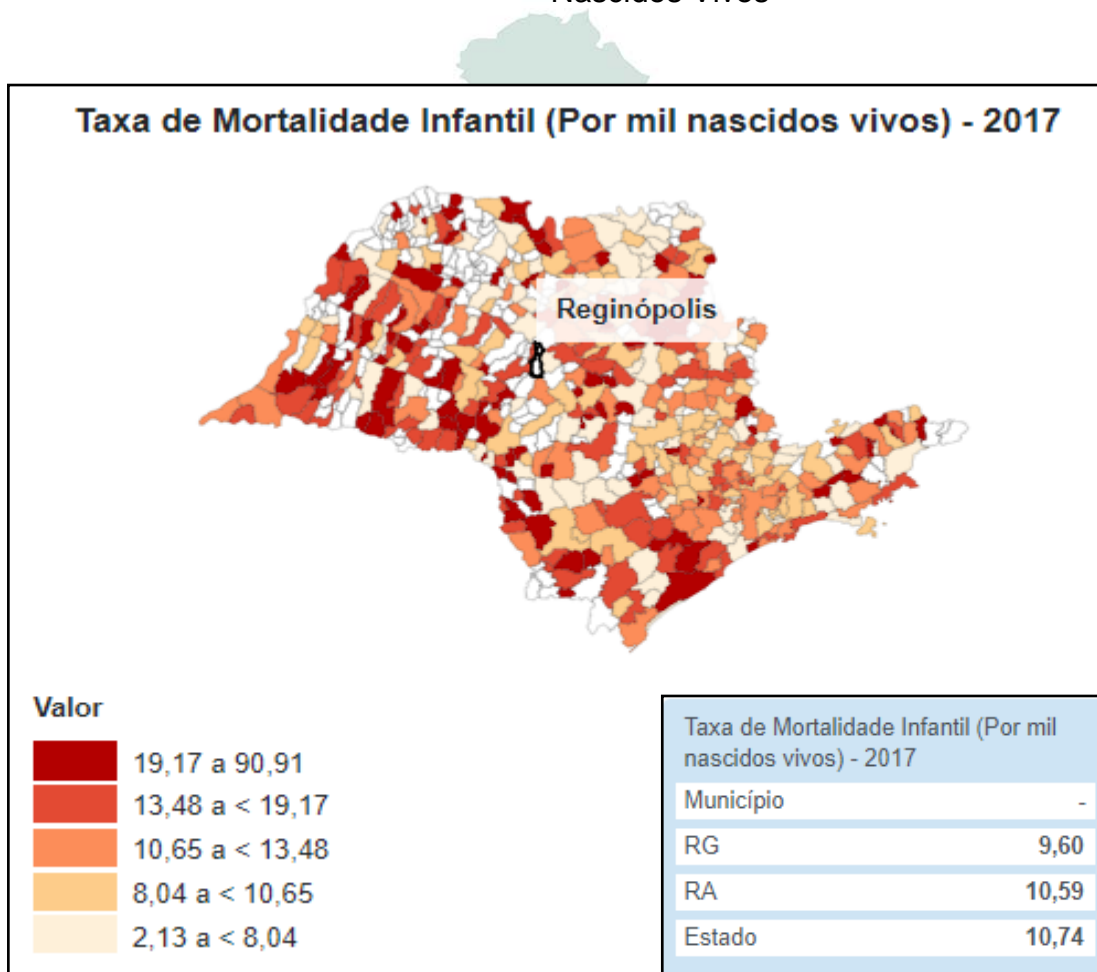


Figura 13 – Taxa de mortalidade Infantil  
Fonte: Fundação SEADE

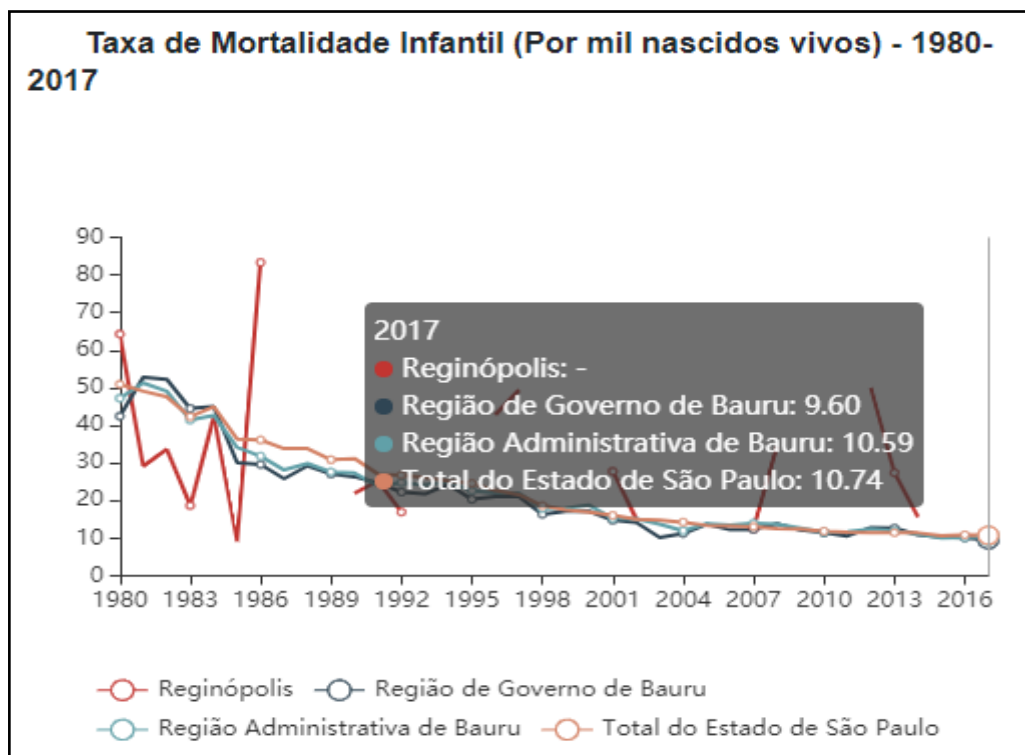


Gráfico 9 – Taxa de Mortalidade Infantil  
Fonte: Fundação SEADE

### 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:

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

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

peças de 25 anos e mais) e a taxa de analfabetismo (percentual das peças 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.

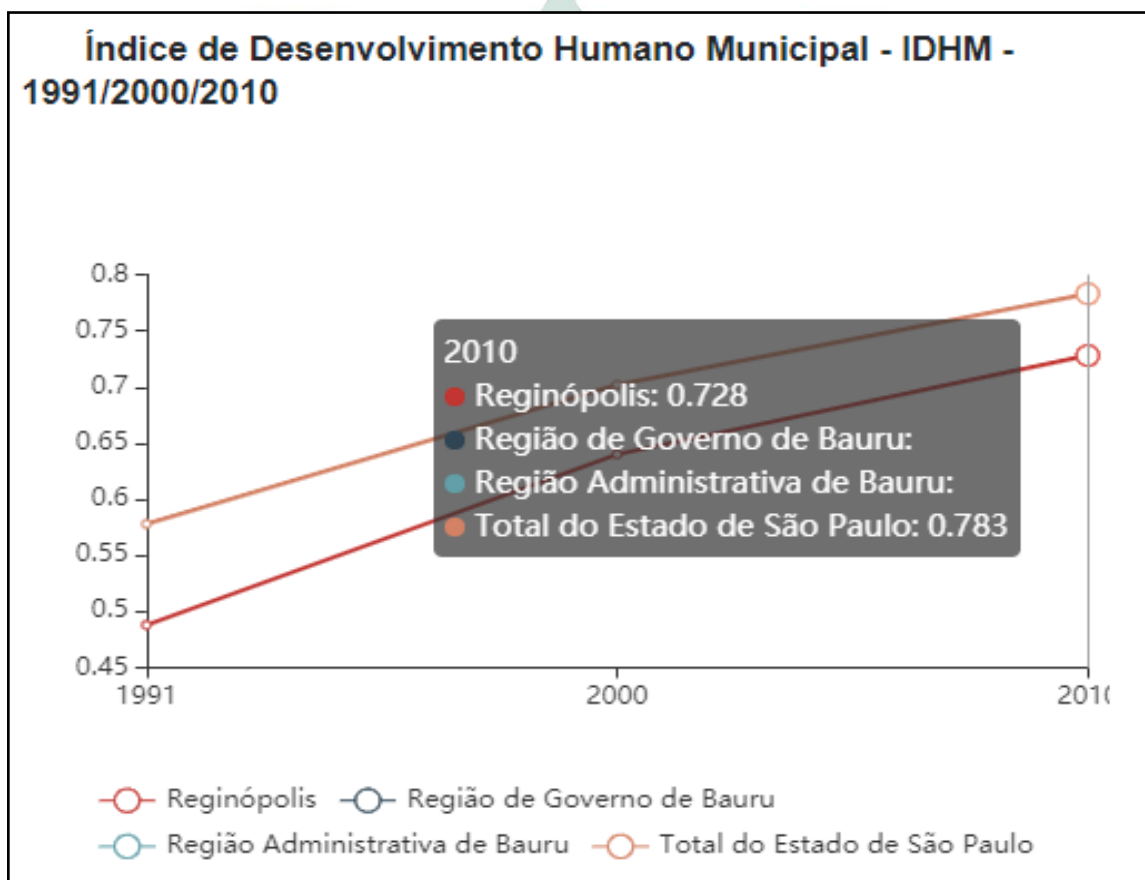


Gráfico 10 – índice de Desenvolvimento Humano Municipal  
Fonte: Fundação SEADE

## 4.4. ECONOMIA

### 4.4.1. Indicadores

Outros indicadores também ilustram a representatividade da economia do município de Reginópolis. 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 Reginópolis, 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.

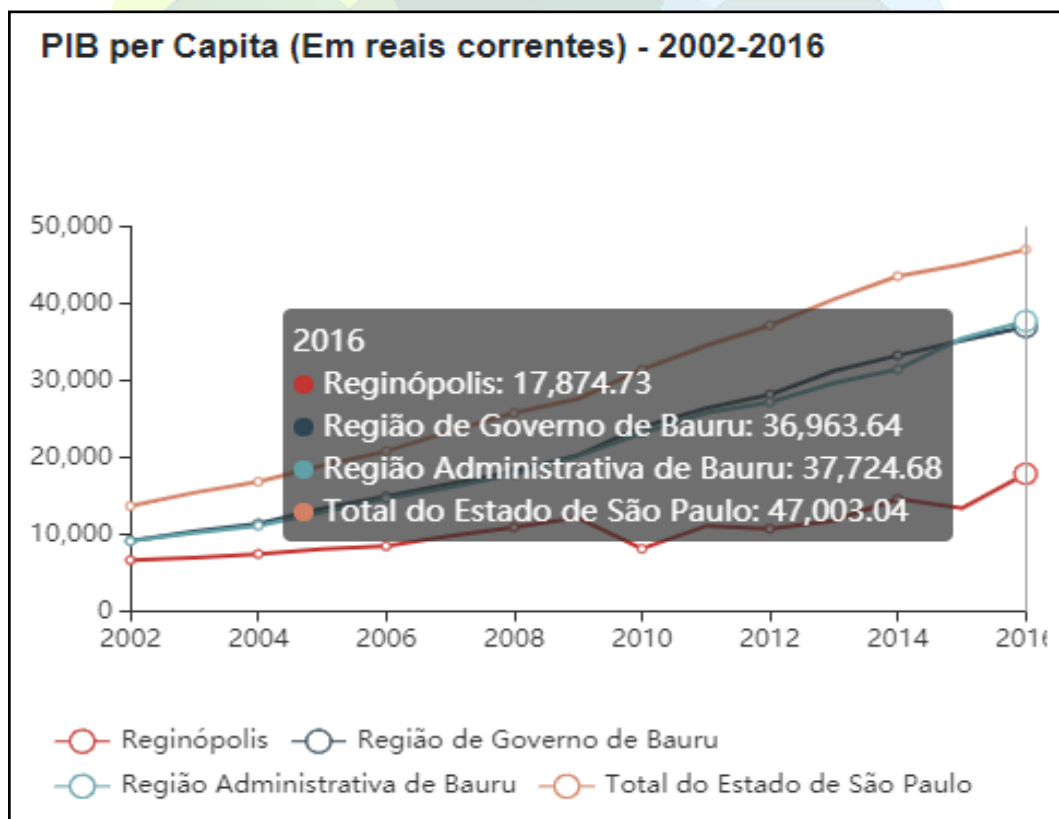


Gráfico 11 – PIB per Capita  
Fonte: Fundação SEADE

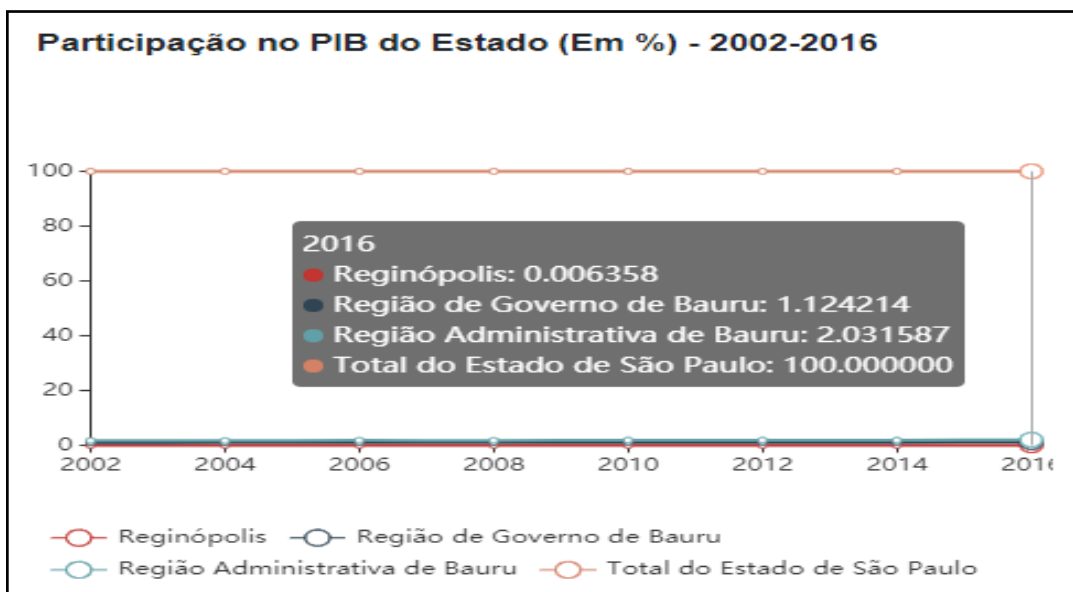


Gráfico 12 – Participação no PIB do Estado  
Fonte: Fundação SEADE

O valor adicionado do setor agropecuário é o valor que a atividade Agropecuária agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo.

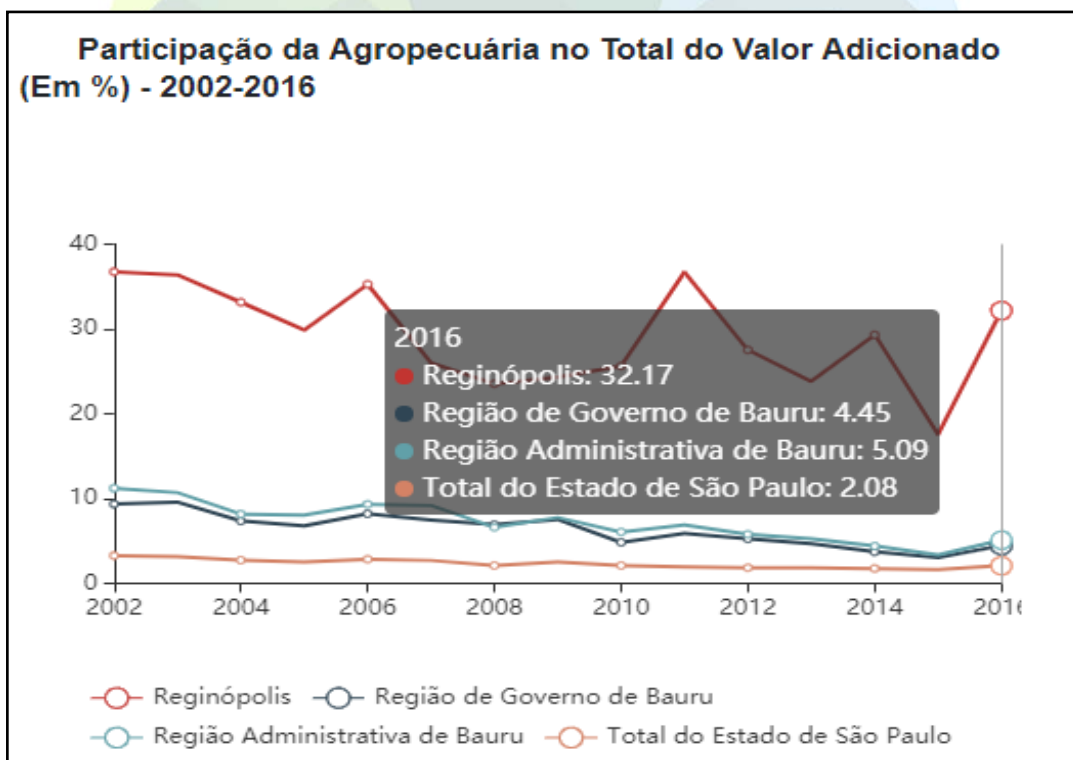


Gráfico 13 – Participação da Agropecuária no Total do Valor Adicionado  
Fonte: Fundação SEADE

O mesmo conceito se aplica aos setores da Indústria e de Serviços.

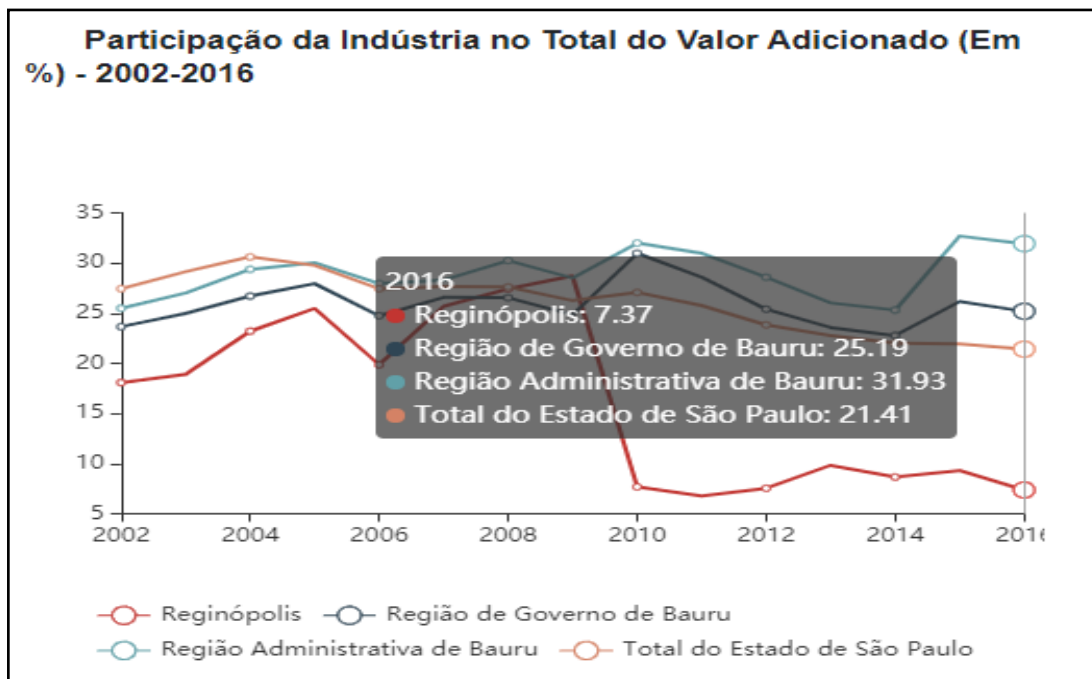


Gráfico 14 – Participação da Indústria aos setores de Indústria e de Serviços  
Fonte: Fundação SEADE

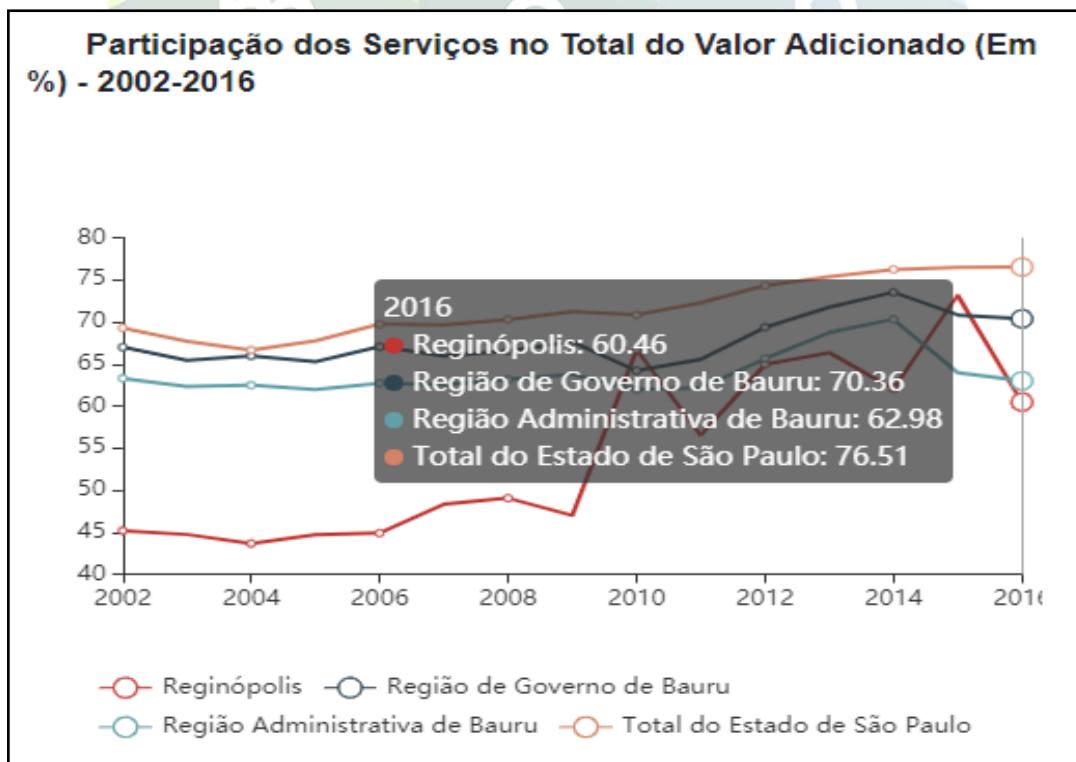


Gráfico 15 – Participação dos Serviços no Total do Valor Adicionado  
Fonte: Fundação SEADE

#### 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, conseqüentemente, 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 edificados 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.

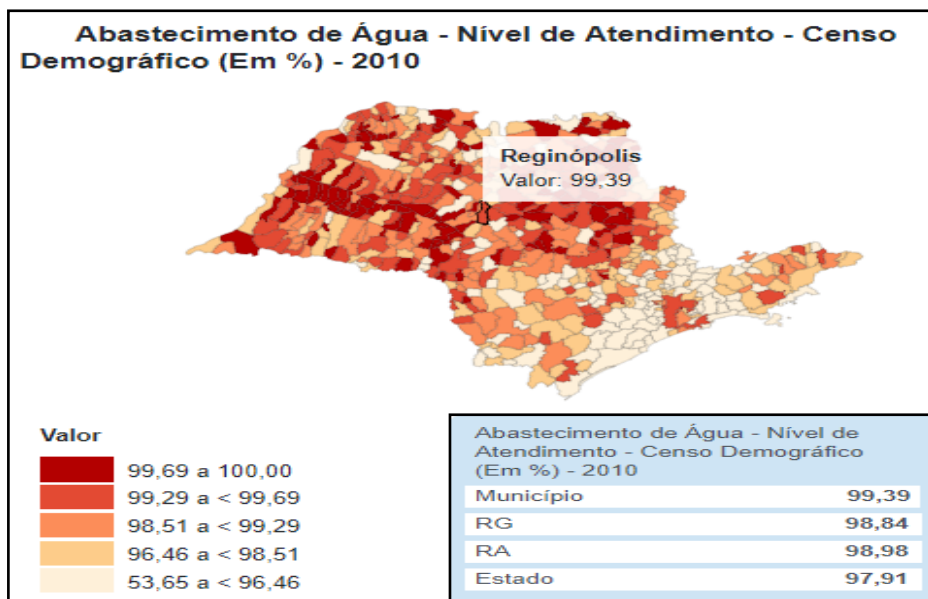


Figura 14 – Abastecimento de Água  
Fonte: Fundação SEADE

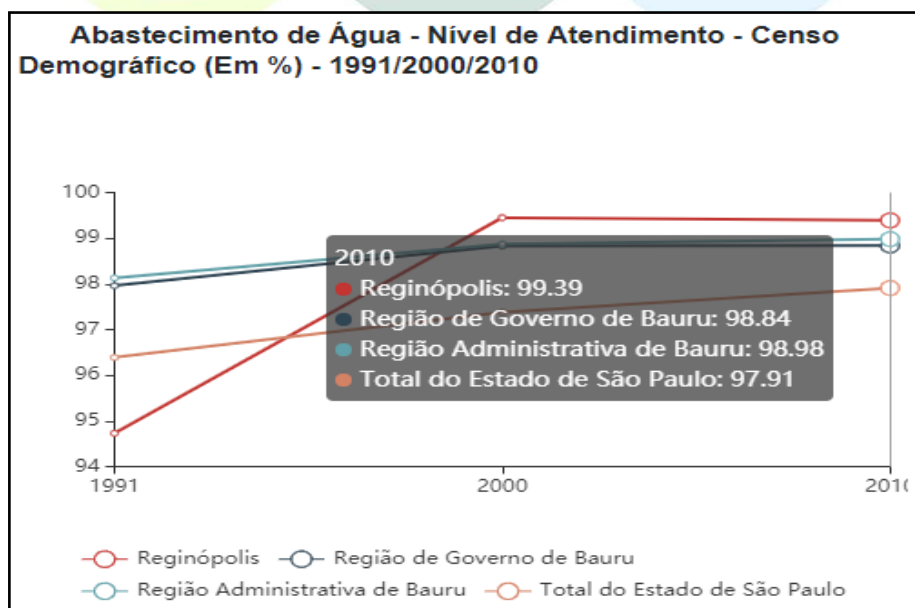


Gráfico 16 – Nível de atendimento do Sistema de Coleta de Lixo  
Fonte: Fundação SEADE



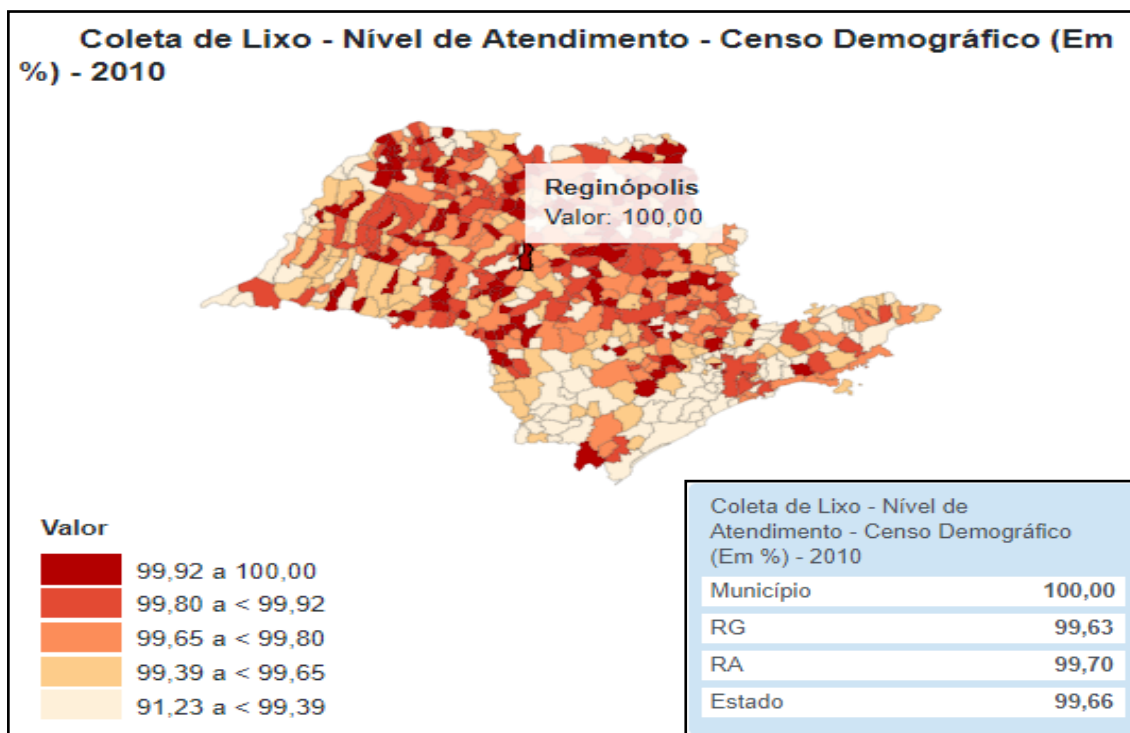


Figura 15 – Coleta de Lixo  
Fonte: Fundação SEADE

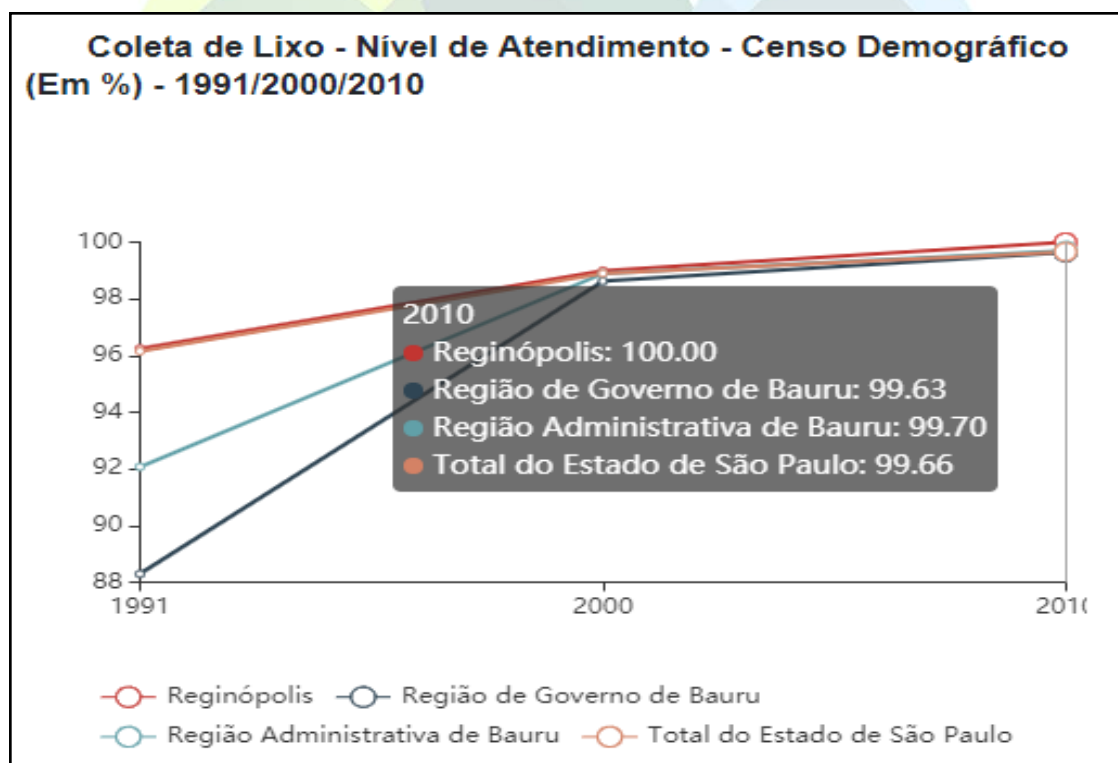


Gráfico 17 – Coleta de lixo  
Fonte: Fundação SEADE

Reginópolis apresenta 100,00% de atendimento em relação ao sistema de coleta de lixo. Define-se também, e considerado como escopo ao estudo, o esgoto sanitário na qual é a porcentagem de domicílios particulares permanentes urbanos atendidos por rede geral de esgoto sanitário ou pluvial.

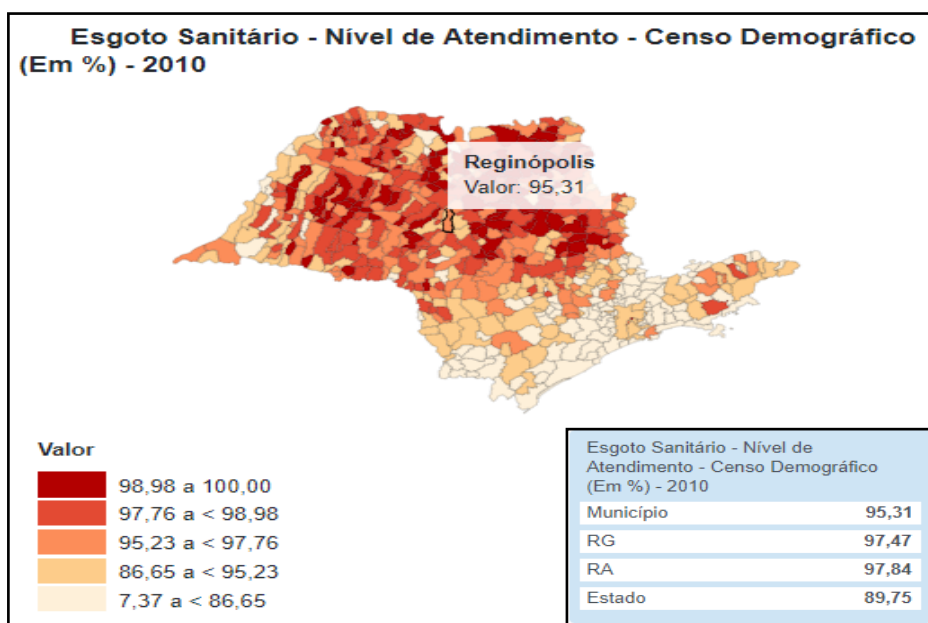


Figura 16 – Nível de atendimento do Sistema de Esgoto Sanitário  
Fonte: Fundação SEADE

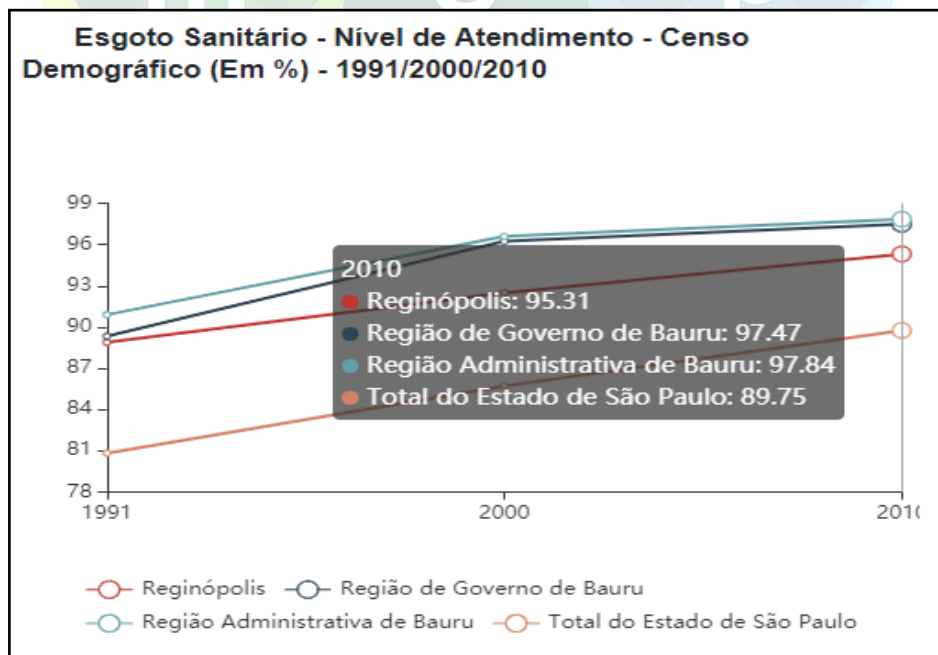


Gráfico 18 – Esgoto Sanitário  
Fonte: Fundação SEADE

Reginópolis apresenta 95,31% do esgoto tratado segundo o IBGE.

#### 4.6. POLÍTICA URBANA

A população do município de Reginópolis 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, Reginópolis 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 dos municípios elaborarem seus Planos Diretores.

Outro instrumento importante para o planejamento das cidades, que vem sendo implantado dentro do CBH-TB, 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

##### 1 - Com o Município de Pirajuí

Começa no rio Batalha, na foz do ribeirão Guaricanga; desce por aquele até a foz do córrego São Joaquim; segue em reta à cabeceira do córrego Mazaro, no divisor Balbinos - São Joaquim; desce por este córrego até o rio Batalha, pelo qual desce até sua foz no rio Tietê.

##### 2 - Com o Município de Borborema

Começa no rio Tietê, na foz do rio Batalha; sobe pelo rio Tietê, até a foz do ribeirão Doce.

##### 3 - Com o Município de Jacanga

Começa no rio Tietê, na foz do ribeirão Doce; pelo qual sobe até sua cabeceira sudocidental; segue pelo divisor Batalha - Claro, até a cabeceira mais ocidental da Água do Meio.

#### 4 - Com o Município de Arealva

Começa no espigão Batalha - Claro, na cabeceira mais ocidental da água do Meio; segue pelo espigão que separa as águas do rio Claro, à esquerda, das do ribeirão Clavinote, à direita, até o pião divisor entre o rio Claro, córrego Boa Vista e ribeirão Clavinote.

#### 5 - Com o Município de Bauru

Começa no pião divisor do córrego Boa Vistam, ribeirão Clavinote e rio Claro; segue pelo divisor Clavinote - Água Parada, até cruzar com o contraforte entre os córregos Boa Vista e da Estiva.

#### 6 - Com o Município de Avaí

Começa no ponto onde o contraforte entre os córregos Boa Vista e da Estiva cruza com o divisor entre as águas do ribeirão Água Parada, à esquerda, e as do ribeirão Clavinote, à direita; segue por este divisor em demanda da foz do ribeirão Guaricanga, no rio Batalha, onde tiveram início estas divisas.

### 4.8. SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS

O sistema de água e esgoto do município é operado pelo “SAAE”. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2013, elaborado pela CETESB, o município de Reginópolis apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário:

Tabela 3 – Dados de saneamento básico do município

UGRHI	Município	Concessão	População Urbana	Atendimento (%)		Eficiência	Carga Poluidora (kg DBO/dia)		ICTEM	Corpo Receptor
				Coleta	Tratamento		Potencial	Remanesc.		
16	Reginópolis	SAAE	5021	100	0		271	271	1,50	Córrego da Cordeira

Fonte: Relatório de Qualidade do Estado de SP–2014

#### 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 pluviométrico no município de REGINÓPOLIS conforme figura.

Tabela 4 – Dados da estação Pluviometrica

Município	Prefixo	Nome	Altitude	Latitude	Longitude
REGINOPOLIS	C6-050	REGINOPOLIS	406,000	21° 53' 17"	49° 14' 03"

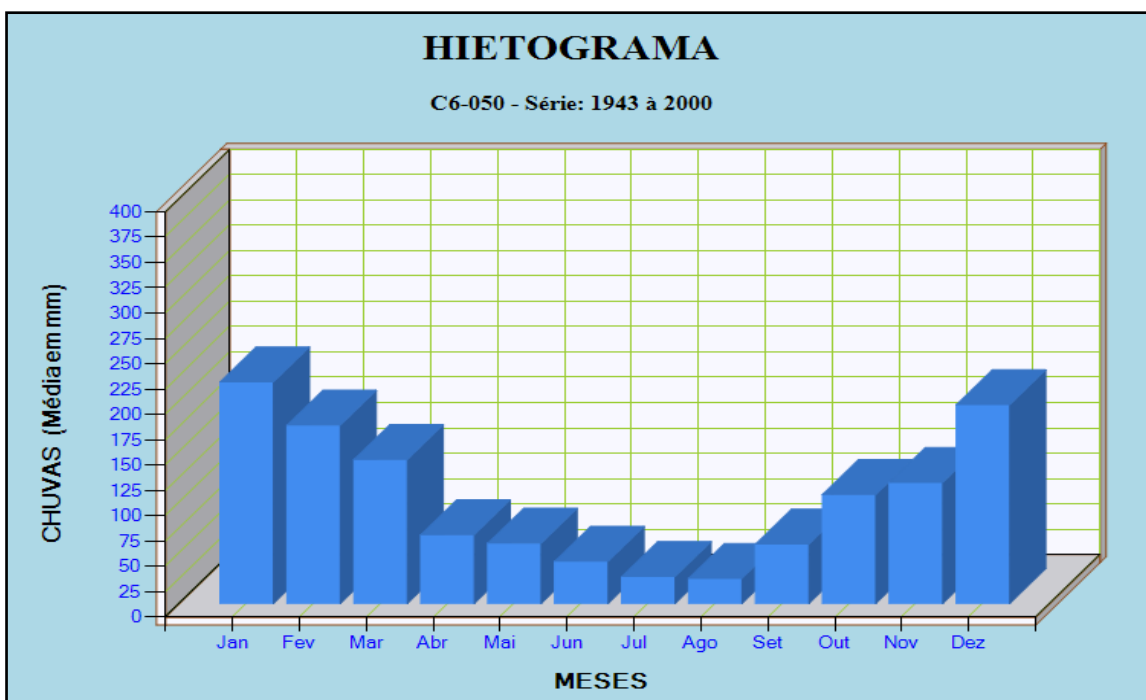


Gráfico 19 – Pluviograma acumulado médio mensal de Reginópolis

#### 4.10. FLUVIOMETRIA

Já em relação aos dados fluviométricos, que medem as vazões dos rios, no município de Reginópolis, segundo dados do DAEE, existe um posto de medição:

Tabela 5 – Fluviograma-vazões mensais

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km <sup>2</sup> )	Curso d'Água
REGINOPOLIS	6C-001	REGINOPOLIS	21° 53' 17"	49° 14' 03"	1.881,00	BATALHA,R

Fonte: DAEE

#### 4.11. DISPONIBILIDADE HÍDRICA

De acordo com os Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, bem como no Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Tietê Batalha (CBH-TB), o município de Reginópolis apresenta um confortável quadro em relação à quantidade de água nesses cursos d'água, conforme podemos observar no quadro seguinte.

A relação de Quantidade Média em relação à população total não é um fator preocupante, por não haver conflitos registrados na Bacia por questões relacionadas à quantidade de água disponível. Além disso, somente disponibilidades abaixo de 2.500 m<sup>3</sup>/hab ano representariam um índice de atenção, e no caso, a Bacia do Tietê/Batalha é de **5.912,52**

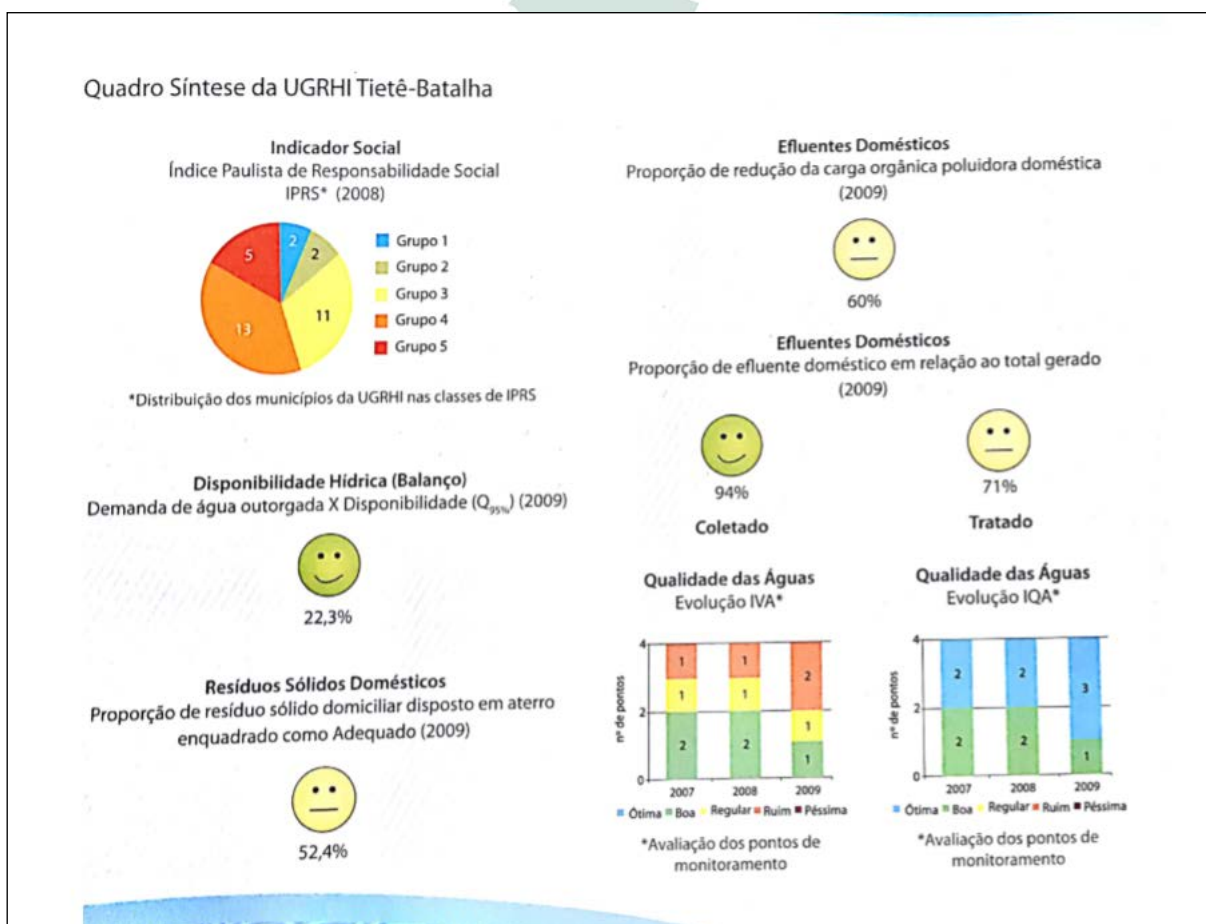


Figura 17 – Disponibilidade de Recursos Hídricos – UGRHI-16

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos – CBH-TB 2014.

## 4.12. CLIMA

O clima é quente e temperado em Reginópolis. Existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano em Reginópolis. Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade. Segundo a Köppen e Geiger a classificação do clima é Cfa. Reginópolis tem uma temperatura média de 21.7 °C. A média anual de pluviosidade é de 1186 mm.

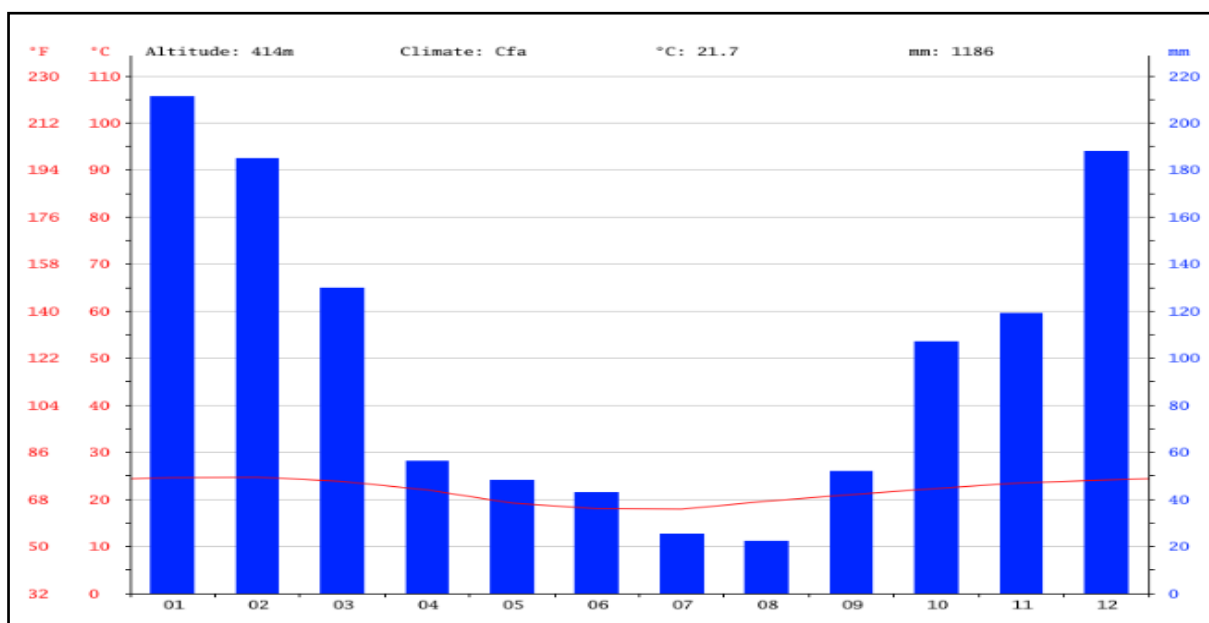


Gráfico 20 – Precipitações médias em Reginópolis  
Fonte: CLIMATE

Agosto é o mês mais seco com 22 mm. Com uma média de 211 mm o mês de Janeiro é o mês de maior precipitação.

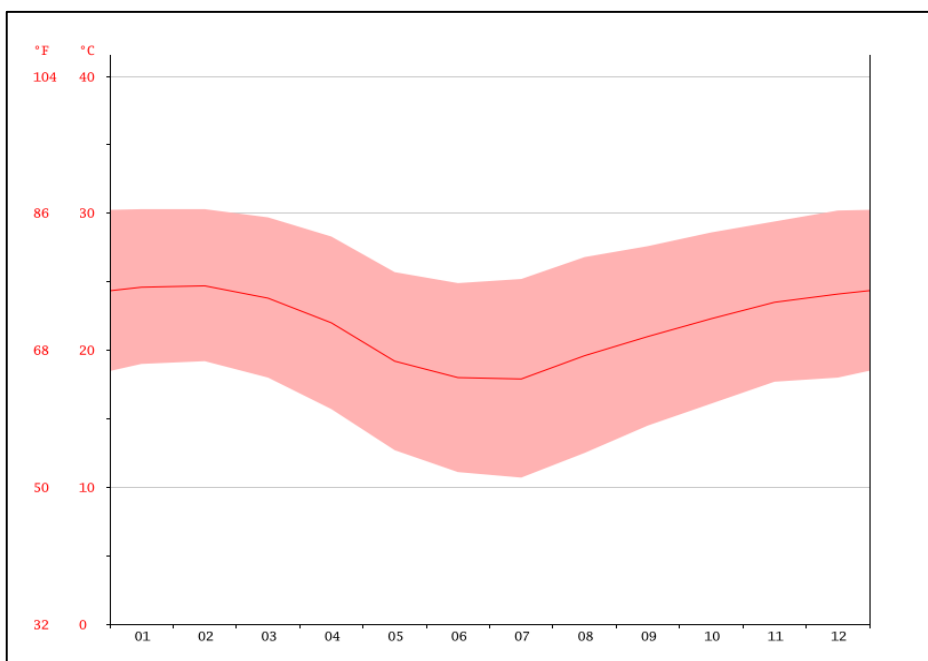


Gráfico 21 – Temperaturas médias em Reginópolis  
Fonte: CLIMATE

## 5. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE REGINÓPOLIS

O Departamento de Água e Esgoto do município de Reginópolis, trata-se de um setor ligado à Prefeitura Municipal de Reginópolis, situa-se na Rua Abraão Ramos, 327 – Centro.

Na Tabela abaixo são apresentados os dados referentes ao ano de 2018/2019 do sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis.

Tabela 6 – Dados referentes ao ano e 2018 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 Água Aço Galvanizado	37,20 m
Extensão da Rede de Água PVC	22.671,50 m
Extensão da Rede de Água Amianto	7.711,30 m
Quantidade de Ligações de Água	2.181
Quantidade de Poços Artesianos Ativos	05



Descrição	Valor
Quantidade de Mananciais	-
Estação de Tratamento	-
Quantidade de Reservatórios	06

\* O tratamento da água bruta no município ocorre através de pastilhas de cloro nos poços profundos.

## 5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE REGINÓPOLIS

O sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis é realizado através da captação de água bruta por 06 poços profundos, sendo que um deles está atualmente desativado. Todos os poços captam a água de forma subterrânea e recalcam através de tubulações de aço galvanizado, PVC ou Amianto a água para os 06 (seis) reservatórios correspondentes ao sistema e também abastecem a rede diretamente através de pressurização, situação esta condenável. Assim, dos reservatórios, através de tubulações de PVC ou Amianto, ocorre o abastecimento por gravidade de água para a rede de distribuição. Não existem estações de tratamento de água, nem minas de captação superficial, sendo que o tratamento é realizado exclusivamente por pastilhas de cloro e dosador de poliuretano aplicado 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 Reginópolis, sendo que posteriormente cada um dos sistemas será detalhado com registros fotográficos realizados no levantamento de campo.

Tabela 7 – Poços existentes no sistema de abastecimento de água de Reginópolis

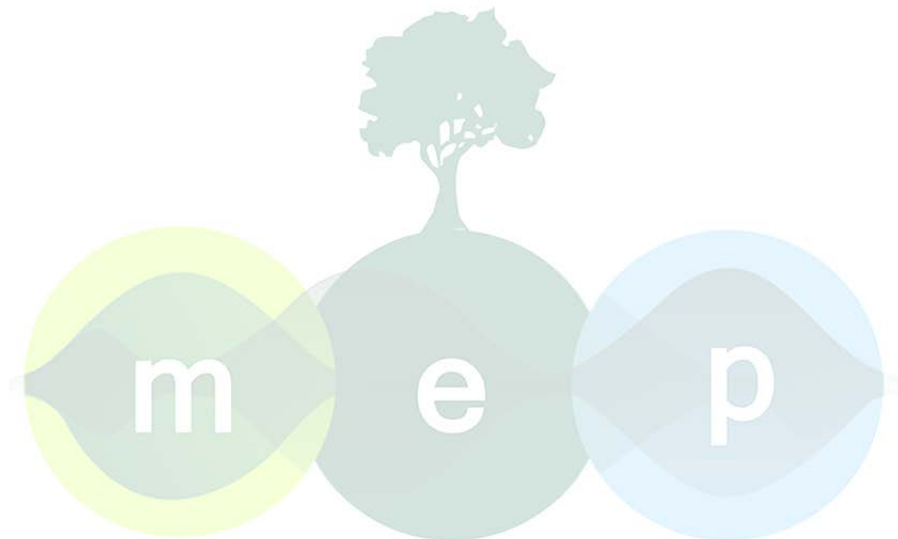
Poço	Denominação	Endereço	Profundidade	Diâmetro	Vazão
P01	Poço 01	Rua João Antônio Garcia	80 m	10"	25.000 l/h
P03	Poço 03	Rua 15 de Agosto	90 m	6"	28.000 l/h

Poço	Denominação	Endereço	Profundidade	Diâmetro	Vazão
P04	Poço 04	Área de Propriedade da Prefeitura Municipal próximo a Escola Profª Celina L. Soares Martins	199 m	6"	30.000 l/h
P05	Poço 05	Avenida Padre Anchieta	200 m	8"	45.000 l/h
P06	Poço 06	Rua Antônio Noronha Ribeiro	340 m	6"	30.000 l/h
<b>TOTAL</b>					<b>158.000 l/h</b>

Tabela 8 – Reservatórios existentes no sistema de abastecimento de água de Reginópolis.

Reservatório	Local	Material	Tipo	Altura	Volume
R01	Avenida Padre Anchieta	Concreto	Apoiado	18,00 m	70.000 l
R02	Avenida Padre Anchieta	Concreto	Semi Enterrado	5,00 m	180.000 l
R03	Avenida Padre Anchieta	Aço	Apoiado	12,00 m	100.000 l
R04	Rua 15 de Agosto	Aço	Apoiado	12,00 m	100.000 l
R05	Rua Antonio Luna	Aço	Apoiado	12,00 m	100.000 l
R06	Rua Alcides Fanale	Aço	Apoiado	15,00 m	150.000 l
<b>TOTAL</b>					<b>700.000 l</b>

Na sequência, é apresentada uma Figura com a localização dos Reservatórios, e os Poços do sistema de abastecimento de água no município de Reginópolis.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS



Figura 18 - Localização dos reservatórios R01, R02, R03, R04, R05 e R06, existentes no município de Reginópolis.

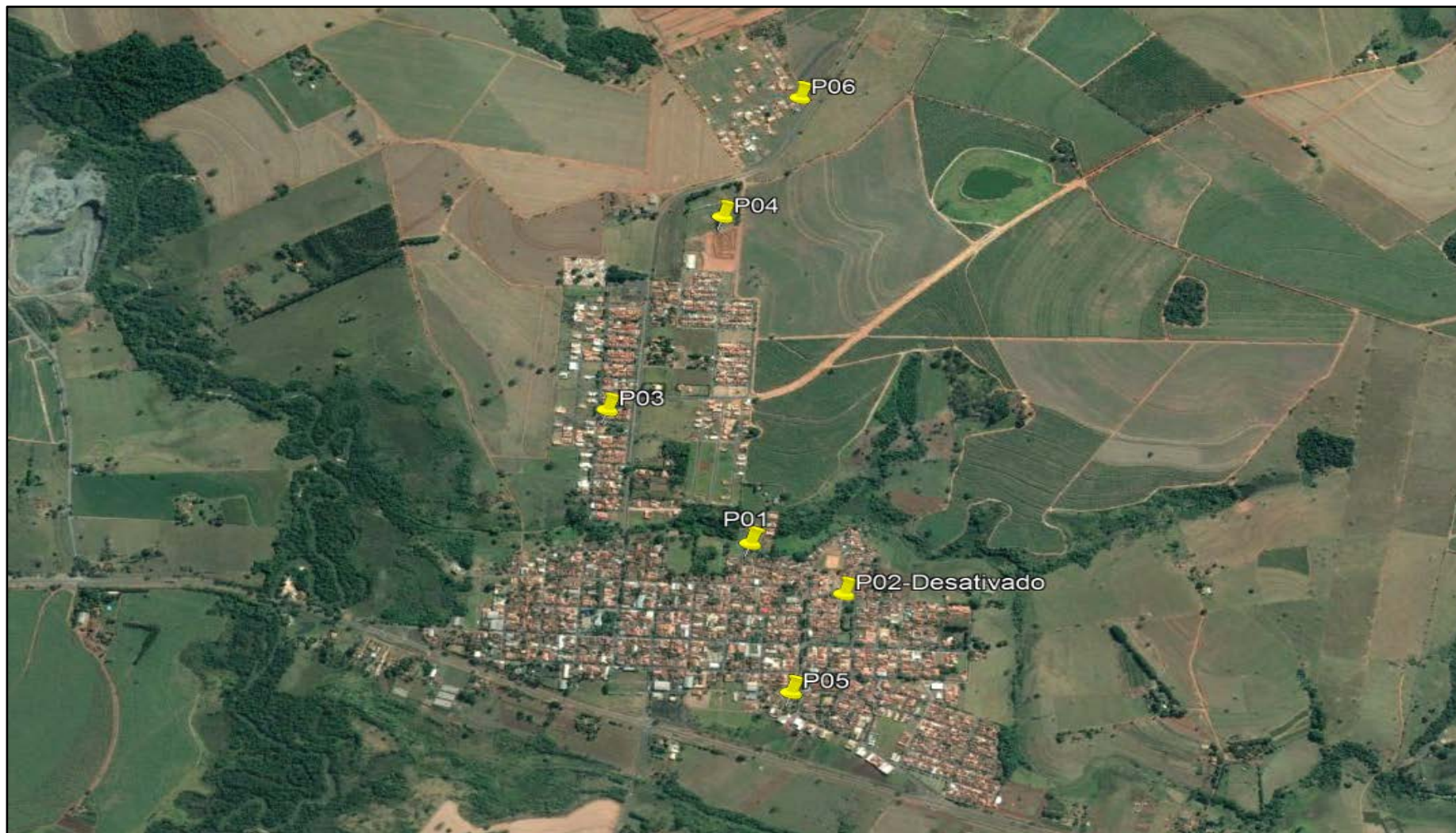


Figura 19 - Localização dos poços P01, P02, P03, P04, P05 e P06 existente no município de Reginópolis

## 5.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 01 (Poço P-01 e P05 – Reservatórios R01, R02, R03)

O sistema de abastecimento 01 no município de Reginópolis corresponde ao maior setor responsável pelo abastecimento do centro municipal, responsável pelo atendimento direto de 1.497 ligações de água. O sistema é composto por 02 poços profundos (Poço P-01 e P-05) e por três reservatórios (R-01, R-02 e R-03).

O poço P-01, localizado na Rua João Antônio Garcia, é constituído de um poço tubular profundo, com vazão média aproximada de 25.000 litros/hora, com funcionamento de 20 horas/dia, profundidade de perfuração de 80 metros, diâmetro de 10”, recalca a água bruta captada através de uma tubulação de Amianto com diâmetro de 8” até o Reservatório principal de abastecimento do Setor, o R-02. Importante ressaltar que esta mesma rede de recalque também abastece diretamente a rede de distribuição do Centro do município, através de pressurização, situação esta condenável para controle das pressões estáticas e dinâmicas do sistema de abastecimento. O sistema de distribuição é composto em sua totalidade por redes de Amianto, com diâmetros que variam de 6” a 4” para as adutoras e de 2” para rede de distribuição.

Destaca-se que o poço P-01 não possui macromedidor de vazão, sendo que o volume de captação é estimado pelo horário de funcionamento da bomba do poço. O poço não possui selo sanitário, mas apresenta laje de proteção. Está situada em área com proteção de alambrado e portão.

Além do poço supracitado, este setor 01 apresenta ainda como fonte de captação de água bruta, o P-05, localizado no mesmo local do Centro de Reservação, na Avenida Padre Anchieta, esquina com a Rua Francisco Diório. É constituído por um poço tubular profundo, com vazão média de 45.000 litros/hora, com funcionamento de 20 horas/dia, profundidade de perfuração de 200 metros, diâmetro de 8” e recalca a água bruta captada para dois reservatórios (R-01 e R-03), sendo que abastece diretamente o R-01 e apenas quando necessário, controlado por registro de manobra, o Reservatório R-03, conforme apresentado em planta cadastral anexa. As redes de recalque para ambos os reservatórios são constituídas de tubulações de PVC 3”. Importante ressaltar que este poço abastece apenas os reservatórios, sem abastecer diretamente a rede de distribuição.

Destaca-se que o poço P-05 não possui macromedidor de vazão, sendo que o volume de captação é estimado pelo horário de funcionamento da bomba do poço. O poço não possui selo sanitário, mas apresenta laje de proteção. Está situada em área com proteção de alambrado e portão juntamente com os três reservatórios descritos a seguir.

O reservatório R-01, recebe a água captada do poço P-05 e faz a distribuição direta através de uma adutora de PVC 2” para o Sub-Setor 01-B – Loteamento Residencial Maquette, atendendo a 70 ligações totais de água. Também auxilia, junto ao Reservatório R-03 no abastecimento do Sub-Setor 01-D – Jardim Paineira, principalmente aos bairros “Issa Salmen”, Jardim Vista Alegre e Jardim Primavera, atendendo parcialmente um total de 695 ligações totais neste sub-setor. Ele tem capacidade de 70.000 litros, do tipo apoiado, em concreto e de forma cilíndrica. Além do abastecimento por gravidade dos sub-setores descritos acima, este reservatório também abastece os outros dois reservatórios do sistema (R-02 e R-03) através de um conjunto moto-bomba instalado na saída da tubulação de recalque de PVC 3”.

O reservatório R-02, recebe a água captada do poço P-01, conforme descrito anteriormente e do Reservatório R-01 e faz a distribuição direta através de uma adutora de Amianto 4” para o Sub-Setor 01-C – Conjunto Habitacional José Veloso Dias, atendendo a 127 ligações totais de água. Importante salientar que a mesma rede de recalque do Poço P-01 que abastece este reservatório, também tem função de adutora de abastecimento do Sub-Setor 01-A – Centro, ou seja, quando o poço é desligado e o reservatório se encontra em seu nível máximo de água, ele abastece por gravidade o setor, que é responsável pela distribuição de água potável diretamente a 605 ligações totais de água. Ele tem capacidade de 180.000 litros, do tipo semienterrado, em concreto e de forma cilíndrica.

O reservatório R-03, recebe a água do R-01 e, quando necessário, do poço profundo P-05, controlado através de um registro de manobra, conforme descrito anteriormente e faz a distribuição direta através de uma adutora de PVC 4” para o Sub-Setor 01-D – Jardim Paineira, atendendo parcialmente um total de 695 ligações totais de água, principalmente aos bairros: Jardim Paineira, Conjunto Habitacional Benjamin Lázari e Conjunto Habitacional Nova Conquista. Ele tem capacidade de 100.000 litros, do tipo apoiado, metálico e de forma cilíndrica.

Importante destacar que antes do recalque para os reservatórios, a água bruta captada em ambos os poços profundos é submetida a um tratamento químico com pastilhas de cloro e poliuretano nas suas respectivas “casas de tratamento”, conforme será visto nas imagens posteriores.

A casa de armazenamento dos produtos químicos e o painel elétrico dos poço e dos reservatórios apresentam-se em condições adequadas para uso, porém podem necessitar de reformas e algumas adequações estruturais futuramente. Os poços possuem sistema de inversor de frequência no painel, e o nível do reservatório é controlado por eletrodo para acionamento dos poços profundos.

Nas tabelas abaixo estão apresentadas as características do Poço P-01 e Poço P-05.

Tabela 9 – Características do Poço P-01

<b>Parâmetro</b>	<b>Poço 01</b>
Profundidade	80,00 m
Selo sanitário	Não Possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	Bomba Ebara
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	25.000 litros/hora
Funcionamento	20 horas/dia

OBS: Os dados de vazão e horário de funcionamento foram informados por técnicos e operadores do sistema, da Prefeitura Municipal, sendo que os mesmos foram aferidos por medição ultrassônica, apresentado em capítulo posterior.

Tabela 10 – Características do Poço P-05

<b>Parâmetro</b>	<b>Poço 05</b>
Profundidade	200,00 m
Selo sanitário	Não Possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	Bomba Ebara



Parâmetro	Poço 05
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	45.000 litros/hora
Funcionamento	20 horas/dia

OBS: Os dados de vazão e horário de funcionamento foram informados por técnicos e operadores do sistema, da Prefeitura Municipal, sendo que os mesmos foram aferidos por medição ultrassônica, apresentado em capítulo posterior.

Na sequência são apresentadas as figuras que ilustram o sistema de abastecimento descrito.



Figura 20 – Poço 01 com tubulação de recalque



Figura 21 – Detalhe do Poço 01 com tubulação de recalque



Figura 22 – Casa de tratamento do Poço P-01



Figura 23 - Poço 01 – Detalhe do local de perfuração



Figura 24 – Poço P-05

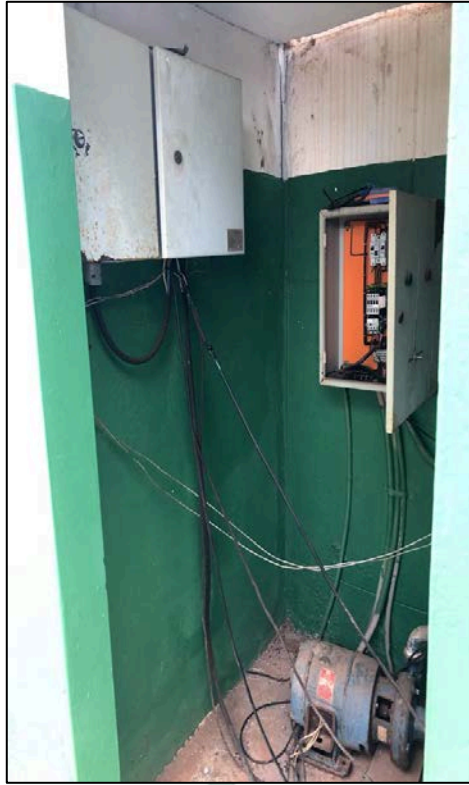


Figura 25 – Painel elétrico do Poço P-05



Figura 26 – Reservatório R-03 Apoiado



Figura 27 – Reservatório R-01 Apoiado



Figura 28 – Reservatório R-01 e R-02



Figura 29 – Reservatório R-03

### 5.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 02 (Poço P-03 - Reservatório R-04)

O sistema de abastecimento 02 no município de Reginópolis é responsável direto pelo abastecimento do Núcleo Residencial José de Julio, Loteamento Residencial José Veloso Dias e Conjunto de Chácaras Rainha dos Anjos.

A água é captada através de 1 (um) poço profundo, localizado na esquina das Ruas João da Silveira Franco e 15 de agosto. Esse poço (P-03) é constituído por 1 (um) poço tubular profundo, com vazão média de 28.000 litros/hora, funcionamento de 12 horas/dia, profundidade aproximada de 90 metros de perfuração total, diâmetro de 6”, e recalca a água bruta captada para o reservatório do sistema (R-04), através de uma tubulação de 4” de PVC. Importante destacar que antes do recalque para o reservatório, a água bruta captada é submetida a um tratamento químico com pastilhas de cloro e poliuretano na sua respectiva “casa de tratamento”, conforme será visto nas imagens posteriores.

Destaca-se que o poço P-03 não possui macromedidor de vazão, sendo que o volume de captação é estimado pelo horário de funcionamento da bomba do poço.

O poço não possui selo sanitário, mas apresenta laje de proteção. Está situada em área com proteção de alambrado e portão.

Importante salientar também que a mesma rede de recalque também abastece diretamente a rede de distribuição dos bairros supracitados, através de pressurização, situação esta condenável para controle das pressões estáticas e dinâmicas do sistema de abastecimento. O sistema de distribuição é composto em sua totalidade por redes de PVC, com diâmetros que variam de 4” para as adutoras e de 2” para rede de distribuição.

O reservatório R-04, recebe a água captada do poço P-03, conforme descrito anteriormente e faz a distribuição direta através de uma adutora de PVC 4” para o Setor 02. Importante salientar que a mesma rede de recalque do Poço P-03 que abastece este reservatório, também tem função de adutora de abastecimento do Setor, ou seja, quando o poço é desligado e o reservatório se encontra em seu nível máximo de água, ele abastece por gravidade o setor, que é responsável pela distribuição de água potável diretamente a 293 ligações totais de água. Ele tem capacidade de 100.000 litros, do tipo apoiado, metálico e de forma cilíndrica, localiza-se ao final da Rua 15 de agosto, em local aberto, sem fechamento com alambrados, muros e portão.

A casa de armazenamento dos produtos químicos e o painel elétrico do poço e do reservatório apresentam-se em boas condições, bem como os equipamentos elétricos. O poço possui sistema de inversor de frequência no painel, e o nível do reservatório é controlado por eletrodo para acionamento do poço profundo.

Na tabela a seguir estão apresentadas as características do Poço P-03.

Tabela 11 – Características do Poço P-03

<b>Parâmetro</b>	<b>Poço 03</b>
Profundidade	90,00 m
Selo sanitário	Não Possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	Bomba Ebara
Inversor de frequência	Possui

Parâmetro	Poço 03
Transformador de energia	Não possui
Vazão	28.000 litros/hora
Funcionamento	12 horas/dia

OBS: Os dados de vazão e horário de funcionamento foram informados por técnicos e operadores do sistema, da Prefeitura Municipal, sendo que os mesmos foram aferidos por medição ultrassônica, apresentado em capítulo posterior.

Na sequência são apresentadas as Figuras que ilustram o sistema de abastecimento de água descrito.



Figura 30 – Poço P-03 em local fechado com alambrados e portão





Figura 31 – Detalhe do Poço P-03



Figura 32 – Reservatório R-04 Apoiado

#### 5.4. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 03 (Poço P-04 – Reservatório R-05)

O sistema de abastecimento 03 no município de Reginópolis é responsável direto pelo abastecimento do Jardim Monte Alegre e Residencial Antônio Bentoca, sendo responsável pela distribuição de água para 257 ligações totais e está localizado em área de propriedade da Prefeitura Municipal próximo a escola Profª Celina L. Soares Martins.

A água é captada através de 1 (um) poço profundo, que foi perfurado no mesmo local do reservatório de abastecimento. Esse poço (P-04) é constituído por 1 (um) poço tubular profundo, com vazão média de 30.000 litros/hora, funcionamento de 10 horas/dia, profundidade aproximada de 199 metros de perfuração total, diâmetro de 6” e recalca a água bruta captada para o reservatório do sistema (R-05), por um conjunto motobomba através de uma tubulação de 4” aço galvanizado. Importante destacar que antes do recalque para o reservatório, a água bruta captada é submetida a um tratamento químico com pastilhas de cloro e poliuretano na sua respectiva “casa de tratamento”, conforme será visto nas imagens posteriores.

Destaca-se que o poço P-04 não possui macromedidor de vazão, sendo que o volume de captação é estimado pelo horário de funcionamento da bomba do poço. O poço não possui selo sanitário, mas apresenta laje de proteção. Está situada em área com proteção de alambrado e portão.

O reservatório R-05, que é a única reservação do sistema de abastecimento 03, recebe a água captada do poço P-04 e faz a distribuição para os locais supracitados por sistema de gravidade. Ele tem capacidade de 100.000 litros, do tipo apoiado, metálico e de forma cilíndrica. Deste reservatório sai uma adutora de água principal com diâmetro de 2”, de PVC, que depois é ramificada para a rede de abastecimento, também em sua totalidade com material de PVC e diâmetro de 2”.

A casa de armazenamento dos produtos químicos e o painel elétrico do poço e do reservatório apresentam-se em boas condições, bem como os equipamentos elétricos. O poço possui sistema de inversor de frequência no painel, e o nível do reservatório é controlado por eletrodo para acionamento do poço profundo.

Na tabela abaixo estão apresentadas as características do Poço P-04.

Tabela 12 – Características do Poço P-04

Parâmetro	Poço 04
Profundidade	199,00 m
Selo sanitário	Não Possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	Bomba Ebara
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	30.000 litros/hora
Funcionamento	10 horas/dia

OBS: Os dados de vazão e horário de funcionamento foram informados por técnicos e operadores do sistema, da Prefeitura Municipal, sendo que os mesmos foram aferidos por medição ultrassônica, apresentado em capítulo posterior.

Na sequência é apresentada a Figura que ilustra o sistema de abastecimento de água descrito.



Figura 33 – Poço P-04 e Reservatório R-05

## 5.5. SISTEMA DE ABASTECIMENTO 04 (Poço P-06 – Reservatório R06)

O sistema de abastecimento 04 no município de Reginópolis é responsável direto pelo abastecimento do Jardim Maria Luiza I, sendo responsável pela distribuição de água para 134 ligações totais e está localizado na Rua Alcides Fanale.

A água é captada através de 1 (um) poço profundo, que foi perfurado no mesmo local do reservatório de abastecimento. Esse poço (P-06) é constituído por 1 (um) poço tubular profundo, com vazão média de 30.000 litros/hora, funcionamento de 8 horas/dia, profundidade aproximada de 340 metros de perfuração total, diâmetro de 6” e recalca a água bruta captada para o reservatório do sistema (R-06), por um conjunto motobomba através de uma tubulação de 3” aço galvanizado. Importante destacar que antes do recalque para o reservatório, a água bruta captada é submetida a um tratamento químico com pastilhas de cloro e poliuretano na sua respectiva “casa de tratamento”, conforme será visto nas imagens posteriores.

Destaca-se que o poço P-06 não possui macromedidor de vazão, sendo que o volume de captação é estimado pelo horário de funcionamento da bomba do poço. O poço não possui selo sanitário, mas apresenta laje de proteção. Está situada em área com proteção de alambrado e portão.

O reservatório R-06, que é a única reservação do sistema de abastecimento 04, recebe a água captada do poço P-06 e faz a distribuição para o bairro supracitado por sistema de gravidade. Ele tem capacidade de 150.000 litros, do tipo apoiado, metálico e de forma cilíndrica. Deste reservatório sai uma adutora de água principal com diâmetro de 6”, de Aço Galvanizado, que logo depois é reduzida para outra adutora de PVC 3”, que posteriormente é ramificada para a rede de abastecimento, que apresenta em sua totalidade tubulação com material de PVC e diâmetro de 2”.

A casa de armazenamento dos produtos químicos e o painel elétrico do poço e do reservatório apresentam-se em boas condições, bem como os equipamentos elétricos. O poço possui sistema de inversor de frequência no painel, e o nível do reservatório é controlado por eletrodo para acionamento do poço profundo.

Na tabela abaixo estão apresentadas as características do Poço P-06.

Tabela 13 – Características do Poço P-06

Parâmetro	Poço 06
Profundidade	340,00 m
Selo sanitário	Não Possui
Laje de proteção	Possui
Alambrado e portão	Possui
Moto Bomba	Bomba Ebara
Inversor de frequência	Possui
Transformador de energia	Não possui
Vazão	30.000 litros/hora
Funcionamento	8 horas/dia

OBS: Os dados de vazão e horário de funcionamento foram informados por técnicos e operadores do sistema, da Prefeitura Municipal, sendo que os mesmos foram aferidos por medição ultrassônica, apresentado em capítulo posterior.

Na sequência são apresentadas as Figuras que ilustram o sistema de abastecimento de água descrito.



Figura 34 – Poço P-06



Figura 35 – Reservatório R-06

## 6. SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO

A população total do município de Reginópolis é de 7.224 habitantes (SEADE 2019), atendida pelo sistema de abastecimento, para um total de ligações, segundo o Departamento de Água e Esgoto do município, de 2.181 unidades, distribuídas em quatro (04) setores de abastecimento de água, delimitadas através de planta cadastral, conforme explicitado nos itens posteriores.

Importante ressaltar que para fins de cálculos de vazão de demanda de cada um dos setores, também constantes nas plantas cadastrais, serão considerados o número de ligações ativas atuais.

As Figuras a seguir apresentam as estatísticas de consumo por categoria referente ao período de janeiro a agosto de 2019, o número de ligações no município separados por categoria de consumidores, bem como o consumo medido e faturado, fornecidos pela Prefeitura Municipal de Reginópolis.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE REGINÓPOLIS**

PREFEITURA MUNICIPAL DE REGINÓPOLIS CNPJ: 44556033000198

Rua Abrahão Ramos, Nº 327 - Centro

Est. estatística de Consumo por Categoria Referência de: 01/2019 até: 08/2019 Situação: 1 Cobrança: 01

Data Emissão: 10/09/2019  
Hora: 08:39:35  
Exercício: 2019  
Usuário: ANTONIO  
Página(s): 1 de 2

**Referência: 1/2019**

Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	37	51
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1605	29443	30535
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	123	2562	3339
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	187	187
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	949	1000
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	3490	3765
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	228	2914	4120
<b>Quantidade: 7</b>		<b>Totalização:</b>		2181	2122
				39582	42997

**Referência: 2/2019**

Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	26	46
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1608	26395	27564
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	123	2442	3229
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	163	163
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	667	753
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	2708	2977
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	235	3135	4332
<b>Quantidade: 7</b>		<b>Totalização:</b>		2181	2132
				35536	39064

**Referência: 3/2019**

Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	26	46
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1610	21673	24432
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	124	2187	3040
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	171	171
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	555	682
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	2339	2659
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	239	2339	3935
<b>Quantidade: 7</b>		<b>Totalização:</b>		2181	2139
				29290	34965

**Referência: 4/2019**

Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	29	46
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1614	28032	29783
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	124	2977	3336
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	192	192
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	740	820
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	2720	3086
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	244	3205	4505
<b>Quantidade: 7</b>		<b>Totalização:</b>		2181	2148
				37895	41768

**Referência: 5/2019**

Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	38	56
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1617	28379	30111
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	125	2652	3352
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	193	193
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	801	886
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	3125	3166
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	245	3133	4453

Fiorilli Sociedade Civil Software

Figura 36 – Relatório: Estatísticas de Consumo por Categoria Referência de 01/2019 até 08/2019

Fonte: Prefeitura Municipal de Reginópolis

Quantidade: 7		Totalização:		2181	2153	38321	42217
<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE REGINÓPOLIS</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE REGINÓPOLIS CNPJ: 44556033000198 Rua Abraão Ramos, Nº 327 - Centro Est. estatística de Consumo por Categoria Referência de: 01/2019 até: 08/2019 Situação: 1 Cobrança: 01							
Data Emissão: 10/09/2019 Hora: 08:39:35 Exercício: 2019 Usuário: ANTONIO Página(s): 2 de 2							
Referência: 6/2019							
Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado		
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	30	51		
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1625	22087	24757		
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	125	1967	2810		
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	155	155		
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	578	689		
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	2542	2921		
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	252	2643	4208		
<b>Quantidade: 7</b>		<b>Totalização:</b>		2181	2168	30002	35591
Referência: 7/2019							
Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado		
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	27	50		
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1625	18145	21343		
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	125	1615	2470		
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	130	130		
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	404	563		
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	1830	2377		
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	255	2083	3981		
<b>Quantidade: 7</b>		<b>Totalização:</b>		2181	2171	24234	30914
Referência: 8/2019							
Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado		
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	46	61		
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1627	26831	28750		
04	COMERCIAL AGUA E ESGOTO	125	125	2247	2899		
06	INDUSTRIAL AGUA E ESGOTO	4	4	227	227		
07	RES.PIS. E RURAL AGUA	31	31	697	775		
08	RES.PIS. E RURAL AGUA E ESGOTO	127	127	2819	3156		
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	263	3420	4788		
<b>Quantidade: 7</b>		<b>Totalização:</b>		2181	2181	36287	40656

Fiorilli Sociedade Civil Software

Figura 37 - Relatório: Estatísticas de Consumo por Categoria Referência de 01/2019 até 08/2019

Fonte: Prefeitura Municipal de Reginópolis

Pode-se observar que no município de Reginópolis como um todo apresenta um total de 2.181 ligações conforme apresentado no relatório do banco de dados da Prefeitura. Os cálculos das vazões de abastecimentos por setores, assim como, as ligações setorializadas, são apresentadas em item posterior com o diagnóstico de cada um dos setores. Importante ressaltar que na primeira etapa não são realizados



cálculos de projeção de habitantes, pois as condições do diagnóstico baseiam-se na situação atual do município. As projeções do aumento de número de ligações dos setores foram realizadas na etapa de prognóstico, neste mesmo relatório, com as medidas para melhoria das unidades operacionais considerando um horizonte de projeto de 20 anos, com a previsão das ligações totais prevendo a ocupação dos loteamentos periféricos que estão surgindo no município.

## 6.1. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

A extensão total da rede de distribuição na sede municipal de Reginópolis é de aproximadamente 30,5 km (30.420,00 m), sendo constituído em sua maioria por material de PVC, com extensão de 22.671,50 m, 37,20 m de material Aço Galvanizado, constituídos em sua maioria nas ligações entre os poços profundos e os reservatórios, e 7.711,30 m de material Amianto. O diâmetro das tubulações é de maioria 2", exceto às redes adutoras e recalques de ligação entre poços e reservatórios, que variam de 3" a 8".

Na tabela a seguir, é possível observar as redes de distribuição, adução e recalque com seus respectivos materiais e diâmetros, no município de Reginópolis.

Tabela 14 – Diâmetro e extensão das redes do município de Reginópolis

DIÂMETRO	EXTENSÃO (Metros)			
	PVC	Aço Galv.	Amianto	TOTAL GERAL
1 ½"	192,50	-	-	<b>192,50 m</b>
2"	20.857,45	-	5.497,30	<b>26.354,75 m</b>
3"	700,05	4,00	486,30	<b>1.190,35 m</b>
4"	921,50	22,55	521,40	<b>1.465,45 m</b>
6"	-	10,65	502,40	<b>513,05 m</b>
8"	-	-	703,90	<b>703,90 m</b>
<b>TOTAL</b>	<b>22.671,50 m</b>	<b>37,20 m</b>	<b>7.711,30 m</b>	<b>30.420,00 m</b>

## 7. DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

O Plano Diretor de Combate a Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público do município de Reginópolis 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;

## 8. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

### 8.1. ELABORAÇÃO DE BASE CADASTRAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

O Departamento de Água e Esgoto de Reginópolis possui um cadastro básico que contém certo nível em relação a informações cadastrais digitais. Diante disso foi gerado uma planta digital da cidade numa escala apropriada onde foram armazenados os dados básicos do sistema de abastecimento, tais como: estação de tratamento de água, casa de bombas, adutoras, reservatórios de água tratada e a rede de distribuição. Essa planta geral com sua articulação está sendo apresentada neste Relatório de Atividades, 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 do Departamento de Água e Esgoto do município e repassadas para o arquivo digital em cores e escalas apropriada.

## 8.2. PROJETO DE SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Para o Projeto de Setorização foram realizados os levantamentos iniciais do macro sistema considerando o processo de operação que o Departamento de Água e Esgoto de Reginópolis 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.

### 8.2.1. 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. 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, caso este perceptível no sistema de abastecimento nº 01 e nº 02, conforme descrito na caracterização do mesmo.

Desta forma o projeto da setorização da rede de distribuição do município de Reginópolis foi baseado na setorização clássica, 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 500 kPa (50,0 mca), e a pressão dinâmica mínima, não deve ser inferior a 100 kPa (10,0 mca).

Para o desenvolvimento desta atividade foi realizada análise de toda a rede de distribuição do Sistema de Abastecimento de Água de Reginópolis, 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, para esta etapa final de prognóstico foram realizadas as seguintes ações:

- Delimitação nas plantas cadastrais dos setores;
- 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.

#### 8.2.2. 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.

### 8.2.3. 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 à série histórica do consumo mensal das respectivas ligações de água.

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

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

Em que:

$Q_{setor}$  = vazão média do setor (m<sup>3</sup>/mês); e

$Q_{lig.}$  = vazão média mensal de uma residência (m<sup>3</sup>/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:

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

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

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

Para a definição do valor de consumo per capita do município de Reginópolis para a realização dos cálculos de demanda de vazão de cada um dos setores de abastecimento de água, foi solicitado o histórico no banco de dados de micromedições do município, conforme apresentado anteriormente no item 6.0 Sistema de Micromedição. A Tabela a seguir apresentada o mês de referencia da leitura do volume de consumo medido, referente ao ano de 2019 no período de janeiro a agosto.

Tabela 15 – Referência do consumo medido de água.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Referência	Consumo medido (m <sup>3</sup> /mês)
Jan/19	39582

Fev/19	35536
Mar/19	29290
Abr/19	37895
Referência	Consumo medido (m <sup>3</sup> /mês)
Mai/19	38321
Jun/19	30002
Jul/19	24234
Ago/19	36287
Total	271147
<b>Média do Consumo (8 últimos meses)</b>	<b>33893</b>

De acordo com os dados fornecidos, o município apresenta uma medição média de consumo medido 33893 m<sup>3</sup>/mês ou 1.129,77 m<sup>3</sup>/dia. Considerando 03 habitantes por economia/ligação de água ( $3 \times 2.181 = 6.543$ ), que apresenta a realidade municipal comparada ao total de população abastecida, temos que o consumo per capita no município de Reginópolis é de  $1.129,77 \text{ m}^3/\text{dia} / 6543 \text{ habitantes} = 0,17267 \text{ m}^3/\text{hab.dia} \times 1000 = \mathbf{172,67 \text{ l/hab.dia}}$ , valor que será utilizada para a realização dos cálculos de demanda de vazão e reservação por setor de abastecimento, apresentado em capítulo posterior neste relatório.

Como o município possui micromedição em 99% das ligações, os dados de leitura dos hidrômetros são recentes e confiáveis para a definição do consumo per capita, utilizado nos cálculos de diagnóstico dos setores de abastecimento.

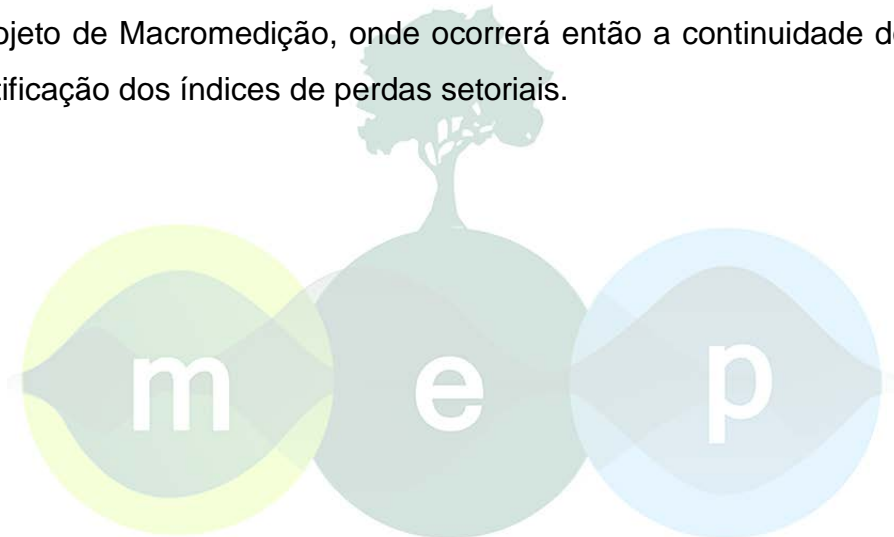
As medições de pressão e vazão com pitometria e medidor ultrassônico foram realizados na etapa do sistema de distribuição, ou seja, nas adutoras, redes de recalque e principais pontos da rede de abastecimento de água no município, no qual estes dados foram inseridos no software EPANET, junto ao cadastro de todo o sistema de abastecimento de água do município, para realização da simulação hidráulica da situação existente do sistema, com resultados de pressão e vazão para todos os trechos.

A metodologia utilizada para as medições de vazão e pressão com pitometria e medição ultrassônica, com os devidos resultados constam neste relatório no “capítulo 09” posterior.

Já os resultados obtidos na simulação hidráulica para o município, baseados no cadastro do sistema e nas medições realizadas “in loco” são apresentados no “capítulo 10” posterior.

#### 8.2.4. Sistema de distribuição de água

A rede de distribuição de água do município de Reginópolis foi subdividida em 04 (quatro) setores de abastecimento (vide figura abaixo), 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.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS



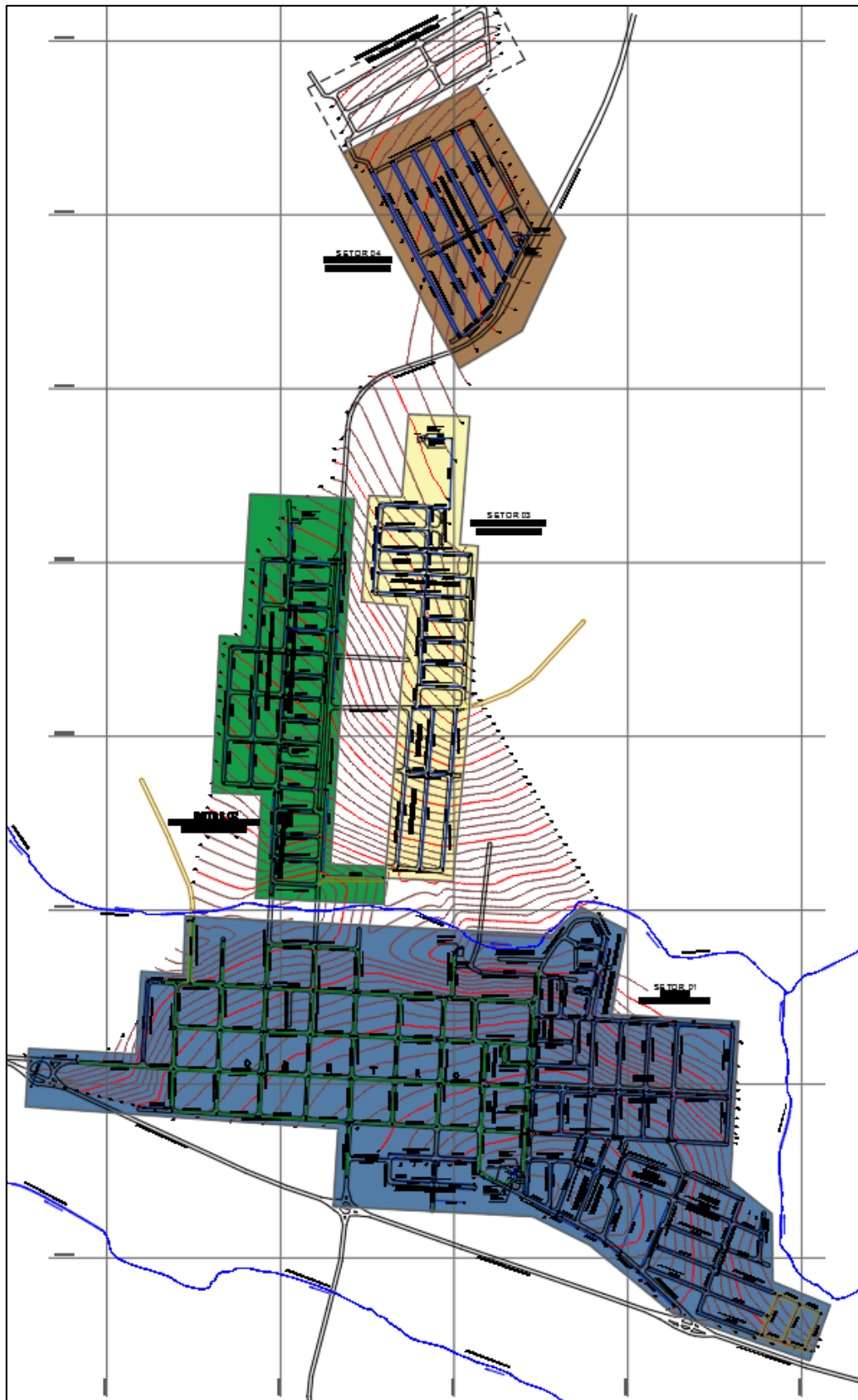


Figura 38 – Setorização do sistema de distribuição de água de Reginópolis

O setor 01 foi subdividido em 04 sub-setores de abastecimento, no qual cada reservatório que compõe o sistema é responsável pelo abastecimento de bairros específicos que fazem parte do Setor 01, conforme planta cadastral anexa.

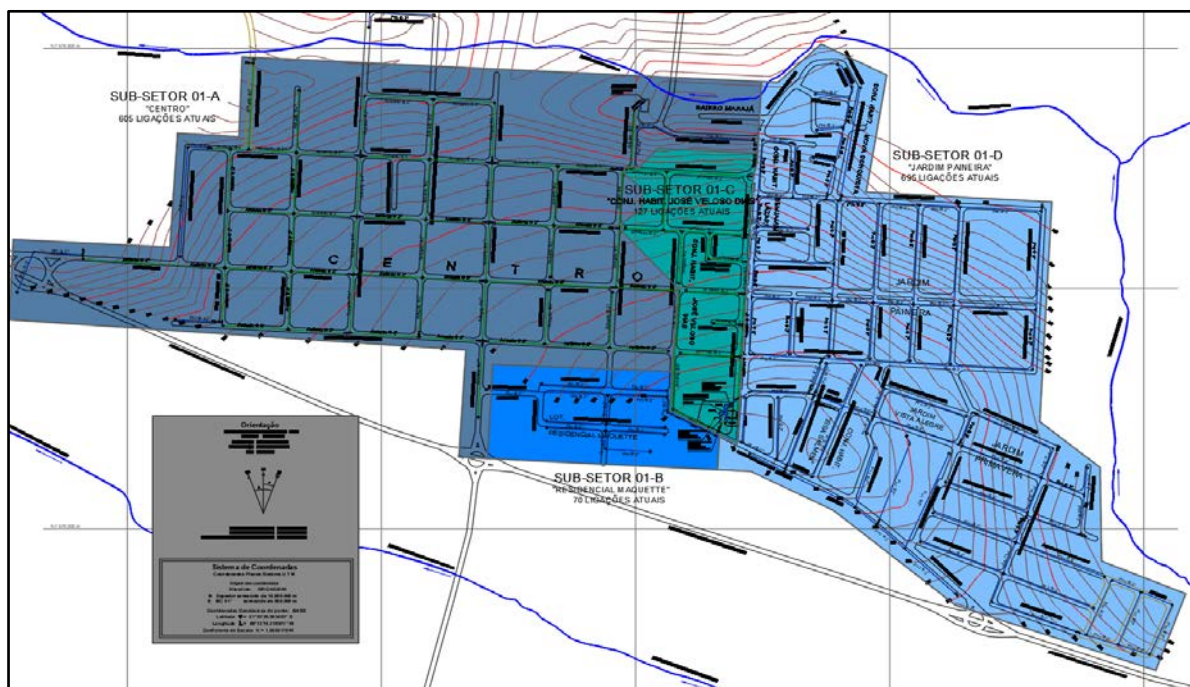


Figura 39 – Sub-Setorização do Setor 01 de distribuição de água de Reginópolis

### 8.2.5. 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:

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

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

$$C_m = C_{mi} . 1,21$$

Em que:

$C_m$  = consumo diário do setor (m<sup>3</sup>/dia);

$C_{mi}$  = consumo médio micromedido real no setor (m<sup>3</sup>/dia);

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

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

Uma vez definido o consumo diário de água ( $C_m$ ) do setor é obtida a capacidade requerida de reservação de água ( $C_r$ ) 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 (m<sup>3</sup>/dia);

$C_{mi}$  = consumo médio micromedido real no setor (m<sup>3</sup>/dia);

K1 = coeficiente do dia de maior Consumo (1,25); e

$C_r$  = capacidade requerida de reservação (m<sup>3</sup>).

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.

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

De posse destes dados 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 (m<sup>3</sup>/dia);

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

Lig = nº de ligações no setor.

#### 8.2.6. 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.

As Tabelas abaixo apresentam a relação dos setores de abastecimento de água do Projeto de Setorização para o município de Reginópolis.

Tabela 16 – Relação dos setores no município com ligações totais de água

SETOR	DESCRIÇÃO	NÚMEROS DE LIGAÇÕES ATUAL
01	Centro	1497
02	Residencial José de Julio	293
03	Jardim Monte Alegre	257
04	Jardim Maria Luiza I	134

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: 172,67 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 a seguir apresenta a relação dos reservatórios existentes com suas respectivas capacidades e setores de distribuição.

Tabela 17 – Relação dos Reservatórios existentes com suas capacidades

RESERVATÓRIO	LOCAL DO RESERVATÓRIO	VOLUME (LITROS)
R 01	Setor 01 (Centro)	70.000
R 02	Setor 01 (Centro)	180.000
R 03	Setor 01 (Centro)	100.000
R 04	Setor 02 (Residencial José de Julio)	100.000
R 05	Setor 03 (Jardim Monte Alegre)	100.000
R 06	Setor 04 (Jardim Maria Luiza I)	150.000
	<b>TOTAL</b>	<b>700.000</b>

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

#### 8.2.7. Setor 01 – Centro

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

Tabela 18 – Dados referentes ao Setor 01 do município

PARÂMETRO	VALOR
Vazão média (l/s)	8,98
Vazão (dmc) (l/s)	10,77
Vazão (hmc) (l/s)	16,15
Reservação requerida (l)	375.323,11
Capacidade de Reservação atual (l)	350.000,00
Abastecimento	R-01, R-02 e R-03

PARÂMETRO	VALOR
Cota geométrica máxima	421,00 m
Cota geométrica mínima	392,00 m
Número de ligações	1.497
Comprimento total de tubulação	18.266,85 m

Tabela 19 – Setor 01 - Centro

SETOR 01 - CENTRO	
<b>Dados iniciais:</b>	
Número de ligações =	1.497,00
Coef. Per capita =	172,67
Hab/ligação =	3
K1 =	1,20
K2 =	1,50
<b>Cálculo de vazões:</b>	
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	= 8,975 l/s
$Q_1 = Q_m \times k_1$	= 10,770 l/s
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	= 16,155 l/s
<b>Sistema atual produz:</b>	
Poço P-01 =	25,00 m³/hora
Poço P-05 =	45,00 m³/hora
x horas	
	20
	20
= 500,00 m³/dia	
= 900,00 m³/dia	
-----	
Total	= 1.400,00 m³/dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>	
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	= 775,46 m³/dia
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	= 938,31 m³/dia
	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>	
<u>Capacidade atual:</u>	
Reservatório R-01 =	70.000,00 litros
Reservatório R-02 =	180.000,00 litros
Reservatório R-03 =	100.000,00 litros
-----	
Total =	350.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>	
$C_r (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	= 375.323,11 litros
	Não atende

## DIAGNÓSTICO:

Este setor atualmente é abastecido pelos reservatórios 01, 02 e 03, totalizando uma capacidade de reservação de 350.000,00 litros, sendo que o necessário para o setor é de 375.323,11 litros, ou seja, a reservação para o setor não é satisfatória. Em relação ao consumo médio, o setor atende a demanda de vazão.

As captações subterrâneas (Poços P-01 e P-05) que abastecem os reservatórios do Setor 01, totalizam um volume gerado aproximado de 1.400,00 m<sup>3</sup>/dia, sendo que o consumo médio, calculado através dos parâmetros apresentados acima, aproxima-se de uma demanda igual a 938,31 m<sup>3</sup>/dia. Importante salientar que os poços não possuem macromedidor de vazão, e o cálculo de volume de captação foi estimado na vazão horária das bombas e seus respectivos horários de funcionamento médio, registrados nos painéis elétricos. Após a apresentação dos resultados de medição ultrassônica, os cálculos foram revisados com os dados das medições de produção de água nos poços de captação de Reginópolis.

Em relação às condições estruturais, o setor não apresenta grandes problemas, com boas condições nos poços e reservatórios. Neste setor existe atualmente uma situação condenável de abastecimento, a pressurização da rede de distribuição, ou seja, do poço profundo P-01, a rede de recalque que abastece um dos reservatórios do setor, também abastece diretamente a rede, inviabilizando o controle das pressões estáticas e dinâmicas da rede, fato este que deverá ser corrigido.

### 8.2.8. Setor 02 – Residencial José de Júlio

Na Tabela abaixo são apresentados os resultados dos cálculos com as principais características hidráulicas do referido setor 02.

Tabela 20 – Dados referentes ao Setor 02 do município

PARÂMETRO	VALOR
-----------	-------

Vazão média (l/s)	1,76
Vazão (dmc) (l/s)	2,11
Vazão (hmc) (l/s)	3,16
<b>PARÂMETRO</b>	<b>VALOR</b>
Reservação requerida (l)	73.460,03
Capacidade de Reservação atual (l)	100.000,00
Abastecimento	R-04
Cota geométrica máxima	422,00 m
Cota geométrica mínima	395,00 m
Número de ligações	293
Comprimento total de tubulação	4.180,90 m



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS



Tabela 21 – Setor 02 – Residencial José de Julio

SETOR 02 - RESIDENCIAL JOSÉ DE JULIO			
<b>Dados iniciais:</b>			
Número de ligações =	293,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	172,67	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
<b>Cálculo de vazões:</b>			
$Q_m = \frac{P \times q \times hab}{86400}$	=	1,757 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	2,108 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	3,162 l/s	
<b>Sistema atual produz:</b>			
Poço P-03 =	$\frac{Vazão}{horas}$	$28,00 \text{ m}^3/hora$	$\times 12 \text{ horas} = 336,00 \text{ m}^3/dia$
			<b>Total = 336,00 m³/dia</b>
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>			
Consumo base = $P \times q \times hab$	=	151,78 m³/dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	183,65 m³/dia	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório R-04 =	100.000,00	litros	
			<b>Total = 100.000,00 litros</b>
<u>Reservação Requerida:</u>			
$Cr \text{ (Reservação)} = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	73.460,03 litros	Atende

### DIAGNÓSTICO:

Este setor atualmente é abastecido pelo reservatório 04, totalizando uma capacidade de reservação de 100.000,00 litros, sendo que o necessário para o setor é de 73.460,03 litros, ou seja, a reservação para o setor é satisfatória. Já em relação ao consumo médio, o setor também atende a demanda de vazão.

A captação subterrânea (Poço P-03) que abastece o reservatório do Setor 02, totaliza um volume gerado aproximado de 336,00 m³/dia, sendo que o consumo médio, calculado através dos parâmetros apresentados acima, aproxima-se de uma

demanda igual a 183,65 m<sup>3</sup>/dia. Importante salientar que o poço não possui macromedidor de vazão, e o cálculo de volume de captação foi estimado na vazão horária da bomba e seu respectivo horário de funcionamento médio, registrado no painel elétrico. Após a apresentação dos resultados de medição ultrassônica, os cálculos foram revisados com os dados das medições de produção de água nos poços de captação de Reginópolis.

Em relação às condições estruturais, o setor não apresenta grandes problemas, com boas condições no poço e reservatório, apenas destaca-se que o Reservatório encontra-se em local aberto, sem fechamento por muros, alambrado ou portão, algo que deve ser previsto no prognóstico. Neste setor existe atualmente uma situação condenável de abastecimento, a pressurização da rede de distribuição (que também ocorre no Setor 01), ou seja, do poço profundo P-03, a rede de recalque que abastece o reservatório do setor, também abastece diretamente a rede, inviabilizando o controle das pressões estáticas e dinâmicas da rede, fato este que deverá ser corrigido.

#### 8.2.9. Setor 03 – Jardim Monte Alegre

Na Tabela abaixo são apresentados os resultados dos cálculos com as principais características hidráulicas do referido setor 03.

ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

Tabela 22 – Dados referentes ao Setor 03 do município

PARÂMETRO	VALOR
Vazão média (l/s)	1,54
Vazão (dmc) (l/s)	1,85
Vazão (hmc) (l/s)	2,77
Reservação requerida (l)	64.434,23
Capacidade de Reservação atual (l)	100.000,00
Abastecimento	R-05
Cota geométrica máxima	433,00 m

Cota geométrica mínima	402,00 m
Número de ligações	257
Comprimento total de tubulação	3.458,20 m

Tabela 23 – Setor 03 – Jardim Monte Alegre

SETOR 03 - JARDIM MONTE ALEGRE	
<b>Dados iniciais:</b>	
Número de ligações =	257,00
Coef. Per capita =	172,67
Hab/ligação =	3
K1 =	1,20
K2 =	1,50
<b>Cálculo de vazões:</b>	
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	= 1,541 l/s
$Q_1 = Q_m \times k_1$	= 1,849 l/s
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	= 2,774 l/s
<b>Sistema atual produz:</b>	
Poço P-04 =	Vazão = 30,00 m³/hora
	x horas = 10
	= 300,00 m³/dia
	<b>Total = 300,00 m³/dia</b>
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>	
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	= 133,13 m³/dia
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	= 161,09 m³/dia <b>Atende</b>
<b>Cálculo de Reservação:</b>	
<u>Capacidade atual:</u>	
Reservatório R-05 =	100.000,00 litros
<b>Total =</b>	<b>100.000,00 litros</b>
<u>Reservação Requerida:</u>	
$C_r (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	= 64.434,23 litros <b>Atende</b>

### DIAGNÓSTICO:

Este setor atualmente é abastecido pelo reservatório 05, totalizando uma capacidade de reservação de 100.000,00 litros, sendo que o necessário para o setor é de 64.434,23 litros, ou seja, a reservação para o setor é satisfatória. Em relação ao consumo médio, o setor também atende a demanda de vazão.

A captação subterrânea (Poço P-04) que abastece o reservatório do Setor 03, totaliza um volume gerado aproximado de 300.00 m³/dia, sendo que o consumo médio, calculado através dos parâmetros apresentados acima, aproxima-se de uma

demanda igual a 161,09 m<sup>3</sup>/dia. Importante salientar que o poço não possui macromedidor de vazão, e o cálculo de volume de captação foi estimado na vazão horária da bomba e seu respectivo horário de funcionamento médio, registrado no painel elétrico. Após a apresentação dos resultados de medição ultrassônica, os cálculos foram revisados com os dados das medições de produção de água nos poços de captação de Reginópolis.

Em relação às condições estruturais, o setor não apresenta grandes problemas, com boas condições no poço e reservatório. Diferentemente dos outros setores, este não apresenta as condições de pressurização da rede, sendo toda ela abastecida por gravidade do reservatório do Setor.

#### 8.2.10. Setor 04 – Jardim Maria Luiza I

Na Tabela abaixo são apresentados os resultados dos cálculos com as principais características hidráulicas do referido setor 04.

Tabela 24 – Dados referentes ao Setor 04 do município

<b>PARÂMETRO</b>	<b>VALOR</b>
Vazão média (l/s)	0,80
Vazão (dmc) (l/s)	0,96
Vazão (hmc) (l/s)	1,45
Reservação requerida (l)	33.596,06
Capacidade de Reservação atual (l)	150.000,00
<b>PARÂMETRO</b>	<b>VALOR</b>
Abastecimento	R-06
Cota geométrica máxima	440,00 m
Cota geométrica mínima	427,00 m
Número de ligações	134
Comprimento total de tubulação	4.514,00 m

Tabela 25 – Setor 04 – Jardim Maria Luzia

SETOR 04 - JARDIM MARIA LUIZA			
<b>Dados iniciais:</b>			
Número de ligações =	134,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	172,67	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
<b>Cálculo de vazões:</b>			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	0,803 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	0,964 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	1,446 l/s	
<b>Sistema atual produz:</b>			
Poço P-06 =	$\frac{\text{Vazão}}{\text{m}^3/\text{hora}}$	x	$\frac{\text{horas}}{\text{m}^3/\text{dia}}$
	30,00		8
			= 240,00 m <sup>3</sup> /dia
	<b>Total</b>		= 240,00 m <sup>3</sup> /dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>			
Consumo base = P x q x hab	=	69,41 m <sup>3</sup> /dia	
Consumo médio (Cm) = Cb x 1,21	=	83,99 m <sup>3</sup> /dia	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório R-06 =	150.000,00	litros	
	<b>Total =</b>		150.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$C_r (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	33.596,06 litros	Atende

### DIAGNÓSTICO:

Este setor atualmente é abastecido pelo reservatório 06, totalizando uma capacidade de reservação de 150.000,00 litros, sendo que o necessário para o setor é de 33.596,06 litros, ou seja, a reservação para o setor é satisfatória. Em relação ao consumo médio, o setor também atende a demanda de vazão.

A captação subterrânea (Poço P-06) que abastece o reservatório do Setor 04, totaliza um volume gerado aproximado de 240,00 m<sup>3</sup>/dia, sendo que o consumo médio, calculado através dos parâmetros apresentados acima, aproxima-se de uma demanda igual a 83,99 m<sup>3</sup>/dia. Importante salientar que o poço não possui macromedidor de vazão, e o cálculo de volume de captação foi estimado na vazão horária da bomba e seu respectivo horário de funcionamento médio, registrado no painel elétrico. Após a apresentação dos resultados de medição ultrassônica, os cálculos foram revisados com os dados das medições de produção de água nos poços de captação de Reginópolis.

Em relação às condições estruturais, o setor não apresenta grandes problemas, com boas condições no poço e reservatório. Diferentemente dos outros setores, este não apresenta as condições de pressurização da rede, sendo toda ela abastecida por gravidade do reservatório do Setor.

## **9. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO OBTIDOS COM MEDIDOR ULTRASSÔNICO E PITOMETRIA**

Foram realizadas visitas no sistema de abastecimento de água de Reginópolis para o levantamento de pontos onde foram realizadas as medições de pressões e vazão.

Após essas visitas foi elaborado o esquema hidráulico contendo todas as unidades operacionais do sistema com a localização dos pontos para as medições.

### **9.1. MEDIÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO OBTIDOS POR MEDIDOR ULTRASSÔNICO**

Com a utilização do processo de medição com o equipamento tipo Ultrassônico buscou-se realizar medições das vazões no sistema de abastecimento de água de Reginópolis. As medições foram realizadas para aferições e conferência dos dados de vazão nas captações subterrâneas dos poços profundos e nas principais saídas de reservatórios (adutoras).

As vazões nas redes de distribuição do sistema de abastecimento serão dadas posteriormente também por software especializado (EPANET), com a inserção dos dados de base de medições realizadas.

## 9.2. VAZÃO ATRAVÉS DE MEDIDOR ULTRASSÔNICO

As figuras abaixo ilustram as medições de vazão com Medidor padrão Ultrassônico, realizadas no sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis

Importante ressaltar, que as medições ocorreram nas saídas dos principais reservatórios de abastecimento do município, sendo que em algumas tubulações não foi possível a realização da medição, devido ao material (aço galvanizado e ferro fundido) e ao tempo de uso das mesmas.



Figura 40 - Localização das medições nos reservatórios R01, R03, R04 e R05, existentes no município de Reginópolis.



Figura 41 - Localização das medições nos poços 01, 03, 04 e 05, existentes no município de Reginópolis.

O aparelho ultrassônico tem como finalidade obter os resultados da vazão de distribuição na saída de cada reservatório e da produção efetiva de água dos poços do município de Reginópolis.

Os resultados são obtidos por meio de dois sensores, colocados a 45º graus, na tubulação em que se deseja realizar a medição. Depois de fixadas as bases para os sensores, são realizadas as ligações dos cabos, de acordo com a indicação do fluxo de passagem da água dentro da tubulação, no aparelho onde será obtido a vazão.

Vale ressaltar que o tempo mínimo de cada medição é de 10 minutos, sendo que a primeira leitura é realizada no momento da instalação do aparelho, a outra é no intervalo de 5 minutos e a última com 10 minutos, assim formalizando os estudos com os registros fotográficos para identificar as variações de vazões em diferentes períodos de tempo. Assim é obtido a média da vazão para cada uma das medições após o processamento dos dados no escritório, dados através de registros fotográficos e gráficos.

*Nota de Justificativa: Importante ressaltar que em alguns locais, como nos reservatórios 02 e 06, e na tubulação do Poço 06, não foi possível realizar a medição devido às condições da tubulação, tais como: alta corrosibilidade, cavalete*




com dimensões pequenas, impossibilitando a instalação do aparelho na tubulação visível, dentre outros aspectos.

A seguir são apresentadas as medições nos reservatórios do município.

### 9.2.1. Reservatório 01

Tabela 26 - Média da vazão medida (R-01)

<b>RESERVATÓRIO 01</b>		
<b>MEDIÇÃO 01 (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>MEDIÇÃO 02 (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>MÉDIA (m<sup>3</sup>/h)</b>
21,52	23,23	22,38
		

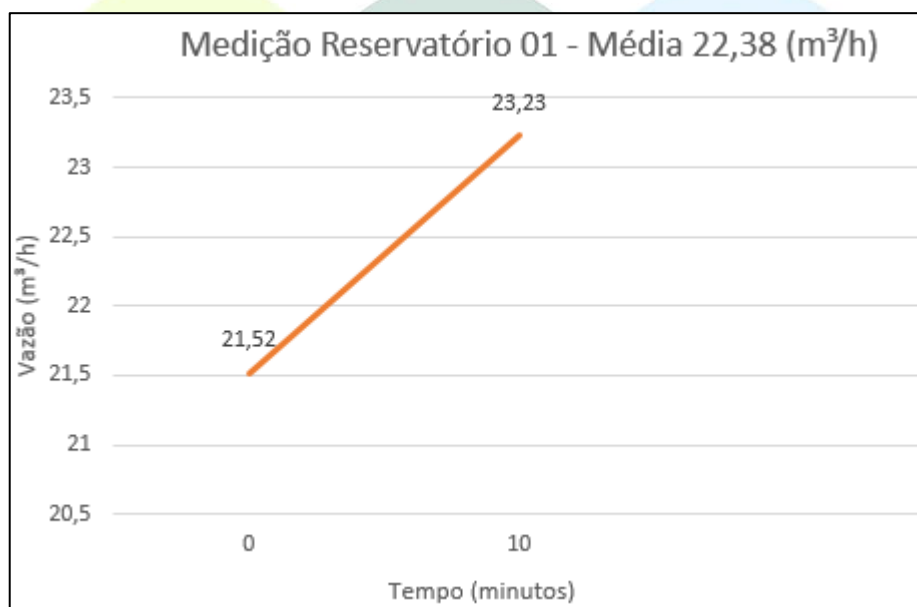





Gráfico 22 – Medição Reservatório 01

### 9.2.2. Reservatório 03



Figura 42 – Instalação do equipamento Ultrassônico no reservatório R-03

Tabela 27 - Média da vazão medida (R-03)

<b>RESERVATÓRIO 03</b>			
<b>MEDIÇÃO 01 (m³/h)</b>	<b>MEDIÇÃO 02 (m³/h)</b>	<b>MEDIÇÃO 03 (m³/h)</b>	<b>MÉDIA (m³/h)</b>
22,54	23,70	23,54	23,26
			

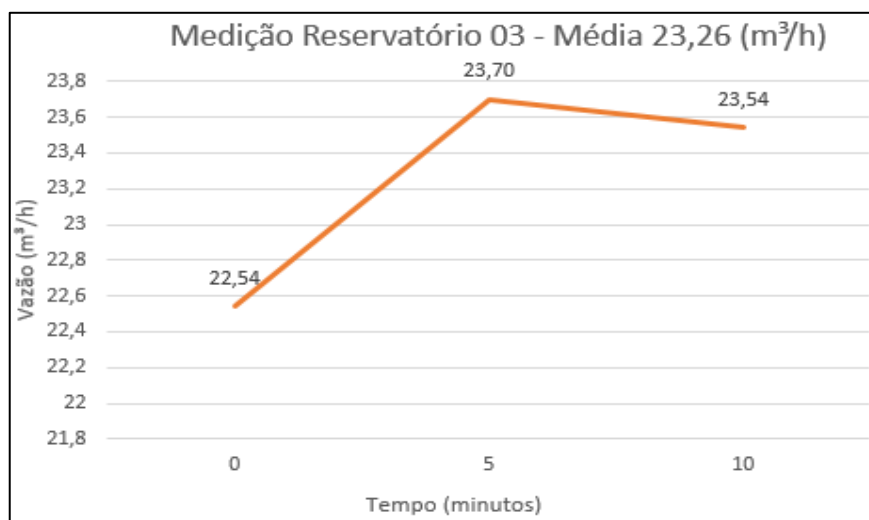





Gráfico 23 – Medição Reservatório 03

### 9.2.3. Reservatório 04



Figura 43 – Tubulação de saída do Res.04 para a rede

Tabela 28 - Média da vazão medida (R-04)

RESERVATÓRIO 04			
MEDIÇÃO 01 (m <sup>3</sup> /h)	MEDIÇÃO 02 (m <sup>3</sup> /h)	MEDIÇÃO 03 (m <sup>3</sup> /h)	MÉDIA (m <sup>3</sup> /h)
12,25	12,83	14,29	13,12
			

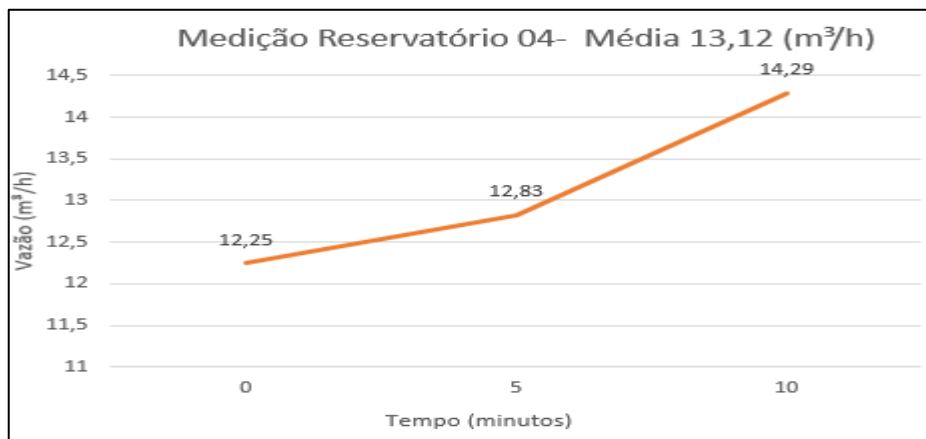





Gráfico 24 – Medição Reservatório 04

#### 9.2.4. Reservatório 05



Figura 44 - Tubulação de saída do Res.05 para a rede

Tabela 29 - Média da vazão medida (R-05)

RESERVATÓRIO 05			
MEDIÇÃO 01 (m <sup>3</sup> /h)	MEDIÇÃO 02 (m <sup>3</sup> /h)	MEDIÇÃO 03 (m <sup>3</sup> /h)	MÉDIA (m <sup>3</sup> /h)
2,99	3,41	3,54	3,31
			

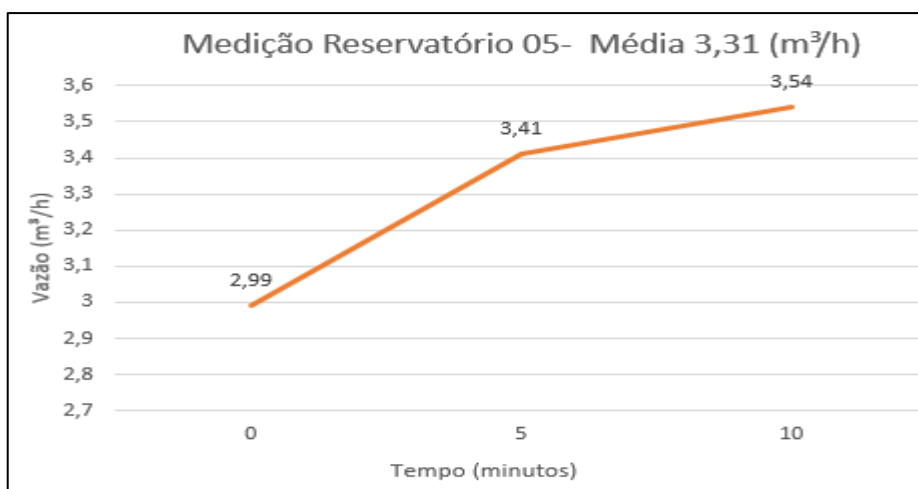





Gráfico 25 – Medição Reservatório 05

### 9.2.5. Poço 01



Figura 45 – Instalação do equipamento ultrassônico na tubulação do Poço 01

Tabela 30 – Média da vazão medida (P-01)

<b>POÇO 01</b>			
<b>MEDIÇÃO 01 (m³/h)</b>	<b>MEDIÇÃO 02 (m³/h)</b>	<b>MEDIÇÃO 03 (m³/h)</b>	<b>MÉDIA (m³/h)</b>
35,74	35,65	35,81	35,73
			

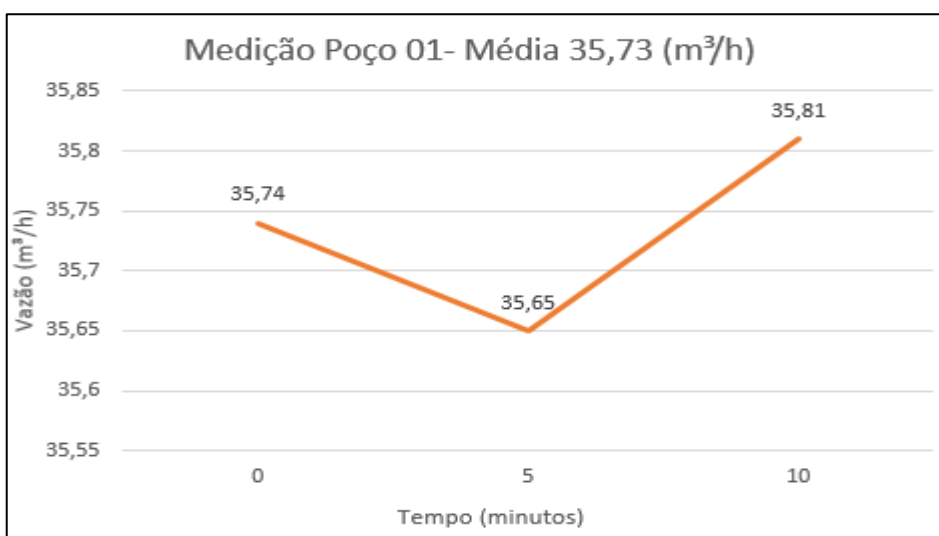





Gráfico 26 – Medição Poço 01

### 9.2.6. Poço 03

Tabela 31 - Média da vazão medida (P-03)

<b>POÇO 03</b>			
<b>MEDIÇÃO 01 (m³/h)</b>	<b>MEDIÇÃO 02 (m³/h)</b>	<b>MEDIÇÃO 03 (m³/h)</b>	<b>MÉDIA (m³/h)</b>
32,12	23,50	24,17	26,60
			

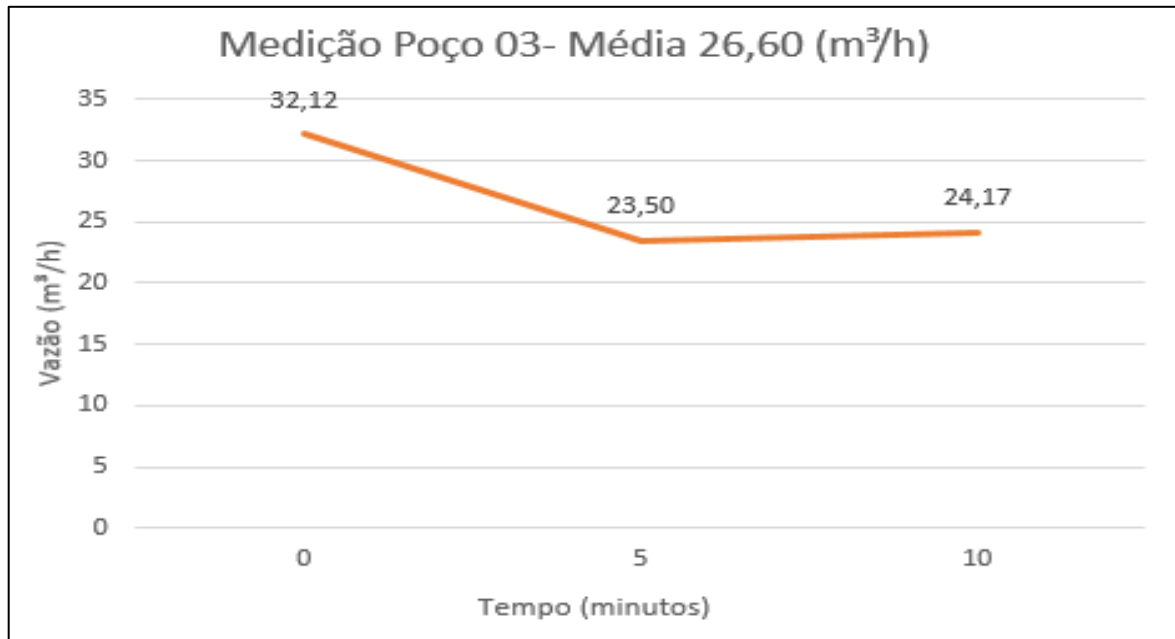





Gráfico 27 – Medição Poço 03

#### 9.2.7. Poço 04



Figura 46 - Instalação do equipamento ultrassônico no Poço 04

Tabela 32 - Média da vazão medida (P-04)

POÇO 04			
MEDIÇÃO 01 (m³/h)	MEDIÇÃO 02 (m³/h)	MEDIÇÃO 03 (m³/h)	MÉDIA (m³/h)
44,35	44,66	44,72	44,58
			

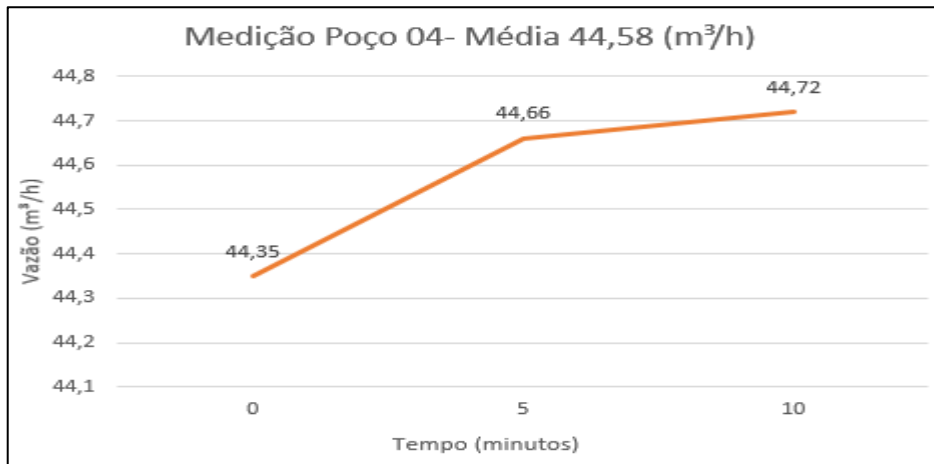


Gráfico 28 – Medição 04




### 9.2.8. Poço 05



Figura 47 - Instalação do equipamento ultrassônico no Poço 05



Tabela 33 - Média da vazão medida (P-05)

POÇO 05			
MEDIÇÃO 01 (m³/h)	MEDIÇÃO 02 (m³/h)	MEDIÇÃO 03 (m³/h)	MÉDIA (m³/h)
45,14	45,32	44,39	44,95
			

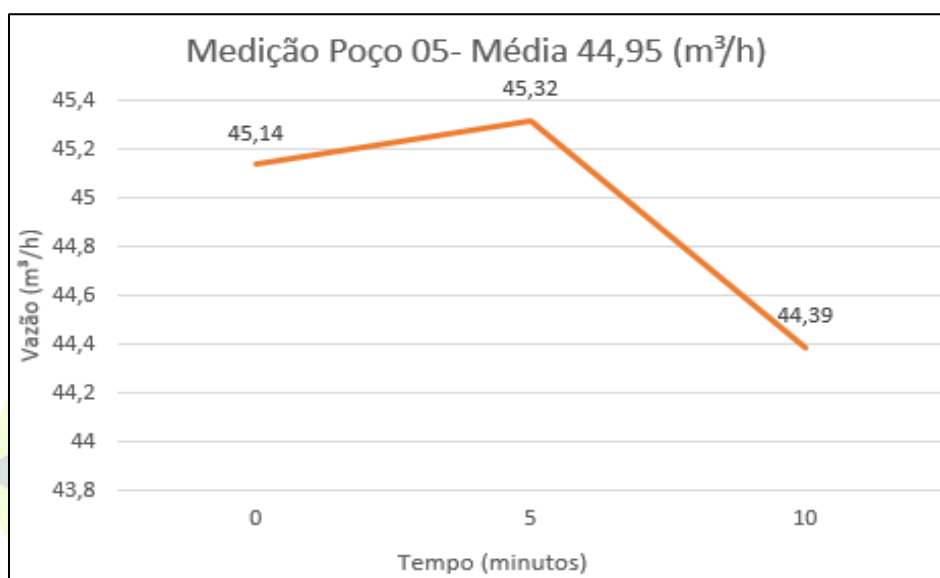


Gráfico 29 – Medição Poço 05

Após os resultados obtidos com as medições de vazões, foram realizados novamente os cálculos de diagnósticos dos setores, utilizando-se dos parâmetros de consumo per capita atual do histórico de micromedição de Reginópolis e os dados de produção de vazão dos poços que abastecem os setores, conforme resultados apresentados nas tabelas acima. Nota-se que não houveram grandes alterações nos resultados e conclusões dos setores, haja visto que foram obtidos nas medições, resultados bem próximos aos que foram informados pela equipe técnica de operação do Sistema de Abastecimento de Água de Reginópolis. A seguir são apresentados os cálculos com os parâmetros de dimensionamento atualizados de acordo com as medições ultrassônicas.

Tabela 34 – Setor 01 – Centro (parâmetros de cálculo após medições)

SETOR 01 - CENTRO			
<b>Dados iniciais:</b>			
Número de ligações =	1.497,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	172,67	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
<b>Cálculo de vazões:</b>			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	8,975 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	10,770 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	16,155 l/s	
<b>Sistema atual produz:</b>			
	Vazão	horas	
Poço P-01 =	35,73 m³/hora	x 20	= 714,60 m³/dia
Poço P-05 =	44,95 m³/hora	x 20	= 899,00 m³/dia
			-----
Total =			1.613,60 m³/dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>			
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	=	775,46 m³/dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	938,31 m³/dia	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório R-01 =	70.000,00	litros	
Reservatório R-02 =	180.000,00	litros	
Reservatório R-03 =	100.000,00	litros	
			-----
Total =			350.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$Cr \text{ (Reservação)} = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	375.323,11 litros	Não atende

Tabela 35 – Setor 02 – Residencial José de Julio (parâmetros de cálculo após medições)

SETOR 02 - RESIDENCIAL JOSÉ DE JULIO			
<b>Dados iniciais:</b>			
Número de ligações =	293,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	172,67	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
<b>Cálculo de vazões:</b>			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	1,757 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	2,108 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	3,162 l/s	
<b>Sistema atual produz:</b>			
Poço P-03 =	$\frac{\text{Vazão}}{26,60 \text{ m}^3/\text{hora}}$	x	$\frac{\text{horas}}{12}$
			= 319,20 m <sup>3</sup> /dia
	-----		
	Total =		319,20 m <sup>3</sup> /dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>			
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	=	151,78 m <sup>3</sup> /dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	183,65 m <sup>3</sup> /dia	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório R-04 =	100.000,00	litros	
	-----		
	Total =	100.000,00	litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$C_r (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	73.460,03 litros	Atende

Tabela 36 – Setor 03 – Jardim Monte Alegre (parâmetros de cálculo após medições)

SETOR 03 - JARDIM MONTE ALEGRE			
<b>Dados iniciais:</b>			
Número de ligações =	257,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	172,67	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
<b>Cálculo de vazões:</b>			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	1,541 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	1,849 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	2,774 l/s	
<b>Sistema atual produz:</b>			
Poço P-04 =	Vazão 44,58 m³/hora	x	horas 10
		=	445,80 m³/dia
			<b>Total = 445,80 m³/dia</b>
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>			
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	=	133,13 m³/dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	161,09 m³/dia	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório R-05 =	100.000,00	litros	
			<b>Total = 100.000,00 litros</b>
<u>Reservação Requerida:</u>			
$C_r (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	64.434,23 litros	Atende

Tabela 37 – Setor 04 – Jardim Maria Luiza (parâmetros de cálculo após medições)

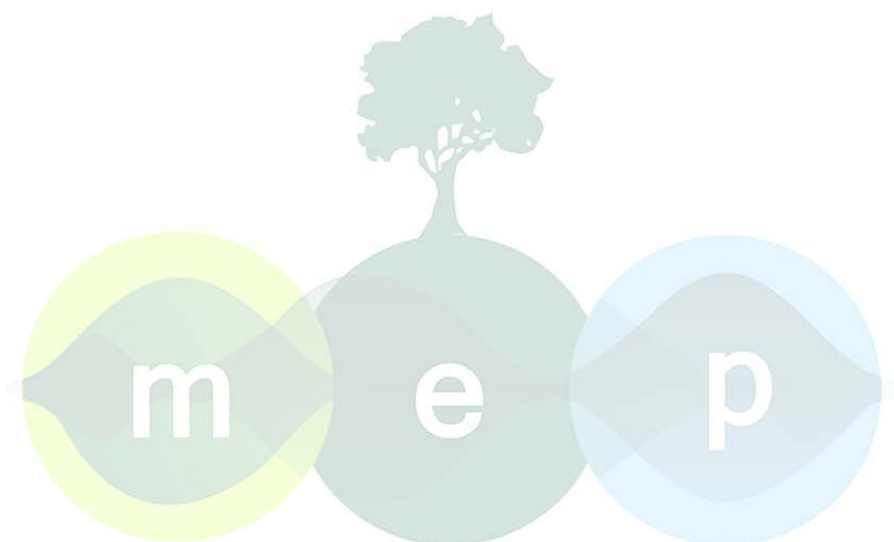
SETOR 04 - JARDIM MARIA LUIZA	
<b>Dados iniciais:</b>	
Número de ligações =	134,00
Coef. Per capita =	172,67
Hab/ligação =	3
K1 =	1,20
K2 =	1,50
<b>Cálculo de vazões:</b>	
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	= 0,803 l/s
$Q_1 = Q_m \times k_1$	= 0,964 l/s
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	= 1,446 l/s
<b>Sistema atual produz:</b>	
Poço P-06 =	30,00 m³/hora
	x 8 horas
	= 240,00 m³/dia
-----	
	Total = 240,00 m³/dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>	
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	= 69,41 m³/dia
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	= 83,99 m³/dia
	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>	
<u>Capacidade atual:</u>	
Reservatório R-06 =	150.000,00 litros
-----	
	Total = 150.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>	
$C_r (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	= 33.596,06 litros
	Atende

### 9.3. PRESSÕES MEDIDAS ATRAVÉS DE PITOMETRIA

Na sequência são apresentados os pontos onde foram realizadas as medições de pressão com Pitometria, através do tubo de Pitot, no sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis.

#### 9.3.1. Localização Das Estações Pitométricas

Na figura abaixo são encontradas as localizações dos pontos de pitometria realizadas no município de Reginópolis.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

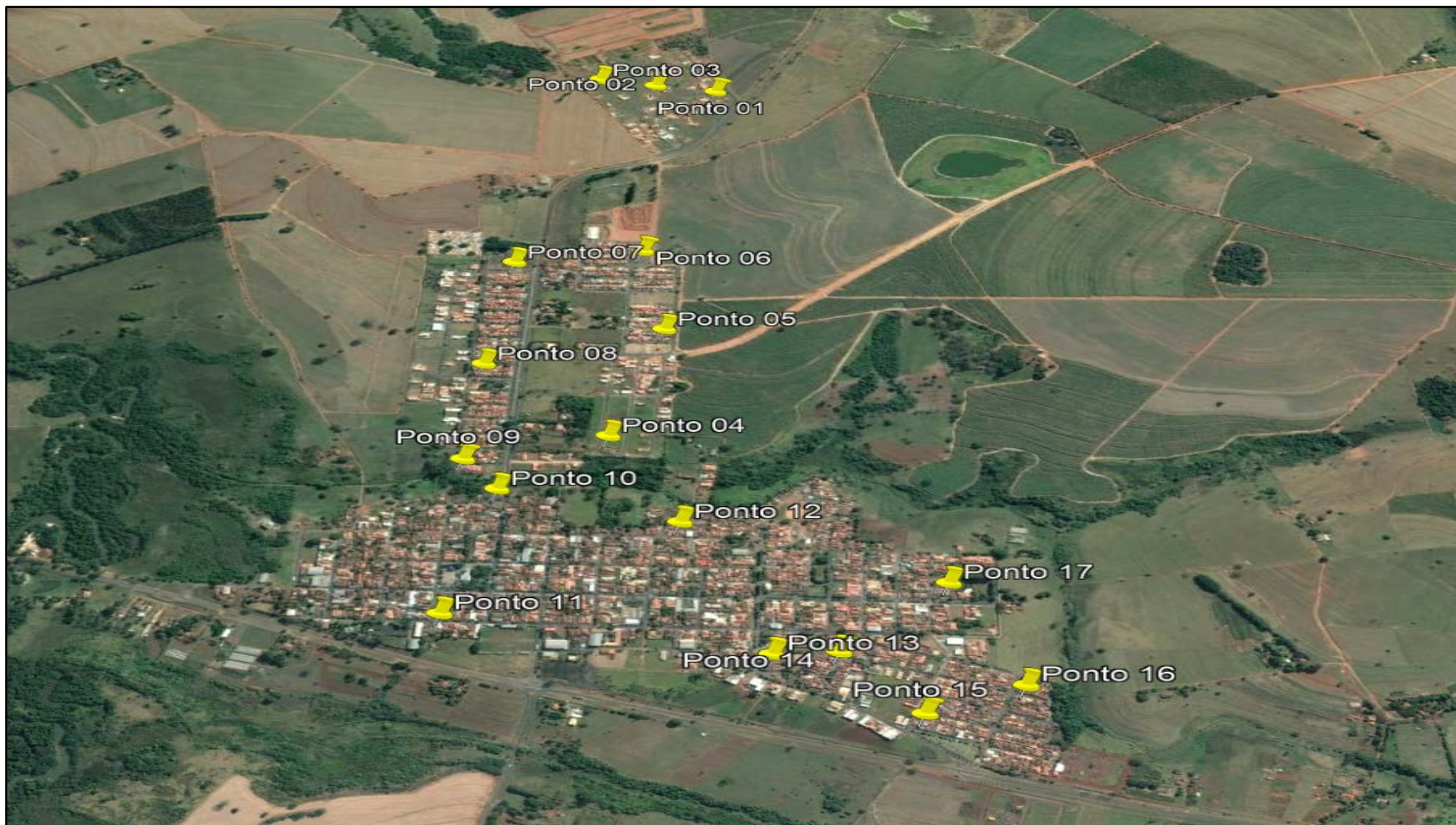


Figura 48 - Estações Pitométricas no município de Reginópolis

A seguir são apresentadas as imagens ilustrando as medições de pressão com Pitometria realizadas no sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis nos respectivos bairros.

### Ponto 01 - Bairro Jardim Maria Luiza I



Figura 49 – Medição pitométrica 01

### Ponto 02 - Bairro Jardim Maria Luiza I



Figura 50 - Medição pitométrica 02



### Ponto 03 - Bairro Jardim Maria Luiza I



Figura 51 - Medição pitométrica 03

### Ponto 04 - Bairro Residencial Antonio Bentoca



Figura 52 – Medição pitométrica 04

### Ponto 05 - Bairro Jardim Monte Alegre



Figura 53 - Medição pitométrica 05

### Ponto 06 - Bairro Jardim Monte Alegre



Figura 54 - Medição pitométrica 06

### Ponto 07 - Bairro Nucleo Residencial José de Julio



Figura 55 – Medição pitométrica 07

### Ponto 08 - Bairro Nucleo Residencial José de Julio



Figura 56 - Medição pitométrica 08

### Ponto 09 - Bairro Chácara Rainha dos Anjos



Figura 57 – Medição pitométrica 09

### m e p Ponto 10 - Bairro Centro



Figura 58 - Medição pitométrica 10

### Ponto 11 - Bairro Centro



Figura 59 - Medição pitométrica 11

### Ponto 12 - Bairro Centro



Figura 60 - Medição pitométrica 12

### Ponto 13 - Bairro Conjunto Habitacional José Veloso Dias



Figura 61 – Medição pitométrica 13

### Ponto 14 - Bairro Conjunto Habitacional Issa Salmen



Figura 62 - Medição pitométrica 14

### Ponto 15 - Bairro Jardim Primavera



Figura 63 – Medição pitométrica 15

### Ponto 16 - Bairro Jardim Primavera



Figura 64 – Medição pitométrica 16

### Ponto 17 - Bairro Jardim Painera



Figura 65 – Medição pitométrica 17

Tabela 38 – Valores de pressão nos pontos medidos através de pitometria no município de Reginópolis

SETOR	PONTO	PRESSÃO (BAR)	PRESSÃO (MCA)
SETOR 01 "CENTRO"	P10	1,92	19,58
	P11	1,18	12,03
	P12	1,87	19,07
	P13	1,31	13,36
	P14	1,50	15,30
	P15	1,90	19,37
	P16	1,67	17,03
	P17	1,39	14,17



SETOR	PONTO	PRESSÃO (BAR)	PRESSÃO (MCA)
SETOR 02 "RESIDENCIAL JOSÉ DE JÚLIO"	P07	1,16	11,83
	P08	2,27	23,15
	P09	3,53	36,00
SETOR 03 "JARDIM MONTE ALEGRE"	P04	2,49	25,39
	P05	1,50	15,30
	P06	1,07	10,91
SETOR 04 "JARDIM MARIA LUIZA I"	P01	1,68	17,13
	P02	2,13	21,72
	P03	2,57	26,21

## 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 rastreamento 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 Reginópolis. 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.



Figura 66 – Indicador de trecho com maior pressão - Reginópolis

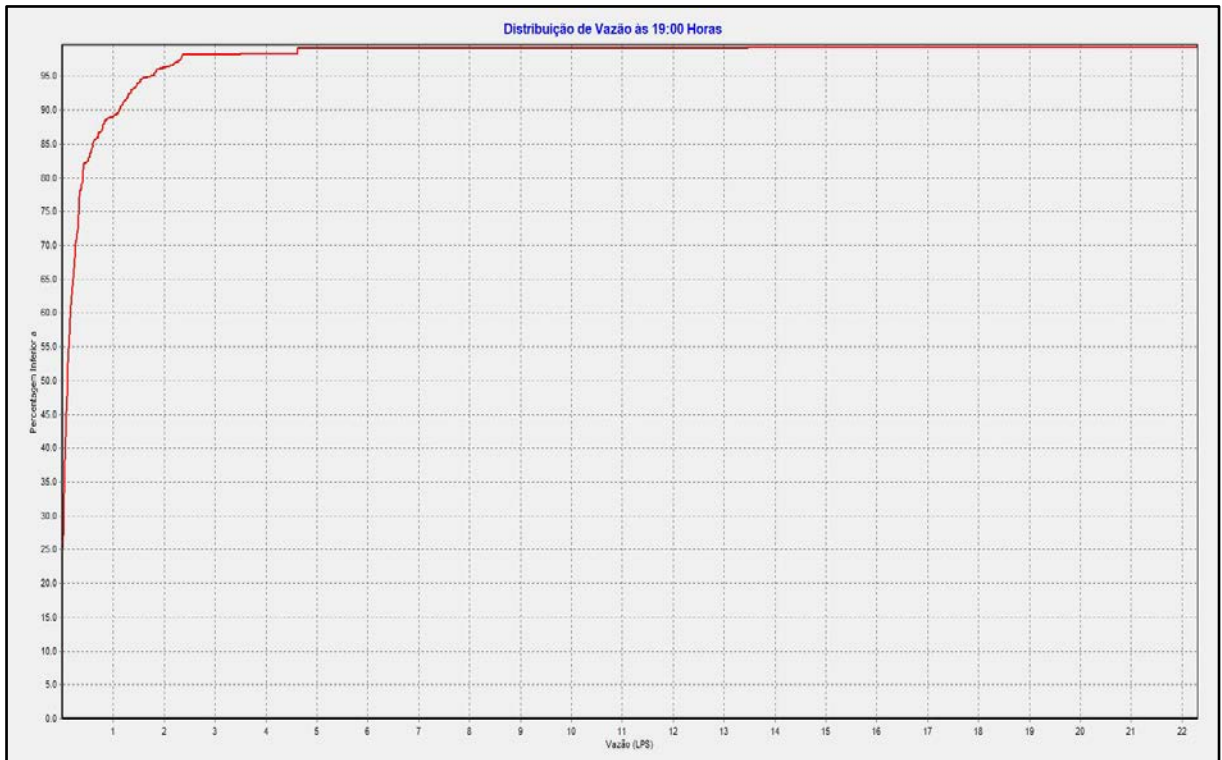


Gráfico 30 – Distribuição de vazão – Município de Reginópolis

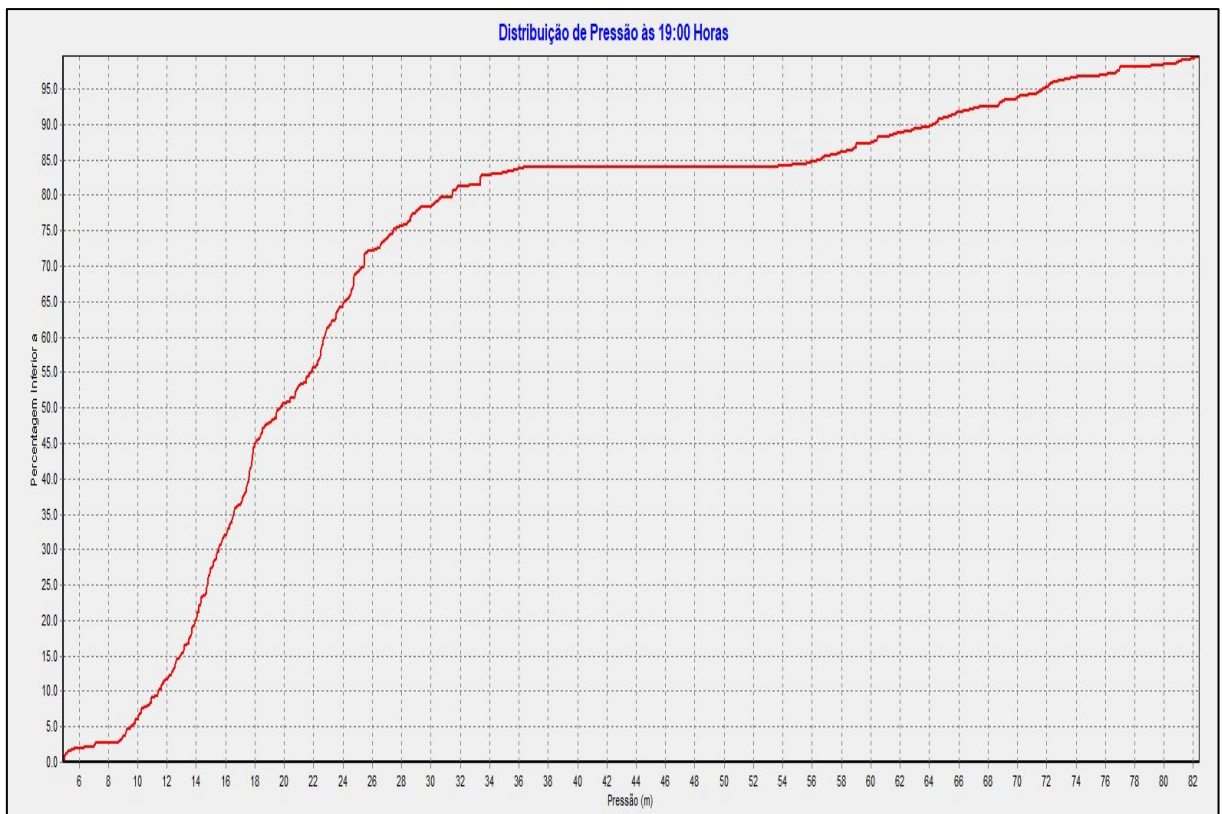


Gráfico 31 – Distribuição de Pressão – Município de Reginópolis

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

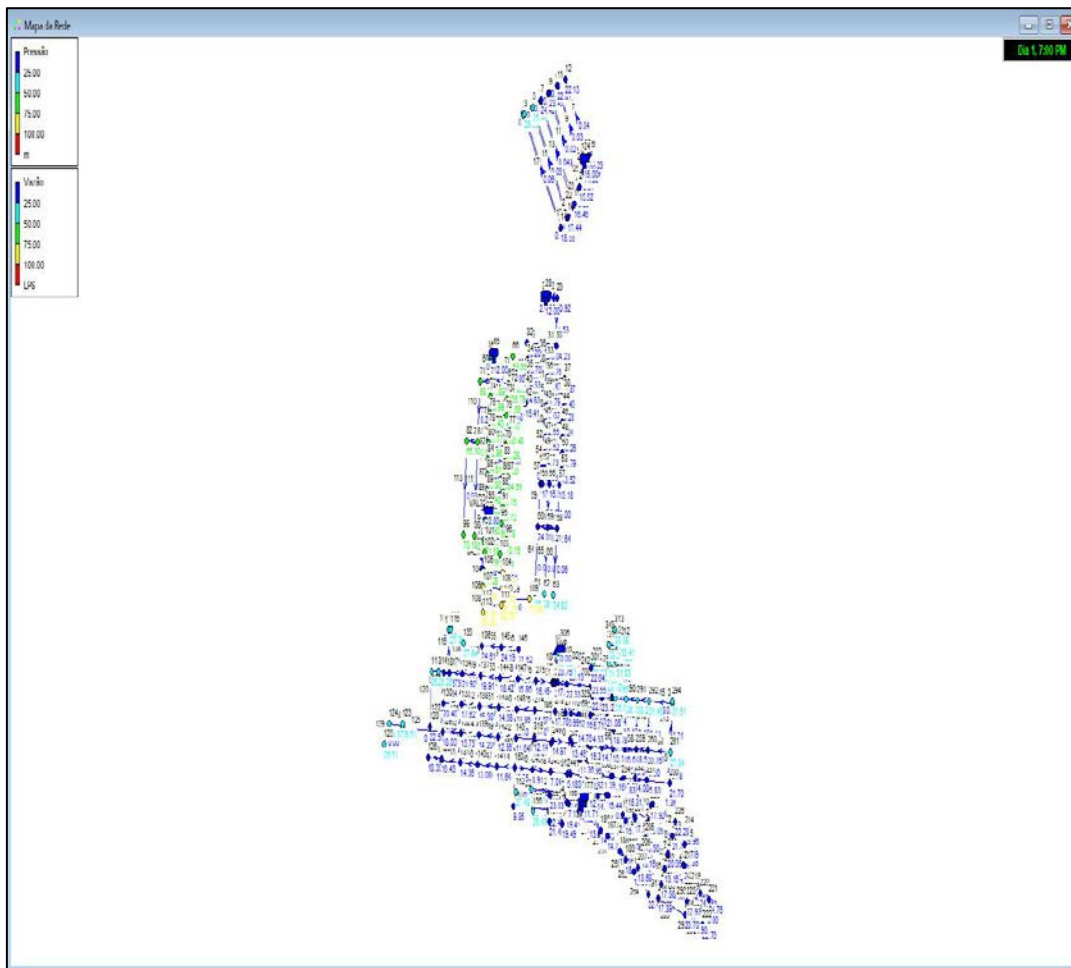


Figura 67 – Identificação dos trechos e nós – Município de Reginópolis

Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados obtidos com a simulação hidráulica do sistema de distribuição do município de Reginópolis, 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 39 – Resultados da Simulação nos trechos – Município de Reginópolis

Tabela da Rede - Trechos às 19:00 Horas							
Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 1	6,69	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 2	6,85	50,00	140,00	0,02	0,01	0,01	Open
Tubulação 3	6,86	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 4	6,68	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 5	6,40	50,00	140,00	0,01	0,00	0,00	Open
Tubulação 6	6,49	50,00	140,00	0,01	0,01	0,00	Open
Tubulação 7	284,60	50,00	140,00	0,04	0,02	0,01	Open
Tubulação 8	320,66	50,00	140,00	0,03	0,02	0,01	Open
Tubulação 9	325,21	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 10	360,00	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 11	364,17	50,00	140,00	0,02	0,01	0,01	Open
Tubulação 12	396,95	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 13	401,55	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 14	419,47	50,00	140,00	0,04	0,02	0,01	Open
Tubulação 15	420,75	50,00	140,00	0,03	0,02	0,01	Open
Tubulação 16	431,77	50,00	140,00	0,06	0,03	0,03	Open
Tubulação 17	433,62	50,00	140,00	0,06	0,03	0,03	Open
Tubulação 18	6,00	75,00	140,00	0,06	0,01	0,01	Open
Tubulação 19	46,31	75,00	140,00	0,11	0,03	0,02	Open
Tubulação 20	5,71	75,00	140,00	0,15	0,03	0,03	Open
Tubulação 21	49,36	75,00	140,00	0,18	0,04	0,04	Open
Tubulação 22	7,86	75,00	140,00	0,22	0,05	0,06	Open
Tubulação 23	55,43	75,00	140,00	0,26	0,06	0,08	Open
Tubulação 24	7,25	75,00	140,00	0,28	0,06	0,09	Open
Tubulação 25	58,05	75,00	140,00	0,31	0,07	0,11	Open
Tubulação 26	7,54	75,00	140,00	0,34	0,08	0,12	Open
Tubulação 27	28,11	75,00	140,00	0,37	0,08	0,15	Open
Tubulação 30	29,39	75,00	140,00	0,04	0,01	0,00	Open
Tubulação 33	162,90	50,00	140,00	1,53	0,78	15,03	Open
Tubulação 34	45,49	50,00	140,00	1,53	0,78	15,03	Open
Tubulação 35	118,73	50,00	140,00	0,11	0,06	0,12	Open
Tubulação 36	52,81	50,00	140,00	1,42	0,72	13,05	Open
Tubulação 37	112,79	50,00	140,00	0,12	0,06	0,13	Open
Tubulação 38	51,54	50,00	140,00	1,30	0,66	11,11	Open
Tubulação 39	99,10	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 40	112,35	50,00	140,00	0,14	0,07	0,18	Open
Tubulação 41	50,79	50,00	140,00	1,10	0,56	8,13	Open
Tubulação 42	99,14	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 43	113,25	50,00	140,00	0,14	0,07	0,18	Open
Tubulação 44	200,85	50,00	140,00	0,06	0,03	0,04	Open
Tubulação 45	45,37	50,00	140,00	0,83	0,42	4,89	Open
Tubulação 46	112,62	50,00	140,00	0,07	0,04	0,05	Open
Tubulação 47	97,74	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 48	53,38	50,00	140,00	0,70	0,36	3,55	Open
Tubulação 49	96,04	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 50	51,24	50,00	140,00	0,64	0,33	2,98	Open
Tubulação 51	97,93	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 52	50,18	50,00	140,00	0,51	0,26	1,99	Open
Tubulação 53	100,29	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 54	53,34	50,00	140,00	0,39	0,20	1,19	Open
Tubulação 55	101,27	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 56	8,67	50,00	140,00	0,33	0,17	0,86	Open
Tubulação 57	54,78	50,00	140,00	0,33	0,17	0,86	Open
Tubulação 58	43,45	50,00	140,00	0,33	0,17	0,86	Open
Tubulação 59	146,52	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 60	147,51	50,00	140,00	0,33	0,17	0,86	Open
Tubulação 61	150,98	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 62	52,56	50,00	140,00	0,13	0,06	0,15	Open
Tubulação 63	51,49	50,00	140,00	0,07	0,04	0,05	Open
Tubulação 64	221,32	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 65	223,75	50,00	140,00	0,01	0,00	0,00	Open
Tubulação 66	220,52	50,00	140,00	0,06	0,03	0,03	Open
Tubulação 68	85,40	100,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 69	95,88	50,00	140,00	0,05	0,03	0,03	Open
Tubulação 70	21,59	15,00	140,00	0,05	0,28	9,07	Open
Tubulação 71	96,20	15,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 72	4,36	100,00	140,00	0,11	0,01	0,01	Open
Tubulação 73	47,68	100,00	140,00	0,38	0,05	0,04	Open
Tubulação 74	93,97	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 75	53,23	100,00	140,00	0,49	0,06	0,06	Open
Tubulação 76	93,94	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 77	51,81	100,00	140,00	0,62	0,08	0,10	Open
Tubulação 78	115,65	50,00	140,00	0,02	0,01	0,01	Open
Tubulação 79	140,61	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 80	50,26	100,00	140,00	0,77	0,10	0,14	Open
Tubulação 81	94,85	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 82	52,43	100,00	140,00	0,89	0,11	0,19	Open
Tubulação 83	89,98	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 84	51,96	100,00	140,00	1,00	0,13	0,23	Open
Tubulação 85	87,81	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 86	156,27	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 87	52,61	100,00	140,00	1,12	0,14	0,29	Open
Tubulação 88	87,36	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 89	49,91	100,00	140,00	1,24	0,16	0,35	Open
Tubulação 90	88,01	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 91	18,25	100,00	140,00	1,30	0,17	0,38	Open
Tubulação 94	83,94	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 95	54,83	50,00	140,00	0,57	0,29	2,41	Open
Tubulação 96	114,83	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 97	13,13	50,00	140,00	0,42	0,21	1,35	Open
Tubulação 98	198,87	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 99	143,37	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 100	38,13	50,00	140,00	0,38	0,19	1,15	Open
Tubulação 101	83,05	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 102	59,80	50,00	140,00	0,28	0,14	0,66	Open
Tubulação 103	103,11	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 104	57,04	50,00	140,00	0,19	0,10	0,33	Open
Tubulação 105	101,41	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 106	55,94	50,00	140,00	0,09	0,05	0,08	Open
Tubulação 107	102,47	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 108	26,95	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 109	60,47	50,00	140,00	0,27	0,14	0,61	Open
Tubulação 110	201,59	50,00	140,00	0,26	0,13	0,55	Open
Tubulação 111	314,91	50,00	140,00	0,08	0,04	0,06	Open
Tubulação 112	61,19	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 113	314,13	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 114	8,06	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 115	9,32	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 116	145,15	50,00	130,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 117	28,75	50,00	130,00	0,02	0,01	0,01	Open
Tubulação 118	32,79	50,00	130,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 119	34,62	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 120	184,51	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 121	102,99	50,00	130,00	-0,08	0,04	0,07	Open
Tubulação 122	95,41	50,00	130,00	-0,08	0,04	0,07	Open
Tubulação 123	90,18	50,00	130,00	-0,05	0,02	0,03	Open
Tubulação 124	75,25	50,00	140,00	0,06	0,03	0,04	Open
Tubulação 125	224,17	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 126	7,45	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 127	6,36	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 128	77,66	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 129	73,48	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 130	6,39	50,00	130,00	-0,11	0,06	0,13	Open
Tubulação 131	103,94	50,00	130,00	0,18	0,09	0,33	Open
Tubulação 132	97,34	50,00	130,00	0,10	0,05	0,11	Open
Tubulação 133	104,79	50,00	130,00	0,16	0,08	0,26	Open
Tubulação 134	104,31	50,00	130,00	0,15	0,08	0,23	Open



Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 135	96,01	50,00	130,00	0,10	0,05	0,10	Open
Tubulação 136	102,15	50,00	130,00	0,10	0,05	0,11	Open
Tubulação 137	75,10	50,00	130,00	0,16	0,08	0,25	Open
Tubulação 138	104,22	50,00	130,00	0,07	0,04	0,06	Open
Tubulação 139	101,10	50,00	130,00	0,33	0,17	1,02	Open
Tubulação 140	100,59	50,00	130,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 141	101,32	100,00	130,00	-0,34	0,04	0,04	Open
Tubulação 142	99,46	50,00	130,00	0,32	0,16	0,95	Open
Tubulação 143	96,58	100,00	130,00	-0,55	0,07	0,09	Open
Tubulação 144	97,75	50,00	130,00	0,32	0,16	0,95	Open
Tubulação 145	98,10	100,00	130,00	-0,80	0,10	0,18	Open
Tubulação 146	97,64	50,00	130,00	0,33	0,17	1,02	Open
Tubulação 147	108,47	100,00	130,00	1,26	0,16	0,41	Open
Tubulação 148	99,00	50,00	130,00	0,15	0,08	0,23	Open
Tubulação 149	108,65	50,00	130,00	0,19	0,10	0,36	Open
Tubulação 150	97,20	50,00	130,00	0,07	0,04	0,06	Open
Tubulação 151	108,83	50,00	130,00	0,20	0,10	0,38	Open
Tubulação 152	100,40	50,00	130,00	0,11	0,05	0,12	Open
Tubulação 153	108,96	50,00	130,00	0,17	0,09	0,30	Open
Tubulação 154	100,58	50,00	130,00	0,11	0,06	0,14	Open
Tubulação 155	108,95	50,00	130,00	0,13	0,07	0,19	Open
Tubulação 156	97,49	50,00	130,00	0,21	0,11	0,43	Open
Tubulação 157	100,52	50,00	130,00	0,29	0,15	0,80	Open
Tubulação 158	98,59	50,00	130,00	0,35	0,18	1,09	Open
Tubulação 159	99,62	150,00	130,00	0,28	0,02	0,00	Open
Tubulação 160	99,26	50,00	130,00	0,32	0,16	0,96	Open
Tubulação 161	97,77	150,00	130,00	0,40	0,02	0,01	Open
Tubulação 162	99,91	50,00	130,00	0,31	0,16	0,90	Open
Tubulação 163	99,82	150,00	130,00	1,81	0,10	0,11	Open
Tubulação 164	100,58	100,00	130,00	1,47	0,19	0,55	Open
Tubulação 165	128,74	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 166	98,06	50,00	130,00	0,26	0,13	0,63	Open
Tubulação 167	92,09	50,00	130,00	0,07	0,04	0,06	Open
Tubulação 168	102,22	50,00	130,00	0,14	0,07	0,20	Open
Tubulação 169	94,56	50,00	130,00	0,05	0,02	0,03	Open
Tubulação 170	93,69	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 171	205,26	50,00	130,00	-1,86	0,95	24,70	Open
Tubulação 172	98,91	200,00	130,00	2,18	0,07	0,04	Open
Tubulação 173	103,25	50,00	130,00	2,36	1,20	38,59	Open
Tubulação 174	87,67	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 175	102,29	50,00	130,00	1,18	0,60	10,63	Open
Tubulação 176	103,56	50,00	130,00	0,55	0,28	2,56	Open

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 177	98,79	50,00	130,00	1,03	0,53	8,32	Open
Tubulação 178	92,30	50,00	130,00	0,40	0,21	1,46	Open
Tubulação 179	5,04	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 180	3,21	50,00	130,00	0,32	0,16	0,95	Open
Tubulação 181	28,32	50,00	140,00	0,32	0,16	0,83	Open
Tubulação 182	68,91	50,00	140,00	0,32	0,16	0,83	Open
Tubulação 183	30,02	50,00	140,00	0,26	0,13	0,55	Open
Tubulação 184	34,13	50,00	140,00	0,17	0,09	0,25	Open
Tubulação 185	124,08	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 186	100,24	200,00	130,00	4,62	0,15	0,16	Open
Tubulação 187	13,32	200,00	130,00	-4,62	0,15	0,16	Open
Tubulação 188	98,18	200,00	130,00	4,62	0,15	0,16	Open
Tubulação 190	100,37	200,00	130,00	0,25	0,01	0,00	Open
Tubulação 191	198,71	200,00	130,00	0,25	0,01	0,00	Open
Tubulação 192	73,05	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 193	30,00	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 194	94,09	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 195	94,12	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 196	11,51	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 197	93,75	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 198	94,67	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 199	49,00	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 200	193,26	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 201	93,57	50,00	140,00	0,06	0,03	0,03	Open
Tubulação 202	200,17	50,00	140,00	0,04	0,02	0,01	Open
Tubulação 203	11,57	50,00	140,00	0,04	0,02	0,01	Open
Tubulação 204	24,67	50,00	140,00	0,09	0,05	0,08	Open
Tubulação 205	85,79	50,00	140,00	0,09	0,05	0,08	Open
Tubulação 206	65,42	200,00	130,00	0,25	0,01	0,00	Open
Tubulação 207	19,26	200,00	130,00	0,25	0,01	0,00	Open
Tubulação 209	8,97	50,00	140,00	0,09	0,05	0,08	Open
Tubulação 212	17,40	75,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 213	4,34	75,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 215	12,32	75,00	140,00	-22,30	5,05	297,98	Open
Tubulação 222	101,22	75,00	130,00	0,83	0,19	0,78	Open
Tubulação 223	95,58	50,00	130,00	0,12	0,06	0,17	Open
Tubulação 224	53,18	75,00	130,00	0,71	0,16	0,57	Open
Tubulação 225	46,26	50,00	130,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 226	51,97	75,00	130,00	0,71	0,16	0,57	Open
Tubulação 227	92,53	50,00	130,00	0,11	0,06	0,13	Open
Tubulação 228	3,66	50,00	130,00	0,60	0,30	3,01	Open
Tubulação 229	53,33	75,00	130,00	0,60	0,14	0,42	Open

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 230	63,71	50,00	130,00	0,19	0,10	0,37	Open
Tubulação 231	44,11	50,00	130,00	0,12	0,06	0,15	Open
Tubulação 232	44,80	75,00	130,00	0,40	0,09	0,20	Open
Tubulação 233	63,23	50,00	130,00	0,18	0,09	0,33	Open
Tubulação 234	43,86	50,00	130,00	0,18	0,09	0,33	Open
Tubulação 235	29,92	50,00	130,00	0,10	0,05	0,11	Open
Tubulação 236	60,45	50,00	130,00	0,08	0,04	0,08	Open
Tubulação 237	98,10	75,00	130,00	0,22	0,05	0,07	Open
Tubulação 238	136,16	50,00	130,00	0,15	0,08	0,24	Open
Tubulação 239	97,84	50,00	130,00	0,01	0,01	0,00	Open
Tubulação 240	65,34	50,00	130,00	0,06	0,03	0,04	Open
Tubulação 241	22,76	75,00	130,00	0,06	0,01	0,00	Open
Tubulação 242	57,52	75,00	130,00	0,06	0,01	0,01	Open
Tubulação 243	42,32	50,00	140,00	2,32	1,18	32,49	Open
Tubulação 244	76,26	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 245	62,00	50,00	140,00	2,28	1,16	31,40	Open
Tubulação 246	104,77	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 247	18,39	50,00	140,00	2,20	1,12	29,47	Open
Tubulação 248	12,01	50,00	140,00	0,14	0,07	0,18	Open
Tubulação 249	63,35	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 250	124,49	50,00	140,00	1,81	0,92	20,55	Open
Tubulação 251	9,52	50,00	140,00	0,12	0,06	0,13	Open
Tubulação 252	91,62	100,00	140,00	1,86	0,24	0,74	Open
Tubulação 254	56,96	50,00	140,00	0,04	0,02	0,01	Open
Tubulação 255	45,16	50,00	140,00	0,25	0,13	0,52	Open
Tubulação 256	203,05	50,00	140,00	0,23	0,12	0,45	Open
Tubulação 257	127,15	50,00	140,00	0,14	0,07	0,18	Open
Tubulação 258	106,51	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 259	44,38	50,00	140,00	0,07	0,04	0,05	Open
Tubulação 260	145,83	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 261	14,02	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 262	58,65	50,00	140,00	0,05	0,02	0,03	Open
Tubulação 263	175,12	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 264	111,26	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 265	99,99	100,00	140,00	1,59	0,20	0,55	Open
Tubulação 266	31,67	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 267	49,64	50,00	140,00	0,14	0,07	0,18	Open
Tubulação 268	137,32	50,00	140,00	0,11	0,06	0,12	Open
Tubulação 269	143,26	100,00	140,00	1,45	0,18	0,47	Open
Tubulação 270	58,08	50,00	140,00	1,36	0,69	12,00	Open
Tubulação 271	141,65	50,00	140,00	1,36	0,69	12,00	Open
Tubulação 272	52,43	50,00	140,00	1,21	0,62	9,72	Open

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 273	137,29	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 274	72,91	50,00	140,00	0,40	0,21	1,28	Open
Tubulação 275	46,63	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 276	62,41	50,00	140,00	0,58	0,29	2,45	Open
Tubulação 277	139,46	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 278	4,72	50,00	140,00	0,40	0,20	1,26	Open
Tubulação 279	90,79	50,00	140,00	-0,02	0,01	0,01	Open
Tubulação 280	67,05	50,00	140,00	-0,35	0,18	0,97	Open
Tubulação 281	6,38	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 282	47,90	50,00	140,00	0,42	0,22	1,40	Open
Tubulação 283	139,93	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 284	152,07	50,00	140,00	-0,23	0,12	0,44	Open
Tubulação 285	55,23	50,00	140,00	0,33	0,17	0,89	Open
Tubulação 286	141,34	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 287	154,77	50,00	140,00	0,17	0,09	0,25	Open
Tubulação 288	51,52	50,00	140,00	0,08	0,04	0,06	Open
Tubulação 289	159,22	50,00	140,00	0,08	0,04	0,06	Open
Tubulação 290	100,68	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 291	52,30	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 292	52,78	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 293	91,04	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 294	53,99	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 295	95,55	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 296	50,30	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 297	62,73	50,00	140,00	1,98	1,01	24,13	Open
Tubulação 298	331,67	50,00	140,00	0,80	0,41	4,49	Open
Tubulação 299	101,17	50,00	140,00	0,78	0,40	4,27	Open
Tubulação 300	129,54	50,00	140,00	0,40	0,21	1,28	Open
Tubulação 301	98,58	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 302	64,00	50,00	140,00	0,17	0,09	0,27	Open
Tubulação 303	95,86	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 304	63,43	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 305	94,87	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 306	64,47	50,00	140,00	0,25	0,13	0,53	Open
Tubulação 307	94,32	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 308	62,62	50,00	140,00	0,42	0,22	1,40	Open
Tubulação 309	93,22	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação 310	64,19	50,00	140,00	0,51	0,26	2,00	Open
Tubulação 311	95,54	50,00	140,00	1,14	0,58	8,77	Open
Tubulação 312	115,57	50,00	140,00	1,14	0,58	8,77	Open
Tubulação 313	165,12	50,00	140,00	0,31	0,16	0,77	Open
Tubulação 314	8,08	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Tubulação 315	128,51	50,00	140,00	0,23	0,11	0,43	Open
Tubulação 316	165,04	50,00	140,00	0,11	0,05	0,11	Open
Tubulação 317	64,86	50,00	140,00	0,16	0,08	0,24	Open
Tubulação 318	165,44	50,00	140,00	0,10	0,05	0,10	Open
Tubulação 319	61,99	50,00	140,00	0,08	0,04	0,07	Open
Tubulação 320	166,33	50,00	140,00	0,12	0,06	0,13	Open
Tubulação 321	62,28	50,00	140,00	0,06	0,03	0,03	Open
Tubulação 322	3,67	50,00	140,00	-0,07	0,04	0,04	Open
Tubulação 323	105,92	50,00	140,00	0,24	0,12	0,49	Open
Tubulação 324	61,02	50,00	140,00	0,10	0,05	0,09	Open
Tubulação 325	126,21	50,00	140,00	0,26	0,13	0,55	Open
Tubulação 326	60,95	50,00	140,00	0,58	0,30	2,50	Open
Tubulação 327	57,07	50,00	140,00	0,32	0,16	0,85	Open
Tubulação 328	81,93	50,00	140,00	0,11	0,06	0,12	Open
Tubulação 329	50,40	50,00	140,00	0,21	0,11	0,39	Open
Tubulação 330	94,62	50,00	140,00	0,21	0,11	0,39	Open
Tubulação 331	52,73	50,00	140,00	0,16	0,08	0,22	Open
Tubulação 332	90,49	50,00	140,00	0,10	0,05	0,10	Open
Tubulação 333	52,72	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 334	18,45	50,00	140,00	0,17	0,09	0,26	Open
Tubulação 335	191,49	50,00	140,00	0,12	0,06	0,15	Open
Tubulação 336	65,23	50,00	140,00	0,22	0,11	0,40	Open
Tubulação 337	36,41	50,00	140,00	0,01	0,01	0,00	Open
Tubulação 338	57,09	50,00	140,00	0,17	0,09	0,25	Open
Tubulação 339	43,14	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 340	50,25	50,00	140,00	0,10	0,05	0,11	Open
Tubulação 341	55,01	50,00	140,00	0,04	0,02	0,02	Open
Tubulação 342	18,68	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação 343	45,91	50,00	140,00	0,03	0,01	0,01	Open
Tubulação TUB1	8,55	75,00	140,00	-22,30	5,05	297,98	Open
Tubulação TUB2	10,35	50,00	140,00	0,04	0,02	0,01	Open
Tubulação TUB3	152,42	50,00	140,00	0,15	0,07	0,19	Open
Tubulação TUB4	86,95	50,00	140,00	0,00	0,00	0,00	Open
Tubulação TUB5	17,60	75,00	140,00	2,34	0,53	4,59	Open
Válvula 28	#N/A	150,00	#N/A	0,41	0,02	0,00	Open
Válvula 32	#N/A	50,00	#N/A	1,53	0,78	0,00	Open
Válvula 67	#N/A	100,00	#N/A	0,00	0,00	0,00	Closed
Válvula 208	#N/A	200,00	#N/A	0,25	0,01	0,00	Open
Válvula 210	#N/A	50,00	#N/A	2,41	1,23	0,00	Open

Válvula 211	#N/A	75,00	#N/A	0,00	0,00	0,00	Closed
Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)	Estado
Válvula 214	#N/A	75,00	#N/A	22,30	5,05	0,00	Open
Válvula 217	#N/A	75,00	#N/A	-2,34	0,53	0,00	Open
Válvula 221	#N/A	100,00	#N/A	0,83	0,11	0,00	Open
Válvula VAL2	#N/A	100,00	#N/A	1,86	0,24	0,00	Open
Válvula VAL1	#N/A	100,00	#N/A	0,04	0,00	0,00	Open
Válvula VAL3	#N/A	50,00	#N/A	0,63	0,32	0,00	Open

Tabela 40 – Resultados da simulação nos nós – Município de Reginópolis

Tabela da Rede - Nós às 19:00 Horas					
Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 1	427,30	0,00	0,00	454,17	26,87
Nó 2	427,56	0,08	0,08	454,17	26,61
Nó 3	427,64	0,04	0,04	454,17	26,53
Nó 4	428,67	0,04	0,04	454,18	25,51
Nó 5	428,74	0,04	0,04	454,18	25,44
Nó 6	429,66	0,04	0,04	454,18	24,52
Nó 7	429,76	0,04	0,04	454,18	24,42
Nó 8	430,64	0,03	0,03	454,19	23,55
Nó 9	430,74	0,02	0,02	454,19	23,45
Nó 10	431,33	0,04	0,04	454,19	22,86
Nó 11	431,38	0,02	0,02	454,19	22,81
Nó 12	432,07	0,04	0,04	454,20	22,13
Nó 13	435,54	0,00	0,00	454,18	18,64
Nó 14	435,65	0,00	0,00	454,18	18,53
Nó 15	436,61	0,00	0,00	454,18	17,57
Nó 16	436,74	0,00	0,00	454,18	17,44
Nó 17	437,60	0,00	0,00	454,18	16,58
Nó 18	437,72	0,00	0,00	454,18	16,46
Nó 19	438,57	0,00	0,00	454,19	15,62
Nó 20	438,67	0,00	0,00	454,19	15,52
Nó 21	439,32	0,00	0,00	454,19	14,87
Nó 22	439,40	0,00	0,00	454,20	14,80
Nó 23	439,61	0,00	0,00	454,20	14,59
Nó 26	439,91	0,00	0,00	454,20	14,29
Nó 29	433,34	0,00	0,00	444,26	10,92
Nó 30	431,58	0,00	0,00	441,81	10,23
Nó 31	431,09	0,00	0,00	441,13	10,04
Nó 32	427,91	0,05	0,05	441,11	13,20

Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 33	429,68	0,00	0,00	440,44	10,76
Nó 34	426,72	0,12	0,12	440,42	13,70
Nó 35	425,52	0,14	0,14	439,85	14,33
Nó 36	428,40	0,06	0,06	439,87	11,47
Nó 37	430,00	0,00	0,00	439,87	9,87
Nó 38	430,00	0,00	0,00	439,45	9,45
Nó 39	427,66	0,13	0,12	439,45	11,79
Nó 40	424,60	0,14	0,14	439,43	14,83
Nó 41	432,44	0,06	0,06	441,11	8,67
Nó 42	423,82	0,07	0,07	439,23	15,41
Nó 43	427,21	0,06	0,06	439,23	12,02
Nó 44	430,00	0,00	0,00	439,23	9,23
Nó 45	426,49	0,06	0,06	439,04	12,55
Nó 46	429,80	0,00	0,00	439,04	9,24
Nó 47	425,37	0,13	0,12	438,89	13,52
Nó 48	428,63	0,00	0,00	438,89	10,26
Nó 49	424,06	0,13	0,12	438,79	14,73
Nó 50	427,00	0,00	0,00	438,79	11,79
Nó 51	422,46	0,00	0,00	438,72	16,26
Nó 52	422,67	0,06	0,06	438,73	16,06
Nó 53	425,21	0,00	0,00	438,73	13,52
Nó 54	420,59	0,00	0,00	438,50	17,91
Nó 55	420,82	0,00	0,00	438,67	17,85
Nó 56	422,05	0,00	0,00	438,63	16,58
Nó 57	423,32	0,00	0,00	438,50	15,18
Nó 58	415,86	0,07	0,07	438,50	22,64
Nó 59	415,30	0,13	0,12	438,51	23,21
Nó 60	414,49	0,07	0,07	438,50	24,01
Nó 61	402,21	0,00	0,00	438,50	36,29
Nó 62	402,90	0,01	0,01	438,51	35,61
Nó 63	403,66	0,06	0,06	438,49	34,83
Nó 64	422,07	0,00	0,00	477,70	55,63
Nó 66	423,85	0,00	0,00	477,50	53,65
Nó 67	421,22	0,05	0,05	477,50	56,28
Nó 68	421,10	0,00	0,00	477,70	56,60
Nó 69	417,70	0,00	0,00	477,70	60,00
Nó 70	419,81	0,06	0,06	477,70	57,89
Nó 71	418,91	0,01	0,01	477,66	58,75
Nó 72	420,92	0,00	0,00	477,71	56,79
Nó 73	420,02	0,00	0,00	477,70	57,68
Nó 74	418,71	0,11	0,11	477,70	58,99
Nó 75	417,28	0,13	0,13	477,71	60,43

Nó 76	418,69	0,00	0,00	477,71	59,02
Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 77	417,23	0,02	0,02	477,71	60,48
Nó 78	415,94	0,13	0,12	477,71	61,77
Nó 79	416,44	0,00	0,00	477,72	61,28
Nó 80	414,76	0,13	0,12	477,72	62,96
Nó 81	413,58	0,15	0,15	477,55	63,97
Nó 82	412,25	0,00	0,00	477,55	65,30
Nó 83	414,93	0,00	0,00	477,73	62,80
Nó 84	413,12	0,11	0,11	477,73	64,61
Nó 85	411,86	0,12	0,12	477,74	65,88
Nó 86	413,34	0,00	0,00	477,74	64,40
Nó 87	413,12	0,00	0,00	477,71	64,59
Nó 88	412,00	0,00	0,00	477,76	65,76
Nó 89	410,36	0,13	0,12	477,76	67,40
Nó 90	409,11	0,06	0,06	477,77	68,66
Nó 91	411,05	0,00	0,00	477,77	66,72
Nó 92	408,66	0,00	0,00	477,78	69,12
Nó 94	407,88	0,06	0,06	477,78	69,90
Nó 95	409,00	0,00	0,00	477,78	68,78
Nó 96	407,49	0,00	0,00	477,65	70,16
Nó 97	406,34	0,11	0,11	477,65	71,31
Nó 98	405,44	0,08	0,08	477,53	72,09
Nó 99	404,37	0,03	0,03	477,55	73,18
Nó 100	405,90	0,00	0,00	477,63	71,73
Nó 101	406,00	0,00	0,00	477,63	71,63
Nó 102	405,20	0,10	0,10	477,59	72,39
Nó 103	405,35	0,00	0,00	477,59	72,24
Nó 104	401,94	0,00	0,00	477,55	75,61
Nó 105	403,47	0,09	0,09	477,55	74,08
Nó 106	400,92	0,04	0,04	477,63	76,71
Nó 107	400,60	0,10	0,10	477,53	76,93
Nó 108	398,41	0,00	0,00	477,53	79,12
Nó 109	400,64	0,00	0,00	477,64	77,00
Nó 110	396,46	0,04	0,04	477,64	81,18
Nó 111	395,13	0,00	0,00	477,52	82,39
Nó 112	396,68	0,09	0,09	477,52	80,84
Nó 113	395,69	0,00	0,00	477,52	81,83
Nó 114	393,48	0,00	0,00	420,59	27,11
Nó 115	393,10	0,04	0,04	420,59	27,49
Nó 116	393,23	0,00	0,00	420,59	27,36
Nó 117	396,93	0,10	0,10	420,59	23,66
Nó 118	396,22	0,07	0,07	420,59	24,37



Nó 119	395,09	0,03	0,03	420,59	25,50
Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 120	398,00	0,00	0,00	420,59	22,59
Nó 121	392,08	0,00	0,00	420,61	28,53
Nó 122	392,00	0,00	0,00	420,61	28,61
Nó 123	392,00	0,00	0,00	420,61	28,61
Nó 124	392,24	0,00	0,00	420,61	28,37
Nó 125	394,00	0,00	0,00	420,61	26,61
Nó 126	402,22	0,06	0,06	420,61	18,39
Nó 127	404,34	0,07	0,07	420,61	16,27
Nó 128	404,18	0,00	0,00	420,61	16,43
Nó 129	402,58	0,13	0,12	420,61	18,03
Nó 130	400,20	0,15	0,15	420,60	20,40
Nó 131	406,29	0,05	0,05	420,65	14,36
Nó 132	404,90	0,17	0,17	420,63	15,73
Nó 133	403,00	0,17	0,17	420,62	17,62
Nó 134	398,69	0,21	0,21	420,61	21,92
Nó 135	392,77	0,07	0,07	420,61	27,84
Nó 136	396,10	0,16	0,16	420,71	24,61
Nó 137	400,81	0,15	0,15	420,72	19,91
Nó 138	404,82	0,08	0,08	420,72	15,90
Nó 139	406,53	0,12	0,12	420,73	14,20
Nó 140	407,67	0,13	0,13	420,75	13,08
Nó 141	409,15	0,06	0,06	420,79	11,64
Nó 142	408,21	0,20	0,20	420,77	12,56
Nó 143	406,08	0,09	0,09	420,76	14,68
Nó 144	402,33	0,17	0,17	420,75	18,42
Nó 145	396,54	0,19	0,19	420,73	24,19
Nó 146	399,26	0,08	0,08	420,78	21,52
Nó 147	404,00	0,19	0,19	420,86	16,86
Nó 148	407,00	0,17	0,17	420,86	13,86
Nó 149	409,22	0,15	0,15	420,86	11,64
Nó 150	410,60	0,08	0,08	420,85	10,25
Nó 151	411,00	0,00	0,00	420,85	9,85
Nó 152	411,00	0,04	0,04	438,48	27,48
Nó 153	412,38	0,04	0,04	438,49	26,11
Nó 154	417,72	0,00	0,00	438,49	20,77
Nó 155	413,00	0,00	0,00	438,49	25,49
Nó 156	413,00	0,00	0,00	438,49	25,49
Nó 157	416,00	0,00	0,00	438,49	22,49
Nó 158	416,00	0,00	0,00	438,49	22,49
Nó 159	419,00	0,00	0,00	438,49	19,49
Nó 160	419,00	0,00	0,00	438,49	19,49

Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 161	417,00	0,00	0,00	438,49	21,49
Nó 162	419,00	0,00	0,00	438,49	19,49
Nó 163	415,46	0,01	0,01	438,49	23,03
Nó 164	418,08	0,00	0,00	438,49	20,41
Nó 165	418,78	0,00	0,00	438,49	19,71
Nó 166	418,79	0,00	0,00	425,92	7,13
Nó 167	420,28	0,00	0,00	425,92	5,64
Nó 168	420,38	0,00	0,00	438,50	18,12
Nó 169	420,58	0,00	0,00	438,50	17,92
Nó 171	420,86	0,00	0,00	438,50	17,64
Nó 172	420,71	0,00	0,00	425,92	5,21
Nó 174	420,75	0,00	0,00	438,58	17,83
Nó 176	420,41	0,00	0,00	429,60	9,19
Nó 178	420,87	0,00	0,00	425,92	5,05
Nó 179	420,91	0,00	0,00	425,92	5,01
Nó 180	421,00	0,00	0,00	425,92	4,92
Nó 181	421,00	0,00	0,00	425,92	4,92
Nó 182	421,00	0,00	0,00	437,13	16,13
Nó 183	420,97	0,04	0,04	435,18	14,21
Nó 184	421,00	0,00	0,00	434,63	13,63
Nó 185	420,44	0,00	0,00	434,63	14,19
Nó 186	420,60	0,00	0,00	434,64	14,04
Nó 187	419,89	0,02	0,02	434,61	14,72
Nó 188	417,45	0,07	0,07	434,61	17,16
Nó 189	416,28	0,02	0,02	434,61	18,33
Nó 190	414,72	0,05	0,05	434,61	19,89
Nó 191	412,15	0,00	0,00	434,61	22,46
Nó 192	420,02	0,04	0,04	437,12	17,10
Nó 193	419,67	0,00	0,00	432,14	12,47
Nó 194	420,22	0,04	0,04	435,18	14,96
Nó 195	419,78	0,00	0,00	432,08	12,30
Nó 196	416,64	0,07	0,07	432,08	15,44
Nó 197	418,30	0,00	0,00	432,02	13,72
Nó 198	419,10	0,00	0,00	432,02	12,92
Nó 199	419,05	0,00	0,00	434,61	15,56
Nó 200	417,00	0,00	0,00	434,61	17,61
Nó 201	416,89	0,00	0,00	434,61	17,72
Nó 202	415,11	0,00	0,00	434,61	19,50
Nó 203	414,28	0,10	0,10	431,96	17,68
Nó 204	414,00	0,00	0,00	429,05	15,05
Nó 205	415,00	0,00	0,00	428,90	13,90
Nó 206	415,66	0,00	0,00	428,82	13,16

Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 207	415,09	0,00	0,00	428,77	13,68
Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 208	411,38	0,00	0,00	428,77	17,39
Nó 209	410,79	0,09	0,09	428,77	17,98
Nó 210	409,66	0,17	0,17	428,82	19,16
Nó 211	408,06	0,00	0,00	428,89	20,83
Nó 212	407,95	0,17	0,17	428,90	20,95
Nó 213	407,31	0,23	0,23	429,05	21,74
Nó 214	405,00	0,00	0,00	428,96	23,96
Nó 215	404,37	0,06	0,06	428,96	24,59
Nó 216	404,13	0,10	0,10	428,89	24,76
Nó 217	404,00	0,00	0,00	428,89	24,89
Nó 218	404,00	0,15	0,15	428,79	24,79
Nó 219	404,00	0,00	0,00	428,76	24,76
Nó 220	404,00	0,00	0,00	428,76	24,76
Nó 221	404,00	0,00	0,00	428,76	24,76
Nó 222	406,00	0,00	0,00	428,76	22,76
Nó 223	406,86	0,00	0,00	428,76	21,90
Nó 224	408,06	0,08	0,08	428,76	20,70
Nó 225	405,81	0,17	0,17	428,74	22,93
Nó 226	407,28	0,15	0,15	429,56	22,28
Nó 227	413,62	0,00	0,00	431,26	17,64
Nó 228	414,08	0,11	0,11	432,00	17,92
Nó 229	416,70	0,03	0,03	432,01	15,31
Nó 230	407,37	0,02	0,02	429,07	21,70
Nó 231	412,65	0,00	0,00	428,48	15,83
Nó 232	414,38	0,00	0,00	428,46	14,08
Nó 233	416,13	0,00	0,00	428,46	12,33
Nó 234	416,69	0,23	0,23	434,52	17,83
Nó 235	417,18	0,04	0,04	432,08	14,90
Nó 236	417,54	0,00	0,00	428,49	10,95
Nó 237	417,40	0,04	0,04	430,56	13,16
Nó 238	417,19	0,00	0,00	428,58	11,39
Nó 239	416,73	0,00	0,00	429,55	12,82
Nó 240	416,83	0,00	0,00	425,85	9,02
Nó 241	415,79	0,13	0,12	425,83	10,04
Nó 242	414,86	0,00	0,00	425,82	10,96
Nó 243	414,46	0,00	0,00	425,82	11,36
Nó 244	415,58	0,00	0,00	420,76	5,18
Nó 245	413,72	0,09	0,09	420,76	7,04
Nó 246	411,87	0,05	0,05	420,78	8,91
Nó 247	410,17	0,07	0,07	420,78	10,61
Nó 248	411,11	0,05	0,05	420,76	9,65

Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 249	410,96	0,07	0,07	425,93	14,97
Nó 250	412,19	0,00	0,00	425,93	13,74
Nó 251	411,80	0,00	0,00	425,71	13,91
Nó 252	412,28	0,11	0,11	425,77	13,49
Nó 253	413,14	0,00	0,00	425,79	12,65
Nó 254	413,16	0,00	0,00	425,78	12,62
Nó 255	413,32	0,05	0,05	428,71	15,39
Nó 256	413,79	0,09	0,09	428,58	14,79
Nó 257	413,31	0,08	0,08	428,49	15,18
Nó 258	411,84	0,10	0,10	428,46	16,62
Nó 259	409,94	0,11	0,11	428,46	18,52
Nó 260	407,72	0,13	0,12	428,48	20,76
Nó 261	401,60	0,06	0,06	428,64	27,04
Nó 262	409,71	0,11	0,11	428,49	18,78
Nó 263	411,39	0,00	0,00	428,56	17,17
Nó 264	411,42	0,00	0,00	425,75	14,33
Nó 265	410,97	0,08	0,08	425,73	14,76
Nó 266	407,42	0,11	0,11	428,50	21,08
Nó 267	409,41	0,00	0,00	428,51	19,10
Nó 268	410,03	0,00	0,00	425,74	15,71
Nó 269	409,56	0,12	0,12	425,72	16,16
Nó 270	409,19	0,08	0,08	425,71	16,52
Nó 271	408,71	0,00	0,00	425,70	16,99
Nó 272	408,19	0,08	0,08	425,70	17,51
Nó 273	408,15	0,08	0,08	425,93	17,78
Nó 274	407,87	0,15	0,15	421,94	14,07
Nó 275	404,67	0,08	0,08	421,12	16,45
Nó 276	403,48	0,00	0,00	420,98	17,50
Nó 277	403,71	0,08	0,08	420,99	17,28
Nó 278	403,57	0,00	0,00	420,99	17,42
Nó 279	403,41	0,00	0,00	425,94	22,53
Nó 280	403,39	0,06	0,06	425,70	22,31
Nó 281	403,23	0,00	0,00	425,95	22,72
Nó 282	403,16	0,00	0,00	420,96	17,80
Nó 283	403,37	0,11	0,11	425,70	22,33
Nó 284	404,22	0,01	0,01	425,74	21,52
Nó 285	405,97	0,00	0,00	428,49	22,52
Nó 286	404,90	0,06	0,06	428,43	23,53
Nó 287	403,71	0,00	0,00	428,43	24,72
Nó 288	402,98	0,00	0,00	428,44	25,46
Nó 289	402,74	0,00	0,00	428,44	25,70
Nó 290	399,72	0,15	0,15	428,44	28,72

Identificador do Nó	Cota (m)	Consumo-Base (l/s)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 291	398,18	0,18	0,18	428,44	30,26
Nó 292	397,00	0,17	0,17	428,46	31,46
Nó 293	397,00	0,08	0,08	428,51	31,51
Nó 294	397,00	0,00	0,00	428,51	31,51
Nó 295	402,19	0,00	0,00	425,74	23,55
Nó 296	399,45	0,04	0,04	428,41	28,96
Nó 297	399,31	0,01	0,01	428,41	29,10
Nó 298	397,79	0,06	0,06	428,44	30,65
Nó 299	397,96	0,06	0,06	428,45	30,49
Nó 300	396,41	0,06	0,06	425,74	29,33
Nó 301	398,24	0,00	0,00	420,88	22,64
Nó 302	397,69	0,17	0,17	420,88	23,19
Nó 303	395,78	0,09	0,09	420,89	25,11
Nó 304	397,14	0,06	0,06	420,90	23,76
Nó 305	395,94	0,00	0,00	425,96	30,02
Nó 307	396,66	0,03	0,03	428,39	31,73
Nó 308	396,56	0,04	0,04	428,39	31,83
Nó 309	395,00	0,04	0,04	428,39	33,39
Nó 310	395,00	0,04	0,04	428,38	33,38
Nó 311	395,00	0,00	0,00	428,39	33,39
Nó 312	395,00	0,13	0,12	428,41	33,41
Nó 313	395,00	0,03	0,03	428,38	33,38
Nó 314	395,34	0,00	0,00	420,59	25,25
Nó 315	409,80	0,00	0,00	421,94	12,14

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. Nestes locais serão previstos a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs), detalhados em item específico deste relatório final das atividades.

A seguir são apresentados os resultados de custos de operação das bombas dos poços dos sistemas de abastecimento de água de Reginópolis, baseando em um custo de R\$ 0,80/kwh.

Tabela 41 – Custos de operações das Bombas dos Poços do Município de Reginópolis

Custos de operações das bombas dos poços - Município de Reginópolis						
Bomba	Percentagem de utilização	Rendimento Médio	kWh/m <sup>3</sup>	kW Médio	kW Máximo	Custo/dia
29	100,00	75,00	1,29	6,67	6,67	R\$ 128,00
31	100,00	75,00	0,77	6,67	6,67	R\$ 128,00
189	100,00	75,00	0,41	6,67	6,67	R\$ 128,00
219	100,00	75,00	0,92	6,59	6,67	R\$ 126,54
BOMB1	100,00	75,00	0,77	6,67	6,67	R\$ 128,12
BOMB2	100,00	75,00	0,58	4,00	4,00	R\$ 76,80
Custo Total						R\$ 715,46



Gráfico 32 – Rendimento das Bombas

## **11. RELATÓRIO TOPOGRÁFICO**

RELATÓRIO TÉCNICO E DE ATIVIDADES DO SERVIÇO DE TOPOGRAFIA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE COMBATE AS PERDAS NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE REGINÓPOLIS - SP

### **11.1. INTRODUÇÃO**

Este Relatório Técnico contém informações gerais sobre o levantamento e processamento dos dados levantados na malha urbana do Município, com a finalidade da Elaboração do Projeto de Plano de Combate as Perdas no Sistema de Abastecimento de Água do município de Reginópolis.

### **11.2. 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 imóvel, 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.

### **11.3. METODOLOGIA**

Para o presente levantamento foi utilizado um aparelho GPS RTK L1/L2, onde a base foi deixada ao lado do Centro de Reservação (R-01, R-02, e R-03), nas coordenadas UTM X: 683.828,613, Y: 7.578.205,053 com altitude de 420,91 metros, fuso 22. Foram coletados pontos para o levantamento com precisão horizontal de 3 mm.

As coordenadas corrigidas pelo RTK e pelo PPP foram descarregadas no software TopoEVN, 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 imóvel, a precisão dos pontos é considerada bem melhor que a precisão requerida para a finalidade.



Figura 68 – Localização da base no município de Reginópolis





Figura 69 - Marco Implantado e Base montada

#### 11.4. PERÍODO DE EXECUÇÃO

Os trabalhos de campo se iniciaram no dia 19/02/2019 e finalizados no dia seguinte

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

#### 11.5. 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 um 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.

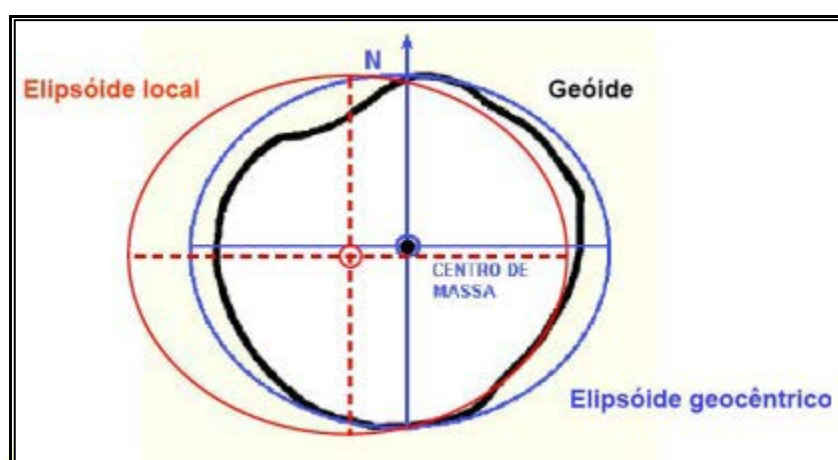


Figura 70 - Ponto de origem do referencial geocêntrico

## 11.6. 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 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 42 – 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) <sup>4</sup>	-21° 53' 26,5656"	-49° 13' 14,3146"	420,91	7578205.053	683828.613	-51
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-21° 53' 26,5584"	-49° 13' 14,3163"	420,91	7578205.275	683828.567	-51
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	7,683	7,358	5,675			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-6,48					
Altitude Ortométrica (m)	427,39					

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

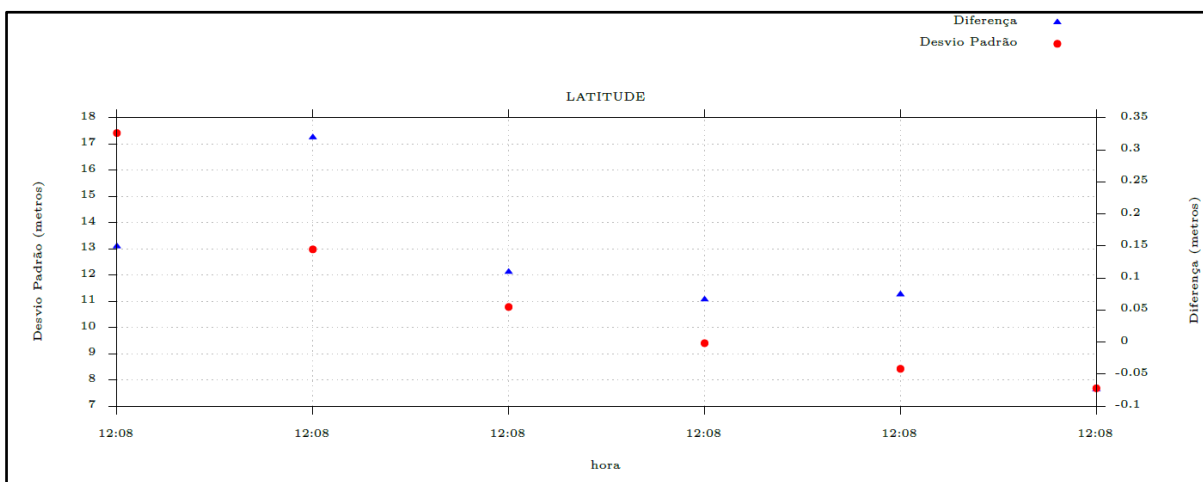


Gráfico 33 - Desvio padrão x coordenada da latitude.

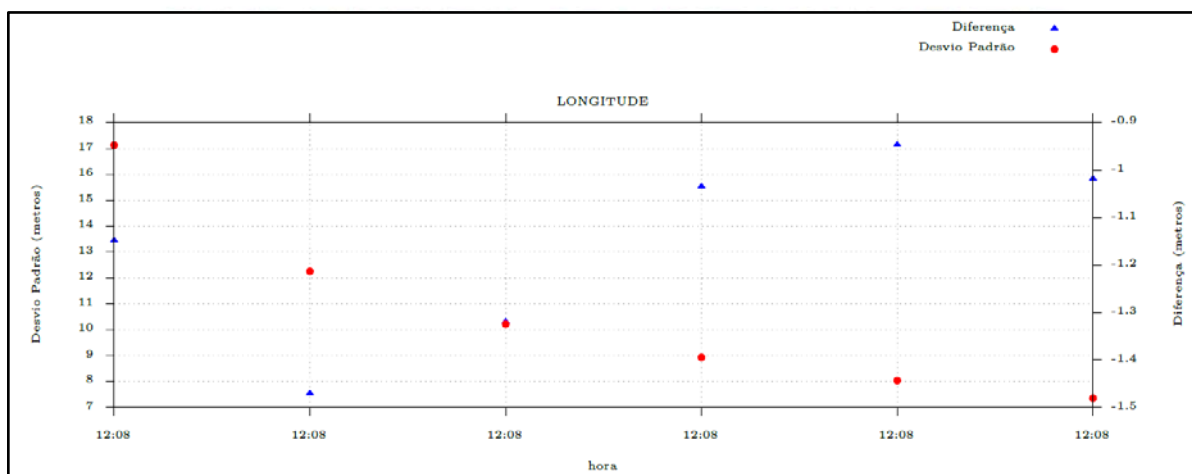


Gráfico 34 - Desvio padrão x coordenada da longitude.

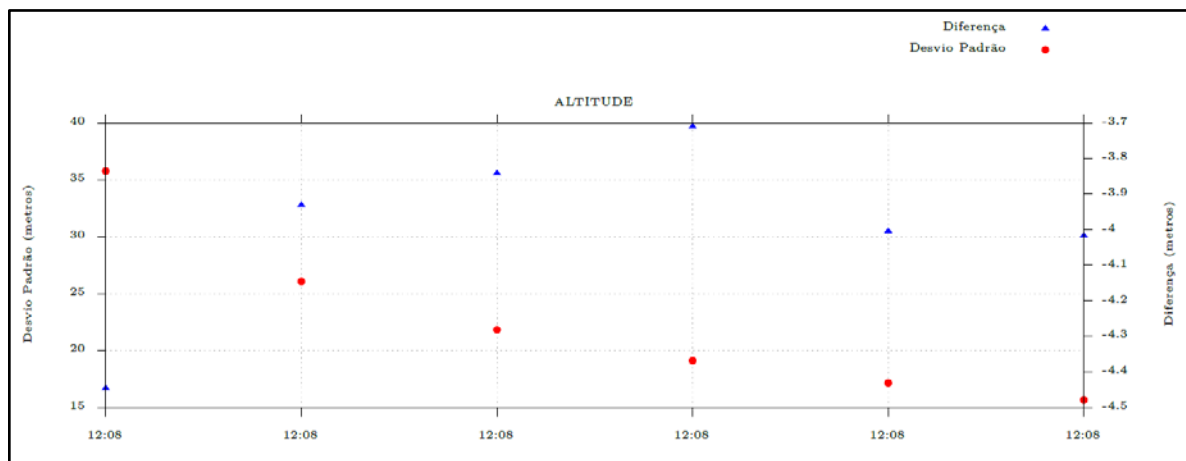


Gráfico 35 - Desvio padrão x coordenada da altitude.

## 11.7. 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.

## 11.8. DOCUMENTOS PRODUZIDOS

Planta Topográfica, Mapa de Declividades e Relatório Técnico.

ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

## 12. 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 Reginópolis está na direção certa e todo o incentivo deve ser proporcionado para que assim continue.

## 12.1. PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA

A Portaria 2.914, agora substituída pela Portaria de Consolidação 5, de 28 de setembro de 2017. Sua função, desde a data de sua publicação, foi a de dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano, isto é, do seu padrão de potabilidade

As vantagens é que a consolidação **facilita a compreensão** dos conteúdos, uma vez que estão todos agrupados dentro de uma categoria, além do que, esse processo faz e/ou fez com que o Ministério da Saúde evidenciasse e corrigisse conflitos e até erros normativos.

Além de auxiliar na **otimização de tempo** das pesquisas de várias portarias sobre seu conteúdo e buscas se os atos estão vigentes ou não.

Além das alterações de algumas palavras no conteúdo de “Portaria” para “Anexo” e correções da exclusão da duplicidade dos anexos XIII e XIV na antiga portaria, não houve nenhuma mudança que possa afetar os trabalhos:

Nenhum requisito foi alterado;

A quantidade de cloro na rede de distribuição continua a mesma;

A frequência das análises é a mesma;

Os parâmetros para potabilidade de água continuam os mesmos.

Houve apenas dois pontos que mudaram:

1º – Os prazos de adequação da antiga Portaria nº2914/2011 que determinavam 24 meses para adequação e até 4 anos para o atendimento do valor máximo permitido de 0,5 uT para filtração rápida, **foram excluídos**.

2º – A referência:

### **ANTES da consolidação:**

Portaria nº 2914/2011

### **APÓS consolidação:**

PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX.

Fundamentada no disposto no Art. 2o do Decreto no 79.367/1977, a Portaria de consolidação 5, do Ministério da Saúde e o documento que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da

água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, conforme o total da população abastecida e o tipo de manancial, se superficial ou subterrâneo.

Segundo a portaria ministerial, a amostragem exigida para os sistemas de abastecimento de água de Reginópolis está apresentada na Tabela abaixo.

Tabela 43 - Número Mínimo de Amostras para o Controle da Qualidade de Água de Reginópolis

Locais	Análises	Poço Profundo		
		Amostras		
		Número	Frequência	Total Mês
<b>Manancial Subterrâneo Poço 1</b>	Coliformes	1	mensal	1
<b>Manancial Subterrâneo Poço 2</b>	Coliformes	1	mensal	1
<b>Saída do Tratamento</b>	Cor	1	semanal	4,2
	Turbidez	2	semanal	8,4
	pH	2	semanal	8,4
	Cloro Residual Livre	2	semanal	8,4
	Fluoreto	2	semanal	8,4
	Gosto e Odor	1	semestral	4,2
	Coliformes	2	semanal	8,4
Demais Parâmetros	66	semestral <sup>1</sup>	11	
<b>Redes e Reservatórios</b>	Cor	5	mensal	5
	Turbidez	10	mensal	10
	Cloro Residual Livre	10	mensal	10
	Trihalometanos	1	anual	0,08
	Coliformes	10	mensal	10
	Heterotróficas	2	mensal	2
	Demais Parâmetros	1	semestral <sup>2</sup>	-
<b>Nº mínimo estimado de procedimentos de análise por mês para população abastecida</b>				<b>99</b>

1 - As análises devem atender ao disposto nos Anexos VII, VIII e IX da Portaria no 2914/2011 do Ministério da Saúde e demais disposições pertinentes. A definição da periodicidade de amostragem para o quesito de radioatividade será definida após o inventário inicial, realizado semestralmente no período de 2 anos, respeitando a sazonalidade pluviométrica. O plano de amostragem para os parâmetros de agrotóxicos deverá considerar a avaliação dos seus usos na bacia hidrográfica do manancial de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas.

2 - A análise semestral na distribuição é dispensada para os parâmetros que não forem detectados na saída do tratamento e/ou no manancial, a exceção de substâncias que possam potencialmente ser introduzidas ao longo da distribuição.

Obs. - Em toda amostra microbiológica deve ser efetuada na hora da coleta a medida de cloro residual e determinada a Turbidez. A autoridade de saúde poderá alterar a frequência mínima de amostragem conforme o disposto no art. 45 da Portaria no 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Obs. - Em toda amostra microbiológica deve ser efetuada na hora da coleta a medida de cloro residual e determinada a Turbidez. A autoridade de saúde poderá alterar a frequência mínima de amostragem.

## 13. 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.

### 13.1. 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 2040 (20 anos):

População atual total (SEADE 2019) = 7.224 habitantes;

Taxa geométrica de Crescimento Anual da População (SEADE 2010/2019) = 0,11%.

Para obtenção dos dados populacionais para o horizonte de projeto do município de Reginópolis, 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://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php?mos=0>).

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 e 2010, 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 Reginópolis, retirados do SEADE, para o ano de 2040, horizonte de projeto deste Plano de Combate a Perdas.

<b>Projeção da população urbana e rural, em 1º de julho</b>	
<b>Município de Reginópolis - 2040</b>	
	 <b>IMPRIMIR</b>
	<b>Total</b>
<b>População</b>	<b>6.917</b>

**Fonte:** Fundação Seade.

Figura 71 – Projeção populacional para Reginópolis

De acordo com a população atual a taxa de crescimento anual fornecidos pelo SEADE, a população total estimada de Reginópolis em 2040 será de 6.917 habitantes. Portanto, haverá um decréscimo de 307 hab. em relação à população atual (2019).

*Nota de Justificativa: Se levarmos em consideração a projeção populacional apresentada por órgão estatístico oficial, o número de ligações deveria ser subtraído em relação aos cálculos obtidos na fase de diagnóstico deste plano, porém, em reuniões com a equipe técnica municipal de planejamento urbano, estão previstas instalações de novos empreendimentos habitacionais nas áreas de expansão do município de Reginópolis, portanto, decidiu-se por manter o número de ligações atuais, considerando que as ligações desativadas pela diminuição da população, seja compensada nas áreas de expansão urbana nos novos empreendimentos planejados.*

Portanto, para a realização do prognóstico, foram considerados para a estimativa de vazão de demanda de final de plano, o número de ligações atuais, de acordo com justificativa apresentada acima, com coeficiente per capita de 200 l/hab.dia, indicação normativa mínima para a projeção de sistemas de abastecimento de água.

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

Tabela 44 – Relação dos setores no município com ligações totais de água

SETOR	DESCRIÇÃO	NÚMEROS DE LIGAÇÕES ATUAL	NÚMEROS DE LIGAÇÕES PROJETADAS
01	Centro	1497	1497
02	Residencial José de Julio	293	293
03	Jardim Monte Alegre	257	257

04	Jardim Maria Luiza I	134	134
----	----------------------	-----	-----

Para os cálculos da reservação necessária e projeção de demanda 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 x Volume dia de maior consumo (08 horas/dia)

### 13.2. SETOR 01 – CENTRO

Nº de unidades beneficiadas	1.497 unid.
-----------------------------	-------------

- o População beneficiada = 1497 x 3 = **4.491 hab.**

*Cálculo dos Volumes necessários e atualização do prognóstico:*

A imagem a seguir apresenta a memória de cálculo com os dados de vazão e volume de reservação para o Setor 01 – Centro, 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 Reginópolis e com as intervenções propostas.

SETOR 01 - CENTRO			
<b>Dados iniciais:</b>			
Número de ligações =	1.497,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	200	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
<b>Cálculo de vazões:</b>			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	10,396 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	12,475 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	18,713 l/s	
<b>Sistema atual produz:</b>			
Poço P-01 =	35,73 m³/hora	x	20 horas = 714,60 m³/dia
Poço P-05 =	44,95 m³/hora	x	20 horas = 899,00 m³/dia
			Total = 1.613,60 m³/dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>			
Consumo base = $P \times q \times \text{hab}$	=	898,20 m³/dia	
Consumo médio (Cm) = $C_b \times 1,21$	=	1.086,82 m³/dia	Atende
<b>Cálculo de Reservação:</b>			
<u>Capacidade atual:</u>			
Substituir	Reservatório R-01 =	300.000,00	litros
	Reservatório R-02 =	180.000,00	litros
	Reservatório R-03 =	100.000,00	litros
			Total = 580.000,00 litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$C_r (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	434.728,80 litros	Atende

Figura 72 – Memória de Cálculo para o Setor 01 – Prognóstico

## Relatório Prognóstico do Setor:

Conforme pode ser observado na memória de cálculo, os dois poços de captação subterrânea que são fontes de abastecimento para o Setor 01 (Poço P-01 e Poço P-05) são satisfatórios para o atendimento da vazão de demanda para as condições estabelecidas de vazão final de plano, com horizonte de projeto de 20 anos, portanto, não serão necessárias intervenções para o sistema de produção de água do setor.

Em relação ao sistema de reservação, o setor já não é satisfatório para o horizonte de projeto, com capacidade atual de 350.000 litros (R-01, R-02 e R-03), sendo que a demanda de reservação requerida é de 434.728,80 litros, portanto, foi proposto a substituição do reservatório R-01, 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.

Um dos principais problemas identificados neste setor, conforme relatório diagnóstico é a pressurização da rede, no qual, a mesma tubulação que funciona como recalque do Poço P-01 para o Reservatório R-02 Semienterrado, também abastece diretamente as redes do centro da cidade. Visando a correção deste funcionamento indesejável na rede de distribuição, foi proposto a retirada de todas as interligações desta rede de recalque com a rede de distribuição ao longo de toda sua extensão, sendo que esta rede deve abastecer **somente** o Reservatório Semienterrado R-02, com a proposta de substituição da rede de Amianto, por PVC, de mesmo diâmetro, 8" (200mm), com extensão aproximada de 700,00m.

Em conjunto a esta ação proposta, será necessária a implantação de uma nova adutora de reforço, saindo do Reservatório R-01 (que deverá ser substituído) para o centro do município de Reginópolis, visando atender à função que hoje é da rede de recalque. Essa rede projetada é de PVC Defofo, diâmetro de 6" (150mm), com extensão aproximada de 395,00m.

Em relação ao gerenciamento de pressões do setor, foi constatado através dos resultados da simulação hidráulica no EPANET, alguns trechos com pressões inferiores a 10 mca, valor mínimo recomendado por norma. O principal fator responsável por esta situação indesejável na rede de distribuição do setor é o abastecimento principal ser feito através do Reservatório R-02, um reservatório

Semienterrado com altura apenas de 5,00m (cota máxima do nível de água). Hoje o funcionamento do centro de reservação do município é incorreto, com os poços recalçando a água bruta captada para reservatórios elevados, com sistema de bombeamento de um reservatório elevado para um semienterrado, e com abastecimento principal sendo feito por este reservatório semienterrado, com pouca altura de água. Portanto, foi proposta a readequação de todas as interligações, com supressão de algumas redes, implantação de outras, supressão do atual sistema de bombeamento e projeção de um novo, conforme indicado no parágrafo abaixo.

**Novo funcionamento das interligações do Centro de Reservação:** O reservatório R-02 (Semienterrado) somente receberá a água de captação dos poços profundos (Poço P-05 e Poço P-01), com as redes de recalques já existentes. O sistema de bombeamento, que hoje está instalado no R-01, será instalado no Reservatório Semienterrado R-02, para realizar o bombeamento para os reservatórios apoiados (R01 e R03), e somente destes reservatórios, sairão as adutoras de água para a rede de distribuição. A rede atual de abastecimento proveniente do Reservatório Semienterrado deverá ser suprimida. Com a realização destas intervenções, as pressões no setor devem se normalizar, em valores aceitáveis pela norma técnica vigente, entre 10 e 50 mca.

Ao longo de toda a rede de distribuição do setor, foram propostas algumas intervenções, com a implantação de novas interligações, para unificar o setor, que hoje tem funcionamento isolado por adutora que saem dos reservatórios. Para cada nova interligação proposta, serão necessárias supressão e implantação de novas conexões e tubulações, todas elas detalhadas na Folha 02-B/07 – Prognóstico, anexa.

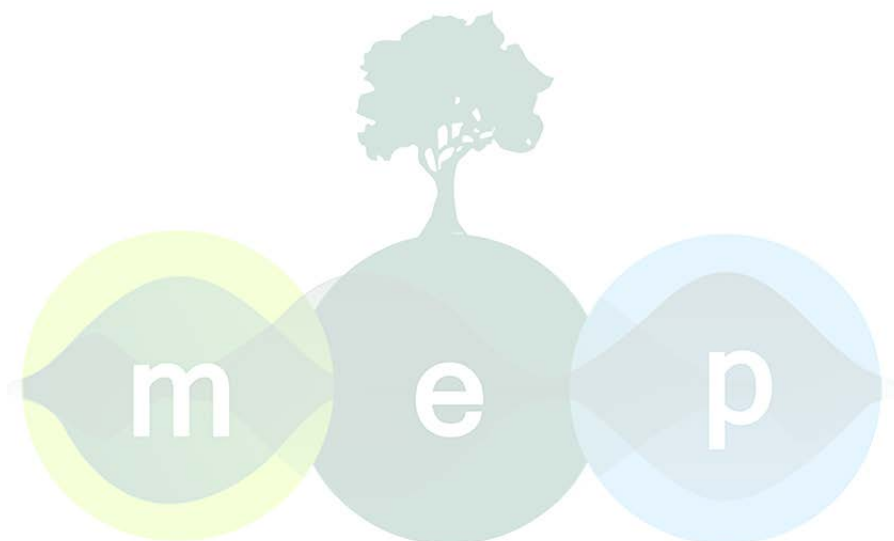
Em alguns locais, foram propostas novas interligações para a supressão de pontas de rede (cap), permitindo a recirculação da água em toda a malha de distribuição do setor, sendo que nas pontas de redes mantidas, devem ser previstos Registros de Descargas, onde não houver.

São propostos também, a implantação de 17 registros de manobra distribuídos na rede de abastecimento do Setor 01. Todos devem permanecer abertos e tem funcionalidade apenas para manutenção e inspeção nas redes. A localização da implantação dos registros está detalhada na Folha 02-B/07 – Prognóstico, anexa.

Será previsto também a substituição das redes de Amianto para redes de PVC, tanto nas redes de abastecimento, quanto nas adutoras e recalques, totalizando uma extensão de 7.670,20 metros, também detalhados em projeto de substituição de rede anexo – Folha 01/07 – Prognóstico.

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



A seguir é apresentada a planilha com o orçamento estimativo para as intervenções propostas no Setor 01 – Centro, do município de Reginópolis.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS



Tabela 45 - Orçamento estimativo para implantação do Projeto de Setorização do Setor 01 "Centro"

 							
<p>Obra: Implantação de Setorização - Setor 01 - "Centro"</p> <p>Local: Município de Reginópolis - SP</p>							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 05/2019	CÓDIGO SABESP 11/2018	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>Serviços Preliminares e Complementares</b>						
1.1	PLACA DE OBRA (6,0m x 4,0m)	24,00	m <sup>2</sup>	74209/001	-	R\$ 383,51	R\$ 9.204,24
1.2	SINALIZAÇÃO DE TRÁFEGO COM CERQUITE	985,00	m	-	70020005	R\$ 2,51	R\$ 2.472,35
1.3	SINALIZAÇÃO LUMINOSA PARA OBRAS	985,00	m	-	70020001	R\$ 3,44	R\$ 3.388,40
1.4	LOCAÇÃO DE REDE DE ÁGUA	985,00	m	99063	-	R\$ 3,56	R\$ 3.506,60
1.5	LIMPEZA DA OBRA	1477,50	m <sup>2</sup>	-	70190144	R\$ 9,86	R\$ 14.568,15
<b>Subtotal 01</b>							<b>R\$ 33.139,74</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>						
2.1	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBO PVC, CABEÇOTE, CUNHA BARR.,PN10, 50 MM (8,50 KG) NBR 14.968	12,00	unid.	-	56521	R\$ 255,03	R\$ 3.060,36
2.2	JUNTA GIBALT EM FOFO - DN = 50 MM (2,90 KG)	12,00	unid.	-	51851	R\$ 67,16	R\$ 805,92
2.3	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBO PVC, CABEÇOTE, CUNHA BARR.,PN10, 75 MM (13,00 KG) NBR14.968	2,00	unid.	-	56522	R\$ 276,45	R\$ 552,90
2.4	JUNTA GIBALT EM FOFO - DN = 80 MM (3,50 KG)	2,00	unid.	-	51852	R\$ 73,56	R\$ 147,12

2.5	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBOS PVC, CABEÇ.,CUNHA BORR., PN10, 100 MM (18,00 KG) NBR14.968	2,00	unid.	-	56523	R\$ 423,70	R\$ 847,40
2.6	JUNTA GIBault EM FOFO - DN = 100 MM (4,90 KG)	2,00	unid.	-	51853	R\$ 98,90	R\$ 197,80
2.7	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBO FOFO, VOL., CUNHA BORR., PN16, 150 MM (34,00 KG) NBR14.968	1,00	unid.	-	56514	R\$ 892,34	R\$ 892,34
2.8	JUNTA GIBault EM FOFO - DN = 150 MM (8,20 KG)	1,00	unid.	-	51854	R\$ 142,35	R\$ 142,35
2.9	TUBO DE PVC 12 DEFOFO JEI/JERI - DN=150 MM	395,10	m	-	33022	R\$ 48,00	R\$ 18.964,80
2.10	TUBO PVC PBA JEI - CL 15 - DE = 110 MM - NBR 5647	191,90	m	-	32988	R\$ 29,38	R\$ 5.638,02
2.11	TUBO PVC PBA JE - CL 15 - DE = 75 MM - NBR 5647	12,90	m	-	32986	R\$ 19,14	R\$ 246,91
2.12	TUBO PVC PBA JEI - CL 15 - DE = 60 MM - NBR 5647	385,10	m	-	32985	R\$ 9,01	R\$ 3.469,75
2.13	CURVA FOFO COM BOLSAS JE JGS - 45° - DN = 150 MM (18,70 KG)	1,00	unid.	-	50737	R\$ 205,68	R\$ 205,68
2.14	TÊ FOFO COM BOLSAS JE JGS - DN = 150 X 150 MM (29,70 KG)	4,00	unid.	-	52910	R\$ 324,49	R\$ 1.297,96
2.15	CRUZETA FOFO COM BOLSAS JE JGS - DN = 150 X 150 MM (37,95 KG)	1,00	unid.	-	51210	R\$ 528,00	R\$ 528,00
2.16	CRUZETA PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=110 MM - NBR 10351	1,00	unid.	-	32943	R\$ 69,69	R\$ 69,69
2.17	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=110 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32973	R\$ 52,28	R\$ 104,56
2.18	JUNÇÃO 45° FOFO COM FLANGES - PN10/16 - DN = 100 X 80 MM (20,80 KG)	1,00	unid.	-	51903	R\$ 339,86	R\$ 339,86
2.19	CRUZETA FOFO COM BOLSAS JE JGS - DN = 80 X 80 MM (16,00 KG)	1,00	unid.	-	51203	R\$ 313,11	R\$ 313,11
2.20	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=85 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32972	R\$ 28,73	R\$ 57,46
2.21	CURVA 45° SOLDÁVEL PVC - D=75 MM	1,00	unid.	-	32187	R\$ 24,58	R\$ 24,58

2.22	CURVA 90° SOLDÁVEL PVC - D=75 MM	1,00	unid.	-	32196	R\$ 31,54	R\$ 31,54
2.23	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	9,00	unid.	-	32971	R\$ 14,23	R\$ 128,07
2.24	CURVA 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32937	R\$ 11,12	R\$ 22,24
2.25	JUNÇÃO 45° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	1,00	unid.	-	32945	R\$ 21,00	R\$ 21,00
2.26	CAP PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32921	R\$ 4,26	R\$ 8,52
2.27	CURVA 22°30 PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	1,00	unid.	-	32931	R\$ 14,80	R\$ 14,80
2.28	CURVA FOFO COM BOLSAS JE JGS - 90° - DN = 200 MM (33,90 KG)	1,00	unid.	-	50754	R\$ 355,93	R\$ 355,93
2.29	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CAP E PLUG, DIÂMETRO ATÉ 150 MM	2,00	unid.	-	70070091	R\$ 68,58	R\$ 137,16
2.30	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 22 GRAUS 30 MIN, DIÂMETRO ATÉ 150 MM	1,00	unid.	-	70070103	R\$ 106,95	R\$ 106,95
2.31	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 45 GRAUS, DIÂMETRO ATÉ 150 MM (INCLUI JUNÇÃO 45)	4,00	unid.	-	70070109	R\$ 103,82	R\$ 415,28
2.32	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 90 GRAUS E TÊ, DIÂMETRO ATÉ 150 MM (INCLUI CRUZETAS)	23,00	unid.	-	70070115	R\$ 176,94	R\$ 4.069,62
2.33	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 90 GRAUS E TÊ, DIÂMETRO 200 MM	1,00	unid.	-	70070116	R\$ 191,97	R\$ 191,97
<b>Subtotal 02</b>							<b>R\$ 43.409,65</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica</b>						
3.1	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica	1,00	vb	-	-	R\$ 293.530,00	R\$ 293.530,00
<b>Subtotal 03</b>							<b>R\$ 293.530,00</b>

<b>4 Serviços Hidráulicos</b>							
4.1	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 150 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	395,10	m	-	70080004	R\$ 15,82	R\$ 6.250,48
4.2	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 100 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	191,90	m	-	70080003	R\$ 13,44	R\$ 2.579,14
4.3	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 75 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	12,90	m	-	70080002	R\$ 12,48	R\$ 160,99
4.4	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 50 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	385,10	m	-	70080001	R\$ 12,02	R\$ 4.628,90
4.5	VÁLVULA GAVETA FOFO ATÉ DN200 MM - MONTAGEM	17,00	unid.	-	70140057	R\$ 365,71	R\$ 6.217,07
<b>Subtotal 04</b>							<b>R\$ 19.836,58</b>
<b>5 Caixas de Proteção</b>							
5.1	CAIXA DE ALVENARIA DE 1 TIJOLO - 0,80 X 0,80 M (PROFUNDIDADE ATÉ 1,20m) - <b>17 caixas</b>	20,40	m	-	70070241	R\$ 1.275,40	R\$ 26.018,16
5.2	CAIXA FF C/ TAMPA ARTICULADA P/ VÁLV. (NTS 033 - T5)	17,00	unid.	-	31218	R\$ 47,31	R\$ 804,27
	Laje de concreto para tampa de caixa de proteção - <b>17 caixas</b>						
5.3	CONCRETO ESTRUTURAL PARA ESTRUTURAS NÃO SUJEITAS A CONTATO COM ÁGUA E ESGOTO, FCK = 25,0 MPA	1,63	m <sup>3</sup>	-	70070145	R\$ 419,25	R\$ 684,22
5.4	FÔRMA PLANA DE MADEIRA - ESTRUTURA	16,32	m <sup>2</sup>	-	70070127	R\$ 109,03	R\$ 1.779,37
5.5	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50	163,20	kg	-	70070135	R\$ 10,39	R\$ 1.695,65
<b>Subtotal 05</b>							<b>R\$ 30.981,66</b>
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 420.897,63</b>
<b>OBS: Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 11/2018 (ainda não disponível a tabela deste ano 2019) e SINAPI referente ao mês 09/2019.</b>							

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.



### 13.3. SETOR 02 – RESIDENCIAL JOSÉ DE JULIO

Nº de unidades beneficiadas	293 unid.
-----------------------------	-----------

- o População beneficiada = 293 x 3 = **879 hab.**

*Cálculo dos Volumes necessários e atualização do prognóstico:*

SETOR 02 - RESIDENCIAL JOSÉ DE JULIO	
<b>Dados iniciais:</b>	
Número de ligações =	293,00
Coef. Per capita =	200
Hab/ligação =	3
K1 =	1,20
K2 =	1,50
<b>Cálculo de vazões:</b>	
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	= 2,035 l/s
$Q_1 = Q_m \times k_1$	= 2,442 l/s
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	= 3,663 l/s
<b>Sistema atual produz:</b>	
Poço P-03 =	$\frac{\text{Vazão}}{\text{m}^3/\text{hora}} \times \text{horas} = 319,20 \text{ m}^3/\text{dia}$
	Total = 319,20 m³/dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>	
Consumo base = P x q x hab	= 175,80 m³/dia
Consumo médio (Cm) = Cb x 1,21	= 212,72 m³/dia <b>Atende</b>
<b>Cálculo de Reservação:</b>	
<u>Capacidade atual:</u>	
Reservatório R-04 =	100.000,00 litros
Total = 100.000,00 litros	
<u>Reservação Requerida:</u>	
$Cr (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	= 85.087,20 litros <b>Atende</b>

Figura 73 – Memória de Cálculo para o Setor 02 – Prognóstico

## Relatório Prognóstico do Setor:

Conforme pode ser observado na memória de cálculo, o poço de captação subterrânea que é fonte de abastecimento para o Setor 02 (Poço P-03) é satisfatório para o atendimento da vazão de demanda para as condições estabelecidas de vazão final de plano, com horizonte de projeto de 20 anos, portanto, não serão necessárias intervenções para o sistema de produção de água do setor.

Em relação ao sistema de reservação, o setor também é satisfatório para o horizonte de projeto, com capacidade atual de 100.000 litros (R-04), sendo que a demanda de reservação requerida é de 85.087,20 litros, portanto, também não serão necessárias realizações de intervenções para o sistema de reservação do setor. Ressaltando apenas que o local onde se encontra o atual reservatório não se encontra fechado com alambrados e portões, portanto foi previsto apenas uma verba estimada para o fechamento e urbanização da área onde localiza-se o reservatório R-04.

O principal problema identificado neste setor, conforme relatório diagnóstico é a pressurização da rede, no qual, a mesma tubulação que funciona como recalque do Poço P-03 para o Reservatório R-04, também funciona como adutora de distribuição, abastecendo diretamente as redes dos bairros deste setor, quando o poço está enchendo o reservatório.

Visando a correção deste funcionamento indesejável na rede de distribuição, foi proposto a implantação de uma nova rede, que terá função **apenas** de recalcar a água do poço para o reservatório, paralela à rede existente de 4" PVC, que deve funcionar **somente** como adutora de distribuição, com as interligações nas redes de distribuição já existentes. A rede projetada é de PVC Defofo 4", com extensão aproximada de 550,00 metros, a ser construída na Rua 15 de agosto.

Ao longo de toda a rede de distribuição do setor, foram propostas algumas intervenções, com a implantação de novas interligações, para unificar o setor. Para cada nova interligação proposta, serão necessárias supressão e implantação de novas conexões e tubulações, todas elas detalhadas na Folha 02-C/07 – Prognóstico, anexa.

Em alguns locais, foram propostas novas interligações para a supressão de pontas de rede (cap), permitindo a recirculação da água em toda a malha de

distribuição do setor, sendo que nas pontas de redes mantidas, devem ser previstos Registros de Descargas, onde não houver.



Outra proposta peculiar a este setor 02, aplicáveis nos setores 03 e 04, é a interligação entre ambos, com a implantação de novas tubulações que interligam as redes de distribuição dos setores, neste caso, foi proposta a interligação do setor 02 com o setor 03, através de uma rede de PVC 2”, na Estrada Municipal RGP-455, sendo previsto também a implantação de um registro de manobra (RM-20) que deve **permanecer fechado**, para controle dos setores.

São propostos também, além deste supracitado, a implantação de mais 02 registros de manobra distribuídos na rede de abastecimento do Setor 02. Ambos devem permanecer abertos e tem funcionalidade apenas para manutenção e inspeção nas redes. A localização da implantação dos registros está detalhada na Folha 02-C/07 – Prognóstico, anexa.

Conforme projeto de Implantação de Macromedidor de Nível e Vazão, serão implantados no poço, reservatório e adutora de distribuição deste setor, que estarão listados no capítulo posterior deste relatório.

A seguir é apresentada a planilha com o orçamento estimativo para as intervenções propostas no Setor 02 – Residencial José de Julio, do município de Reginópolis.

Tabela 46 - Orçamento estimativo para implantação do Projeto de Setorização do Setor 02 "Residencial José de Julio"

		<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
Obra: Implantação de Setorização - Setor 02 - "Residencial José de Julio"							
Local: Município de Reginópolis - SP							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 09/2019	CÓDIGO SABESP 11/2018	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>Serviços Preliminares e Complementares</b>						
1.1	PLACA DE OBRA (6,0m x 4,0m)	24,00	m²	74209/001	-	R\$ 383,51	R\$ 9.204,24
1.2	SINALIZAÇÃO DE TRÁFEGO COM CERQUITE	1422,95	m	-	70020005	R\$ 2,51	R\$ 3.571,60
1.3	SINALIZAÇÃO LUMINOSA PARA OBRAS	1422,95	m	-	70020001	R\$ 3,44	R\$ 4.894,95
1.4	LOCAÇÃO DE REDE DE ÁGUA	1422,95	m	99063	-	R\$ 3,56	R\$ 5.065,70
1.5	LIMPEZA DA OBRA	2134,43	m²	-	70190144	R\$ 9,86	R\$ 21.045,43
<b>Subtotal 01</b>							<b>R\$ 43.781,93</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>						
2.1	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBO PVC, CABEÇOTE, CUNHA BARR.,PN10, 50 MM (8,50 KG) NBR 14.968	2,00	unid.	-	56521	R\$ 255,03	R\$ 510,06
2.2	JUNTA GIBault EM FOFO - DN = 50 MM (2,90 KG)	2,00	unid.	-	51851	R\$ 67,16	R\$ 134,32
2.3	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBOS PVC, CABEÇ.,CUNHA BARR., PN10, 100 MM (18,00 KG) NBR14.968	1,00	unid.	-	56523	R\$ 423,70	R\$ 423,70
2.4	JUNTA GIBault EM FOFO - DN = 100 MM (4,90 KG)	1,00	unid.	-	51853	R\$ 98,90	R\$ 98,90



2.5	TUBO DE PVC 12 DEFOFO JEI/JERI - DN=100 MM	549,30	m	-	33021	R\$ 23,58	R\$ 12.952,49
2.6	TUBO PVC PBA JEI - CL 15 - DE = 60 MM - NBR 5647	873,65	m	-	32985	R\$ 9,01	R\$ 7.871,59
2.7	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	12,00	unid.	-	32971	R\$ 14,23	R\$ 170,76
2.8	CRUZETA PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32941	R\$ 16,11	R\$ 32,22
2.9	CURVA 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32937	R\$ 11,12	R\$ 22,24
2.10	CURVA 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=110 MM - NBR 10351	4,00	unid.	-	32939	R\$ 49,98	R\$ 199,92
2.11	CURVA 22°30 PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=110 MM - NBR 10351	1,00	unid.	-	32933	R\$ 56,70	R\$ 56,70
2.12	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 22 GRAUS 30 MIN, DIÂMETRO ATÉ 150 MM	1,00	unid.	-	70070103	R\$ 106,95	R\$ 106,95
2.13	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 90 GRAUS E TÊ, DIÂMETRO ATÉ 150 MM (INCLUI CRUZETAS)	19,00	unid.	-	70070115	R\$ 176,94	R\$ 3.361,86
<b>Subtotal 02</b>							<b>R\$ 25.941,71</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica</b>						
3.1	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica	1,00	vb	-	-	R\$ 424.039,10	R\$ 424.039,10
<b>Subtotal 03</b>							<b>R\$ 424.039,10</b>
<b>4</b>	<b>Serviços Hidráulicos</b>						
4.1	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 100 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	549,30	m	-	70080003	R\$ 13,44	R\$ 7.382,59
4.2	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 50 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	873,65	m	-	70080001	R\$ 12,02	R\$ 10.501,27

4.3	VÁLVULA GAVETA FOFO ATÉ DN200 MM - MONTAGEM	3,00	unid.	-	70140057	R\$ 365,71	R\$ 1.097,13
<b>Subtotal 04</b>							<b>R\$ 18.981,00</b>
<b>5</b>	<b>Caixas de Proteção</b>						
5.1	CAIXA DE ALVENARIA DE 1 TIJOLO - 0,80 X 0,80 M (PROFUNDIDADE ATÉ 1,20m) - <b>03 caixas</b>	3,60	m	-	70070241	R\$ 1.275,40	R\$ 4.591,44
5.2	CAIXA FF C/ TAMPA ARTICULADA P/ VÁLV. (NTS 033 - T5)	3,00	unid.	-	31218	R\$ 47,31	R\$ 141,93
	Laje de concreto para tampa de caixa de proteção - <b>03 caixas</b>						
5.3	CONCRETO ESTRUTURAL PARA ESTRUTURAS NÃO SUJEITAS A CONTATO COM ÁGUA E ESGOTO, FCK = 25,0 MPA	0,29	m <sup>3</sup>	-	70070145	R\$ 419,25	R\$ 120,74
5.4	FÔRMA PLANA DE MADEIRA - ESTRUTURA	2,88	m <sup>2</sup>	-	70070127	R\$ 109,03	R\$ 314,01
5.5	ARMAÇÃO EMAÇO CA-50	28,80	kg	-	70070135	R\$ 10,39	R\$ 299,23
<b>Subtotal 05</b>							<b>R\$ 5.467,35</b>
<b>6</b>	<b>Urbanismo</b>						
6.1	Alambrado e portão de fechamento de área (Urbanismo) do reservatório R-04	1,00	vb	Comercial		R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00
<b>Subtotal 06</b>							<b>R\$ 30.000,00</b>
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 548.211,08</b>
<b>OBS: Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 11/2018 (ainda não disponível a tabela deste ano 2019) e SINAPI referente ao mês 09/2019.</b>							

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019



### 13.4. SETOR 03 – JARDIM MONTE ALEGRE

Nº de unidades beneficiadas	257 unid.
-----------------------------	-----------

- o População beneficiada = 257 x 3 = **771 hab.**

*Cálculo dos Volumes necessários e atualização do prognóstico:*

SETOR 03 - JARDIM MONTE ALEGRE	
<b>Dados iniciais:</b>	
Número de ligações =	257,00
Coef. Per capita =	200
Hab/ligação =	3
K1 =	1,20
K2 =	1,50
<b>Cálculo de vazões:</b>	
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	= 1,785 l/s
$Q_1 = Q_m \times k_1$	= 2,142 l/s
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	= 3,213 l/s
<b>Sistema atual produz:</b>	
Poço P-04 =	$\frac{\text{Vazão}}{\text{m}^3/\text{hora}} \times \text{horas} =$
	44,58 m³/hora x 10 = 445,80 m³/dia
	<b>Total = 445,80 m³/dia</b>
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>	
Consumo base = P x q x hab	= 154,20 m³/dia
Consumo médio (Cm) = Cb x 1,21	= 186,58 m³/dia <b>Atende</b>
<b>Cálculo de Reservação:</b>	
<u>Capacidade atual:</u>	
Reservatório R-05 =	100.000,00 litros
	<b>Total = 100.000,00 litros</b>
<u>Reservação Requerida:</u>	
$Cr (\text{Reservação}) = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	= 74.632,80 litros <b>Atende</b>

Figura 74 – Memória de Cálculo para o Setor 03 – Prognóstico

## Relatório Prognóstico do Setor:

Conforme pode ser observado na memória de cálculo, o poço de captação subterrânea que é fonte de abastecimento para o Setor 03 (Poço P-04) é satisfatório para o atendimento da vazão de demanda para as condições estabelecidas de vazão final de plano, com horizonte de projeto de 20 anos, portanto, não serão necessárias intervenções para o sistema de produção de água do setor.

Em relação ao sistema de reservação, o setor também é satisfatório para o horizonte de projeto, com capacidade atual de 100.000 litros (R-05), sendo que a demanda de reservação requerida é de 74.632,80 litros, portanto, também não serão necessárias realizações de intervenções para o sistema de reservação do setor.

De acordo com o relatório diagnóstico deste setor, não foram identificados problemas de pressurização na rede, sendo que o poço do setor abastece apenas o reservatório, que por sua vez, distribui a água por gravidade para os bairros do setor, situação que deve sempre ser mantida.

Ao longo de toda a rede de distribuição do setor, foram propostas algumas intervenções, com a implantação de novas interligações, para unificar o setor. Para cada nova interligação proposta, serão necessárias supressão e implantação de novas conexões e tubulações, todas elas detalhadas na Folha 02-D/07 – Prognóstico, anexa.

Em alguns locais, foram propostas novas interligações para a supressão de pontas de rede (cap), permitindo a recirculação da água em toda a malha de distribuição do setor, sendo que nas pontas de redes mantidas, devem ser previstos Registros de Descargas, onde não houver.

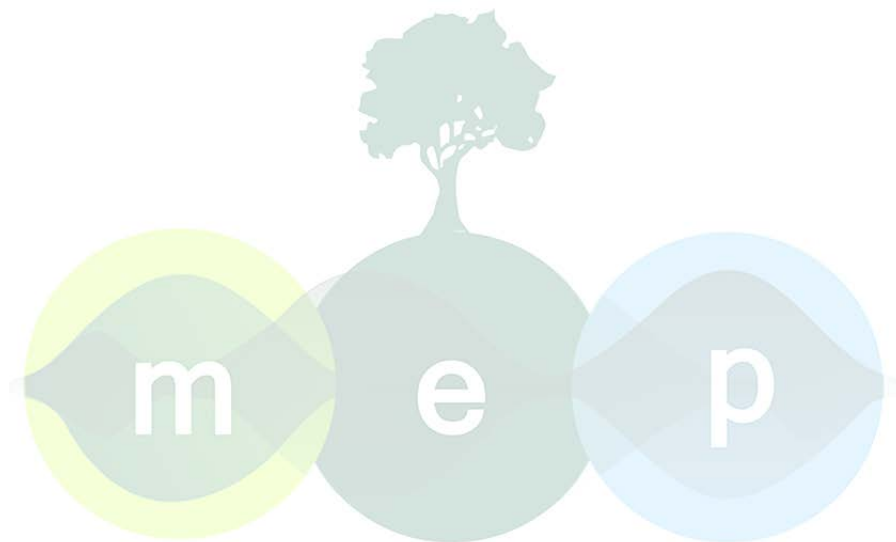
Outra proposta peculiar a este setor 03, aplicáveis nos setores 02 e 04, é a interligação entre ambos, com a implantação de novas tubulações que interligam as redes de distribuição dos setores, neste caso, foi proposta a interligação do setor 03 com o setor 04, através de uma rede de PVC 3”, no prolongamento da Rua de Terra, onde localiza-se o Poço e reservatório deste setor 03, sendo previsto também a implantação de um registro de manobra (RM-23) que deve **permanecer fechado**, para controle dos setores.

São propostos também, além deste supracitado, a implantação de mais 02 registros de manobra distribuídos na rede de abastecimento do Setor 03. Ambos

devem permanecer abertos e tem funcionalidade apenas para manutenção e inspeção nas redes. A localização da implantação dos registros está detalhada na Folha 02-D/07 – Prognóstico, anexa.



Conforme projeto de Implantação de Macromedidor de Nível e Vazão, serão implantados no poço, reservatório e adutoras de distribuição deste setor, que estarão listados no capítulo posterior deste relatório.

A seguir é apresentada a planilha com o orçamento estimativo para as intervenções propostas no Setor 03 – Jardim Monte Alegre, do município de Reginópolis.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

Tabela 47 - Orçamento estimativo para implantação do Projeto de Setorização do Setor 03 "Jardim Monte Alegre"

 							
<p>Obra: Implantação de Setorização - Setor 03 - "Jardim Monte Alegre"</p> <p>Local: Município de Reginópolis - SP</p>							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 09/2019	CÓDIGO SABESP 11/2018	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>Serviços Preliminares e Complementares</b>						
1.1	PLACA DE OBRA (6,0m x 4,0m)	24,00	m <sup>2</sup>	74209/001	-	R\$ 383,51	R\$ 9.204,24
1.2	SINALIZAÇÃO DE TRÁFEGO COM CERQUITE	783,10	m	-	70020005	R\$ 2,51	R\$ 1.965,58
1.3	SINALIZAÇÃO LUMINOSA PARA OBRAS	783,10	m	-	70020001	R\$ 3,44	R\$ 2.693,86
1.4	LOCAÇÃO DE REDE DE ÁGUA	783,10	m	99063	-	R\$ 3,56	R\$ 2.787,84
1.5	LIMPEZA DA OBRA	1174,65	m <sup>2</sup>	-	70190144	R\$ 9,86	R\$ 11.582,05
<b>Subtotal 01</b>							<b>R\$ 28.233,57</b>
<b>2</b>	<b>Materiais</b>						
2.1	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBO PVC, CABEÇOTE, CUNHA BORR.,PN10, 50 MM (8,50 KG) NBR 14.968	2,00	unid.	-	56521	R\$ 255,03	R\$ 510,06
2.2	JUNTA GIBault EM FOFO - DN = 50 MM (2,90 KG)	2,00	unid.	-	51851	R\$ 67,16	R\$ 134,32
2.3	VÁLV.GAVETA FOFO MÉTR.CHATA C/BJE P/TUBO PVC, CABEÇOTE, CUNHA BORR.,PN10, 75 MM (13,00 KG) NBR14.968	1,00	unid.	-	56522	R\$ 276,45	R\$ 276,45
2.4	JUNTA GIBault EM FOFO - DN = 80 MM (3,50 KG)	1,00	unid.	-	51852	R\$ 73,56	R\$ 73,56

2.5	TUBO PVC PBA JE - CL 15 - DE = 75 MM - NBR 5647	284,10	m	-	32986	R\$ 19,14	R\$ 5.437,67
2.6	TUBO PVC PBA JEI - CL 15 - DE = 60 MM - NBR 5647	499,00	m	-	32985	R\$ 9,01	R\$ 4.495,99
2.7	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	13,00	unid.	-	32971	R\$ 14,23	R\$ 184,99
2.8	CURVA 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	5,00	unid.	-	32937	R\$ 11,12	R\$ 55,60
2.9	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=85 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32972	R\$ 28,73	R\$ 57,46
2.10	CURVA 45° SOLDÁVEL PVC - D=75 MM	1,00	unid.	-	32187	R\$ 24,58	R\$ 24,58
2.11	CURVA FOFO COM BOLSAS JE JGS - 22°30' - DN = 80 MM (8,50 KG)	1,00	unid.	-	50718	R\$ 120,88	R\$ 120,88
2.12	CURVA 90° SOLDÁVEL PVC - D=75 MM	1,00	unid.	-	32196	R\$ 31,54	R\$ 31,54
2.13	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 22 GRAUS 30 MIN, DIÂMETRO ATÉ 150 MM	1,00	unid.	-	70070103	R\$ 106,95	R\$ 106,95
2.14	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 45 GRAUS, DIÂMETRO ATÉ 150 MM (INCLUI JUNÇÃO 45)	1,00	unid.	-	70070109	R\$ 103,82	R\$ 103,82
2.15	ANCORAGEM EM CONCRETO PARA CURVA 90 GRAUS E TÊ, DIÂMETRO ATÉ 150 MM (INCLUI CRUZETAS)	21,00	unid.	-	70070115	R\$ 176,94	R\$ 3.715,74
<b>Subtotal 02</b>							<b>R\$ 15.329,61</b>
<b>3</b>	<b>Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica</b>						
3.1	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica	1,00	vb	-	-	R\$ 233.363,80	R\$ 233.363,80
<b>Subtotal 03</b>							<b>R\$ 233.363,80</b>

<b>4 Serviços Hidráulicos</b>							
4.1	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 75 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	284,10	m	-	70080002	R\$ 12,48	R\$ 3.545,57
4.2	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 50 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	499,00	m	-	70080001	R\$ 12,02	R\$ 5.997,98
4.3	VÁLVULA GAVETA FOFO ATÉ DN200 MM - MONTAGEM	3,00	unid.	-	70140057	R\$ 365,71	R\$ 1.097,13
<b>Subtotal 04</b>							<b>R\$ 10.640,68</b>
<b>5 Caixas de Proteção</b>							
5.1	CAIXA DE ALVENARIA DE 1 TIJOLO - 0,80 X 0,80 M (PROFUNDIDADE ATÉ 1,20m) - <b>03 caixas</b>	3,60	m	-	70070241	R\$ 1.275,40	R\$ 4.591,44
5.2	CAIXA FF C/ TAMPAS ARTICULADAS P/ VÁLV. (NTS 033 - T5)	3,00	unid.	-	31218	R\$ 47,31	R\$ 141,93
	Laje de concreto para tampa de caixa de proteção - <b>03 caixas</b>						
5.3	CONCRETO ESTRUTURAL PARA ESTRUTURAS NÃO SUJEITAS A CONTATO COM ÁGUA E ESGOTO, FCK = 25,0 MPA	0,29	m <sup>3</sup>	-	70070145	R\$ 419,25	R\$ 120,74
5.4	FÔRMA PLANA DE MADEIRA - ESTRUTURA	2,88	m <sup>2</sup>	-	70070127	R\$ 109,03	R\$ 314,01
5.5	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50	28,80	kg	-	70070135	R\$ 10,39	R\$ 299,23
<b>Subtotal 05</b>							<b>R\$ 5.467,35</b>
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 293.035,01</b>
<b>OBS: Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 11/2018 (ainda não disponível a tabela deste ano 2019) e SINAPI referente ao mês 09/2019.</b>							

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019



### 13.5. SETOR 04 – JARDIM MARIA LUIZA

Nº de unidades beneficiadas	134 unid.
-----------------------------	-----------

- o População beneficiada = 134 x 3 = **402 hab.**

*Cálculo dos Volumes necessários e atualização do prognóstico:*

SETOR 04 - JARDIM MARIA LUIZA			
<b>Dados iniciais:</b>			
Número de ligações =	134,00	K1 =	1,20
Coef. Per capita =	200	K2 =	1,50
Hab/ligação =	3		
<b>Cálculo de vazões:</b>			
$Q_m = \frac{P \times q \times \text{hab}}{86400}$	=	0,931 l/s	
$Q_1 = Q_m \times k_1$	=	1,117 l/s	
$Q_2 = Q_1 \times k_2$	=	1,675 l/s	
<b>Sistema atual produz:</b>			
Poço P-06 =	30,00	Vazão m³/hora x	8
			= 240,00 m³/dia
		Total =	= 240,00 m³/dia
<b>Cálculo dos consumos e verificações de vazão:</b>			
Consumo base = P x q x hab	=	80,40	m³/dia
Consumo médio (Cm) = Cb x 1,21	=	97,28	m³/dia <span style="background-color: #92d050; padding: 2px;">Atende</span>
<b>Cálculo de Reservação:</b>			
<u>Capacidade atual:</u>			
Reservatório R-06 =	150.000,00	litros	
	Total =	150.000,00	litros
<u>Reservação Requerida:</u>			
$Cr \text{ (Reservação)} = \frac{1 \times C_m \times k_1}{3}$	=	38.913,60	litros <span style="background-color: #92d050; padding: 2px;">Atende</span>

Figura 75 – Memória de Cálculo para o Setor 04 – Prognóstico

## Relatório Prognóstico do Setor:

Conforme pode ser observado na memória de cálculo, o poço de captação subterrânea que é fonte de abastecimento para o Setor 04 (Poço P-06) é satisfatório para o atendimento da vazão de demanda para as condições estabelecidas de vazão final de plano, com horizonte de projeto de 20 anos, portanto, não serão necessárias intervenções para o sistema de produção de água do setor.

Em relação ao sistema de reservação, o setor também é satisfatório para o horizonte de projeto, com capacidade atual de 150.000 litros (R-06), sendo que a demanda de reservação requerida é de 38.913,60 litros, portanto, também não serão necessárias realizações de intervenções para o sistema de reservação do setor.

De acordo com o relatório diagnóstico deste setor, não foram identificados problemas de pressurização na rede, sendo que o poço do setor abastece apenas o reservatório, que por sua vez, distribui a água por gravidade para os bairros do setor, situação que deve sempre ser mantida.

Conforme projeto de Implantação de Macromedidor de Nível e Vazão, serão implantados no poço, reservatório e adutoras de distribuição deste setor, que estarão listados no capítulo posterior deste relatório.

Não são necessárias intervenções estruturais para o projeto de setorização neste Setor 04, sendo que a única modificação são restritas a implantação de macromedição de vazão e nível, detalhadas em item posterior deste relatório. Portanto, não há planilha orçamentária e lista de materiais para este setor.

**Observação: A interligação entre os setores 03 e 04 estão previstas no orçamento estimativo do Setor 03.**

### 13.6. 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 Reginópolis.



Tabela 48 - Relação dos volumes existentes e projetados para setor de distribuição

SETOR	DESCRIÇÃO	VOLUME REQUERIDO (litros)	VOLUME EXISTENTE (litros)	VOLUME PROJETADO (litros)
01	Centro	434.728,80	350.000,00	300.000,00
02	Residencial José de Julio	85.087,20	100.000,00	ZERO
03	Jardim Monte Alegre	74.632,80	100.000,00	ZERO
04	Jardim Maria Luiza	38.913,60	150.000,00	ZERO

OBS: A LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO PROJETADO, COM O VOLUME DE 300.000 LITROS A SER IMPLANTADO, ESTÁ INDICADA NA PLANTA DE SETORIZAÇÃO ANEXA.

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 Reginópolis.

Tabela 49 - Orçamento estimativo para implantação de reservatório para o projeto de setorização de Reginópolis

		<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>						
<b>Obra:</b> Implantação de Setorização - Reservatórios								
<b>Local:</b> Município de Reginópolis - SP								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 09/2019	CÓDIGO SABESP 11/2018	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	
<b>1</b>	<b>Implantação de Reservatórios</b>							
1.1	Setor 01 - Reservatório metálico para água potável, incluindo base, fundação e hidráulica (extravasor, abastecimento e descarga). Volume de 300m <sup>3</sup> - Altura = 20m. (Substituição do R-01)	1,00	unid.	Comercial		R\$ 400.000,00	R\$ 400.000,00	
<b>Subtotal 01</b>							<b>R\$ 400.000,00</b>	
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 400.000,00</b>	

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019

### 13.7. 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.

### 13.7.1. 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 Reginópolis 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 do Setor 02 (onde constam as pressões fora de norma) tendem a diminuir consideravelmente, haja visto que atualmente o sistema opera por pressurização da rede, e com a implantação do projeto de setorização, todo o bairro será abastecido somente por gravidade pelo reservatório R-04, porém ainda será previsto a instalação de 03 válvulas redutoras de pressão (VRP's), nos pontos mais baixos do setor, como medida imediata para ser implantada antes do projeto de setorização, de forma a minimizar os riscos de rompimento de tubulações do setor por altos índices de pressão interna nos tubos.

A seguir conta a lista dos locais, com endereços e diâmetro das redes onde deve ser instalado Válvula Redutora de Pressão:

- 01) Rua Maria Corina N. Cruz, esquina com a Rua 15 de Agosto (Setor 02 – Residencial José de Julio) – DN 50mm;**
- 02) Estrada Vicinal Alaor A. Vicenzi, esquina com a Rua 15 de Agosto (Setor 02 – Residencial José de Julio) – DN 50mm;**
- 03) Rua Joaquim Inácio Pereira, esquina com a Rua Admar P. Barbosa (Setor 03 – Jardim Monte Alegre) – DN 50mm;**

### 13.7.2. 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 Reginópolis, 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)

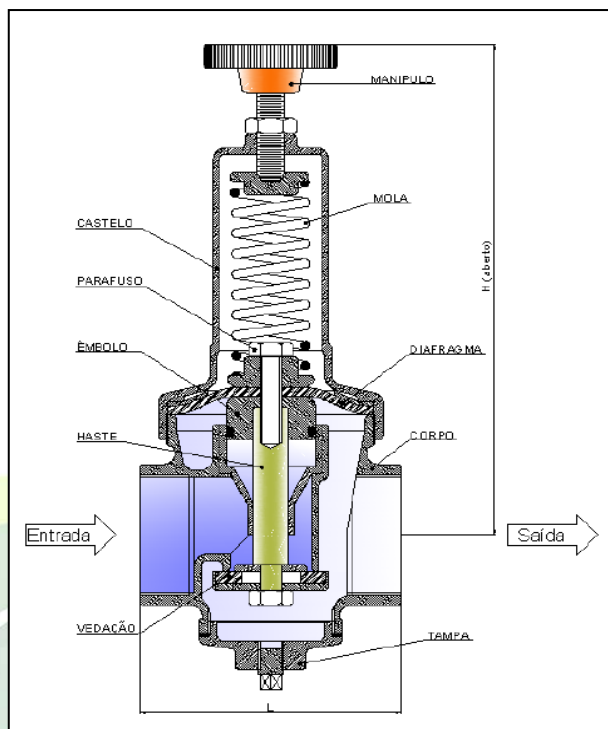


Figura 76 – Esquema de Válvula Redutora de Pressão (VRP)

Tabela 50 – 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 51 – 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 manipulo, 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.

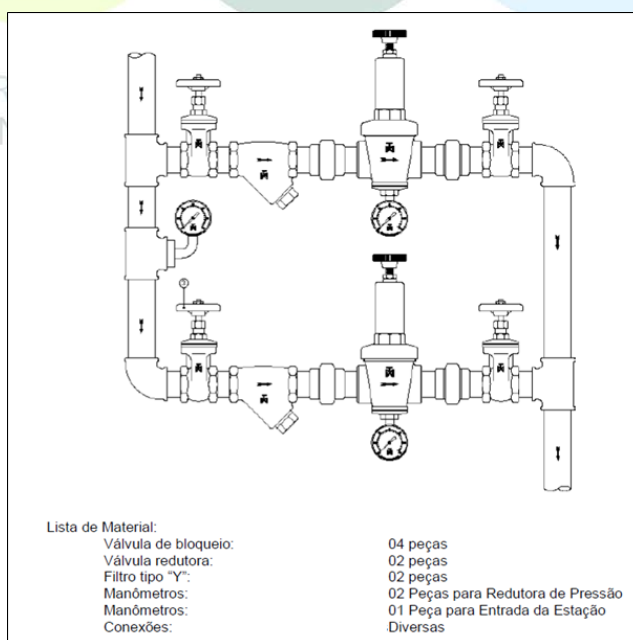
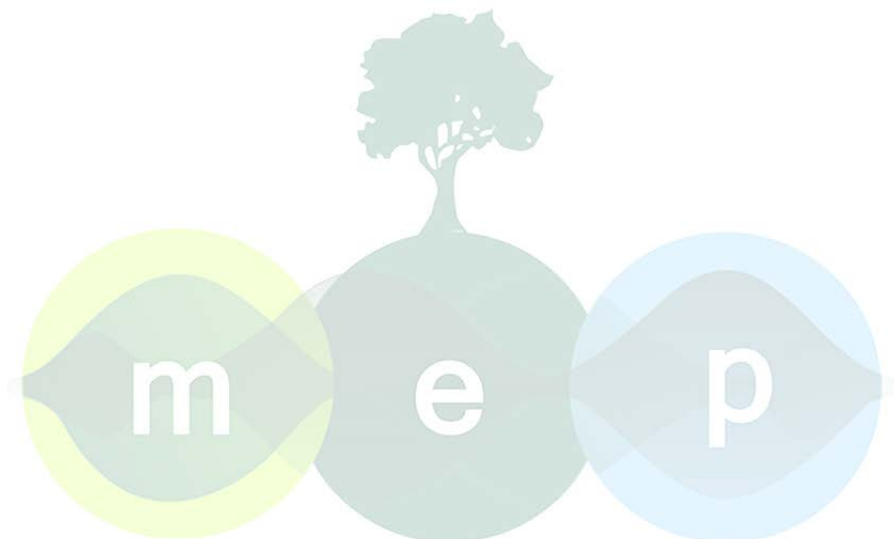


Figura 77 – Exemplo de Estação Redutora de Pressão



### 13.7.3. Custo estimado para instalação das Válvulas Redutoras de Pressão (VRP's)

A tabela a seguir apresenta o custo estimado para a implantação das 03 (três) válvulas redutoras de pressão (VRP) no sistema de abastecimento de água de Reginópolis, conforme lista apresentada no item anterior.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

Tabela 52 - Orçamento estimativo para implantação de reservatório para o projeto de setorização de Reginópolis

		<h2 style="text-align: center;">PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</h2>						
<p>Obra: Implantação de Setorização - Válvulas Redutoras de Pressão - VRP's</p> <p>Local: Município de Reginópolis - SP</p>								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 09/2019	CÓDIGO SABESP 11/2018	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	
<b>1</b>	<b>Implantação de VRP's</b>							
1.1	VÁLVULA FOFO REDUTORA PRESSÃO VRP FLANGES PN16 DN 50 MM	3,00	unid.	-	56091	R\$ 1.725,17	R\$ 5.175,51	
1.2	VÁLVULA GAVETA FOFO ATÉ DN200 MM - MONTAGEM	3,00	unid.	-	70140057	R\$ 365,71	R\$ 1.097,13	
<b>Subtotal 01</b>							<b>R\$ 6.272,64</b>	
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 6.272,64</b>	
<p><b>OBS:</b> Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 11/2018 (ainda não disponível a tabela deste ano 2019) e SINAPI referente ao mês 09/2019.</p>								

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019

## 13.8. 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 Reginópolis.

Tabela 53 – Planilha de orçamento geral do Projeto de Setorização

PLANILHA GERAL DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO - PROJETO DE SETORIZAÇÃO		
Obra: Implantação Geral do Projeto de Setorização		
Local: Município de Reginópolis - SP		
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>Intervenção nos Setores</b>	
1.1	Intervenção no Setor 01 "Centro"	R\$ 420.897,63
1.2	Intervenção no Setor 02 "Residencial José de Julio"	R\$ 548.211,08
1.3	Intervenção no Setor 03 "Jardim Monte Alegre"	R\$ 293.035,01
<b>Subtotal 01</b>		<b>R\$ 1.262.143,73</b>
<b>2</b>	<b>Implantação de Reservatório</b>	
2.1	Substituição de 01 Reservatório no setor 01 (R-01)	R\$ 400.000,00
<b>Subtotal 02</b>		<b>R\$ 400.000,00</b>
<b>3</b>	<b>Gerenciamento de Pressões (Instalações de VRP'S)</b>	
3.1	Fornecimento e Montagem de VRP's	R\$ 6.272,64
<b>Subtotal 03</b>		<b>R\$ 6.272,64</b>
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 1.668.416,37</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019

## 14. ELABORAÇÃO DO PROJETO DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E SENSORES DE NÍVEL

### 14.1. 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 ferramenta 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.

#### 14.1.1. 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.

#### 14.2. 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.

### **14.3. 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.

### **14.4. 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.

### **14.5. 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.

#### **14.6. 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.

#### **14.7. TRANSMISSÃO DE DADOS**

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

- Sistema telefônico direto, ou seja, ligação direta do leitorista para a área de controle (sistema convencional mais utilizado);
- Sistema telefônico com linha privativa para transmissão exclusiva de dados;
- Sistema telefônico de linha convencional e linha especial compartilhadas (sistema 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).

## **14.8. ESTUDOS, CONTROLE, ACOMPANHAMENTO E PLANEJAMENTO OPERACIONAL**

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

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

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

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

## **14.9. 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.

#### **14.10. 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.

## 14.11. MACROMEDIDORES A SEREM IMPLANTADOS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE REGINÓPOLIS

Os macromedidores a serem implantados no sistema de abastecimento de água de Reginópolis 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.

### 14.11.1. 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: => de 0,3 a 10,0 m/s

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

**Medidor ultrassônico flangeado:** Faixa de vazões:

Ø 50=> 0,006 a 40 m<sup>3</sup>/h

Ø 75=> 0,125 a 63 m<sup>3</sup>/h

Ø100=> 0,2 a 100 m<sup>3</sup>/h

Ø150=> 0,5 a 250 m<sup>3</sup>/h

Ø200=> 0,8 a 400 m<sup>3</sup>/h

**Medidor woltmann:** Faixa de vazões:

Ø 50=> 0,3 a 15 m<sup>3</sup>/h

Ø 75=> 0,5 a 40 m<sup>3</sup>/h

Ø100=> 0,6 a 60 m<sup>3</sup>/h

Ø150=> 1,6 a 150 m<sup>3</sup>/h

Ø200=> 7,5 a 250 m<sup>3</sup>/h

Ø250=> 10,0 a 400 m<sup>3</sup>/h

#### 14.11.2. Medidor de vazão eletromagnético de Inserção

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

Tabela 54 – Vantagens e desvantagens para medidor eletromagnético de inserção

Tipo de Medidor	Vantagens	Desvantagens
ELETRO-MAGNÉTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite a transmissão à distância</li> <li>- Perda de carga desprezível</li> <li>- Vem calibrado de fábrica</li> <li>- Aplicado em água bruta e tratada</li> <li>- Baixo índice de manutenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessário parar a canalização para instalação</li> </ul>

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 78 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção





Figura 79 – Macromedidor de vazão eletromagnético de inserção para diâmetros de 2” a 40” (Tipo Hot-tap)

#### 14.11.3. 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 80 – 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 55 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão Wafer

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

#### 14.11.4. 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 81 – Macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges

Tabela 56 – Características do macromedidor eletromagnético tipo carretel com conexão em flanges

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

	pintura Alumínio com pintura de acabamento
<b>Categoria de Proteção</b> Standard Opcional	IP 66 / 67 equivalente a NEMA 4/4X / 6 IP 68 equivalente a NEMA 6

#### 14.11.5. 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.

#### 14.11.6. 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 82 – 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.

#### 14.11.7. Especificação técnica do medidor Ultrassônico Flangeado

Na Figura a seguir é possível observar o medidor de vazão ultrassônico flangeado.

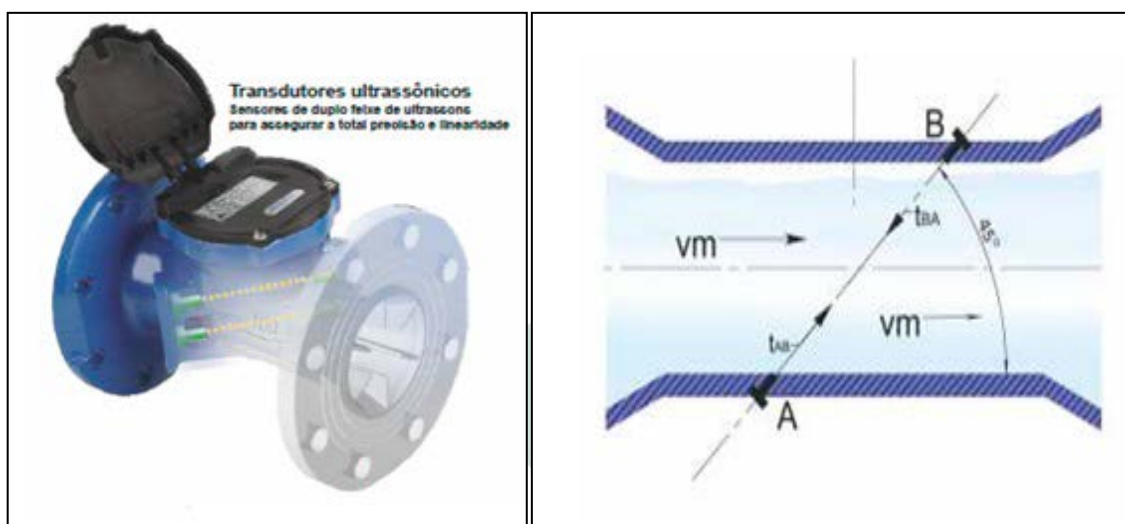


Figura 83 – Macromedidor Ultrassônico Flangeado

#### - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Medidores de água do tipo ultrassônico, classe metrológica D, vazão nominal 100 m<sup>3</sup>/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<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>.
- 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<sup>3</sup> nos medidores de Qn; 5 m<sup>3</sup>/h e 99999 m<sup>3</sup> nos medidores de Qn 15 m<sup>3</sup>/h;
- Deve indicar o sentido do fluxo de água (fluxo direto e contra fluxo) através de seta indicadora;
- Deve indicar vazão instantânea em m<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>/h devem ter gravado a numeração, alfanumérica, em ambos os lados do seu corpo. Os



medidores de 15 m<sup>3</sup>/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.

#### 14.11.8. 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 84 – Medidor de vazão tipo Woltmann com conexão em flanges

#### Características do Produto:

##### Sistema de Regulagem

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

##### Câmara Hidráulica

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

##### Fácil Manutenção

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

## Temperaturas

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

### 14.11.9. 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 50mm<sup>2</sup>.

As hastes 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.

#### **14.11.10. Locais de Implantação de Macromedidores de Vazão no Sistema de Abastecimento de Água de Reginópolis**

Na Tabela a seguir são apresentados os locais onde serão implantados os macromedidores de vazão do sistema de abastecimento de água de Reginópolis.

São onze (11) macromedidores de vazão. Em anexo é apresentado o esquema hidráulico de Macromedição, mostrando os pontos onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Reginópolis.

Importante ressaltar que serão implantados em todos os poços existentes no município, que não possuem macromedidor de vazão, além da implantação em todas as adutoras (saída dos reservatórios) para controle das vazões de abastecimento, não só de captação nos poços.

Tabela 57 – Locais onde serão implantados os macromedidores de vazão no sistema de abastecimento de água de Reginópolis

MM	LOCAL	DIAMETRO (mm)	MATERIAL	MODELO INDICADO
01	Poço P-01 (Setor 01)	100	Aço	Ultrassônico Flangeado
02	Poço P-05 (Setor 01)	75	PVC	Ultrassônico Flangeado
03	Saída do Reservatório R-01 (Setor 01)	200	PVC	Ultrassônico Flangeado
04	Saída do Reservatório R-02 (Setor 01)	75	PVC	Ultrassônico Flangeado
05	Saída do Reservatório R-03 (Setor 01)	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
06	Poço P-03 (Setor 02)	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
07	Saída do Reservatório R-04 (Setor 02)	100	PVC	Ultrassônico Flangeado
08	Poço P-04 (Setor 03)	100	Aço	Ultrassônico Flangeado
09	Saída do Reservatório R-05 (Setor 03)	50	PVC	Ultrassônico Flangeado
10	Poço P-06 (Setor 04)	75	Aço	Ultrassônico Flangeado
11	Saída do Reservatório R-06 (Setor 04)	150	Aço	Ultrassônico Flangeado

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

## 14.12. SENSORES DE NÍVEL

### 14.12.1. 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 85 – 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 86 – 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: +/- 0,25 do total da escala;
- Repetibilidade: < 0,15% do total da escala;
- Deriva anual < 0,15% do valor da escala;
- Campo de temperatura compensada: -25+85°C;
- Campo de temperatura de fluido: -25/+75°C;
- Temperatura ambiente: -25+75°C;
- Sinal de Saída: 4@20mA standard, outros sob especificação;
- Alimentação: 11 @30VCC;
- Tempo de resposta entre 10 e 90% faixa, < 1ms;
- Proteção eletrônica: inversão de polaridade, sobretensão, curto circuito, rádio frequência, induzida e conduzida, com eletrônica recoberta;
- Conexão elétrica: em conformidade com **DIN 43650**.

### 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 87 – 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 58 – Fornecedores de macromedidores de vazão

TIPO DE SENSOR DE NÍVEL	FORNECEDOR
Sensor Ultrassônico	Wika / Tecno Fluid / Niveltec
Transmissores de Pressão	Digitrol / Danfoss / Smar

Transmissores Hidrostáticos	Tecnolog / Lamon / Velki / War ME
-----------------------------	-----------------------------------

#### 14.12.2. Locais de Implantação de Macromedidores de Níveis no Sistema de Abastecimento de Água de Reginópolis

Na Tabela abaixo são apresentados os locais onde serão implantados os macromedidores de níveis do sistema de abastecimento de água de Reginópolis.

Observa-se que será necessária a implantação de seis (06) sensores de nível do tipo hidrostático no sistema de abastecimento de água, anexo é apresentado o Esquema Hidráulico mostrando os pontos onde serão instalados os macromedidores de nível no sistema de abastecimento de água de Reginópolis.

Tabela 59 – Locais onde deverão ser implantados os sensores de níveis (MN) no sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis

MN	LOCAL	VOLUME (litros)	TIPO
01	R-01 (Setor 01) Substituir	300.000	HIDROSTÁTICO
02	R-02 (Setor 01)	180.000	HIDROSTÁTICO
03	R-03 (Setor 01)	100.000	HIDROSTÁTICO
04	R-04 (Setor 02)	100.000	HIDROSTÁTICO
05	R-05 (Setor 03)	100.000	HIDROSTÁTICO
06	R-06 (Setor 04)	150.000	HIDROSTÁTICO

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

### 14.13. INFORMATIZAÇÃO DO SISTEMA DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL

#### 14.13.1. 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 seis (06) 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 seis (06) 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.

#### 14.13.2. 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).

#### 14.13.3. 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 Supervisor 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).

#### **14.14. 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 Reginópolis, sendo considerada também a respectiva automação.

Tabela 60 – Investimentos necessários para implantação do projeto de macromedição no sistema de abastecimento de Reginópolis

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>Fornecimento, Instalação e Montagem de Macromedidores de Vazão</b>				
1.1	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 2"	1	Unid.	R\$ 9.820,00	R\$ 9.820,00
1.2	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 3"	3	Unid.	R\$ 10.420,00	R\$ 31.260,00
1.3	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 4"	5	Unid.	R\$ 11.080,00	R\$ 55.400,00
1.4	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 6"	1	Unid.	R\$ 15.600,00	R\$ 15.600,00
1.5	Fornecimento dos Medidores de Vazão Ultrassônico Flangeado 8"	1	Unid.	R\$ 20.500,00	R\$ 20.500,00
1.6	Peças e acessórios para instalação do medidor de 2"	1	vb.	R\$ 2.240,00	R\$ 2.240,00
1.7	Peças e acessórios para instalação do medidor de 3"	3	vb.	R\$ 2.680,00	R\$ 8.040,00
1.8	Peças e acessórios para instalação do medidor de 4"	5	vb.	R\$ 3.080,00	R\$ 15.400,00
1.9	Peças e acessórios para instalação do medidor de 6"	1	vb.	R\$ 3.440,00	R\$ 3.440,00
1.10	Peças e acessórios para instalação do medidor de 8"	1	vb.	R\$ 4.160,00	R\$ 4.160,00
1.11	Mão de obra para instalação do medidor de 2"	1	vb.	R\$ 1.640,00	R\$ 1.640,00
1.12	Mão de obra para instalação do medidor de 3"	3	vb.	R\$ 1.940,00	R\$ 5.820,00
1.13	Mão de obra para instalação do medidor de 4"	5	vb.	R\$ 2.260,00	R\$ 11.300,00
1.14	Mão de obra para instalação do medidor de 6"	1	vb.	R\$ 2.530,00	R\$ 2.530,00
1.15	Mão de obra para instalação do medidor de 8"	1	vb.	R\$ 2.920,00	R\$ 2.920,00

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1.16	Infraestrutura de energia elétrica e SPDA	11	vb.	R\$ 4.900,00	R\$ 53.900,00
<b>Sub-Total 01</b>					<b>R\$ 243.970,00</b>
<b>2</b>	<b>Fornecimento, Instalação e Montagem dos Macromedidores de Nível do tipo Hidrostático</b>				
2.1	Fornecimento de Macromedidores de nível do tipo Hidrostático	6	Medidor	R\$ 2.450,00	R\$ 14.700,00
2.2	Instalação e montagem dos medidores de níveis do tipo Hidrostático	6	Medidor	R\$ 3.180,00	R\$ 19.080,00
<b>Sub-Total 02</b>					<b>R\$ 33.780,00</b>
<b>3</b>	<b>Implantação do sistema de coleta e transferência via telemetria dos dados monitorados nos sensores de vazão e nível</b>				
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\$ 24.700,00	R\$ 24.700,00
3.2	Fornecimento de Estações Remotas compostas por: módulo eletrônico de aquisição e processamento de sinais, painel de montagem com CLP, aterramento/fonte/cabeamento	7	Unid.	R\$ 14.900,00	R\$ 104.300,00
3.3	Montagem e Start-up das Estações Remotas	7	Unid.	R\$ 3.200,00	R\$ 22.400,00
3.4	Implantação dos links utilizando tecnologia de rádio digital programável integrando cada ponto de medição até a central de controle (CCO)	7	Unid.	R\$ 4.650,00	R\$ 32.550,00
<b>Sub-Total 03</b>					<b>R\$ 183.950,00</b>

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>4</b>	<b>Infraestrutura Elétrica para automação</b>				
4.1	Infraestrutura Elétrica para instalação da automação	7	Unid.	R\$ 5.230,00	R\$ 36.610,00
<b>Sub-Total 04</b>					<b>R\$ 36.610,00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 498.310,00</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.



## 14.15. CALIBRAÇÃO E AFERIÇÃO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO

Para cada macromedidor de vazão a ser instalado no sistema de abastecimento de água de Reginópolis 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 07 (sete) unidades de instalação, nos macromedidores MM01, MM03, MM05, MM06, MM07, MM08 e MM11, haja visto que os demais possuem diâmetros inferiores a 100mm (MM02, MM04, MM09 e MM10).

Tabela 61 – 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)	7	EP	R\$ 1.250,00	R\$ 8.750,00
Ensaio pitométrico para monitoramento dos parâmetros vazão e pressão	7	Ensaio	R\$ 3.750,00	R\$ 26.250,00
Ensaio com medidor padrão Ultrassônico não intrusivo para monitoramento dos parâmetros vazão e pressão	4	Ensaio	R\$ 1.900,00	R\$ 7.600,00
Aferição e calibração dos macromedidores	11	Medidor	R\$ 1.200,00	R\$ 13.200,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 55.800,00</b>

## 14.16. 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 Reginópolis.

Tabela 62 – 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\$)
<b>Material</b>				
Bloco de concreto estrutural (0,14x0,39x0,19)	256	Unid.	R\$ 2,67	R\$ 683,52
Aço CA50 3/16"	2	Barra	R\$ 4,89	R\$ 9,78
Aço CA50 5/16"	16	Barra	R\$ 18,09	R\$ 289,44
Aço CA50 3/8"	4	Barra	R\$ 26,90	R\$ 107,60
Rolo de arame recozido	3	Unid.	R\$ 20,00	R\$ 60,00
Tampa de Ferro Fundido com Trava	1	Unid.	R\$ 480,00	R\$ 480,00
Cimento	6	Saco	R\$ 24,99	R\$ 149,94
Brita nº 1	1	m <sup>3</sup>	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Areia Grossa	1	m <sup>3</sup>	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Asfalto	6	m <sup>2</sup>	R\$ 45,00	R\$ 270,00
Tampão de FoFo-600mm	1	Unid.	R\$ 360,00	R\$ 360,00
<b>Subtotal 01</b>				<b>R\$ 2.540,28</b>
<b>Mão de Obra</b>				
Construção da Caixa e Tampa de concreto	1	Unid.	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
Abertura da vala mecanizada	1	Unid.	R\$ 850,00	R\$ 850,00



DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>Mão de Obra</b>				
Remoção e Recomposição asfáltica	1	Unid.	R\$ 740,00	R\$ 740,00
				<b>R\$ 3.390,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 5.930,28</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

Tabela 63 – 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	11	Caixas	R\$ 5.930,28	R\$ 65.233,08
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 65.233,08</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

Desta forma o valor unitário para execução de uma caixa de proteção de medidor de vazão é igual a R\$ 5.930,28 (cinco mil, novecentos e trinta reais e vinte e oito centavos). Como são no total onze (11) caixas de proteção a serem executadas, o valor para execução desta atividade é igual a R\$ 65.233,08 (Sessenta e cinco mil, duzentos e trinta e três reais 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.

#### 14.17. 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.

## 15. PROJETO DE MICROMEDIÇÃO

O sistema de abastecimento de água de Reginópolis possui atualmente 2.181 ligações cadastradas, sendo que 1.938 ligações ativas possuem hidrômetro (dados de março/2019 fornecidos pela Prefeitura Municipal de Reginópolis), ou seja, 243 ligações estão sem hidrômetros. 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.

### 15.1. GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE MICROMEDIÇÃO

Um dos maiores problemas enfrentados pelo 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.

### 15.2. 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 Reginópolis, 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.

#### 15.2.1. 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 Reginópolis, devem ser analisados os hidrômetros acima de 05 anos e proposto a troca de todos eles.

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 50m<sup>3</sup>/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 Reginópolis a combater os problemas existentes e que o seu refinamento contínuo, irá atingir metas cada vez mais animadoras.

#### 15.2.2. 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 88 – Caixa de proteção para hidrômetros



Figura 89 – 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.

### 15.3. SUBSTITUIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MICROMEDIDORES

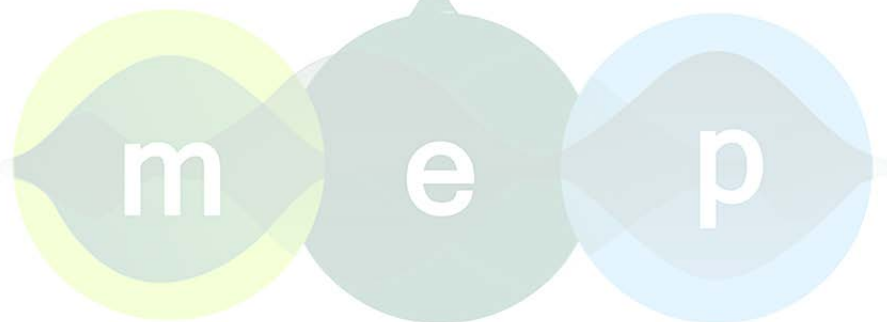
O sistema de abastecimento de água de Reginópolis possui atualmente 1.938 hidrômetros instalados. O Departamento de Água e Esgoto do município não possui a data de instalação dos hidrômetros, então do total estima-se para um horizonte de projeto nos próximos anos, 1.550 hidrômetros (80%) estarão instalados e sem aferição a mais de cinco 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. Também está previsto para este projeto de micromedição a instalação de 243 hidrômetros nas ligações que não possuem hidrômetros instalados atualmente.

Desta forma será necessária a substituição/implantação de 1.793 hidrômetros no sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis até o horizonte de projeto do Plano de Combate a Perdas de Água.



Na tabela a seguir é apresentado o investimento necessário para substituição e instalação dos hidrômetros no município de Reginópolis, totalizando a instalação e/ou substituição de 1.793 hidrômetros.

Foi constatado que na parte dos hidrômetros existentes, alguns não possuem lacres instalados no sistema de abastecimento de água de Reginópolis. Assim, torna-se essencial a instalação destes dispositivos em todos os hidrômetros do município, bem como nos hidrômetros previstos neste projeto de micromedição.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

Tabela 64 – Valor dos investimentos para substituição e instalação de hidrômetros no município de Reginópolis

		<h2 style="text-align: center;">PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</h2>					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 09/2019	CÓDIGO SABESP 11/2018	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>Substituição e instalação de hidrômetros no sistema de distribuição de água do município de Reginópolis</b>						
1.1	HIDRÔMETRO TAQUIMÉTRICO TRANSM. MAGNÉTICA - DN 20 MM CL. B - QN = 0.75 M3/H	1793	Unid.	Comercial		R\$ 69,42	R\$ 124.470,06
1.2	LACRE ANTI FRAUDE P/HIDRÔMETROS ATÉ 3 M3/H - POLIPROPILENO AZUL	3586	Unid.	-	60002	R\$ 0,85	R\$ 3.048,10
1.3	TUBETE PVC PARA HIDRÔMETRO - D=1/2"	3586	Unid.	-	32844	R\$ 2,67	R\$ 9.574,62
1.4	PORCA DO TUBETE PARA HIDRÔMETRO EM LATÃO (LIGA DE COBRE) - DN 20 MM - SEXTAVADA	3586	Unid.	-	31316	R\$ 4,84	R\$ 17.356,24
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)	3586	horas	00000248	-	R\$ 13,37	R\$ 47.944,82
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)	3586	horas	00000532	-	R\$ 34,24	R\$ 122.784,64
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 325.178,48</b>
<b>OBS:</b> Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 11/2018 (ainda não disponível a tabela deste ano 2019) e SINAPI referente ao mês 09/2019.							

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.



## 15.4. 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:

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

Em que:

$\Delta X$  = intervalo de classe;

$CM_{\max}$  = consumo micromedido máximo do banco de dados;

$CM_{\min}$  = consumo micromedido mínimo do banco de dados; e

$N$  = número de intervalos escolhidos (recomenda-se 50).

Os limites dos intervalos de classe são calculados a partir do menor consumo micromedido ( $CM_{\min}$ ), adicionando-se a esta o intervalo calculado anteriormente, o

que resulta no consumo micromedido do limite superior do intervalo  $i$ , e assim por diante.

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

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.

## 15.5. 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 ( $V_p$ ) e o Volume Consumido ( $V_c$ ), com o objetivo permanente de redução do volume produzido e o aumento do volume consumido.

Desta forma a primeira etapa do processo deve ser o levantamento das possíveis causas que estariam afetando o parâmetro Volume Consumido ( $V_c$ ) através dos relatórios do Rol de Hidrômetros apresentados pelo Departamento de Saneamento da Prefeitura Municipal de Reginópolis. 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:

### **1° Fase: Planejamento**

1° Passo – A prefeitura municipal deverá realizar reuniões com as equipes do departamento comercial e operacional para troca de informações sobre a pesquisa de Micromedição realizada neste trabalho, com as causas das interferências existentes que impossibilitam a correta medição dos volumes consumidos ( $V_c$ );

2° 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 desinclinando 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 m<sup>3</sup>/mês). Esta ação necessita da verificação das condições da economia (se é casa, comércio ou indústria), número de pessoas que moram no local, possibilidade de haver ligação clandestina com desvio de água, sem passar pelo hidrômetro, existência de poço, etc.;

f) Análise da Evolução da Rota (factíveis): a evolução é a comparação entre o número de ligações ativas na rota da atualidade e nos últimos 24 meses. Se a evolução estiver negativa, é sinal que essa rota perdeu ligações. Busca-se então um trabalho comercial visando a recuperação de usuários, a fim 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 (V<sub>c</sub>);

g) Análise de consumos estimados (ocorrências de falta de leitura): o consumo estimado ocorre devido ao fato do leitorista não ter acesso ao hidrômetro. Uma ação comercial, através de correspondência ao usuário, solicitando a liberação do hidrômetro. Atualmente estão sendo utilizadas caixas de proteção de hidrômetros do lado externo do imóvel para evitar esse tipo de problema, além de outras vantagens que essa caixa de proteção permite;

h) Análise dos hidrômetros que não tem lacre (caça fraudes): o lacre tem a função de assegurar que ninguém, sem a devida autorização, tenha mexido no hidrômetro, visto que a pesquisa mostrou inúmeras situações na qual os usuários têm violado o aparelho, retirando e instalando virado, entre outros casos de fraudes.

j) Análise das ligações cortadas na rota há mais de três meses (teste de fonte alternativa): deverão ser verificadas as matrículas que tiveram o abastecimento suspenso há mais de três meses, se estão realmente se abastecendo de poço, ou se violaram o corte da ligação; e

k) Realizar o recadastramento de todos os imóveis para atualização do cadastro comercial, uma vez que ao longo do tempo os registros de novas e/ou mudanças de ligações vão ficando desatualizadas e acabam deixando de incorporar essas ligações que ficaram pendentes por diversos motivos e acabam caindo no “esquecimento”.

## **2° Fase: Execução**

1° 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 leituristas coleta os dados de consumo. Das rotas selecionadas serão separadas as matrículas que sofrerão as análises dos critérios colocados no fluxograma;

2° Passo: Análise das matrículas selecionadas, aplicando o fluxograma elaborado, identificando as irregularidades.

3° 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.

## **3° 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 m<sup>3</sup> e com consumo zero, valor faturado, entre outras informações relevantes.

#### **4º Fase: Ações corretivas**

A partir da avaliação dos resultados, são propostas novas ações corretivas, visando o aperfeiçoamento do processo.

**Resultados esperados:** Com a colocação em prática desta metodologia com todas as fases relacionadas acima, espera-se obter uma grande diminuição dos índices de combate a perdas de água, relativos às perdas não físicas, uma vez que o número de ocorrências no Setor de Distribuição é muito elevado como pode ser observado nas fichas de inspeção em ligação de água.

### **15.6. 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 Reginópolis, 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 Reginópolis, 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.

#### 15.6.1. 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 Reginópolis, 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.**

15.6.2. 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...).

15.6.3. 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.

#### 15.6.4. 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 Q3 (m<sup>3</sup>/h);
- Range de medição R (Q3/Q1);
- Q2/Q1 = 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.

#### 15.6.5. 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.

#### 15.6.6. 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 Reginópolis).

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.

#### 15.6.7. 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);

#### 15.6.8. 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 Reginópolis 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.

#### 15.6.9. 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.

#### 15.6.10. 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

#### 15.6.11. Resultados esperados

Dentro das várias perspectivas de seu Mapa Estratégico, o Departamento de Saneamento de Reginópolis 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 m<sup>3</sup> 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 Reginópolis, 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.



## 15.7. 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 m<sup>3</sup>/h de vazão nominal – Terminologia;
  - NBR 8193 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m<sup>3</sup>/h de vazão nominal – Especificação;
  - NBR 8194 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m<sup>3</sup>/h de vazão nominal – Padronização;
  - NBR 8195 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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.

## **15.8. 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 m<sup>3</sup>/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.

#### 15.8.1. 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<sub>max</sub> estará sendo dito "vazão máxima", assim como Q<sub>min</sub> representará "vazão mínima" e Q<sub>n</sub>, 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 m<sup>3</sup>/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<sub>n</sub>). 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 (m<sup>3</sup>/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.

### 15.8.2. Tipos de hidrômetros

Os principais tipos de hidrômetros utilizados em sistemas de distribuição de água são:

<b>Medidores volumétricos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ tipo pistão rotativo</li> <li>▣ tipo disco nutante</li> </ul>
<b>Medidores tipo turbina ou velocimétricos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ multijato</li> <li>▣ monojato</li> <li>▣ medidores tipo hélice ou Woltmann</li> </ul>
<b>Medidores com configuração especial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ proteção contra fraude</li> <li>▣ configuração para leitura frontal</li> </ul>

Figura 90 – Tipos de hidrômetros

### 15.8.3. Dimensionamento de hidrômetros

Segundo Neto (2002), os hidrômetros são aparelhos destinados à medição da quantidade de água que escoa 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).

#### 15.8.4. 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.

#### 15.8.5. 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 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.

#### 15.8.6. 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 (Qit), que se encontra 20% acima da vazão de transição, e a vazão superior de trabalho (Qst), que se encontra 50% abaixo da vazão nominal.

#### 15.8.7. 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.

#### 15.8.8. 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. Conseqüentemente 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).

#### 15.8.9. 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.

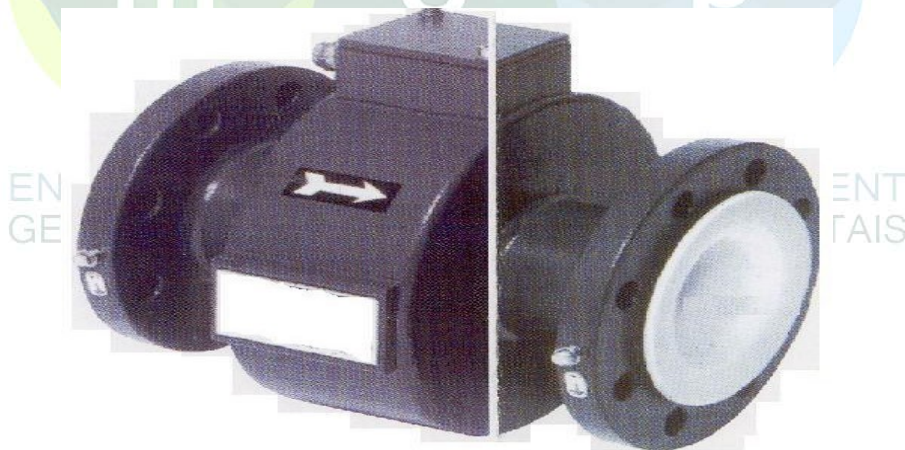


Figura 91 - Medidor de Vazão Eletromagnético

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.

#### 15.8.10. 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.

## 15.9. TIPOS DE HIDRÔMETROS E SUAS FAIXAS DE TRABALHO

### 15.9.1. 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) m<sup>3</sup>/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 %.

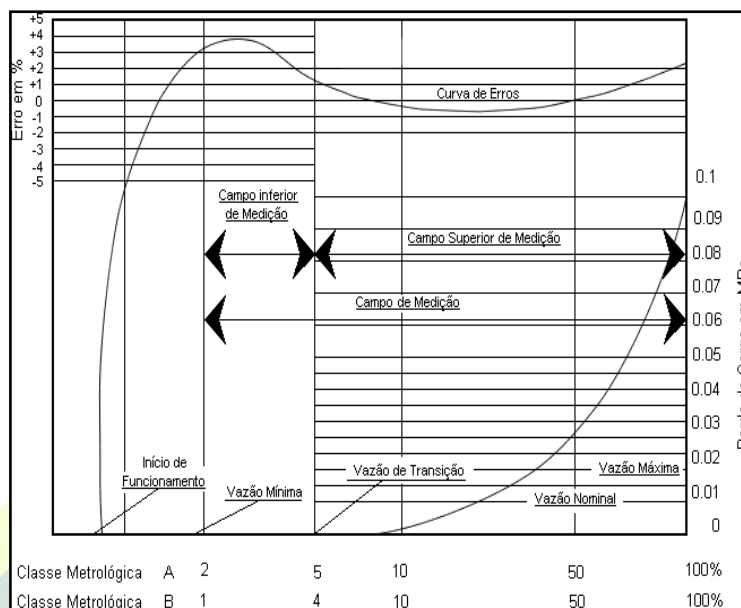


Figura 92 - Curvas de erros e perda de carga (INMETRO, 2000).

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  $0,45 Q_{máx}$  e  $0,5 Q_{máx}$ ;
- b) entre  $Q_t$  e  $1,1 Q_t$ ; e
- c) entre  $Q_{mín}$  e  $1,1 Q_{mín}$ ;

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  $Q_{mín}$ , inclusive e  $Q_t$ , exclusive, e
- $\pm 5\%$  entre  $Q_t$ , inclusive e  $Q_{máx}$ , 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  $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ ) 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 metroológicas de hidrômetros conforme as vazões mínima e de transição.**

Tabela 65 - Classes metroológicas x  $Q_{\text{mín}}$  e  $Q_t$

Classe Metroológica	Valor numérico de designação do medidor N (N = vazão nominal em m <sup>3</sup> /h)			
	N < 15		N ≥ 15	
	$Q_{\text{mín}}$	$Q_t$	$Q_{\text{mín}}$	$Q_t$
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 m<sup>3</sup>/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.

#### 15.9.2. 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 conseqüentemente 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.

### 15.9.3. 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.

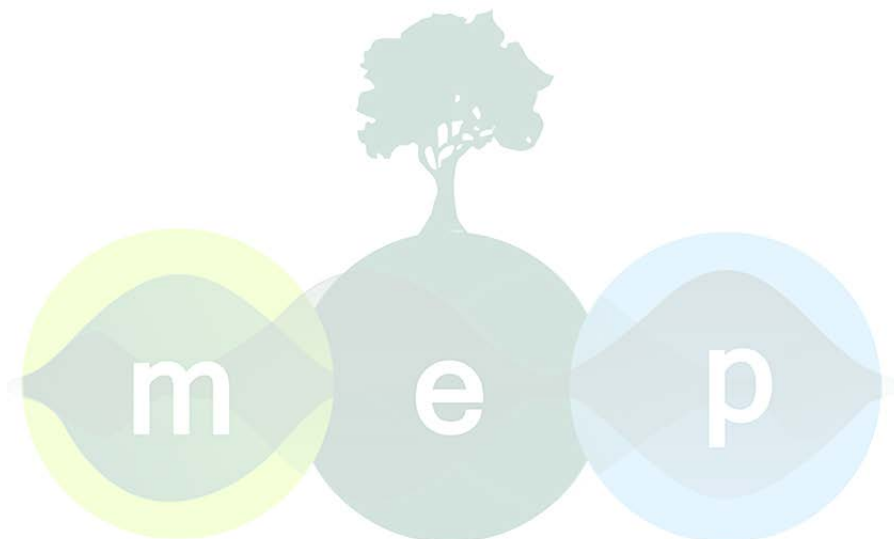
Vale ressaltar que a simples instalação com o eixo da turbina fora da vertical, já ocasiona um prejuízo em suas características metrológicas. A instalação incorreta leva a um atrito maior sobre uma região do eixo, devido ao próprio peso da turbina, sendo as características metrológicas prejudicadas ainda mais pelo conseqüente 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, conseqüentemente, 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.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

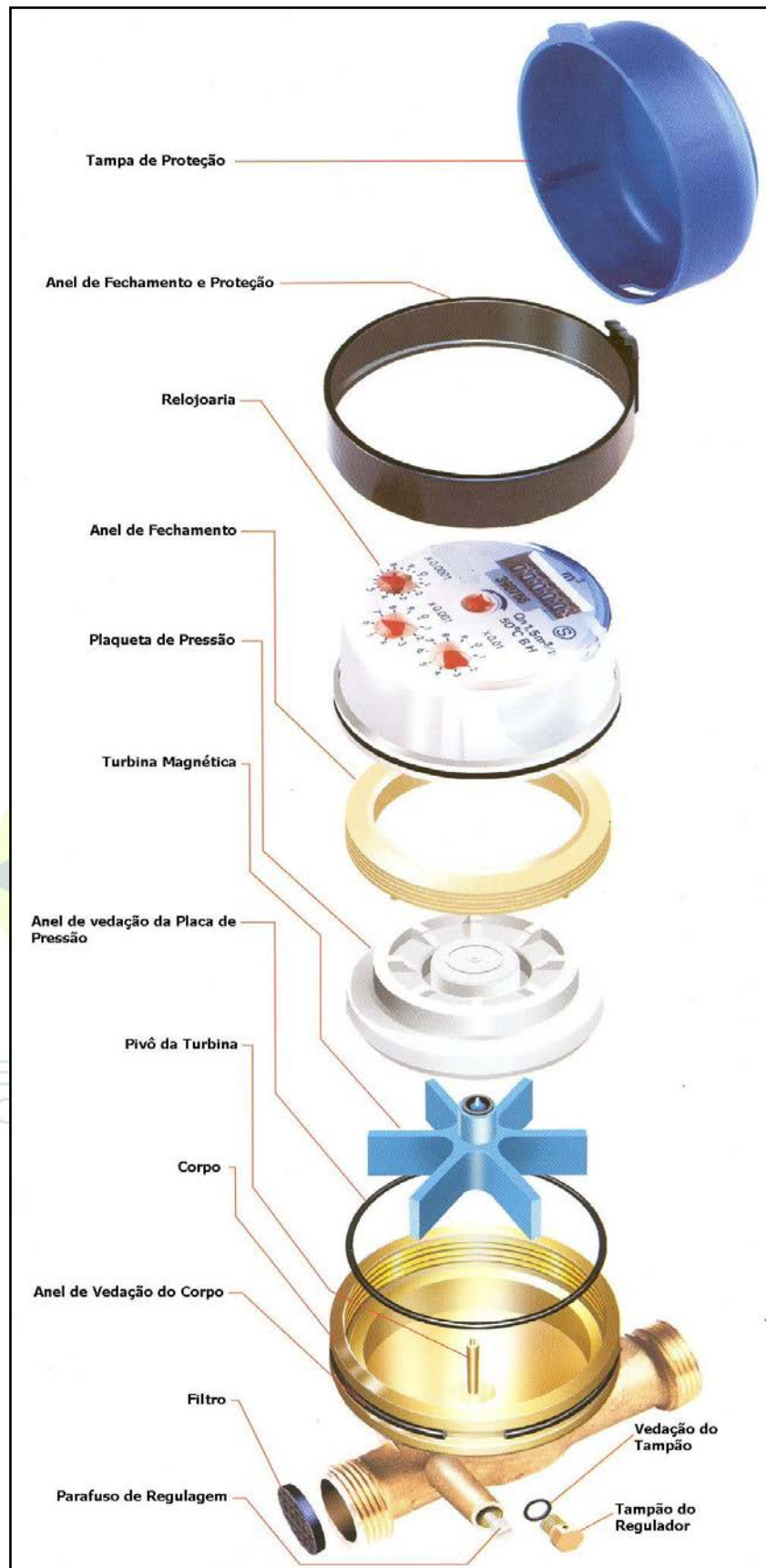


Figura 93 - Hidrômetro de jato único

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.

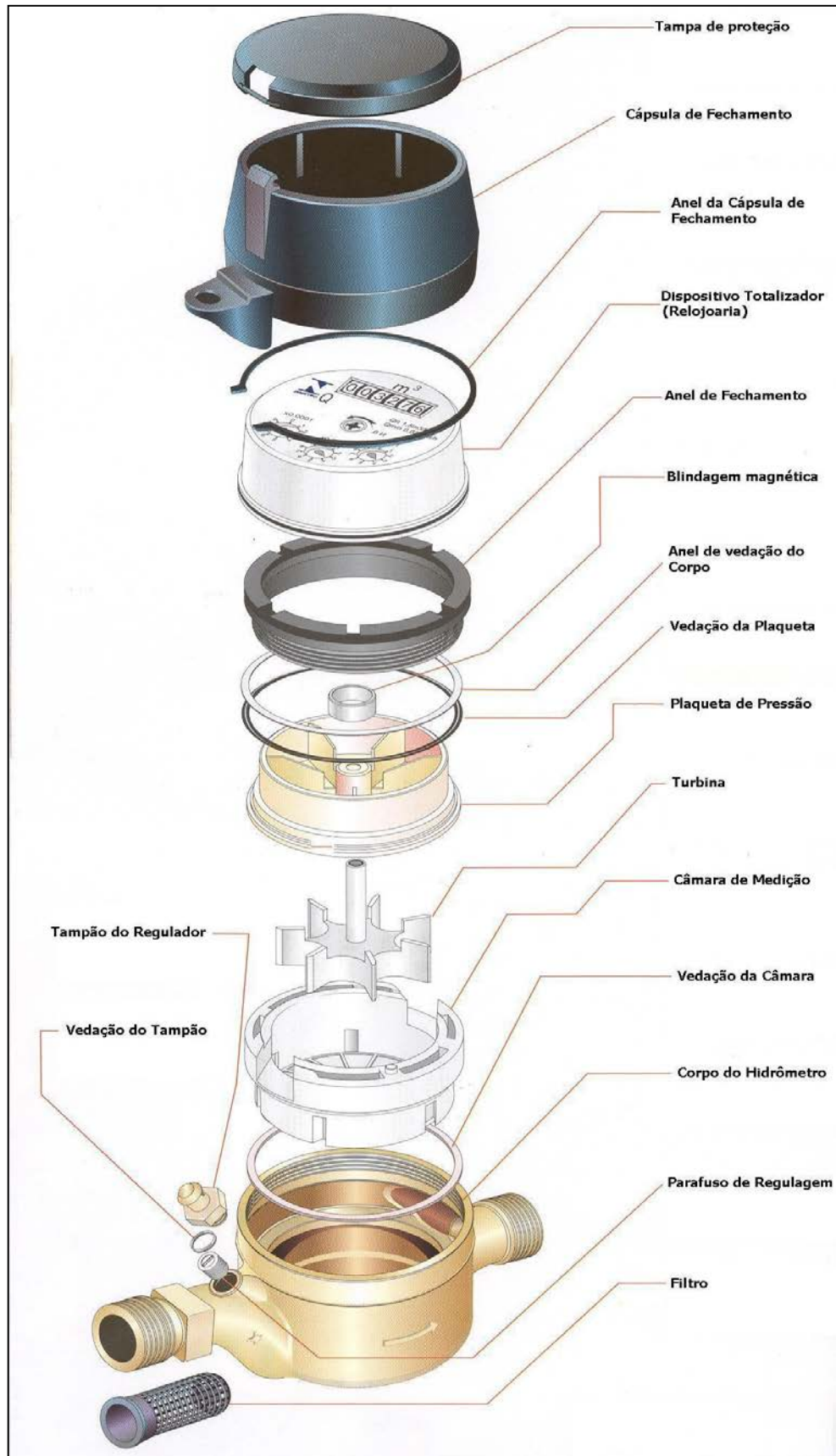


Figura 94 - Hidrômetro de jato múltiplo



### **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.

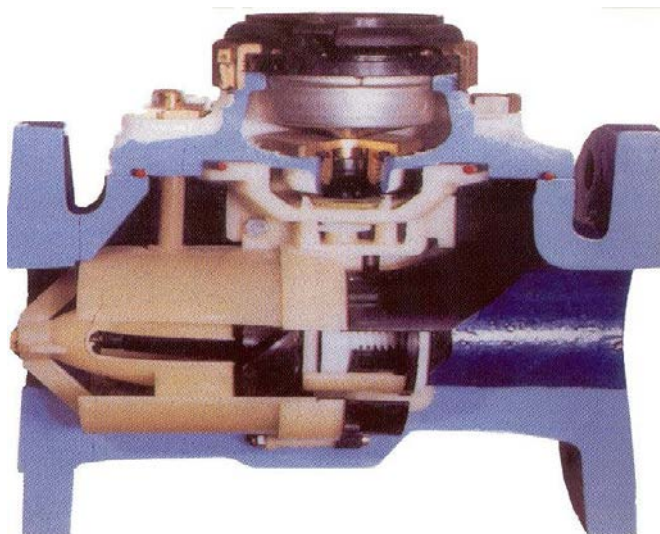


Figura 95 - Hidrômetro Woltmann Horizontal

#### 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.

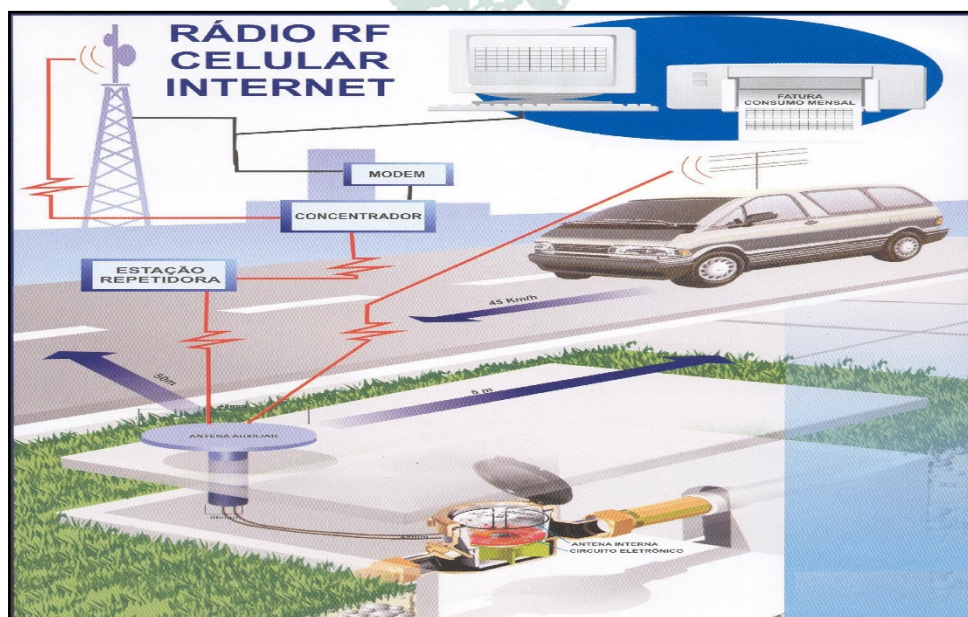


Figura 96 - Configuração Típica de Telemetria em Micromedição

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 módulo 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”.

#### 15.10. 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.

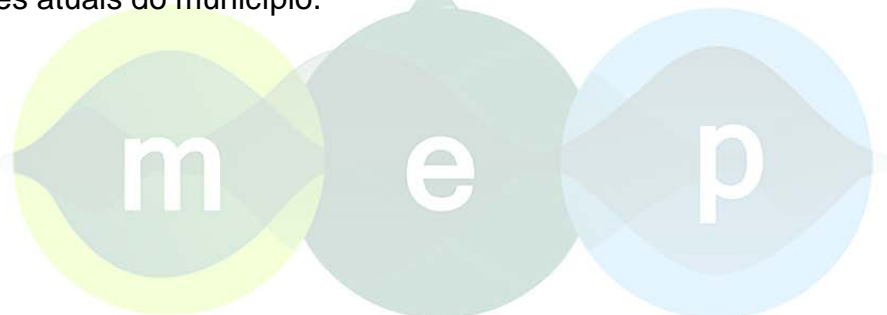
**Causa:** vazamento na cúpula do hidrômetro, a água sai por cima do medidor.

**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.

## 15.11. IDENTIFICAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE ADEQUAÇÃO DOS HIDRÔMETROS

No bando de dados disponibilizado pelo Departamento de Saneamento de Reginópolis 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.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS



## 16. DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA ADEQUAÇÃO E MELHORIAS DAS UNIDADES OPERACIONAIS

### 16.1. 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.

## 16.2. 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.

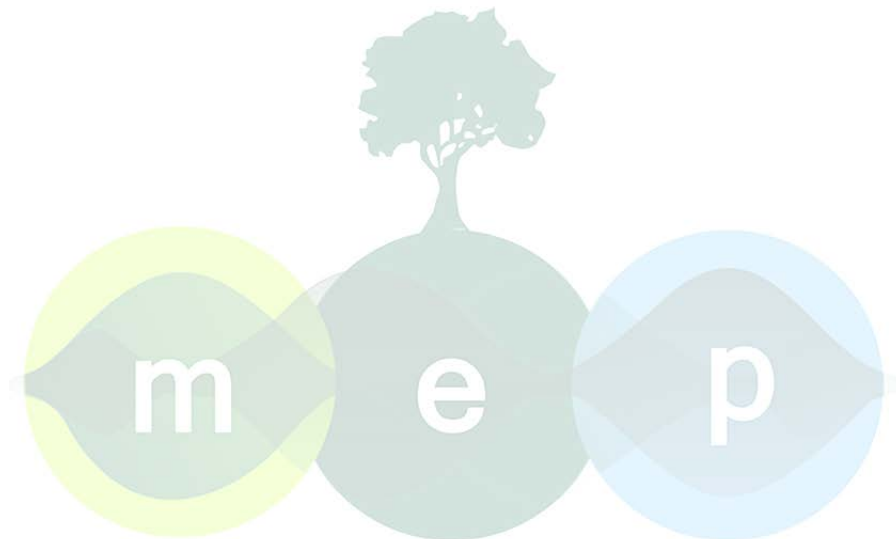
Desta forma o procedimento consiste das seguintes etapas:

- 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.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS



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

## 17.1. 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.

### 17.1.1. Pressão Alta

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

### 17.1.2. 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.

### 17.1.3. 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.

#### 17.1.4. 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.

#### 17.1.5. 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.

## 17.2. PROJETO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS PARA REGINÓPOLIS

O projeto deverá ser implantado na Prefeitura Municipal de Reginópolis 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 30,5 km de rede de distribuição, poderá concluir toda a pesquisa em torno de 8 dias, desde que não haja nenhum contratempo, tais como chuva, falta de água, equipe disponibilizada, viaturas, etc.

### 17.2.1. Plano de trabalho

Em Reginópolis 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.

17.2.2. 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 66 – Valor dos investimentos para formação de estrutura para 01 equipe de pesquisa

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
EQUIPAMENTO	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
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
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 147.670,00</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

### 17.2.3. 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 de Reginópolis 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.

#### 17.2.4. 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/cm<sup>2</sup> (15 mca).

#### 17.2.5. 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 possuem pontos de contatos distantes mais de 20 m, ou trechos de redes metálicas, que possuem 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.

#### 17.2.6. 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.

#### 17.2.7. 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 tenha sido conclusiva no apontamento.

A correlação deve ser realizada obedecendo-se ao seguinte procedimento:

- Escolher dois pontos para colocação dos sensores de modo que o suposto vazamento esteja entre os sensores;
- Os pontos escolhidos devem ser limpos cuidadosamente com a utilização de escova de aço ou lixa, a fim de proporcionar o melhor contato possível do sensor;

- Para tornar este contato ainda melhor, caso necessário, deve-se utilizar adaptadores apropriados;
- Escolher os sensores adequados para tubulação metálica ou para tubulação não metálica; e
- Montar os pré-amplificadores e regulá-los de modo que o ponteiro fique no terço médio.

O correlacionador funciona rapidamente, obtendo-se uma resposta em poucos segundos, desde que se introduzam os dados necessários. Na maioria das vezes necessita-se de tempo extra para obter os dados da tubulação, principalmente o seu comprimento entre os sensores. O processo de localização de um vazamento pode exigir várias operações do correlacionador, em vários pares de pontos que 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.

#### 17.2.8. 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.

#### 17.2.9. Confirmação do Cadastro da Tubulação

Caso haja dúvidas quanto à localização precisa da rede pesquisada, devem ser utilizados locadores de tubulação a massa metálica.

#### 17.2.10. 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.

#### 17.2.11. 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.


### 17.2.12. 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.

### 17.2.13. 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 Reginópolis.

	<b>DETECÇÃO DE VAZAMENTO NÃO VISÍVEIS DE LÍQUIDOS SOB PRESSÃO EM TUBULAÇÕES ENTERRADAS</b>
---	--

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

Figura 98 – Modelo de formulário de Relatório de vazamento



#### 17.2.14. 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 Reginópolis (extensão de rede de aproximadamente 30,5 km) através da contratação de uma Empresa Terceirizada.

Tabela 67 – Estimativa de custo das atividades principais para realização da pesquisa de vazamento no município de Reginópolis

ITEM	ATIVIDADE	QUANT.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Pesquisa de Vazamentos realizados por uma equipe terceirizada	30,5 km	R\$ 800,00	R\$ 24.400,00
2	Equipamentos de pesquisa de vazamentos	1	R\$ 147.670,00	R\$ 147.670,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 172.070,00</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

## 18. REALIZAÇÃO DE OUTORGA NOS POÇOS

Todos os sistemas de captação de água (05 poços profundos) do município de Reginópolis não possuem outorga, conforme indicado no relatório diagnóstico.

Deverá ser elaborado, portanto, o processo inicial de outorga de todos os poços do sistema de abastecimento de água do município de Reginópolis. 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 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 Reginópolis.

Tabela 68 – Orçamento para realização de outorga nos poços do sistema de abastecimento de água de Reginópolis

ITEM	ATIVIDADE	UNIDADE	QUANT.	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	<b>Teste de Vazão e Adequações físicas:</b> - 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	5,00	R\$ 11.200,00	R\$ 56.000,00
2	<b>Processo de Regularização do Licenciamento dos equipamentos e dispositivos do Sistema de Abast. De Água:</b> - 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	5,00	R\$ 5.900,00	R\$ 29.500,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 85.500,00</b>

Fonte de preço: Pesquisas mercadológicas, 2019.

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

## 19. DIAGNÓSTICO DO ESTADO DAS TUBULAÇÕES

### 19.1. 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 e 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.

## 19.2. 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:

- 3 Desempenho hidráulico;
- 4 Qualidade da água; e
- 5 Confiabilidade do serviço.

### 19.3. 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.

#### **19.4. 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.

## 19.5. 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".

## 19.6. ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS, CONSIDERANDO O TIPO DE MATERIAL, IDADE, TIPO DE VAZAMENTO (REDE OU RAMAL), E PRESSÕES

### 19.6.1. 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.

#### 19.6.2. 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.

### 19.6.3. 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) arguiu 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.

### 19.6.4. 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 69 – 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)

#### 19.6.5. 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.

#### 19.6.6. 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.

#### 19.6.7. 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.

#### 19.6.8. 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.

#### 19.6.9. 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.

#### 19.6.10. 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.

#### 19.6.11. 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.

#### 19.6.12. 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 grafitação. Os problemas relativos à acomodação diferencial no assentamento das tubulações são identificados como a segunda causa principal de quebras.

#### 19.6.13. 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.

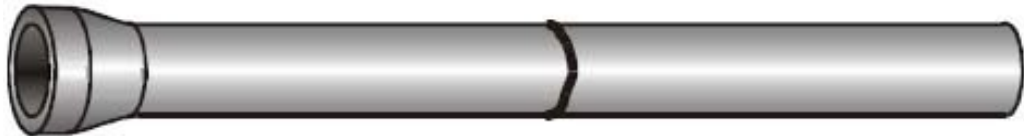


Figura 99 – Quebra circunferencial

### **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 100 – 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 101 – Fissura na bolsa

#### 19.6.14. 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.

### 19.7. 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):

#### 19.7.1. 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.

#### 19.7.2. 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.

#### 19.7.3. 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.

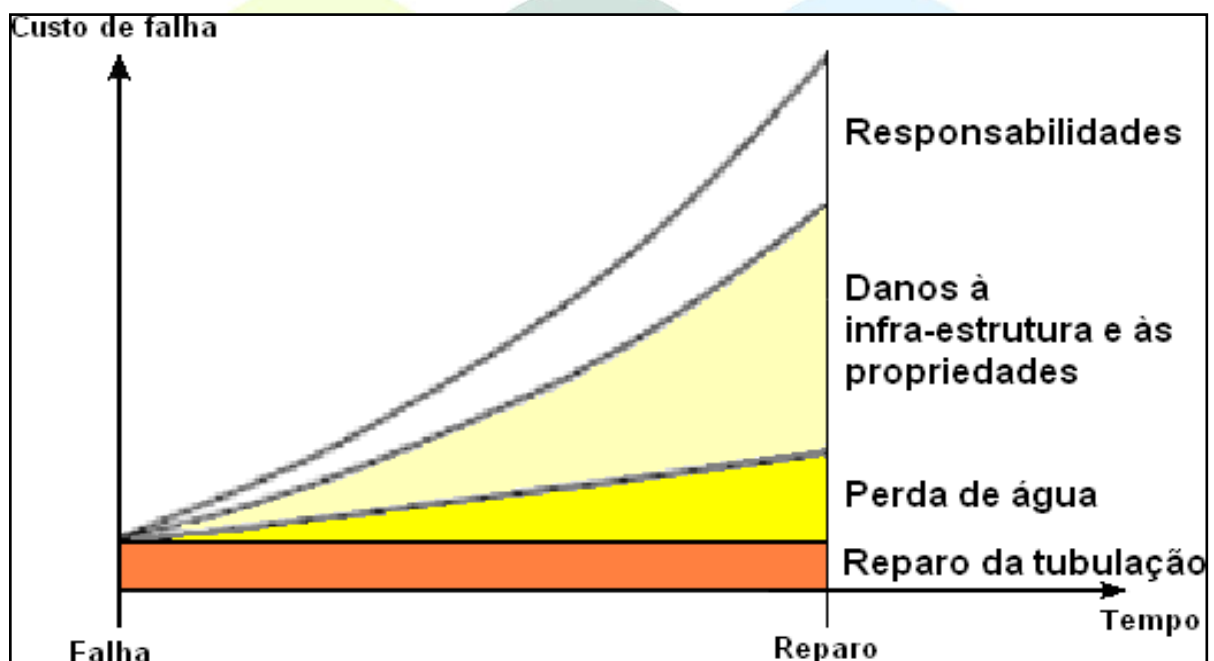


Figura 102 – Perdas associadas à falha  
Fonte: Makar e Kleiner, 2000

## 19.8. 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:

3 **Renovação:** Trabalho que incorpora toda ou parte da estrutura original do tubo por meio do qual o seu desempenho é otimizado.

4 **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.

5 **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 70 – 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.).

Dimensões	Aspecto	Consequências
Econômico-financeira		<p>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;</p> <p>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;</p> <p>Perdas com reflexo nas tarifas, nos investimentos e nas metas para universalização.</p>
Ambiental		<p>Utilização ineficiente dos recursos hídricos;</p> <p>Utilização ineficiente dos recursos energéticos;</p> <p>Impactos ambientais negativos devidos a obras;</p> <p>Gestão inadequada de resíduos produzidos.</p>

Fonte: Alegre e Covas, 2010.

## 19.9. 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.

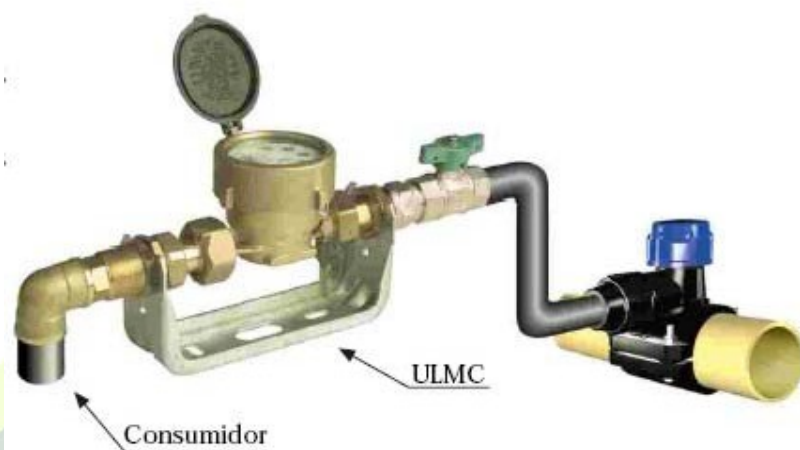


Figura 103 – Modelo proposto de Medição domiciliar – UMC

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, F<sup>o</sup>F<sup>o</sup>, 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.

#### **19.10. RECOMENDAÇÕES E PROGRAMA DE SUBSTITUIÇÃO DE REDES PARA O MUNICÍPIO DE REGINÓPOLIS**

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 2040, 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 Reginópolis é composta por diversos tipos de tubulações, com materiais de Amianto, Aço e PVC.

Foi realizado um levantamento com o pessoal de campo da Prefeitura Municipal de Reginópolis, visando determinar a quantidade necessária de tubulações a serem substituídas, que representa uma extensão total de **7.670,20 metros**, com diâmetros de 50mm (2"), 75mm (3"), 100mm (4"), 150mm (6") e 200mm (8"), conforme indicação em Mapa de substituição de redes em anexo (Folha 01/07 – Prognóstico), compreendendo todo o sistema de distribuição do Setor 01 (Centro), que é atualmente composto por redes de Amianto.

A tabela a seguir apresenta uma estimativa de custos para substituição de redes e adutora de distribuição no município de Reginópolis.

Tabela 71 – Estimativa de custo para substituição de redes na distribuição de Reginópolis

		<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	CÓDIGO SINAPI 09/2019	CÓDIGO SABESP 11/2018	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>MATERIAL (TUBO E CONEXÕES)</b>						
1.1	Substituição de rede de distribuição com PVC – PBA – DN/50mm (2")	5496,70	m	-	32985	R\$ 9,01	R\$ 49.525,27
1.2	Substituição de rede de distribuição com PVC – PBA – DN/75mm (3")	446,00	m	-	32986	R\$ 19,14	R\$ 8.536,44
1.3	Substituição de adutora com PVC DEFOFO – DN/100mm (4")	505,00	m	-	33021	R\$ 23,58	R\$ 11.907,90
1.4	Substituição de adutora com PVC DEFOFO – DN/150mm (6")	497,30	m	-	33022	R\$ 48,00	R\$ 23.870,40
1.5	Substituição de adutora com PVC DEFOFO – DN/200mm (8")	725,20	m	-	33023	R\$ 82,29	R\$ 59.676,71
1.6	CRUZETA PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	8,00	unid.	-	32941	R\$ 16,11	R\$ 128,88
1.7	CRUZETA PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=110 MM - NBR 10351	4,00	unid.	-	32943	R\$ 69,69	R\$ 278,76
1.8	CRUZETA FOFO COM BOLSAS JE JGS - DN = 150 X 150 MM (37,95 KG)	2,00	unid.	-	51210	R\$ 528,00	R\$ 1.056,00
1.9	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	15,00	unid.	-	32971	R\$ 14,23	R\$ 213,45
1.10	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=85 MM - NBR 10351	3,00	unid.	-	32972	R\$ 28,73	R\$ 86,19
1.11	TÊ 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=110 MM - NBR 10351	3,00	unid.	-	32973	R\$ 52,28	R\$ 156,84

1.12	CURVA 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	4,00	unid.	-	32937	R\$ 11,12	R\$ 44,48
1.13	CURVA 90° PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=110 MM - NBR 10351	2,00	unid.	-	32939	R\$ 49,98	R\$ 99,96
1.14	CURVA FOFO COM BOLSAS JE JGS - 90° - DN = 200 MM (33,90 KG)	5,00	unid.	-	50754	R\$ 355,93	R\$ 1.779,65
1.15	CURVA FOFO COM BOLSAS JE JGS - 45° - DN = 200 MM (29,00 KG)	2,00	unid.	-	50738	R\$ 307,98	R\$ 615,96
1.16	CURVA FOFO COM BOLSAS JE JGS - 45° - DN = 100 MM (12,90 KG)	1,00	unid.	-	50736	R\$ 136,06	R\$ 136,06
1.17	CAP PVC JUNTA ELÁSTICA PBA - DE=60 MM - NBR 10351	8,00	unid.	-	32921	R\$ 4,26	R\$ 34,08
<b>SUB-TOTAL</b>						<b>R\$ 158.147,03</b>	
<b>2</b>	<b>ASSENTAMENTO</b>						
2.1	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 50 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	5496,70	m	-	70080001	R\$ 12,02	R\$ 66.070,33
2.2	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 75 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	446,00	m	-	70080002	R\$ 12,48	R\$ 5.566,08
2.3	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 100 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	505,00	m	-	70080003	R\$ 13,44	R\$ 6.787,20
2.4	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 150 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	497,30	m	-	70080004	R\$ 15,82	R\$ 7.867,29
2.5	ASSENTAMENTO PARA REDES DE ÁGUA, TUBOS E PEÇAS, DN 200 MM, EM PVC RÍGIDO, RPVC E DEFOFO (A)	725,20	m	-	70080005	R\$ 17,15	R\$ 12.437,18
<b>SUB-TOTAL</b>						<b>R\$ 98.728,08</b>	
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 256.875,11</b>	
<b>OBS 1:</b>	Adotada tabela de Preços SABESP referente ao mês 11/2018 (ainda não disponível a tabela deste ano 2019) e SINAPI referente ao mês 09/2019.						
<b>OBS 2:</b>	O número de conexões com respectivos diâmetros foram estimados de acordo a metragem linear de substituição dos tubos.						

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.



## 20. MEMORIAL DESCRITIVO EXECUTIVO DE REDE DE ÁGUA

### 20.1. 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  $7,5 \text{ kgf/cm}^2$ ;

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:  $D + 0,30 \text{ m}$ , onde D é o diâmetro externo do tubo a ser assentado, possuindo no mínimo  $0,05 \text{ m}$ ;

*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  $0,10 \text{ m}$ . 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  $1,00 \text{ m}$  e preenchido com solo de boa qualidade, adensado em camadas de  $20 \text{ cm}$ , 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.

### 20.2. 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.

### **20.3. 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.

### **20.4. 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.



## 20.5. 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.

## 20.6. 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.

## 20.7. 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 pontaltes de madeira de boa durabilidade. Para diâmetro maior, serão executados blocos de ancoragem em concreto ciclópico.

## 20.8. 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.

## 20.9. 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.

## 20.10. 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.

## 21. 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, limpezas e desinfecção de redes, descargas sanitárias, etc.; e

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

## 21.1. 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.

#### 21.1.1. 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:

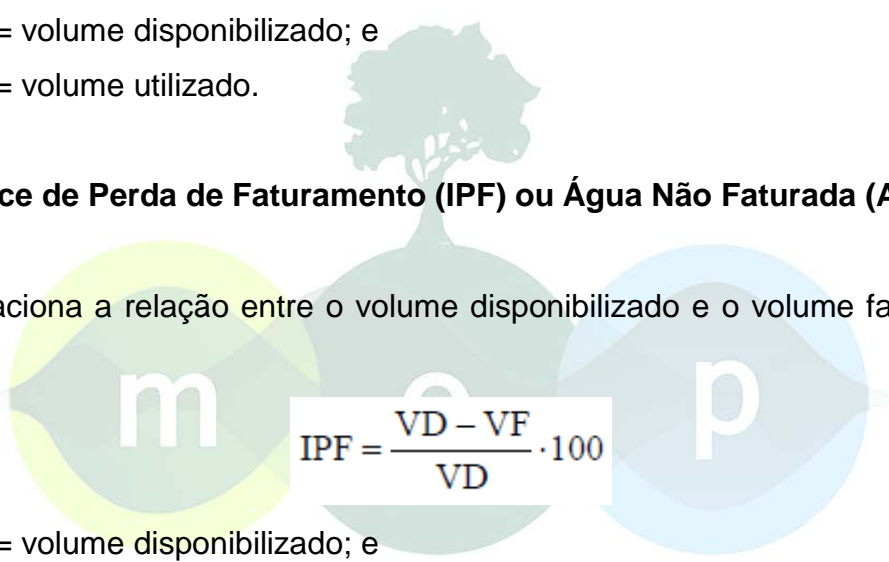
$$IPD = \frac{VD - VU}{VD} \cdot 100$$

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.

#### 21.1.2. 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 iguais 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;

$\delta m$  = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de micromedição;

$\delta M$  = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de macromedição; e

$\delta E$  = Desvios estatisticamente fixados de consumo estimado.

### 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;

$\varphi_n$  = 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.

### 21.1.3. 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.

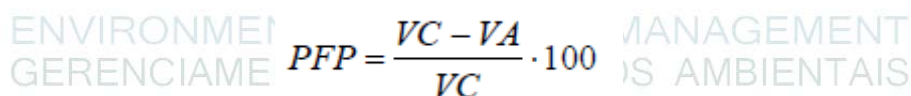
$$PFP = \frac{VC - VP}{VC} \cdot 100$$

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) afluyente a ETA ou unidade de tratamento simplificado.


$$PFP = \frac{VC - VA}{VC} \cdot 100$$

VC = volume captado; e

VA = volume aduzido afluyente 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 afluyente 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.

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

#### 21.1.4. 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.

## **21.2. GERENCIAMENTO DAS PERDAS FÍSICAS**

### **21.2.1. 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 104 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.

### 21.2.2. 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.

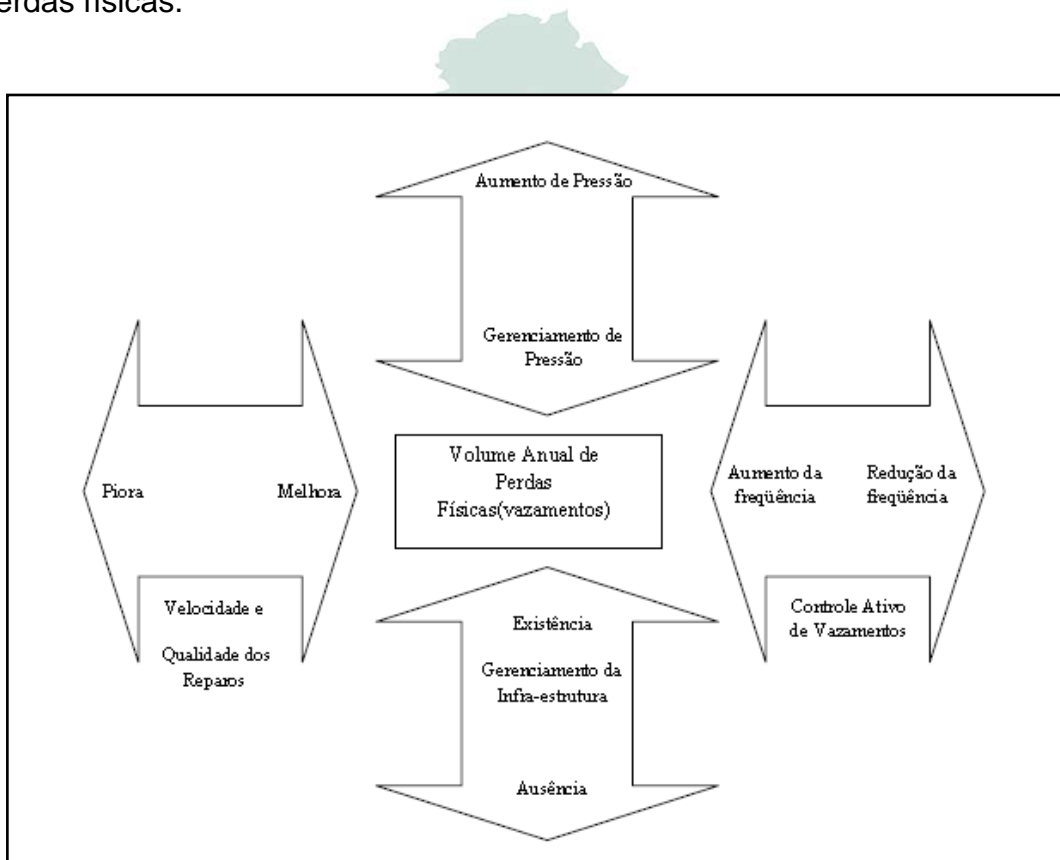


Figura 104 – Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas

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.

### 21.2.3. 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.

#### 21.2.4. 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 Pitométrico seja servido por mais de uma linha de alimentação ou que uma de suas linhas esteja abastecendo outro Distrito.

Nesses casos devem estar previstas tantas Estações Pitométricas quantas forem necessárias, para que através de medições simultâneas de vazão, se obtenha o hidrograma de consumo na área em questão.

## **22. PARÂMETROS BÁSICOS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA**

### **22.1. 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”.

## 22.2. 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).

### 22.3. 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.

### 22.4. 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.

### 22.5. ANÁLISE ECONÔMICA

A atividade de combate aos vazamentos na rede de distribuição de água é uma intervenção operacional que envolve custos em várias etapas do processo. O

levantamento e a apropriação desses custos serão importantes para a análise econômica do controle de perdas que será conduzido para a região em estudo.

As principais variáveis que devem compor os levantamentos são:

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

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

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

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

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

### 23. ÍNDICE DE PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE REGINÓPOLIS

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 Reginópolis, devido ao fato do município não possuir macromedição e micromedição 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 mês de agosto de 2019, tornando o resultado mais atualizado e compatível com a atualidade de Reginópolis.

Assim, na Tabela a seguir é apresentada a estimativa do volume produzido de água no município de Reginópolis.

Tabela 72 - Poços existentes no sistema de abastecimento água de Reginópolis

Poço	Denominação	Endereço	Vazão Diária	Vazão Mensal
P-01	Poço 01	Rua João Antonio Garcia	714,60 m <sup>3</sup> /dia	21.438 m <sup>3</sup> /mês

P-03	Poço 03	Rua 15 de agosto	319,20 m <sup>3</sup> /dia	9.576 m <sup>3</sup> /mês
<b>Poço</b>	<b>Denominação</b>	<b>Endereço</b>	<b>Vazão Diária</b>	<b>Vazão Mensal</b>
P-04	Poço 04	Prolongamento Rua Ronaldo W. da Silva	445,80 m <sup>3</sup> /dia	13.374 m <sup>3</sup> /mês
P-05	Poço 05	Avenida Padre Anchieta (Centro de Reservação)	899,00 m <sup>3</sup> /dia	26.970 m <sup>3</sup> /mês
P-06	Poço 06	Rua Alcides Fanale	240,00 m <sup>3</sup> /dia	7.200 m <sup>3</sup> /mês
<b>TOTAL</b>	<b>05 poços</b>		<b>2.618,60 m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>78.558,00 m<sup>3</sup>/mês</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

A figura a seguir apresenta os dados de consumo e faturamento do sistema de abastecimento de água e esgoto do município de Reginópolis, fornecidos pela própria Prefeitura Municipal, no qual destaca-se o volume em m<sup>3</sup> consumido e faturado no mês de agosto de 2019, que será utilizado para os cálculos de índice médio de perdas do município.

Referência: 8/2019					
Código	Categoria	Quant. Cadastro	Quant. Lancado	Cons. Medido	Cons. Faturado
01	RESIDENCIAL A GUA	4	4	46	61
02	RESIDENCIAL A GUA E ESGOTO	1627	1627	26831	28750
04	COMERCIAL A GUA E ESGOTO	125	125	2247	2899
06	INDUSTRIAL A GUA E ESGOTO	4	4	227	227
07	RES.PIS. E RURAL A GUA	31	31	697	775
08	RES.PIS. E RURAL A GUA E ESGOTO	127	127	2819	3156
10	OUTROS A GUA E ESGOTO	263	263	3420	4788
<b>Quantidade: 7</b>	<b>Totalização:</b>	2181	2181	36287	<b>40656</b>



Figura 105 – Relatório de resumo do faturamento no mês de agosto de 2019.

Fonte: Prefeitura Municipal de Reginópolis, 2019.

Portanto:

Volume mensal produzido: 78.558,00 m<sup>3</sup>/mês

Volume mensal micromedido/faturado: 40.656,00 m<sup>3</sup>/mês

Índice de perdas =  $(V_{\text{produzido}} - V_{\text{micromedido}}) / V_{\text{produzido}}$

Índice de perdas =  $(78.558 - 40.656) / 78.558 = 48,25 \%$

**ÍNDICE MÉDIO DE PERDAS = 48,25%**

## 24. 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 Reginópolis.

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 este tendem a perder a aferição, ou seja, começam a registrar valores inferiores aos reais. Este fato ocasiona diretamente as perdas de faturamento para a Prefeitura Municipal, e finalmente nesta fase é proposta as ações de substituição de adutoras e redes de distribuição em amianto.

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 das redes antigas;
6. Outorga nos Poços implantados.

**ÍNDICE DE PERDAS ESPERADO = 15 a 20%**

Na tabela a seguir é apresentado o resumo dos investimentos para a implantação das ações propostas de combate a Perdas no município de Reginópolis.

Tabela 73 – Orçamento estimativo para redução de perdas de água no município de Reginópolis

ATIVIDADE	VALOR DO INVESTIMENTO
<b>PRIMEIRA ETAPA:</b>	
Implantação do Projeto de Setorização	R\$ 1.668.416,37
Projeto do Sistema de Macromedição de Vazão e Nível, incluso Automação e Telemetria, caixas de proteção e aferição com Pitometria	R\$ 619.343,08
Projeto de Pesquisa de Vazamentos não visíveis	R\$ 172.070,00
<b>Subtotal</b>	<b>R\$ 2.459.829,45</b>
<b>SEGUNDA ETAPA:</b>	
Projeto da Micromedição	R\$ 325.178,48
Substituição das Redes e adutora de distribuição de Amianto	R\$ 256.875,11
Outorga nos Poços	R\$ 85.500,00

<b>Subtotal</b>	<b>R\$ 667.553,59</b>
<b>TOTAL DOS INVESTIMENTOS</b>	<b>R\$ 3.127.383,04</b>

Fonte: MEP Consultoria e Ambiental, 2019.

## 25. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades realizadas e propostas, no presente Plano Diretor de Combate as Perdas de Água do município de Reginópolis, 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 Tietê Batalha – CBH-TB 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 Reginópolis.

## 26. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 212: Hidrômetros Velocimétricos para Água Fria de Vazão Nominal até 15 m<sup>3</sup>/h. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8193: Hidrômetro Taquimétrico para Água Fria até 15 m<sup>3</sup>/h de Vazão Nominal Especificação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8194: Hidrômetro Taquimétrico para Água Fria até 15 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 SANITÁRIA 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 Micromedição 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) 33<sup>rd</sup> 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 m<sup>3</sup>/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-%20Condutores%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](http://abes-dn.org.br/pdf/Perdasdeagua2015.pdf).

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**. 2<sup>nd</sup>. 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.

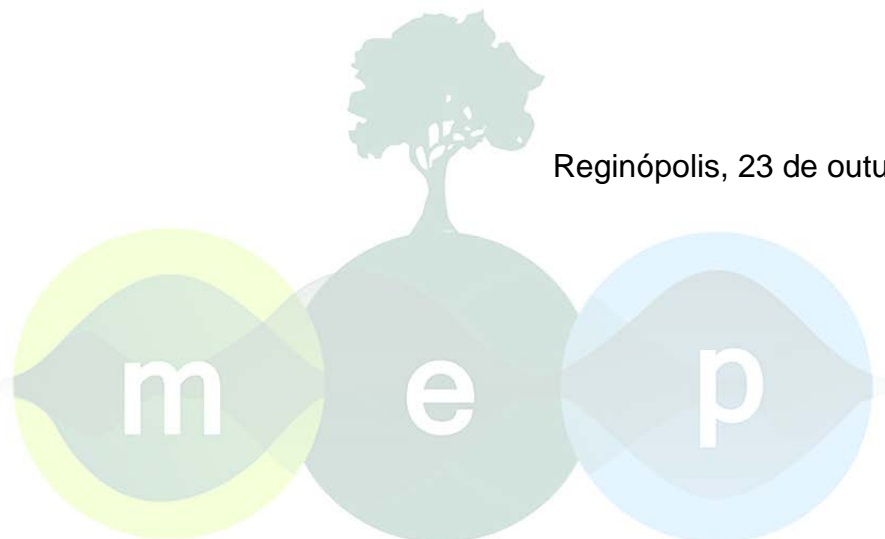
SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Série Histórica.** [S.l.: s.n.], 2010. Disponível em <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

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.

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.

Reginópolis, 23 de outubro de 2019



ENVIRONMENTAL PROJECT MANAGEMENT  
GERENCIAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS

---

MEP - CONSULTORIA E AMBIENTAL  
ENG CIVIL. EDSON GERALDO SABBAG JUNIOR  
CREA/SP: 5061405394