

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PERDAS DE ÁGUA POR
VAZAMENTOS EM MUNICÍPIOS DE MÉDIO PORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

ERIVELTON BORTOLI DOS SANTOS

Orientador
Prof. Dr. Ademir Paceli Barbassa

SÃO CARLOS
2007

BORTOLI DOS SANTOS, ERIVELTON

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PERDAS DE ÁGUA POR
VAZAMENTOS EM MUNICÍPIOS DE MÉDIO PORTE / ERIVELTON
BORTOLI DOS SANTOS. -- 2007.

187 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus São
Carlos, São Carlos

Orientador: Ademir Paceli Barbassa

Banca examinadora: Antonio Eduardo Giansanti, Bernardo Arantes do
Nascimento Teixeira

Bibliografia

1. Sistema de Abastecimento de Água. 2. Perdas. 3. Avaliação do
Gerenciamento. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Ronildo Santos Prado – CRB/8 7325



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
C. P. 676 – 13.560-970 – São Carlos – SP
Fone/FAX: (16) 3351-8295
e-mail: ppgeu@power.ufscar.br
home-page: www.ufscar.br/~ppgeu



FOLHA DE APROVAÇÃO

ERIVELTON BORTOLI DOS SANTOS

Dissertação defendida e aprovada em 28/02/2007
pela Comissão Julgadora

Prof. Dr. Ademir Paceli Barbassa
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Antonio Eduardo Giansanti
(Mackenzie)

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Presidente da CPG-EU

Dedico este trabalho a toda minha família, minha igreja, meus amigos e sobretudo ao meu Deus.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pela proteção, ânimo, esperança e vida.

Ao Prof. Dr. Ademir Paceli Barbassa, orientador e amigo, pela oportunidade oferecida e muito mais pela sua dedicação.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) que promoveram a minha formação.

À secretária do Programa de Pós-Graduação Sonia pela colaboração e orientação em cada etapa do curso.

Aos amigos do Programa: Festi, Pagnossi, Luiz Fernando, Montanha, Douglas e Rodrigo pelo companheirismo.

Ao amigo Edson, que caminhamos sempre juntos, ainda mais nesta empreitada.

Aos amigos da SABESP: Izaias, Herrera, Ivo, Milson César, Chakur, João Luiz, Hélio, Carlos, Lucas, Bernardino, Milton, Café, Ferreira, Valdenir, Lourival, Lúcio Marcelo, Bárias, Takio, Wilson, Takao, Ricardo, Sidmar, Renato, Fernando, Flávio, Luiz Paulo, Gilmar, Nilton, Lúcio Hugo, Ramiro, Carlos Gomes, Scapin e Orlando, pelo incentivo.

Aos ex-Diretores da SABESP José Everaldo Vanzo e Enéas Siqueira de Oliveira pela abertura da possibilidade de estudo dentro da empresa.

Ao meu Pai Raimundo, minha mãe Dirce, meu irmão Edgar, minha irmã Márcia, minha avó Maria, meu sogro Rafael e minha sogra Aparecida pelo incentivo.

À minha esposa Adriana, meu filho Erivelton, minha filha Rafaela e meu filho Tiago de Jesus pelo amor e alegria do meu lar.

À minha igreja pelas orações e amor fraternal.

RESUMO

A QUANTIDADE DE ÁGUA QUE É PERDIDA POR VAZAMENTOS NO BRASIL REVELA UM CENÁRIO COM EXTREMOS DIAMETRALMENTE OPOSTOS. POR UM LADO, EXISTE UMA PARCELA SIGNIFICATIVA DA POPULAÇÃO SEM ABASTECIMENTO E DO OUTRO UMA PARTE MAIS "PRIVILEGIADA" QUE DESFRUTA ATÉ A POSSIBILIDADE DO DESPERDÍCIO, SEJA PELO USO INADEQUADO DESTE RECURSO NATURAL QUE TENDE À ESCASSEZ OU TAMBÉM PELA NEGLIGÊNCIA E FALTA DE INTERESSE DOS OPERADORES QUE FORNECEM O SERVIÇO SEM A APARENTE PREOCUPAÇÃO EM REDUZIR OU MINIMIZAR O ÍNDICE DE PERDAS, QUE TEM UMA MÉDIA NACIONAL QUE SE APROXIMA DOS 40%. A INFORMAÇÃO QUE O VALOR DO ÍNDICE DE PERDAS É IGUAL A 40% É EQUIVALENTE A DIZER QUE PARA CADA LITRO DE ÁGUA PRODUZIDA E FORNECIDA AOS CONSUMIDORES, QUASE OUTRO LITRO NÃO É FATURADO, TALVEZ POR FALHAS DE MEDIÇÃO (SUBMEDIÇÃO) E FRAUDES NO HIDRÔMETRO OU POR VAZAMENTOS NA REDE. COM RELAÇÃO ÀS COMPONENTES DO ÍNDICE DE PERDA, PESQUISAS FEITAS EM DIVERSOS EQUIPAMENTOS INDICAM O VALOR MÉDIO DE 8% AO HIDRÔMETRO, SENDO DIFÍCIL PARA ESTIMAR UM VALOR DAS FRAUDES. PORÉM, NORMALMENTE, EXCETUANDO OS CASOS DAS LIGAÇÕES CLANDESTINAS EM FAVELAS, NÃO SE ENCONTRAM VALORES SUPERIORES A 1% PARA AS FRAUDES, O QUE LEVA A ADMITIR UMA PERDA MÉDIA DEVIDA SIMPLEMENTE AOS VAZAMENTOS ATINGINDO 31%. NESSE TRABALHO PROCUROU-SE LEVANTAR E RELACIONAR AS AÇÕES GERENCIAIS QUE TEM CONTRIBUÍDO PARA O SUCESSO NA REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS, PROMOVENDO TAMBÉM A MANUTENÇÃO EM VALORES MÉDIOS EM TORNO DE 25 %. OS SISTEMAS FORAM CARACTERIZADOS EM TERMOS DE INFRAESTRUTURA, MEDIÇÕES EXISTENTES, GERENCIAMENTO, E QUALIFICAÇÃO DO PESSOAL ENCARREGADO DO COMBATE ÀS PERDAS. ATRAVÉS DE EXPERIÊNCIAS E COMPARAÇÃO AOS DADOS DA LITERATURA FOI POSSÍVEL IDENTIFICAR PRÁTICAS, MATÉRIAS E TECNOLOGIAS RECOMENDÁVEIS À REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA. ATRAVÉS DO USO DE INDICADORES PERCENTUAIS DE CADA ETAPA DO GERENCIAMENTO FOI PROPOSTO O USO DE UM NOVO INDICADOR, DENOMINADO INDICADOR GERAL DO GERENCIAMENTO DE PERDA DE ÁGUA (IGGPA), ONDE É POSSÍVEL AVALIAR AS CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA. A APLICAÇÃO DOS INDICADORES PROPOSTOS PERMITE A REALIZAÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO DO SISTEMA COM SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE PERDAS.

ABSTRACT

THE AMOUNT OF WATER THAT IS LOST FOR LEAKAGE IN BRAZIL DISCLOSES A SCENE WITH DIAMETRICAL OPPOSING EXTREMITIES. ON THE OTHER HAND A SIGNIFICANT OF THE POPULATION WITHOUT SUPPLYING AND THE OTHER EXISTS PART "MORE PRIVILEGED" PARCEL THAT IT EVEN ENJOYS OF THE POSSIBILITY OF WASTEFULNESS, EITHER FOR THE INADEQUATE USE OF THIS NATURAL RESOURCES THAT ALSO TEND TO THE SCARCITY OR FOR THE RECKLESSNESS AND LACK OF INTEREST OF THE OPERATORS WHO SUPPLY THE SERVICE WITHOUT THE APPARENT CONCERN IN REDUCING OR MINIMIZING THE INDEX OF LOSSES, THAT HAS A NATIONAL AVERAGE THAT IF IT APPROACHES TO 40%. THE INFORMATION THAT THE VALUE OF THE INDEX OF LOSSES IS EQUAL 40% IS EQUIVALENT TO SAY THAT FOR EACH LITER OF WATER PRODUCED AND SUPPLIED TO THE CONSUMERS, ALMOST ANOTHER LITER IS NOT INVOICED, MAYBE FOR IMPERFECTIONS OF MEASUREMENT (SUB-MEASUREMENT) AND FRAUDS IN THE HYDROMETER OR FOR LEAKAGE IN THE NET. WITH REGARD TO THE COMPONENTS OF THE INDEX OF LOSS, RESEARCH MADE IN DIVERSE EQUIPMENT INDICATES THE AVERAGE VALUE OF 8% TO THE HYDROMETER, BEING DIFFICULT ESTEEM A VALUE OF THE FRAUDS. HOWEVER, NORMALLY, EXCEPTING THE CASES OF THE CLANDESTINE LINKINGS IN SLUM QUARTERS, SUPERIOR VALUES DO NOT MEET 1% FOR THE FRAUDS, WHAT IT LEADS TO SIMPLY ADMIT AN AVERAGE LOSS DUE TO LEAKAGE REACHING 31%. IN THIS WORK IT WAS LOOKED TO RAISE AND TO RELATE THE ACTIONS MANAGEMENTAL THAT HAS CONTRIBUTED FOR THE SUCCESS IN THE REDUCTION OF THE INDEX OF LOSSES, ALSO PROMOTING THE MAINTENANCE IN AVERAGE VALUES AROUND 25%. THE SYSTEMS HAD BEEN CHARACTERIZED IN TERMS OF INFRASTRUCTURE, EXISTING MEASUREMENTS, MANAGEMENT, AND QUALIFICATION OF IN CHARGE STAFF IT COMBAT TO THE LOSSES. THROUGH EXPERIENCES AND COMPARISON TO THE DATA OF LITERATURE IT WAS POSSIBLE TO IDENTIFY PRACTICAL, RECOMMENDABLE MATTER AND TECHNOLOGIES TO THE REDUCTION OF LOSSES OF WATER. THE USE OF PERCENTILE INDICATORS OF EACH STAGE OF THE MANAGEMENT WAS CONSIDERED THE USE OF A NEW INDICATOR, CALLED INDICATING GENERALITY OF THE MANAGEMENT OF LOSS OF WATER (IGGPA), WHERE IT IS POSSIBLE TO EVALUATE THE GENERAL CONDITIONS OF OPERATION OF THE SYSTEM. THE APPLICATION OF THE CONSIDERED INDICATORS ALLOWS TO THE ACCOMPLISHMENT OF A DIAGNOSIS OF THE SYSTEM WITH SUBSIDIES FOR THE PLANNING AND IMPLANTATION OF A SYSTEM OF MANAGEMENT OF LOSSES.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1 – Classificação de vazamentos em tubulações – SABESP 2003.....	22
FIGURA 4.2 – Nível econômico de perdas – LAMBERT (2000).....	27
FIGURA 4.3 – Ciclo dos metais – PIMENTA ² (2006).....	32
FIGURA 4.4 – Princípio da Corrosão eletroquímica – FONSECA (1974).....	33
FIGURA 4.5 – Caminho elétrico entre anodo e catodo – FONSECA (1974).....	36
FIGURA 4.6 – Potencial elétrico entre partes da tubulação – FONSECA (1974).....	36
FIGURA 4.7 – Corrosão entre válvula e tubulação – FONSECA (1974).....	37
FIGURA 4.8 – Corrosão de aço novo em contato com aço velho – PIMENTA ¹ (1996).....	38
FIGURA 4.9 – Corrosão em trechos com riscos – FONSECA (1974).....	39
FIGURA 4.10 - Corrosão causada pela mistura de diversos solos - PIMENTA ¹ (2006).....	39
FIGURA 4.11 - Corrosão causada pela mudança de solo - FONSECA (1974).....	40
FIGURA 4.12 - Corrosão do aço em contato com o concreto - PIMENTA ¹ (2006).....	41
FIGURA 4.13 - Microfuros no trecho central do tubo - ROCHA (2001).....	43
FIGURA 4.14 - Furo provocado por equipamento que estrangula o fluxo de água - ROCHA (2001) ..	45
FIGURA 4.15 - Furo provocado por elemento cortante - ROCHA (2001).....	46
FIGURA 4.16 - Haste de escuta - MONTEIRO (2006).....	56
FIGURA 4.17 – Geofone mecânico - MONTEIRO (2006).....	57
FIGURA 4.18 – Geofone eletrônico - MONTEIRO (2006).....	57
FIGURA 4.19 – Correlacionador de ruídos - MONTEIRO (2006).....	58
FIGURA 4.20 - Exemplo de intervenção para combate a vazamentos – FARLEY 2003.....	60
FIGURA 4.21 - Relação do índice de vazamento com a pressão (Tsutiya 2001).....	64
FIGURA 4.22 - Componentes para um programa efetivo de controle e redução de perdas–TARDELLI FILHO (2004).....	67
FIGURA 5.23 – Mapa rodoviário com a localização do município de Monte Alto – http://www.saopaulo.tur.br/maps/ - (2007).....	70
FIGURA 6.24 – Detalhe de parte da folha com cadastro de SAA.....	83
FIGURA 6.25 – Indicador da eficiência do cadastro do SAA.....	88
FIGURA 6.26 – Evolução dos indicadores do gerenciamento de perdas para o SAA de Monte Alto. .	89
FIGURA 6.27 – Evolução dos indicadores do gerenciamento de perdas para o SAA de Monte Alto. .	89
FIGURA 6.28 – Tela do monitoramento on line do SAA de Monte Alto.....	91
FIGURA 6.29 – Número de vazamentos na tubulação no ano de 2002 no SAA de Monte Alto - SP...	94
FIGURA 6.30 - Número de vazamentos nos anéis da tubulação e conexões no ano de 2002 no SAA de Monte Alto - SP.....	94
FIGURA 6.31 – Número de vazamentos nas conexões no ano de 2002 no SAA de Monte Alto - SP.	95
FIGURA 6.32 – Ficha do Sistema de Registro de Falhas em uso pela SABESP.....	96
FIGURA 6.33 – Indicador da eficiência do sistema de avaliação e controle de perdas no SAA.....	98
FIGURA 6.34 – Registro das vazões com cobertura do Bairro Jardim Laranjeiras.....	103
FIGURA 6.35 – Esquema das pressões em dois setores de abastecimento do SAA.....	104
FIGURA 6.38 – Vazamento na rede de água após a erosão.....	108
FIGURA 6.39 – Situação da rede de água após a erosão.....	108
FIGURA 6.40 – Imagem da área susceptível à erosão em Monte Alto - SP.....	110
FIGURA 6.41 – Esquema de reparo em rede de abastecimento de fibrocimento.....	111
FIGURA 6.42 – Evolução do volume perdido por ramal por dia e índice de perdas.....	115
FIGURA 6.43 – Indicador da eficiência da priorização dos locais de combate às perdas no SAA.....	117
FIGURA 6.44 – Detecção de vazamentos com a haste de escuta.....	118
FIGURA 6.45 – Busca de vazamentos com o geofone.....	118
FIGURA 6.46 – Procedimentos para detecção de vazamentos orientados pela vazão de infiltração da rede coletora.....	119
FIGURA 6.47 – Dispositivo para medição de nível de reservatório elevado.....	120
FIGURA 6.48 – Vista do cabo de aço para medição de nível no reservatório elevado.....	121
FIGURA 6.49 – Ilustração de variação da vazão instantânea fora da tendência.....	121
FIGURA 6.50 – Indicador da eficiência dos métodos de detecção e controle de perdas no SAA.....	130
FIGURA 6.51 – Detalhe de reaterro de vala em tubulação de PEAD.....	131
FIGURA 6.52 – Detalhe da ação abrasiva da água do vazamento associada com o solo.....	133
FIGURA 6.53 – Indicador da eficiência da avaliação da causa das perdas em adutoras e rede de distribuição.....	140
FIGURA 6.54 – Detalhe do fundo de reservatório de concreto armado.....	142

FIGURA 6.55 – Detalhe do poço de monitoramento para reservatório de concreto armado.....	142
FIGURA 6.56 – Indicador do gerenciamento de perdas nos reservatórios.....	143
FIGURA 6.57 – Indicador do gerenciamento de perdas nos reservatórios.....	145
FIGURA 6.58 – Detalhe da abrasão causada pela ação da água do vazamento + solo.....	146
FIGURA 6.59 – Detalhe de falha na realização do chanfro no tubo de PEAD.....	148
FIGURA 6.60 – Detalhe do uso de materiais fora de norma - Fonte – SABESP (2003)	149
FIGURA 6.61 – Desengate da conexão pelo uso de peças indevidas. Fonte – SABESP (2003).....	149
FIGURA 6.62 – Foto da ligação Padrão 1 - Fonte – SABESP (2003)	150
FIGURA 6.63 – Foto da ligação Padrão 2 - Fonte – SABESP (2003)	151
FIGURA 6.64 – Foto da ligação Padrão 3 - Fonte – SABESP (2003)	151
FIGURA 6.65 – Detalhe do abrigo e cavalete - Fonte – SABESP (2006)	153
FIGURA 6.66 – Indicador do gerenciamento de perdas nos ramais.....	155
FIGURA 6.67 – Indicador da viabilidade econômica do gerenciamento de perdas.....	159
FIGURA 6.68 – Evolução do Índice Infraestrutura mensal para o período entre 1996 até 2005	160
FIGURA 6.69 – Médias anuais do Índice Infraestrutura ao longo do tempo.....	161
FIGURA 6.70 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água (IGGPA).....	162
FIGURA 6.71 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água contra Índice de perdas.....	162
FIGURA 6.72 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água contra Número de vazamentos (rede + ramais)	163
FIGURA - 6.73 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água contra Índice Infraestrutura de Perdas.....	164

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 - Distribuição da água doce no Brasil.....	13
TABELA 4.2 – Valores usados como parâmetros para os cálculos das perdas reais anuais inevitáveis – PRAI.....	28
TABELA 4.4 - Cálculo das PRAI em função da densidade de ramais e pressão média de operação do sistema.....	30
TABELA 4.5 - potenciais de alguns metais	33
TABELA 4.6 - Série Galvânica Prática.....	37
TABELA 4.7 - Estudo quantitativo das falhas	49
TABELA 4.8 - Pontos de maior frequência de vazamentos nas redes de distribuição	49
TABELA 4.9 - Redução das perdas em função da redução da pressão na rede de distribuição de água.....	64
TABELA 6.10 – Pontuação atribuída pelos profissionais da área de saneamento.....	79
TABELA 6.11 – Registro de ocorrências em trecho de rua do município	99
TABELA 6.12 – Dimensionamento de Válvulas Redutoras de Pressão para 5 bairros do SAA.....	105
TABELA 6.13 – Dados levantados do SAA durante o período do geofonamento	126
TABELA 6.14 – Comparação entre o número de vazamentos detectados na região coberta pelo geofonamento e no remanescente do sistema.....	127
TABELA 6.15 – Recursos aplicados e recuperados entre 1995 a 2001	157

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Classificação dos volumes de água no sistema de abastecimento segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003).....	20
Quadro 4.2 – Características principais das perdas de água de abastecimento, segundo TARDELLI FILHO (2004)	20
Quadro 4.3- Reações de redução – PIMENTA ² (2006)	35
Quadro 4.4 – Classificação da corrosividade dos solos – FONSECA (1974)	40
Quadro 6.5 – Resumo da avaliação do cadastro do SAA.....	87

Quadro 6.6 – Resumo do gerenciamento dos métodos de avaliação de perdas no SAA de Monte Alto - SP.....	97
Quadro 6.7 – Relação dos insumos utilizados para a realização do remanejamento.....	113
Quadro 6.8 – Resumo da avaliação da priorização dos locais de combate às perdas no SAA	116
Quadro 6.9 – Relatório diário de geofonamento do município de Monte Alto	122
Quadro 6.10 – Relações de solicitações de serviços geradas pelo geofonamento.....	125
Quadro 6.11 – Resumo da avaliação dos métodos de detecção e controle de perdas no SAA	129
Quadro 6.12 – Resumo da avaliação do gerenciamento da causa das perdas em adutoras e rede de distribuição	139
Quadro 6.13 – Resumo da avaliação do gerenciamento de perdas nos reservatórios.....	143
Quadro 6.14 – Resumo da avaliação do gerenciamento de perdas na captação subterrânea	144
Quadro 6.15 – Resumo do gerenciamento no que se refere aos ramais prediais.....	154
Quadro 6.16 – Relação do treinamento, período, nome e cargo do funcionário.....	156
Quadro 6.17 – Resumo da avaliação da viabilidade econômica do gerenciamento de perdas	159

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 - INTRODUÇÃO	13
2 - JUSTIFICATIVA	15
2.1 - Relevância social e histórica	16
2.2 - Relevância técnica	16
3 - OBJETIVOS	18
3.1 - Objetivos gerais	18
3.2 - Objetivos específicos	18
4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1 - Classificação e caracterização funcional das perdas de água no SAA	19
4.2 - Indicadores de perdas de água no SAA	22
4.3 - Causas das perdas nos órgãos componentes do SAA	30
4.3.1 - Causas de perdas nas tubulações	31
4.3.1.1 - O processo de corrosão em tubulações	31
4.3.1.2 - Problemas em tubos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	43
4.3.1.2.1 - Diagnóstico qualitativo das falhas	43
4.3.1.2.2 - Estudo Quantitativo das falhas em PEAD	48
4.3.1.3 - Problemas em tubos de Policloreto de Vinil Carbono (PVC)	49
4.3.2 - Causas de perdas no SAA	50
4.3.3 - Métodos e procedimentos para detecção de vazamentos	52
4.3.4 - Critérios para priorização dos locais de ataque para combate aos vazamentos	53
4.3.5 - Procedimentos por amostragem – para locais com dificuldades ou sem macro e micromedição	Erro! Indicador não definido.
4.3.6 - Equipamentos Acústicos utilizados para a detecção de vazamentos	55
4.3.6.1 - Haste de Escuta	55
4.3.6.2 - Geofone Mecânico	56
4.3.6.3 - Geofone Eletrônico	57
4.3.6.4 - Correlacionador de Ruídos	58
4.4 - Avaliação das perdas de água no SAA	59
4.4.1 - Avaliação de perdas de água pela vazão noturna	60
4.5 - Combate das perdas no SAA	62
4.5.1 - Combate às perdas de água por controle de pressão	63
4.6 - Avaliação Econômica no Controle de Perdas	65
4.7 - Gerenciamento de Perdas	65
4.7.1 - Gerenciamento da Rede	66
4.7.2 - Procedimentos fundamentais para o Gerenciamento de Perdas	67
5 - MÉTODO DE TRABALHO	69
5.1 - Objeto de Estudo	69
5.2 - Gerenciamento do Cadastro do Sistema de Abastecimento de Água	71
5.3 - Gerenciamento da avaliação de perdas	71
5.3.1 - Indicadores	71
5.3.2 - Análise dos registros dos vazamentos	72
5.4 - Gerenciamento da priorização dos locais de combate às perdas no SAA	72
5.5 - Gerenciamento dos métodos de detecção e controle de Perdas	73
5.6 - Gerenciamento das causas das perdas em adutoras e rede de distribuição	74
5.7 - Gerenciamento das causas de perdas nos Reservatórios	76
5.8 - Gerenciamento da captação subterrânea	76
5.9 - Gerenciamento das causas de perdas em ramais prediais	77
5.10 - Gerenciamento da viabilidade econômica do controle de perdas	77
5.11 - Método de Análise	77
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
6.1 - Ponderação do gerenciamento dos procedimentos e técnicas de controle de perdas	79
6.2 - Gerenciamento do cadastro do SAA	81
6.3 - Gerenciamento dos métodos de avaliação de perdas no SAA	88
6.4 - Priorização dos locais de combate às perdas no SAA	98

6.5 - Gerenciamento dos métodos de detecção e controle de Perdas	117
6.6 - Avaliação do gerenciamento das causas das perdas em adutoras e rede de distribuição	130
6.7 - Gerenciamento da avaliação de perdas nos Reservatórios	140
6.8 - Avaliação da captação subterrânea	144
6.9 - Gerenciamento dos Ramais prediais	145
6.10 - Avaliação da Viabilidade Econômica do Gerenciamento de Perdas	155
6.11 - Avaliação Geral do Gerenciamento de Perdas	159
7 - CONCLUSÕES E INDICAÇÕES DE USO DO MÉTODO PROPOSTO	165
7.1 - INDICAÇÕES DE USO DO MÉTODO PROPOSTO	170
9 - FONTES CONSULTADAS:.....	172
Apêndice I – Pontuação atribuída a cada etapa do gerenciamento no período.....	175
Apêndice II - Volumes de água produzidos e micromedidos e indicadores do SAA	183
Apêndice III - Materiais, equipamentos e serviços necessários à Setorização com instalação de VRP'S.....	185

1 - INTRODUÇÃO

A água constitui um elemento essencial à vida animal e vegetal. Seu papel no desenvolvimento da civilização é observado desde a Antiguidade, onde as ocupações do homem se davam principalmente nas proximidades dos mananciais.

Dados da UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (2005) indicam que 97% da água do mundo é salgada, os 3% restantes são constituídos por água doce. Dessa 2% estão concentradas nas calotas polares, ficando, portanto, 1% de toda água do planeta para servir à humanidade. Indicam ainda que nos últimos cem anos, metade das áreas úmidas que protegem os mananciais de abastecimento do planeta com água doce, foram degradadas.

Atualmente cerca de 450 milhões de pessoas vem sofrendo com a escassez da água. Se não forem tomadas sérias providências, em 2025 o resultado poderá ser dramático; 2,7 bilhões de pessoas deverão sofrer com a escassez de água. O alerta vem de um relatório divulgado pelo Fundo Mundial para a Natureza – WWF (2005). Segundo a ONU para amenizar o problema seria necessário reduzir o consumo anual em pelo menos 10%.

De acordo com a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (2005) embora o Brasil detenha 11,6% de toda água doce superficial do planeta, 70% dela está concentrada na região Amazônica e os 30% restantes estão distribuídos desigualmente pelo país, para atender 93% da população, conforme pode ser visto na tabela 1.1.

TABELA 1.1 - Distribuição da água doce no Brasil

Região brasileira	% de água	Superfície	População
Norte	68,50%	45,30%	6,98%
Centro-Oeste	15,70%	18,80%	6,41%
Sul	6,50%	6,80%	15,05%
Sudeste	6,00%	10,80%	42,65%
Nordeste	3,30%	18,30%	28,91%

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (2005)

Com relação à água subterrânea para abastecimento público, existe um potencial muito grande para exploração, porém a falta de planejamento do uso tem gerado conflitos no interior do estado de São Paulo e também já existem sinais de contaminação desse manancial.

O que tem gerado preocupação é que nas últimas décadas houve uma transformação tecnológica e socioeconômica acelerada, sem planejamento com respaldo em princípios de desenvolvimento sustentável. Neste período houve um aumento populacional urbano desordenado, provocado pelo êxodo rural, sendo que a maioria das cidades não possuía infraestrutura adequada para estas acomodações.

Além de tudo as novas técnicas aplicadas aos sistemas de abastecimento de água, aos aparelhos hidráulico sanitários e eletrodomésticos, propiciaram um maior conforto aos consumidores, porém, estimularam o uso indiscriminado e desperdício de água.

A elevação do consumo de água, a poluição dos mananciais e a limitação das reservas obrigam os técnicos a reduzir as perdas, não só pela sua crescente escassez, mas também para reduzir custos, como se aborda na sequência.

2 - JUSTIFICATIVA

O panorama atual apresentado pelas empresas de saneamento demonstra a iminente necessidade de ações no sentido do combate ao desperdício, tanto se considerar o aspecto financeiro pela evasão de receitas e aumento das despesas, quanto pelo aspecto ambiental de preservação do bem natural garantindo a sustentabilidade às gerações futuras.

Para se ter um vislumbre do que significam os índices atuais basta estabelecer uma simples comparação: Imagine se a indústria automobilística convivesse próximo dos índices atuais – Para cada 10 automóveis produzidos 4 não gerariam receita - 1 por falha de venda, não conseguir identificar a saída do produto e 3 por se perderem no caminho ao longo do transporte às revendedoras.

O dinheiro que custeia e subsidia a operação das companhias de abastecimento de água é do povo, que em praticamente sua totalidade desconhece o problema, aumentando consideravelmente a responsabilidade dos técnicos envolvidos, tornando imprescindível toda forma de gestão no sentido de honrar a confiança que lhes é dispensada.

As perdas físicas de água podem gerar também a possibilidade de problemas de saúde pública, pela contaminação da água de abastecimento da rede pelo contato com o solo e seus microrganismos através do furo ou abertura na tubulação.

Quando os vazamentos não são detectados a tempo levam constantemente a problemas geotécnicos, pelo carreamento de partículas do solo de fundações de edificações, ocasionando trincas e gerando gastos com indenizações e reparos. Pelo mesmo motivo também provocam o solapamento da base e sub-base dos pavimentos do sistema viário, gerando “panelas” no revestimento, com implicações cíclicas: a instabilidade do pavimento pode levar a solicitações excessivas da tubulação que se rompe, gera vazamentos que solapam o solo degenerando o pavimento, e assim por diante.

A execução de reparos permanente e repetidamente de um local além de onerar financeiramente gera o desgaste da imagem da operadora do sistema de saneamento local, pelo desconforto e transtorno causado pelas obras no sistema viário.

2.1 - Relevância social e histórica

Os investimentos nos sistemas devidos às perdas, sem retorno, ou ainda, feitos para suprir uma deficiência do sistema, são recursos que deixam de ser aplicados em áreas fundamentais para a saúde humana.

No Brasil, morrem diariamente 20 crianças por falta de saneamento básico e o quadro geral não é animador. Em 2002 o PNUD (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO) divulgou um relatório brasileiro do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) onde 11% dos domicílios brasileiros não tinham água, 59,6% não possuíam rede coletora de esgotos, e apenas 27,3% possuíam Tratamento de Esgotos. Por exemplo, no Rio de Janeiro apenas 56% das residências estavam ligadas à rede de esgoto, e em Minas Gerais o número era ainda mais crítico, próximo de 81%. Com relação ao abastecimento de água o Brasil tinha meta estabelecida junto à ONU de abaixar a taxa de domicílios não atendidos para 8,5% até 2015, o que será possível atender, se for mantida a tendência presente.

Nas regiões onde se tem água em abundância, muitas vezes existe o uso indiscriminado, não se preocupando com as perdas e desperdícios.

A água para abastecimento público está se tornando cada vez mais escassa e cara devido à degradação e poluição dos mananciais. A captação está se distanciando dos centros urbanos e com isso a implantação e operação das obras se tornam difíceis e onerosas.

2.2 - Relevância técnica

Quando estabelecida uma comparação entre operadoras de saneamento no Brasil, pode-se afirmar quase com certeza, que o controle de perdas de água representa um estágio de excelência na prestação dos serviços, pois são poucas as empresas que dispõe de um programa específico e com estratégia definida.

O fato da maior parte das perdas na rede ocorrerem de forma não visível, leva a uma postura de certa forma negligente por parte dos operadores, que visam quase sempre, prioritariamente: o abastecimento de água, depois a coleta e afastamento de esgotos, a seguir o tratamento dos esgotos coletados, e raramente combate a perdas, principalmente quando existe a falsa impressão de que a água para o abastecimento é um recurso inesgotável.

As perdas de água por vazamentos em alguns casos chegam a representar 40 % do volume de água distribuído para o abastecimento público. Com certeza é um índice inaceitável devido à crescente escassez do produto. Para TOMAZ citado por TSUTIYA (2001) os organismos internacionais recomendam para países em desenvolvimento como o Brasil, o índice máximo de perdas de água de 25 %. Para países desenvolvidos, o índice é de 15 %, entretanto, a partir de 1996 a AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), recomenda valores menores que 10%, devido às novas tecnologias e ao crescente custo da água.

Muitos dos municípios que operam os seus sistemas não dispõem de economia de escala para desenvolvimento e busca de novas tecnologias, procurando fundamentalmente o fornecimento de água, coleta e quando raramente, tratamento de esgotos, motivados principalmente pela necessidade de atendimento a exigências de ordem sanitária e ambiental.

Embora a redução do índice de perdas possa ser considerada como uma etapa avançada em termos de saneamento, não se pode negar que ela tem a ver diretamente com o custo final dos serviços prestados, sendo fundamental frente à crescente escassez de recursos. Os recursos financeiros recuperados pelo combate às perdas poderiam ser utilizados para melhoria do sistema, redução de tarifas, ou investimentos em outras partes do próprio saneamento, pois é amplamente difundido que cada Real deixado de investir em saneamento implica em cinco Reais gastos com medicina curativa.

O trabalho pretende oferecer de forma clara e inteligível a tecnologia básica necessária ao empreendimento de um sistema de coleta de dados e início do combate às perdas, que seja acessível a todos os profissionais inseridos na área de saneamento.

3 - OBJETIVOS

3.1 - Objetivos gerais

Analisar a gestão do controle de perdas em um sistema de distribuição de água em cidade de médio porte, considerada bem-sucedida, tendo como objeto de estudo a cidade de Monte Alto, para subsidiar a obtenção, alcance e manutenção de um índice de perdas aceitável dentro da realidade brasileira.

3.2 - Objetivos específicos

Identificar e ponderar a influência de técnicas, procedimentos ou políticas, de controle de perdas de água.

Analisar o uso e a evolução histórica de técnicas ou procedimentos que determinam ou auxiliam o controle de perdas.

Relacionar, historicamente, os indicadores de perdas às técnicas e/ou procedimentos de controle de perdas.

Propor o uso de um novo indicador que reflita a situação geral do gerenciamento do sistema.

4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados diversos aspectos que abrangem o gerenciamento de perdas num Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Foi adotada a sequência seguinte para a apresentação: Classificação e caracterização, Parâmetros indicadores, Origem, Avaliação, Combate, Métodos e Procedimentos para detecção e Avaliação Econômica do Controle e Gerenciamento.

4.1 - Classificação e caracterização funcional das perdas de água no SAA

Segundo a SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2003), do ponto de vista operacional, em sistemas públicos de abastecimento as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados, compreendendo as perdas físicas (reais), que representam a parcela não consumida, e também as perdas não físicas (aparentes), que correspondem à água consumida e não registrada.

As perdas físicas constituem os vazamentos nas diversas partes do sistema como captação, adução da água bruta, tratamento, reservação, adução da água tratada e distribuição, além dos procedimentos operacionais que geram consumos superiores ao estritamente necessário para operação, como lavagem de filtros e decantadores e descargas na rede.

As ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou inadequados, fraudes e outras ocorrências dão origem às perdas não físicas ou perdas de faturamento.

A redução das perdas físicas gera a redução dos custos de produção, como a redução dos gastos com energia elétrica, de produtos químicos etc. O volume recuperado pela redução das perdas pode também ser utilizado para atendimento de demanda futura, permitindo até o adiamento de investimentos no aumento da produção.

O combate às perdas não físicas conduz ao aumento da receita tarifária, com melhor desempenho financeiro do prestador de serviços. Contribui indiretamente para a redução de desperdícios pela aplicação da justa tarifa aos volumes efetivamente consumidos.

A SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2003)

faz a classificação da água desde a sua entrada no sistema de distribuição, conforme quadro 4.1. TARDELLI FILHO (2004) faz de forma resumida a caracterização geral das perdas, associando os efeitos às fontes e aos custos, conforme o quadro 4.2.

Quadro 4.1 – Classificação dos volumes de água no sistema de abastecimento segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003)

Água entrada no sistema (m ³ /ano)	Consumo (m ³ /ano)	Consumo autorizado faturado (m ³ /ano)	Consumo faturado medido (inclindo água exportada) (m ³ /ano)	Água faturada (m ³ /ano)	
			Consumo faturado não medido (m ³ /ano)		
		Consumo autorizado não faturado (m ³ /ano)	Consumo não faturado medido (m ³ /ano)	Água não faturada (perdas comerciais) (m ³ /ano)	
			Consumo não faturado não medido (m ³ /ano)		
	Perdas de água (m ³ /ano)	Perdas aparentes (m ³ /ano)	Uso não autorizado (m ³ /ano)		
			Erros de medição (m ³ /ano)		
		Perdas reais (m ³ /ano)	Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento (quando aplicável) (m ³ /ano)		
			Fugas nas tubulações de adução e/ou distribuição (m ³ /ano)		
Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição (m ³ /ano)					
	Fugas nos ramais (a montante do ponto de distribuição) (m ³ /ano)				

Quadro 4.2 – Características principais das perdas de água de abastecimento, segundo TARDELLI FILHO (2004)

Item	Características principais	
	Perdas reais	Perdas aparentes
Tipo de ocorrência mais comum	<ul style="list-style-type: none"> Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	<ul style="list-style-type: none"> Custos de produção da água tratada 	<ul style="list-style-type: none"> Valor cobrado no varejo ao consumidor
Efeito no meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Desperdício de recursos naturais Maiores impactos ambientais devido à necessidade de ampliação da exploração dos mananciais 	<ul style="list-style-type: none"> Não é relevante
Efeito na saúde pública	<ul style="list-style-type: none"> Riscos de contaminação 	<ul style="list-style-type: none"> Não é relevante

<i>Ponto de vista empresarial</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Perda de produto “industrializado”</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Perda elevada de receita</i>
<i>Item</i>	<i>Características principais</i>	
	<i>Perdas reais</i>	<i>Perdas aparentes</i>
<i>Ponto de vista do consumidor</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Imagem negativa da empresa, associada ao desperdício e ineficiência</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Não é uma preocupação imediata</i>
<i>Efeitos finais no consumidor</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Repasse de custo à tarifa</i> • <i>Desestímulo ao uso racional da água</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Repasse de custo à tarifa</i> • <i>Incitamento ao roubo e fraudes</i>

Segundo a SABESP (2003) os vazamentos em tubulações e conexões podem ser classificados em três tipos, conforme a figura 4.1.

a) Vazamentos inerentes: não visíveis, não detectáveis por métodos acústicos de pesquisa:

- baixa vazão ($Q < 250 \text{ L/h}$);
- longa duração.

b) Vazamentos não visíveis, detectáveis por métodos acústicos de pesquisa:

- média vazão;
- longa duração.

c) Vazamentos visíveis:

- vazão elevada (de 500 a 50.000 L/h);
- curta duração;
- comunicados pela população.

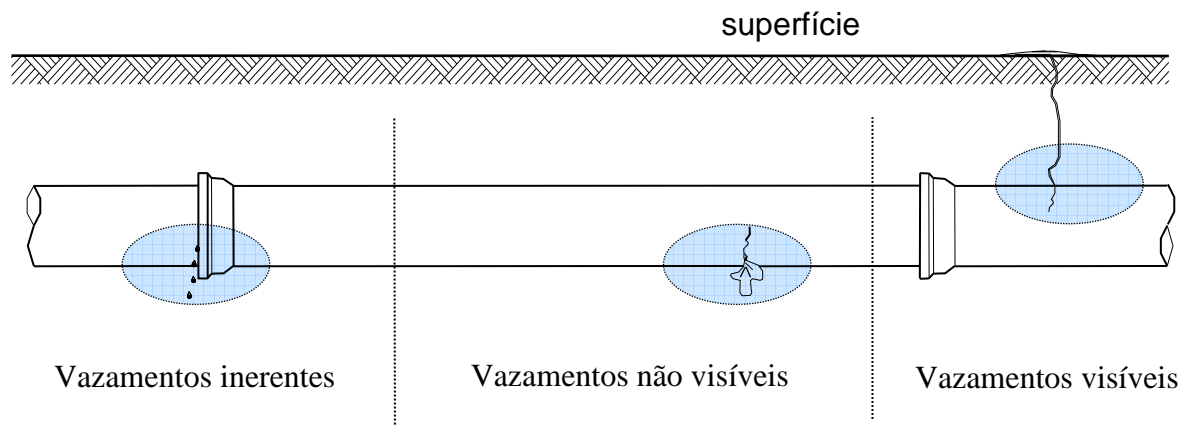


FIGURA 4.1 – Classificação de vazamentos em tubulações – SABESP 2003

4.2 - Indicadores de perdas de água no SAA

De acordo com LAMBERT (2000) os Indicadores de Desempenho (ID) básicos e tradicionais mais usados em diferentes partes do mundo na comparação do volume anual de perdas reais são:

- % do volume fornecido ao sistema;
- volume perdido por extensão de rede por unidade de tempo;
- volume perdido por economia por unidade de tempo;
- volume perdido por ramal por unidade de tempo;
- volume perdido por extensão do sistema por unidade de tempo (onde extensão do sistema = extensão da rede + extensão dos ramais até o hidrômetro do consumidor).

Em análise efetuada MIRANDA et al (2003) recomendam uma organização em categorias, de acordo com a dificuldade de obtenção dos dados que as compõem e com os objetivos da avaliação que se pretende fazer. Assim, os indicadores podem ser identificados e separados em níveis básico, intermediário e avançado.

- Nível básico: composto por indicadores derivados de informações técnicas mínimas, exigíveis de todos os sistemas indistintamente; fornece uma síntese da eficiência e da eficácia do operador;
- nível intermediário: composto por indicadores derivados de informações técnicas específicas mais refinadas do que as utilizadas

nos indicadores do nível básico; permite um conhecimento mais pormenorizado que os indicadores do nível básico, para uma análise mais profunda;

- nível avançado: composto por indicadores derivados de informações técnicas que além das utilizadas nos níveis básico e intermediário, envolvem um grande esforço de monitoramento e controle operacional, pelo emprego de técnicas e equipamentos mais sofisticados.

MIRANDA (2003) recomenda quando se tratar da utilização de indicador para comparação de desempenho, que esse deve obedecer a formulações padronizadas e precisa retratar ao máximo, condições uniformes de funcionamento dos sistemas que estão sendo comparados. Cita ainda a existência de duas correntes que de formas distintas buscam alcançar a homogeneidade da informação:

1^a) através da utilização de indicadores compostos com variáveis, que em tese, permitem a uniformização das condições operacionais de sistemas e que incorporam no cálculo os chamados fatores de escala – extensão de rede e quantidade de economias ou ligações – ou a pressão de operação das redes, sendo o exemplo mais recente o Indicador de Vazamentos da Infraestrutura, que será apresentado mais adiante nessa revisão de literatura;

2^a) pela utilização de um conjunto de indicadores que se complementam e permitem a análise integral das condições operacionais dos sistemas, tais como indicadores de macro e micromedição, indicador de consumo médio, indicador de ligações inativas, dentre outros.

LAMBERT (2000) recomenda o uso de indicador de desempenho básico e tradicional com maior possibilidade de aplicação, que é o “PRAA - Perdas Reais Anuais Atuais”, expresso em L/ramal/dia, quando o sistema estiver pressurizado.

Índice de Perdas (IP)

No Brasil as perdas têm sido calculadas como a diferença entre o volume de água produzido e o volume contabilizado, ou seja, Índice de Perdas é a

porcentagem do volume produzido que não é faturada pela concessionária dos serviços. O índice de perdas é dado pela expressão geral:

$$IP = (V_p - V_m) / V_p \times 100$$

Onde: IP = Índice de perdas em %

V_p = volume de água produzido, entregue, fornecido ou disponibilizado à distribuição (macromedição), em m^3 ;

V_m = volume de água medido nos hidrômetros instalados nas ligações prediais (micromedição), em m^3 .

LAMBERT (2000) faz uma crítica às perdas reais expressas em % do volume fornecido ao sistema, pois não levam em consideração nenhum dos fatores chave locais. Por exemplo: se as perdas reais atingem uma média de 100 L/ramal/dia – considerado um bom desempenho em um sistema com pressão de operação e densidade de ramal médias – então as perdas reais em % do volume fornecido ao sistema seriam:

- 29% do consumo de 250 L/ramal/dia (por ex., Malta)
- 17% do consumo de 500 L/ramal/dia (por ex., Reino Unido, Holanda)
- 9% do consumo de 1000 L/ramal/dia (por ex., cidades alemãs)
- 2% do consumo de 5000 L/ramal/dia (por ex., cidades escandinavas)
- 1% do consumo de 8000 L/ramal/dia (por ex., Singapura)

Dessa forma percebe-se uma distorção do indicador devido ao volume consumido.

Fator de Pesquisa (FP)

Segundo FRAGA e SILVA citado por GONÇALVES (1998) é definido como a relação entre a vazão mínima noturna e a vazão média diária.

$$FP = Q_{\text{mín noturna}} / Q_{\text{média diária}}$$

O comportamento desse parâmetro indica possíveis problemas operacionais no abastecimento à medida que o valor se eleva e se aproxima de 1,00, sugerindo a ocorrências de vazamentos.

A SABESP na Unidade de Negócio do Baixo Tietê e Grande faz uso constante deste indicador para detecção de perdas. Quando o fator de pesquisa assume valores superiores a 0,25 ($FP > 0,25$) o Departamento Operacional comunica

a equipe de caça e combate a vazamentos, que procede com a pesquisa de campo, visando a detecção e reparo, trazendo o fator de pesquisa para os valores normais de trabalho.

O seu uso deve ser evitado em locais com intermitência no abastecimento, pois o desabastecimento durante o dia leva à ocorrência de demanda noturna superior aos valores esperados para sistemas com abastecimento contínuo.

Fator de Escala

BESSEY e LAMBERT citados por GONÇALVES (1998) afirmam que ele representa a perda em relação a algum parâmetro ou componente do sistema, de tal forma que as dimensões ou características do sistema sirvam como fator de ponderação. Embora existam vários fatores de escala que possibilitam comparações entre sistemas de diferentes tamanhos e forma, não se pode afirmar que se constituem em um real indicador do desempenho com relação às perdas.

Segundo a INTERNATIONAL WATER SUPPLY ASSOCIATION – IWSA (1991) citada por GONÇALVES (1998) as perdas anuais de muitas cidades podem ser comparadas utilizando três medidas tradicionais: perda como percentual do volume de entrada na distribuição, perda por quilômetro de rede principal por dia e perda por ligação por dia.

Em áreas rurais com poucos consumidores é preferível utilizar o comprimento da rede principal como denominador; e em áreas urbanas com alta densidade de propriedades é preferível utilizar o número de propriedades como denominador (GONÇALVES 1998).

Determinação das Perdas Reais Inerentes

Segundo TARDELLI FILHO (2004) são oriundas de pequenos vazamentos na tubulação pressurizada, em geral nas juntas e conexões, e cuja magnitude não permite a detecção pelos métodos acústicos convencionais. A metodologia para determinação das Perdas Inerentes em bases anuais deve seguir as seguintes etapas:

- Determinação de um Valor de Referência (V_i), equivalente a redes com baixos índices de vazamentos inerentes, definidos a partir de estudos feitos no Reino Unido e outros países em redes com boas

condições infraestruturais: redes = 20 L/Km/hora; ramais = 1,25 L/ramal/hora (a 50 m.c.a. de pressão e hidrômetros na testada do imóvel);

- Determinação do Fator de Condição da Infraestrutura (FCI), que é a relação entre o menor volume possível de vazamentos inerentes em uma área de teste (V_p) e o V_i . Devem ser levantados em pequenos setores ou trechos de rede (200 a 1000 ligações) após intensa campanha de detecção e reparo de vazamentos não visíveis;
- Para as outras áreas do setor de abastecimento, similares à do teste em termos de qualidade da infraestrutura, os vazamentos inerentes são assim representados:

$$\text{Volumes Inerentes} = V_i \times \text{FCI}$$

Conceito de Perdas Reais Anuais Inevitáveis

No gerenciamento do sistema de abastecimento de água é necessário determinar um valor limite para as perdas, dentro do qual existe viabilidade técnico econômica para as ações.

Para isso LAMBERT (2000) propõe um determinado volume de “Perdas Reais Anuais Inevitáveis” (PRAI) que pode ser atingido com as pressões de operação, não havendo restrições de ordem financeira ou econômica. Se o volume das PRAI puder ser estimado em qualquer sistema, levando em consideração os fatores-chave locais, a relação entre as Perdas Reais Anuais Atuais (PRAA) e as PRAI oferece um melhor Indicador de Desempenho de perdas reais.

Relação entre PRAI e Nível Econômico de Perdas

Na figura 4.2 observa-se que a Curva de Custos Totais representa a soma do Custo do Programa de Controle e Detecção de Vazamentos somada ao Custo das Perdas de Água. Quanto mais investimentos são empregados no combate às perdas, ou seja, caminhando da direita para a esquerda, menores devem ser os volumes perdidos e conseqüentemente o custo da água perdida. Porém existe um limite atingido assintoticamente, ponto A', para o qual o aumento dos investimentos não implica em redução das perdas.

O nível econômico do sistema de gerenciamento de perdas é representado pelo ponto B', que é o mínimo da Curva de Custo Total.



FIGURA 4.2 – Nível econômico de perdas – LAMBERT (2000)

As perdas reais no ponto A correspondem às Perdas Reais Anuais Inevitáveis (PRAI). Os níveis reais ou econômicos de perdas devem estar sempre no ponto A, ou à sua direita. O Índice Infraestrutural de Perdas – a relação entre as perdas reais verdadeiras ou econômicas e as PRAI – deve ser sempre superior a 1,0.

Método Baseado em Componentes para Estimativa de Perdas Reais Anuais Inevitáveis

LAMBERT (2000) cita o método “BABE” – Background and Bursts Estimates (Estimativas de Vazamentos Inerentes e Arrebetamentos) para cálculos dos componentes de perdas reais.

Com a sua aplicação é possível prever com razoável grau de exatidão qual seria o volume médio das PRAI nos vários componentes da infraestrutura de qualquer sistema, operando a qualquer pressão.

Cálculo dos Componentes de Perdas Reais Anuais Inevitáveis

Os dados internacionais resumidos na tabela 4.2 sobre vazões

mínimas de perdas inerentes, vazões e frequências típicas de arrebatados, em infraestruturas com boas condições, podem ser usados para calcular os componentes das PRAI nas diferentes seções da infraestrutura. A duração média adotada para arrebatados não visíveis baseia-se em um programa intensivo de controle e detecção de vazamentos, estabelecendo comparações com vazões noturnas (ou balanço hídrico) uma vez por mês em redes de distribuição adequadamente setorizadas.

TABELA 4.2 – Valores usados como parâmetros para os cálculos das perdas reais anuais inevitáveis – PRAI

Componentes da infraestrutura	Perdas inerentes (não detectáveis)	Arrebatados visíveis	Arrebatados não visíveis
Redes	20 L/km/h*	0,124 arrebatados /km/ano a 12 m ³ /h* com 3 dias de duração	0,006 arrebatados/km /ano a 6 m ³ /h* com 50 dias de duração
Ramais, entre a rede até a testada da propriedade	1,25 L/ramal/h*	2,25/1000 ramais/ano a 1,6 m ³ /h* com 8 dias de duração	0,75/1000 ramais/ano a 1,6 m ³ /h* com 100 dias de duração
Ramais, após a testada da propriedade (extensão média de 15 m)	0,50 L/ramal/h*	1,5/1000 ramais/ano a 1,6 m ³ /h* com 9 dias de duração	0.50/1000 ramais/ano a 1,6 m ³ /h* com 100 dias de duração

* todas as vazões a 50 m.c.a. de pressão

Fonte - Lambert (2000)

LAMBERT (2000) apresenta a tabela 4.3 com os valores das componentes para cálculo das Perdas Reais Inevitáveis.

TABELA 4.3 - Cálculo dos Componentes das Perdas Reais Anuais Inevitáveis – PRAI

Componentes da Infraestrutura	Perdas Inerentes	Arreventados Visíveis	Arreventados Não-Visíveis	PRAI Totais	Unidades
Redes	9,6	5,8	2,6	18	L/km redes/dia/m.c.a. de pressão
Ramais, hidrômetros na testada da propriedade	0,6	0,04	0,16	0,80	L/ramal/dia/m.c.a. de pressão
Tubulação interna subter. entre a testada da propriedade e o hidrômetro	16	1,9	7,1	25	L/km tubulação interna subter./dia/m.c.a. de pressão

Fonte - Lambert (2000)

Os valores da Tabela 4.3 também podem ser expressos através de vários tipos de equações, tabelas de referência, gráficos e planilhas, em qualquer sistema de medidas. Em seu formato mais básico, as PRAI, em L/dia, são assim expressas:

$$\text{PRAI} = (18 \times L_m + 0,80 \times N_c + 25 \times L_p) \times P$$

Onde: L_m é a extensão da rede em km, N_c é o número de ramais, L_p é a extensão total em km do tubo subterrâneo entre a testada da propriedade e os hidrômetros, e P é a pressão média de operação em m.c.a..

LAMBERT (2000) também propõe a tabela 4.4 para cálculo das PRAI em função da densidade de ramais e pressão média de operação do sistema. Os valores obtidos de PRAI são expressos em L/ramal/dia e têm como referência hidrômetros instalados na testada da propriedade.

TABELA 4.4 - Cálculo das PRAI em função da densidade de ramais e pressão média de operação do sistema

Densidade de Ramais (por km rede)	Pressão média de operação (m.c.a.)				
	20	40	60	80	100
20	34	68	112	146	170
40	25	50	75	100	125
60	22	44	66	88	110
80	21	41	62	82	103
100	20	39	59	78	98
Somar, para cada metro de tubo (por ramal) entre a testada da propriedade e o hidrômetro	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

Fonte - Lambert (2000)

É também fornecido um valor a ser adicionado para hidrômetros instalados afastados da testada do lote.

Índice Infraestrutural de Perdas

Segundo TARDELLI FILHO (2004) representa a proposta mais atual para avaliação da situação das perdas e também permite a comparação entre sistemas distintos. É um número adimensional, obtido a partir da relação entre o nível atual de perdas encontrado no sistema e o nível mínimo de perdas esperado (perdas inevitáveis).

$$\text{Índice Infraestrutural} = \text{Vol. Perdido Total Anual} / \text{Vol. Perdido Total Inevitável Anual}$$

De acordo com TARDELLI FILHO (2004) estudos apresentados apenas para Perdas Reais por Lambert em 2002, efetuados em cidades de grande porte de 27 países, apresentaram valores variado entre 0,5 a 13.

4.3 - Causas das perdas nos órgãos componentes do SAA

Segundo COELHO (1983) as perdas existentes no sistema de

abastecimento de água podem ser devidas a várias causas e estar localizadas em qualquer das partes integrantes do sistema. A seguir foi feita a relação das partes integrantes dos sistemas convencionais e as respectivas causas das perdas.

4.3.1 - Causas de perdas nas tubulações

Abaixo foram listadas as principais causas citadas pelos profissionais encarregados de manutenção dos sistemas da SABESP e que também foram encontrados na literatura.

- Corrosividade da água do solo e da água de abastecimento, que será um item tratado na sequência;
- Tubulações, peças especiais, registros, ventosas e demais componentes de má qualidade;
- Choques, golpes de aríete e altas pressões;
- Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças;
- Falhas na concepção do projeto;
- Ineficiente manutenção da linha;
- Efeitos de tráfego de veículos;
- Acomodação do solo;
- Falta de micromedição;
- Falta de subsídios para o combate.

4.3.1.1 - O processo de corrosão em tubulações

PIMENTA² (2006) define a corrosão como “o processo de deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos”. Pode incidir sobre diversos tipos de materiais, sejam metálicos como os aços ou as ligas de cobre, por exemplo, ou não metálicos, como plásticos, cerâmicas ou concreto.

Segundo a ENGEFAC - ELETRO FUNDIÇÃO DE AÇOS ESPECIAIS LTDA. (2006) a maior parte dos metais pode ser encontrada na natureza na forma de compostos estáveis como óxidos, sulfetos, silicatos etc., que são denominados minérios. No caso a corrosão metálica é um processo natural e resulta da tendência

natural dos metais reverterem para sua forma mais estável, normalmente os óxidos.

De acordo com PIMENTA² (2006) no processo de produção de metais, para a separação e extração do metal é necessária a adição de energia ao minério. A corrosão é justamente o processo inverso em que o metal volta à sua forma original da natureza (minério), que é mais estável, liberando aquela quantidade de energia, conforme mostra a figura 4.3.



FIGURA 4.3 – Ciclo dos metais – PIMENTA² (2006)

Segundo PIMENTA² (2006) dependendo do tipo de ação do meio corrosivo sobre o material, os processos corrosivos podem ser classificados em dois grandes grupos, abrangendo todos os casos de deterioração por corrosão: Corrosão Eletroquímica e Corrosão Química.

Na natureza é mais frequentemente encontrada a corrosão eletroquímica, também chamada corrosão em meio aquoso, portanto necessitando da existência de água em estado líquido e temperatura abaixo do ponto de orvalho, que normalmente são as condições do meio ambiente. O fenômeno se realiza através da formação de uma pilha ou célula de corrosão onde circulam elétrons na superfície metálica. Ocorre a reação dos metais com elementos não metálicos presentes no meio como O_2 , S, H_2S e CO_2 , produzindo compostos semelhantes em estado aos de sua forma mineral.

A remoção mecânica das partículas do material é denominada erosão. Nesse caso, porém, tem-se um processo físico e não químico ou eletroquímico. Em alguns casos pode haver a ação associada da corrosão com a erosão, constituindo o fenômeno da corrosão-erosão.

Segundo FONSECA (1974) a corrosão eletroquímica consiste num flúir

de elétrons entre as áreas anódicas e catódicas, através de uma solução condutora, como demonstrado na figura 4.4. Os fatores determinantes do fenômeno são a existência de áreas anódicas e catódicas, existência de uma ligação metálica entre estas áreas e um eletrólito em contato simultâneo entre as mesmas. A conjugação destes três fatores dá origem à dissolução do metal, tal como numa pilha, sendo consumida a área anódica.

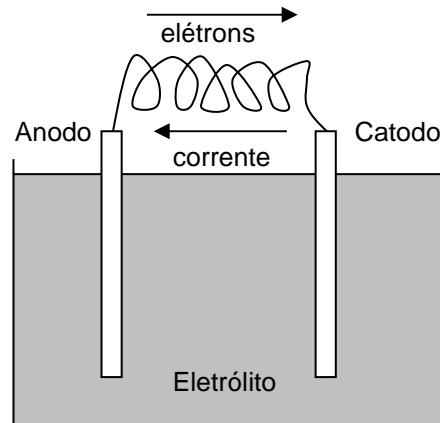


FIGURA 4.4 – Princípio da Corrosão eletroquímica – FONSECA (1974)

Se as estruturas estão enterradas estas condições são facilmente encontradas. As heterogeneidades do solo ou do próprio aço podem criar as áreas catódicas e anódicas.

Na associação de metais diferentes há a tendência de formação de pilhas eletrolíticas, onde o metal de maior potencial torna-se catodo e o do menor potencial anodo.

A tabela 4.5 apresenta os potenciais de alguns metais que podem ser encontrados num sistema de abastecimento de água:

TABELA 4.5 - potenciais de alguns metais

Elemento	Potencial (Volts)
Cálcio	-2,7
Magnésio	-2,37
Zinco	-0,76
Ferro	-0,44

Elemento	Potencial (Volts)
Níquel	-0,23
Estanho	-0,13
Chumbo	-0,12
Hidrogênio	0
Cobre	+0,5
Mercúrio	+0,79
Cloro	+1,358

Fonte: FONSECA (1974)

Como proteção contra corrosão podemos usar os seguintes sistemas:

- revestimentos;
- proteção catódica.

Meios Corrosivos

Para a corrosão eletroquímica é necessário um meio corrosivo, que se caracteriza pela existência do eletrólito. O eletrólito é uma solução condutora elétrica, geralmente composta de água com sais, ácidos ou bases.

A atmosfera com a umidade do ar, sais em suspensão, poeira e outros; os solos com umidade, sais minerais e bactérias, sendo às vezes ácidos ou básicos; as águas doces ou do mar, com sais minerais, ácidos, bases, bactérias, poluentes, produtos químicos diversos; são citados por PIMENTA² (2006) como os mais comuns meios corrosivos que se encontram na natureza.

Reações no processo corrosivo

Na corrosão eletroquímica ocorrem reações de oxidação e redução.

De acordo com PIMENTA² (2006) na área anódica ocorrem reações de oxidação, que são responsáveis pelo desgaste do material.

Nela o material é passado da forma reduzida para a iônica:



Na área catódica ocorrem as reações de redução de acordo com as condições do meio, como ilustrado no quadro 4.3:

Quadro 4.3- Reações de redução – PIMENTA² (2006)

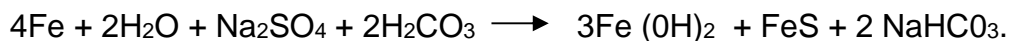
1	$2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2$	meios neutros ou ácidos desaerados
2	$4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	meios ácidos aerados
3	$2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e} \rightarrow 4\text{OH}^-$	meios neutros ou básicos aerados
4	$\text{M}^{3+} + \text{e} \rightarrow \text{M}^{2+}$	presença em solução de íons em estado mais oxidado
5	$\text{M}^{n+} + \text{ne} \rightarrow \text{M}$	redução de íons de metais mais nobres

Nos processos corrosivos são mais comuns as três primeiras reações, sendo as duas últimas menos frequentes.

Corrosão Biológica ou Bacteriana

FONSECA (1974) afirma que a maioria dos tipos de corrosão encontrados em tubos de aço enterrados é de natureza eletroquímica. A corrosão química acontece com bastante raridade e resulta de uma componente da ação de certos tipos de bactérias, principalmente a família das bactérias redutoras de sulfato (*Sporowibrium desulfuricans*), anaeróbias. Embora sendo de pouca importância relativamente ao primeiro grupo citado, também existem grupos de bactérias aeróbias e outras que tanto podem viver em condições anaeróbicas como em ambientes de baixo grau de aeração que provocam a corrosão.

O ciclo completo da corrosão bacteriana envolve uma reação anódica, uma reação catódica, um processo biológico e uma reação química que, em resumo, pode ser expresso pela equação abaixo:



A corrosão bacteriana pode ser identificada pela cor preta do FeS, podendo ser comprovada pela adição de algumas gotas de Ácido clorídrico, observando-se desprendimento de H₂S.

Esses microorganismos podem ser encontrados em quase todos os solos, sendo mais frequentes nos continuamente saturados de água ou em terrenos pantanosos.

Deve-se observar que a corrosão bacteriana também é eliminada pela proteção catódica.

Exemplos de corrosão

a) Pilha formada em tubulações enterradas sem revestimento

FONSECA (1974) explica que quando é enterrada uma tubulação isolada de aço no solo, tem-se um pedaço de metal num eletrólito. Uma parte da tubulação pode ser considerada anodo, outra o catodo e a própria tubulação se constitui no caminho elétrico entre elas, como pode ser visto na figura 4.5.

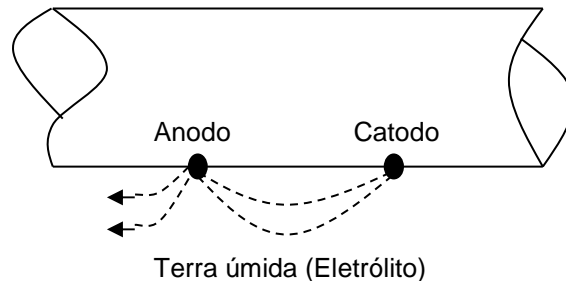


FIGURA 4.5 – Caminho elétrico entre anodo e catodo – FONSECA (1974)

b) Corrosão causada por contato de materiais diferentes

Na ocorrência de metais diferentes em uma tubulação, desde que exista um contato elétrico entre eles e estejam em contato com um eletrólito comum, pode-se esperar que exista um potencial elétrico entre eles como pode ser visto na figura 4.6.

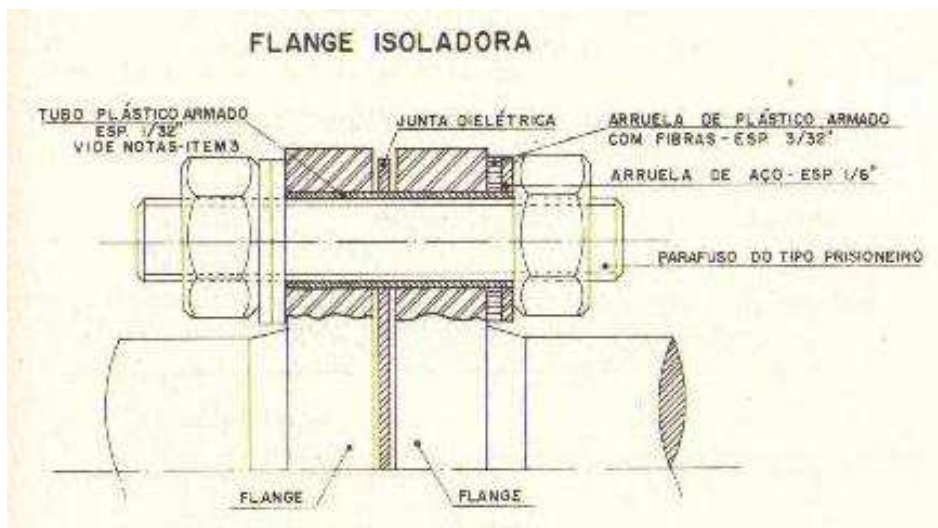


FIGURA 4.6 – Potencial elétrico entre partes da tubulação – FONSECA (1974)

As válvulas de latão ou bronze funcionam como catodo e o tubo ao funcionar como anodo conforme mostra a figura 4.7, sofre corrosão.

A corrosão não é acelerada pelo fato da massa anódica ser muito maior que a catódica.

Pode ser evitada se houver isolamento por juntas dielétricas nos flanges.

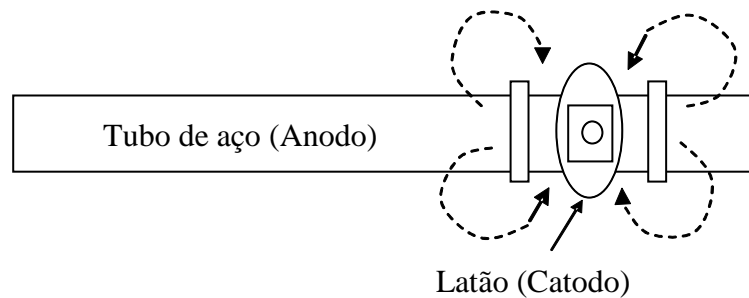


FIGURA 4.7 – Corrosão entre válvula e tubulação – FONSECA (1974)

PIMENTA¹ (2006) elaborou a tabela 4.6 denominada "Série Galvânica Prática", onde os potenciais são medidos tendo como referência um eletrodo padrão de cobre-sulfato de cobre (ou "meia-célula"), comumente usado em teste de controle de corrosão de tubulações no campo. O metal com menor potencial é considerado anódico em relação ao outro de maior potencial.

TABELA 4.6 - Série Galvânica Prática

METAL	VOLTS (*)
Magnésio comercial puro	-1.75
Liga de Magnésio (6% Al, 3% Zn, 0.15% Mn)	-1.60
Zinco	-1.10
Liga de Alumínio (5% Zn)	-1.05
Alumínio comercial puro	-0.80
Aço acalmado (limpo e brilhante)	-0.5 a -0.8
Aço acalmado (enferrujado)	-0.4 a -0.55
Aço fundido (não grafitado)	-0.50
Chumbo	-0.50
Aço acalmado em concreto	-0.20
Cobre, Latão e Bronze	-0.20
Camada Moída sobre aço	-0.20

(*) Potenciais típicos observados em solos neutros e água, medidos com referência a eletrodo de sulfato de cobre padrão.

Fonte: PIMENTA¹ (2006)

c) Corrosão devido a modificações na linha - Tubulação Nova e Tubulação Velha

De acordo com PIMENTA¹ (1996) quando uma nova tubulação de aço é inserida numa tubulação velha podendo até ser em decorrência de substituição por corrosão, o novo trecho de tubulação é exposto às mesmas condições de solo. Como o potencial da tubulação nova é menor do que da velha (enferrujada) a tendência é de corrosão da nova como mostra a figura 4.8.

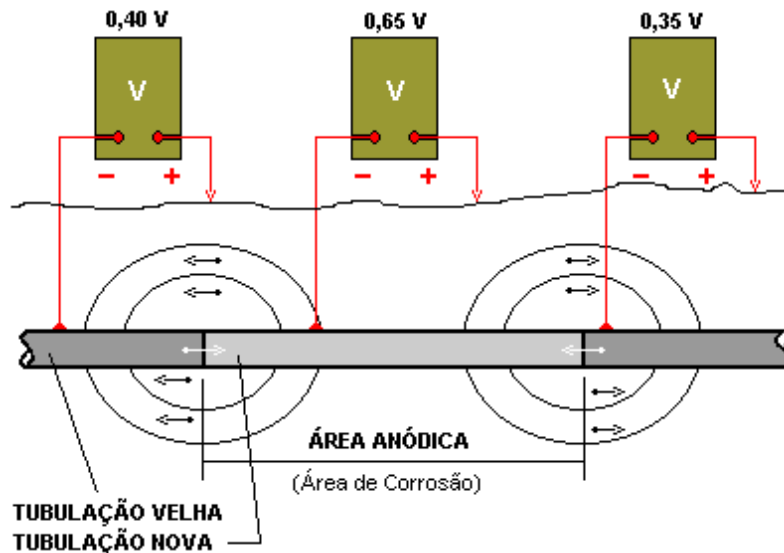


FIGURA 4.8 – Corrosão de aço novo em contato com aço velho – PIMENTA1(1996)

PIMENTA¹ (2006) menciona também uma condição corrosiva semelhante que pode ocorrer durante trabalhos de manutenção num sistema, quando o emprego de alguma ferramenta causa a exposição de uma parte da tubulação ficando esta no estado de "metal branco". Estas áreas "limpas" serão anódicas e podem ocasionar uma corrosão agravada em solos de baixa resistividade.

Na figura 4.9 FONSECA (1974) mostra que riscos ou marcas são anódicas em relação ao resto da tubulação, e como são áreas anódicas em relação às catódicas sofrem um processo bastante acelerado de corrosão.

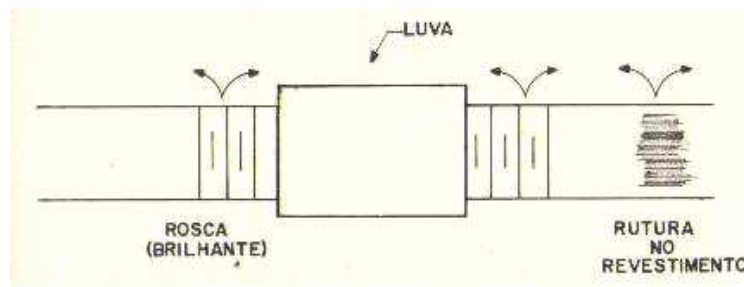


FIGURA 4.9 – Corrosão em trechos com riscos – FONSECA (1974)

d) Corrosão causada por solos diferentes.

PIMENTA¹ (2006) cita “que como as células de corrosão podem se estabelecer em metais heterogêneos, uma tubulação atravessando solos heterogêneos pode estabelecer células de corrosão”, conforme ilustra a figura 4.10. O potencial "natural" (ou meia-célula) de um metal em relação ao seu ambiente, pode variar com as diferenças na composição do eletrólito.

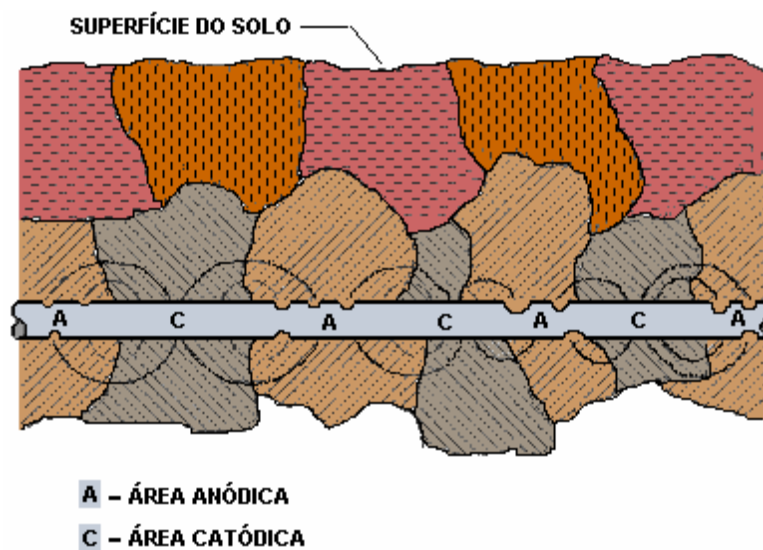


FIGURA 4.10 - Corrosão causada pela mistura de diversos solos - PIMENTA¹ (2006)

Segundo FONSECA (1974) as áreas que ficam em solos de menor resistividade são anódicas. Por exemplo: a figura 4.11 apresenta uma tubulação que passa por regiões argilosas e arenosas, apresentando maior potencial para corrosão na parte de argila.

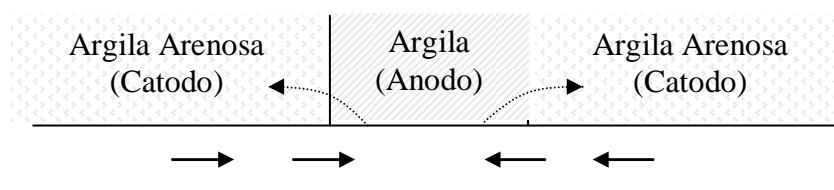


FIGURA 4.11 - Corrosão causada pela mudança de solo - FONSECA (1974)

FONSECA (1974) afirma também que pode haver corrosão provocada por aeração diferencial: o tubo, uma vez aterrado, sofre maior aeração na parte superior que é o catodo, havendo corrosão junta à geratriz inferior, pois funciona como anodo.

Com relação aos solos FONSECA (1974) afirma que em geral os solos de baixa resistividade (até 3000 ohm x cm), são corrosivos; os de média (3000 a 10000 ohm x cm) e os de alta (acima de 30.000) podem ou não ser corrosivos dependendo do potencial tubo-solo e naturalmente os solos úmidos são mais corrosivos, podendo se organizar o quadro 4.4:

Quadro 4.4 – Classificação da corrosividade dos solos – FONSECA (1974)

Classificação	Descrição	Tipo de solo
- Solos ligeiramente corrosivos.	Aeração e drenagem boas, cor uniforme não matizada em qualquer perfil, nível de lençol muito baixo	Areia; Marga lodosa; Marga porosa ou marga argilosa inteiramente oxidada.
- Moderadamente corrosivo.	Aeração e drenagem regulares, levemente matizada (amarelado, castanho e cinzento) no perfil do solo de 40 a 60 cm de profundidade	Marga arenosa; Marga lodosa; Marga argilosa.
- Corrosivos	Aeração e drenagem baixas, textura pesada, moderadamente matizada de 15 a 20 cm de profundidade, lençol de 60 a 90 cm abaixo da superfície, geralmente Áreas planas que necessitam drenagem artificial para plantações	Marga argilosa; Argila
- Usualmente corrosivos	Aeração e drenagem muito baixas, matização cinza-azulada na profundidade de 15 a 20 cm, nível de lençol à superfície ou extremamente impermeável por causa de materiais coloidais da constituição do solo	Estrume; Turfa; Pântanos; Argilas e solos orgânicos; Turfo argiloso

Segundo PIMENTA¹ (2006) em tubulações enterradas que parcialmente são envelopadas ou ancoradas por concreto existe a possibilidade também de ocorrência de corrosão. O concreto possui um ambiente eletrolítico totalmente diferente do ambiente do solo usual do seu entorno, o que resulta em diferenças significativas do aço em relação ao potencial do ambiente. Em regra, teremos o aço do solo como anódico em relação ao aço embutido no concreto conforme ilustra a figura 4.12.

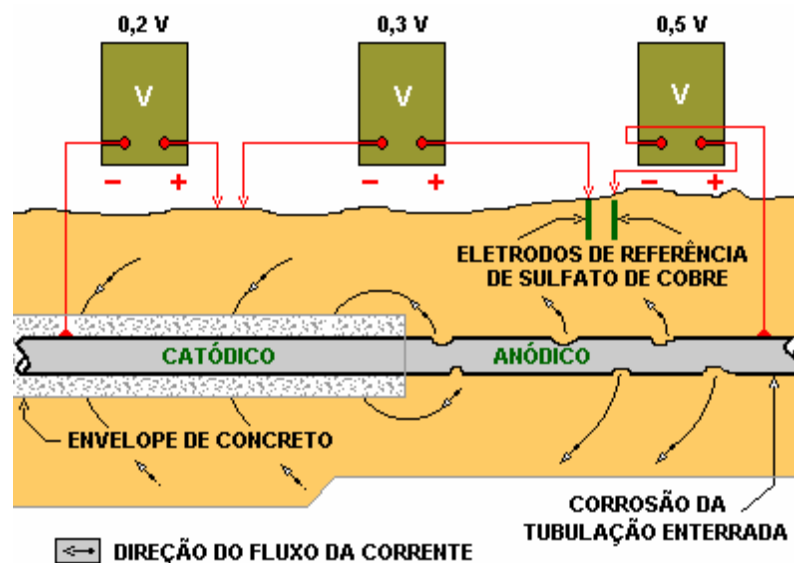


FIGURA 4.12 - Corrosão do aço em contato com o concreto - PIMENTA¹ (2006)

Métodos de Controle da Corrosão

a) Isolamento Elétrico

Uma das formas de controle da corrosão citada por PIMENTA¹ (2006) é o isolamento da tubulação de estruturas metálicas estranhas como outras tubulações, eletrodutos, aço de reforço etc. O isolamento elétrico reduz o problema do controle da corrosão em relação aos efeitos do ambiente solo sobre a própria tubulação, não evitando as células de corrosão localizadas na tubulação.

b) Revestimentos

Segundo FONSECA (1974) os revestimentos são constituídos de materiais isolantes que formam um filme fino e contínuo sobre o material que se deseja isolar. Para isso é necessário que o material de revestimento seja

efetivamente um isolante elétrico, com aplicação sem interrupções ou descontinuidades, e resista durante o transporte e instalação.

É interessante a verificação das condições do revestimento antes da instalação da tubulação de forma a reparar eventuais danos ocorridos durante o transporte e armazenamento. Eventuais danos ocorridos durante a instalação devem ser reparados.

c) Proteção Catódica

De acordo com PIMENTA¹ (2006) é “o uso direto de eletricidade corrente de uma fonte externa, em oposição à corrente de descarga da corrosão de áreas anódicas que estarão naturalmente presentes”.

De acordo com FONSECA (1974) a proteção catódica consiste em transformar toda a superfície a proteger em catodo eliminando a corrosão.

Uma das formas mais comuns de sua aplicação é a galvanização, utilizando o zinco, dispersado sobre a superfície da tubulação, como material de anodo de sacrifício.

FONSECA (1974) cita dois sistemas de proteção catódica: Proteção catódica galvânica ou com anodos de sacrifício, que é a ligação à superfície a proteger de metais de maior potencial (anódicos em relação ao metal da tubulação); e Proteção catódica de corrente impressa, através de força eletromotriz originada de gerador ou bateria. Para proteção catódica galvânica (anodos de sacrifício) podem ser usados: Magnésio; Ligas de magnésio; Zinco; Alumínio. Já para o caso de corrente impressa: Grafite; Liga de chumbo antimônio – prata; Ferro silício; Titânio revestido com platina; Sucata de ferro ou aço.

Segundo FONSECA (1974) existe a necessidade da proteção catódica quando o potencial da tubulação é inferior a 0,85 volts em relação a um eletrodo de cobre ou sulfato de cobre. Do mesmo modo, considera-se protegida uma estrutura com potencial superior a 0,85 volts.

O emprego de revestimento isolante associado à proteção catódica evita que a corrente necessária atinja densidades altíssimas.

4.3.1.2 - Problemas em tubos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)

ROCHA (2001) relata as falhas ocorrentes nos ramais prediais de PEAD, indicadas em estudo contratado pela SABESP junto ao IPT. Foram feitas séries de visitas a campo por técnicos do IPT com equipes da SABESP visando subsidiar o diagnóstico qualitativo dessas falhas, onde cada uma delas foi perfeitamente identificada e associada às prováveis causas. Em seguida foi estabelecida uma programação de visitas, destinadas a levantar 270 ocorrências de falhas nos ramais prediais de PEAD, distribuídas pela empresa. Com base nesse levantamento, foi feito o diagnóstico quantitativo da situação.

4.3.1.2.1 - Diagnóstico qualitativo das falhas

a) Microfuros no trecho central do tubo

A falha ilustrada na figura 4.13 citada por ROCHA (2001) decorre do surgimento de furos muito pequenos, distribuídos transversalmente no trecho central do tubo do ramal predial, entendido como o trecho fora da influência dos adaptadores.



FIGURA 4.13 - Microfuros no trecho central do tubo - ROCHA (2001)

Pela terminologia da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TUBOS POLIOLEFÍNICOS E SISTEMAS (ABPE) tratava-se de microfissuras transversais. Este tipo de defeito é decorrente de falhas no processo de produção do tubo e não resultado de um processo de degradação do material utilizado na fabricação. Assim, a causa do surgimento de microfuros pode ser atribuída à má fabricação do tubo de PEAD, englobando tanto a parte da especificação (formulação) do material utilizado, como a parte da fabricação propriamente dita, que é a extrusão do tubo.

b) Corte na extremidade do tubo, provocado pelo adaptador

Segundo ROCHA (2001) este tipo de falha se caracteriza pelo surgimento de um corte na extremidade do tubo de PEAD, na região onde o anel cônico comprime o tubo. A ABPE define como *corte transversal, acompanhando a "mordida da garra"*. São duas as causas prováveis para a ocorrência desse tipo de falha: problema de fabricação ou torque excessivo aplicado no adaptador durante a instalação do ramal predial. A qualidade do adaptador e anel cônico de vedação ou falta de treinamento e conhecimento que pode levar à aplicação de torque excessivo, podem ser a causa deste tipo de defeito.

c) Desengate da extremidade do tubo

Nesse caso o deslocamento da extremidade do tubo de PEAD, de dentro para fora do adaptador é que provoca esta falha.

De acordo com ROCHA (2001) a origem pode ter várias causas: a movimentação provocada pela má compactação do solo durante o aterro do tubo; vibrações transmitidas pelo solo, geradas na via pública pelo tráfego de veículos; e a instalação de um tubo muito justo, sem qualquer folga no comprimento, também pode levar ao desengate. Na instalação a tubulação deve ser medida com uma folga de 0,5 m no comprimento entre a rede e o cavalete.

O reaterro deve ser feito compactado com soquete manual em camadas, de maneira que o solo resultante seja semelhante ao das laterais da vala.

d) Furo no tubo, provocado por equipamento que estrangula o fluxo de água

O estrangulamento feito mecanicamente na da tubulação de PEAD para instalação do ramal predial pode dar origem a esse tipo de falha, caracterizada por furos e fissuras em determinada parte do tubo, conforme ilustra a figura 4.14, citada por ROCHA (2001).



FIGURA 4.14 - Furo provocado por equipamento que estrangula o fluxo de água - ROCHA (2001)

Para a interrupção da vazão nos tubos de PEAD deve ser utilizado equipamento apropriado e recomendado pelo fabricante, que é conhecido por “estrangulador de vazão”. O estrangulamento da seção do tubo é obtido pela aproximação gradativa de dois segmentos cilíndricos paralelos denominados roletes de esmagamento, feita a partir da rotação de uma haste rosqueada, cuja extremidade empurra um dos cilindros contra o outro. Visando assegurar a preservação da qualidade do material, deve ser evitado o uso de equipamentos improvisados pelos instaladores.

e) Furo no tubo provocado por elemento perfurante existente na vala e por vibrações transmitidas pelo solo

Nesse caso os furos ou fissuras do tubo podem ser devidos à impureza do material de reaterro da vala, que atingidos por vibrações transmitidas pelo solo e geradas na via pública, danificam o material levando à ruptura.

O instalador deve fazer uma separação adequada dos materiais provenientes da escavação da vala. Assim, de um lado, devem ser colocadas as pedras e materiais pontiagudos (material inicial da escavação), e no outro, devem ser colocados os materiais finos como terra e areia.

Na figura 4.15 ROCHA (2001) ilustra um caso de furo devido a elemento cortante.



FIGURA 4.15 - Furo provocado por elemento cortante - ROCHA (2001)

O reaterro deve ser feito exclusivamente através de camadas isentas de entulhos e materiais pontiagudos. Na falta de solo deve ser feita a importação de material para o reaterro da vala.

f) Falta de estanqueidade da junta mecânica

Nesse caso ocorre o vazamento de água através de algum ponto da junta mecânica que é formada entre a extremidade do tubo de PEAD e um adaptador ou uma união. ROCHA (2001) cita três causas diferentes:

- ausência do anel vedante na junta mecânica não estanque, pela queda durante a montagem da junta ou até por esquecimento do instalador de colocação;
- erro dimensional da sede do anel vedante: com valor superior ao limite máximo recomendado para o bom desempenho ou ovalização excessiva;
- danificação do anel vedante provocada pela extremidade do tubo de PEAD: a extremidade do tubo deve ser adequadamente cortada e chanfrada para facilitar a entrada e não danificar o anel vedante. O

uso de ferramenta imprópria para execução pode comprometer a perpendicularidade do corte e a uniformidade do chanfro.

g) Trinca em adaptador submetido a esforços de flexão

Após a instalação o adaptador fica submetido a esforços de flexão transmitidos pelo tubo de PEAD, devidos à movimentação do solo ou pela sua má compactação após o reaterro da vala.

Esse tipo de falha pode ter duas causas diferentes: deslocamento do solo, provocado pela sua movimentação ou vibrações e também a má qualidade do adaptador.

h) Trinca em componente rosqueado fabricado em material plástico

A estanqueidade da junta entre componentes fabricados em plástico é garantida pelo aperto da rosca, aplicando-se uma fita veda-rosca, ou produto similar, sobre a rosca externa de um dos componentes. É necessário dar um certo torque nos componentes a serem rosqueados para garantir o perfeito ajuste e evitar vazamentos.

Para ROCHA (2001) a quantidade de fita veda-rosca e a intensidade do torque são valores determinados pelo conhecimento e experiência do instalador. A causa dessa falha pode ser devida ao torque excessivo aplicado pelo instalador na montagem de componentes rosqueados fabricados em material plástico.

i) Trinca em componente de PVC rígido, provocada por sobrepressões

Os transientes hidráulicos ocorridos a montante (rede pública) ou a jusante (instalação predial) do ramal predial geram sobrepressões que podem levar a trincas dos componentes da instalação. Uma das causas pode ser atribuída a sobrepressões superiores ao valor máximo considerado no dimensionamento dos componentes de PVC rígido utilizados.

Segundo ROCHA (2001) outra causa pode ser atribuída à má fabricação dos componentes, que engloba tanto a parte da especificação

(formulação) do material utilizado (PVC), como a parte da fabricação propriamente dita, que é a injeção do componente.

j) Deslocamento do colar de tomada, provocado por vibrações transmitidas pelo solo

O colar de tomada é utilizado quando a rede pública é formada por tubos fabricado em PVC rígido, e é constituído basicamente por duas metades que abraçam o tubo. A fixação do colar é feita através de um sistema que comprime as duas metades contra o tubo, garantindo que pelo atrito o colar não seja deslocado na direção do eixo do tubo da rede pública onde ele foi instalado.

A movimentação pelo atrito insuficiente entre o colar de tomada e o tubo da rede pública pode dar origem ao vazamento.

Para ROCHA (2001) uma das causas pode ser o emprego de um colar de tomada mal projetado, que não gera o atrito necessário, sendo prejudicada a estabilidade da fixação ao tubo da rede pública. A outra pode ser uma má instalação do colar de tomada, devido ao despreparo do instalador, que não dá o devido aperto à cunha de travamento.

4.3.1.2.2 - Estudo Quantitativo das falhas em PEAD

ROCHA (2001) elaborou um estudo quantitativo das falhas levantadas conforme pode ser visto na tabela 4.7. Sendo que em função das informações obtidas durante o levantamento foi necessária a realização de mudança na tipologia das falhas.

Na qualificação de microfissuras no trecho central do tubo de polietileno foram acrescentadas as falhas identificadas como furos no tubo devido ao estrangulador de vazão e devido a elemento perfurante, pois na prática não houve condições de estabelecer diferenciação.

As falhas devidas a trincas em componente de PVC rígido foram divididas em duas outras: trinca no colar de tomada e trinca em registro broca.

Por fim, foram ainda incluídas duas novas tipologias de falhas: vazamento em junta rosqueada e vazamento em ferrule abandonado por supressão do ramal.

TABELA 4.7 - Estudo quantitativo das falhas

Tipologia	Nº de ocorrências	Porcentagem (%)
Furo no trecho central do tubo	132	48,9
Trinca no adaptador	51	18,9
Vazamento na junta mecânica	29	10,7
Vazamento em junta rosqueada	18	6,7
Trinca no registro broca	14	5,2
Corte na extremidade do tubo	7	2,6
Trinca em componente rosqueado	6	2,2
Trinca em colar de tomada	6	2,2
Desengate da extremidade do tubo	4	1,5
Ferrule abandonado	2	0,7
Deslocamento do colar de tomada	1	0,4
Total	270	100,0

Fonte: ROCHA (2001)

4.3.1.3 - Problemas em tubos de Policloreto de Vinil Carbono (PVC)

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003) apresentou um estudo feito pela SANASA de Campinas onde foram indicados os pontos de maior frequência de vazamentos nas redes de distribuição conforme mostrado na tabela 4.8.

TABELA 4.8 - Pontos de maior frequência de vazamentos nas redes de distribuição

Local	% de ocorrência
Registros	0,59
Anéis	3,25

Local	% de ocorrência
Tubos partidos	40,24
Tubos rachados	6,80
Tubos perfurados	38,17
União simples	3,25
Juntas	2,66
Hidrantes	5,03

Fonte – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003)

De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003) foi comprovado um alto nível de perdas nas redes submetidas a testes de estanqueidade, além da dificuldade de se localizar e consertar os vazamentos após as valas estarem fechadas e muitas vezes asfaltadas. É feito também um alerta sobre o recebimento de obras em novos loteamentos sem que houvesse a fiscalização durante a execução, implantação de obras a toque de caixa, simultaneamente à fase de elaboração do projeto e até casos de execução de obras sem projetos.

4.3.2 - Causas de perdas no SAA

Nem toda perda de água existente no SAA ocorre nas tubulações. A seguir estão listadas as principais causas das perdas de água nas outras partes, de acordo com Baggio (2002).

a) Causas de perdas na ETA:

- projeto e construção deficientes;
- operação inadequada - essas perdas podem atingir valores superiores a 10% do volume recebido - causadas principalmente devido à deficiência do leito filtrante dos filtros ou lavagem excessiva dos mesmos;
- equipamentos inadequados - comportas e válvulas com defeitos;

- mão-de-obra desqualificada ou sem treinamento - devido falhas operacionais;
- rachaduras e/ou permeabilidade dos decantadores, reservatórios e demais partes da E.T.A;
- deficiência de comunicação entre E.T.A. e a unidade que a alimenta;
- extravasão.

b) Causas de perdas na reservação:

- sistema de comunicação ineficiente ou inadequado;
- fissuras, rachaduras e/ou permeabilidade das paredes, lajes de fundo do reservatório;
- mão de obra ineficiente;
- projeto inadequado;
- mão de obra sem qualidade e falhas de fiscalização.

c) Causas de perdas em ramais prediais não registrados:

- deficiência do cadastro de usuário;
- falta de conscientização da população.

d) Causas de perdas em unidades consumidoras;

i) hidrometria

- imprecisão do hidrômetro devido ao desgaste;
- imprecisão devido ao subdimensionamento do medidor;
- utilização de hidrômetro de limite inferior e inadequado.

ii) by-pass

- desvio fraudulento da água que atravessaria o hidrômetro.

iii) instalações prediais

- defeitos nas válvulas e caixas de descargas de bacias sanitárias;
- defeitos em registros, torneiras, conexões e tubulações;
- reservatórios: rachaduras e permeabilidade das paredes;
- defeito, inexistência de bóia;
- projeto inadequado;
- especificações dos materiais incorretas.

4.3.3 - Métodos e procedimentos para detecção de vazamentos

COELHO (1983) cita três métodos de controle de perdas utilizáveis num sistema de abastecimento de água, como demonstrados a seguir.

a) Controle não organizado de vazamentos

Pode ser considerada uma das formas menos adequadas de controle de vazamentos. É feito o combate apenas nos vazamentos que afloram na superfície, e para isso dependem das condições do solo e pavimentação para a detecção.

b) Ausculta rotineira

Através da utilização de profissionais com equipamentos que fazem a varredura da rede, ramais e cavaletes, procurando a detecção de ruídos que caracterizam a existência de vazamentos. A cobertura total do sistema com a varredura pode tornar o método inviável, sendo interessante estar associado com outros procedimentos que orientem para um ataque de forma localizada num setor.

Pode ser feita também a contratação de firmas especializadas, que às vezes utilizam equipamentos sofisticados instalados em veículos, dispensando a operadora do sistema do ônus da aquisição de equipamentos que inviabilizariam essa forma de combate às perdas.

c) Medição de distritos

Setores isolados do sistema, que podem ser setores de abastecimento ou sua parte, são denominados distritos pitométricos. Devem constituir zonas de pressão com limites bem delineados.

O método da medição de distritos consiste em implantar a macromedição de toda a água que abastece um determinado distrito pitométrico do sistema, acompanhando as medições e fazendo análises complementares. Quanto menor o setor analisado é maior a tendência de melhores resultados.

Para a definição dos distritos, os parâmetros necessários são os mesmos dos setores de distribuição: fonte de abastecimento, ponto de medição, classes de pressões, limites físicos e natureza dos consumos.

O monitoramento das vazões deverá ser feito nas 24 horas do dia, sendo importante o traçado de gráficos representativos das variações ao longo do tempo. A vazão mínima noturna pode ser um orientador para o acionamento da equipe de pesquisa e combate a vazamentos.

4.3.4 - Critérios para priorização dos locais de ataque para combate aos vazamentos

Segundo Lambert (2000) o tipo de solo ou terreno pode influenciar a frequência de vazamentos e arrebentamentos e a rapidez com que estes afloram à superfície, tornando-se visíveis. Entretanto, a correta seleção de materiais e assentamento de tubos, bem como métodos modernos de controle de vazamentos (por ex., vazões noturnas), podem reduzir essas influências de maneira significativa.

Considera ainda cinco fatores locais, que podem variar significativamente entre os diferentes sistemas de distribuição, que restringem o desempenho na gestão de perdas reais: continuidade do abastecimento, extensão da rede, número de ramais, localização dos hidrômetros nos ramais, e pressão média de operação.

Segundo informações e práticas da equipe técnica de combate a vazamentos da SABESP – Unidade de Negócio Baixo Tietê e Grande, na busca da detecção e combate a vazamentos deve-se atacar prioritariamente:

- a) locais de maior incidência de vazamentos nos últimos 12 meses;
- b) locais que possuem pressões mais elevadas;
- c) locais de solo ruim e maior tráfego de veículos;
- d) locais com a rede mais antiga;
- e) locais executados com materiais mais inadequados;
- f) locais executados com mão-de-obra não especializada.
- g) Fator de pesquisa (FP) = $Q \text{ mín. noturna} / Q \text{ média}$

Um fator de pesquisas superior a 0,25 sugere a existência de vazamentos, indicando a necessidade de acionamento da equipe de pesquisa e combate a vazamentos.

Para a realidade brasileira, podem-se utilizar equipes treinadas com aparelhos apropriados para detecção de ruídos emitidos pelos vazamentos.

Em sistemas adequadamente setorizados, dispendo de macromedição e monitoramento permanente e integral de toda a rede, é prática analisar a Vazão Mínima Noturna.

De acordo com FARLEY (2003) através do monitoramento da vazão instantânea do sistema, com a análise gráfica do seu comportamento, após observação da elevação repentina dos valores acima dos níveis normais, pode-se deduzir o surgimento de vazamentos em um determinado setor, indicando daí a necessidade de acionamento da equipe de pesquisa e combate a vazamentos.

4.3.5 - Procedimentos por amostragem – para locais com dificuldades ou sem macro e micromedição

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003) orienta para locais nos quais haja dificuldades de se obter dados de macromedições ou monitoramento de vazões, seja por imprecisão dos medidores ou por sua inexistência, sobre a possibilidade de se obter dados representativos do sistema por amostragem. Nesse caso, dentro da área de abastecimento deve ser selecionada e isolada uma região representativa da cidade ou núcleo urbano, em termos de padrões de demanda e pressões na rede. Para realizar o procedimento por

amostragem é necessário que o setor seja isolado, tendo todas as ligações hidrometradas e a entrada de água macromedida.

A aplicação dos indicadores e seus resultados permitem assim avaliar por amostragem o nível de perdas do serviço. A adequação dos resultados obtidos nessa situação será função do acerto nos critérios adotados para selecionar a área piloto para estudo das perdas, e conseqüentemente de sua representatividade em relação ao todo do sistema de distribuição.

4.3.6 - Equipamentos Acústicos utilizados para a detecção de vazamentos

4.3.6.1 - Haste de Escuta

É um equipamento do tipo acústico que detecta vibrações nas tubulações geradas pelos vazamentos. Constituído de uma barra metálica que transmite as vibrações captadas nas peças da rede de distribuição de água (registros, cavaletes, hidrantes), para um amplificador mecânico acoplado a uma de suas extremidades, permitindo a verificação auditiva das vibrações.

Segundo MONTEIRO (2006) é utilizado para fazer um primeiro mapeamento indicativo de ocorrências de vazamentos, que serão apontados posteriormente através do uso de geofone ou correlacionador de ruídos. Detecta sons nas frequências entre 200 e 1500 Hertz. A figura 4.16 mostra o formato de uma haste de escuta.

A haste de escuta é importante nos trabalhos de pesquisa de vazamentos por possibilitar a execução de trabalhos durante o dia, mesmo com a existência de ruídos do meio ambiente. Assim outros itens responsáveis por perdas principalmente não-físicas podem ser detectados (hidrômetros inclinados, parados, fraudados).



FIGURA 4.16 - Haste de escuta - MONTEIRO (2006)

4.3.6.2 - Geofone Mecânico

Segundo MONTEIRO (2006) é um equipamento para detecção acústica de vazamentos composto de sensores mecânicos que transmitem os ruídos de vazamentos a partir da superfície do solo. O princípio de funcionamento é como de um estetoscópio. A figura 4.17 representa um Geofone mecânico, que capta frequências entre 200 e 800 Hertz e a sua sensibilidade é menor que a do geofone eletrônico.

É necessária boa audição na utilização e grande experiência em campo, uma vez que outros ruídos do meio ambiente se confundem com ruídos do vazamento, assim é recomendado o uso noturno.

Devido a seu baixo custo é um equipamento muito utilizado pelas empresas de saneamento.

MONTEIRO (2006) informa que o uso contínuo pode provocar ferimentos nos ouvidos externos. Assim sendo sua utilização somente é recomendada para a detecção de vazamentos em locais onde a pesquisa com haste de escuta foi executada.



FIGURA 4.17 – Geofone mecânico - MONTEIRO (2006)

4.3.6.3 - Geofone Eletrônico

MONTEIRO (2006) afirma que representa uma evolução do geofone mecânico, composto de sensor, amplificador, fones de ouvido e filtros de ruído de alta e baixa frequência, conforme ilustrado na figura 4.18. É destinado a identificar os ruídos de vazamentos a partir da superfície do solo.

Tem a função de captar as vibrações provenientes do movimento da água fora do tubo, especialmente de seu impacto contra o solo e do ruído característico da circulação de água entre as partículas do solo. O geofone eletrônico capta sons situados nas frequências compreendidas entre 100 e 2700 Hertz. Por possuir maior amplitude ele melhora o nível de acerto na detecção de vazamentos. Possui filtro de frequências para diversos tipos de material.



FIGURA 4.18 – Geofone eletrônico - MONTEIRO (2006)

4.3.6.4 - Correlacionador de Ruídos

Composto de unidade principal, sensores de ruído, fones de ouvido e pré-amplificadores que transmitem através de ondas de rádio ou por cabos informações para o aparelho correlacionador. A partir da posição dos sensores instalados em dois pontos pré-determinados de um trecho da tubulação. O equipamento correlacionador pode determinar a posição de um vazamento a partir da análise da diferença de tempo que o ruído característico do vazamento necessita para atingir um e outro sensor MONTEIRO (2006).

A faixa de operação do correlacionador de ruídos situa-se em geral, entre as frequências compreendidas entre 300 e 5000 Hertz.

De acordo com MONTEIRO (2006) o correlacionador de ruídos é utilizado como último recurso para a detecção de um vazamento, após o uso do da haste de escuta e do geofone, e quando o ruído de vazamento não é perceptível pela audição. O bom desempenho depende da existência de um cadastro técnico confiável, uma vez que para seu uso é necessário o conhecimento do material, diâmetro e profundidade da rede pesquisada.

A figura 4.19 apresenta um modelo de correlacionador de ruídos.



FIGURA 4.19 – Correlacionador de ruídos - MONTEIRO (2006)

Segundo MONTEIRO (2006) todos os equipamentos têm suas especificidades e se complementam nos trabalhos de detecção pelos ruídos característicos produzidos por um vazamento na tubulação. Na detecção de vazamentos por métodos acústicos a utilização dos equipamentos segue etapas de

acordo com a faixa de detecção de cada equipamento. Primeiramente são utilizadas hastes de escuta que apresentam bom desempenho em tubulações de ferro fundido, onde o ruído de vazamento tem boa propagação. Em segundo lugar os geofones mecânicos ou eletrônicos, que apresentam melhor desempenho em tubulações de PVC onde o ruído de vazamento não se propaga. Finalmente temos os correlacionadores de ruído que possuem bom desempenho em todo tipo de material.

Frequência da varredura para combate de vazamentos

MELATO (2006) realizando três varreduras seguidas em uma área fechada na zona leste da cidade de São Paulo comprovou que mesmo após a primeira varredura, ainda foram encontrados mais vazamentos não visíveis, com grande vazão perdida de água. Constatou que a simples pesquisa de detecção de vazamentos não visíveis com equipamentos convencionais muitas vezes não elimina todo o potencial de vazamentos da área. Normalmente, a pesquisa realizada uma única vez com haste de escuta, geofone e eventualmente correlacionador, detecta apenas os vazamentos de menor porte, isto é, os que provocam maior ruído. Os outros vazamentos maiores, de menor ruído, só são detectados após a eliminação dos primeiros.

Para detectar os vazamentos maiores MELATO (2006) julga necessário pesquisar várias vezes a mesma área. Pondera que várias varreduras seguidas implicariam numa despesa maior, porém recomenda o estudo econômico com análise do custo-benefício para subsidiar cada caso.

4.4 - Avaliação das perdas de água no SAA

A comparação entre o volume de água transferido de uma parte do sistema com o recebido em outras partes permite realiza a estimativa das perdas de água no SAA.

De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003), através de pesquisas de campo com análises de histogramas de consumos das vazões micromedidas é possível tecnicamente fazer a separação e classificação das perdas físicas e não físicas. Para isso é necessário o conhecimento da vazão noturna, que é estabilizada na madrugada. Deduzindo-se o consumo noturno esperado para os usuários daquele setor, obtém-se praticamente em sua totalidade

a perda física. A perda não física é obtida da diferença entre a perda total na distribuição e a perda física.

Existindo um índice de micromedição próximo a 100%, com uma política de manutenção que assegure a qualidade dos hidrômetros, um programa eficaz de combate a fraudes e ramais clandestinos, levam o valor das perdas físicas representarem praticamente a totalidade das perdas do sistema.

Com relação à rede de distribuição, tem-se que a maior parte dos vazamentos, em alguns casos 90%, ocorrem nos ramais prediais e 10% na rede. Porém, em termos de volume perdido as ocorrências geram 70% das perdas nos ramais e 30% na rede.

4.4.1 - Avaliação de perdas de água pela vazão noturna

A vazão noturna é um bom indicador do nível de perdas em uma zona particular, visto que em zonas residenciais o consumo noturno é bastante reduzido. Através do seu monitoramento pode-se detectar o surgimento, pela observação do aumento do valor mínimo.

Como referência inicial para a demanda de água noturna tem-se o valor de 2,5 L/ligação/h, conforme Lambert (1994b), citado por GONÇALVES (1998).

FARLEY (2003) demonstra através de um gráfico na figura 4.20, os procedimentos e critérios utilizados para intervenções visando o combate a vazamentos, através do monitoramento da vazão noturna. São estabelecidos limites de acionamento da equipe de detecção e combate a vazamentos até que o valor da vazão noturna observada volte ao patamar desejado para o distrito de medição.

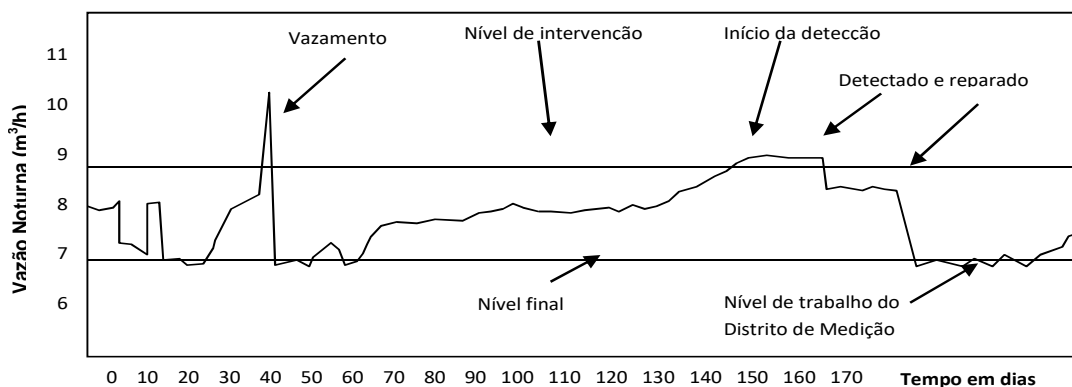


FIGURA 4.20 - Exemplo de intervenção para combate a vazamentos – FARLEY 2003

Para sistemas em que o abastecimento é intermitente não é possível a utilização do método da vazão noturna, pois o perfil de consumo de água não apresenta regularidade ou tendência.

FARLEY (2003) cita o caso da Índia onde é aplicado um método denominado stop tap, que consiste nos seguintes passos:

- a) A área de teste é isolada pelo fechamento das válvulas da região;
- b) os registros dos cavaletes de todos os consumidores também são fechados;
- c) nas proximidades é providenciado um suprimento especial de água para alimentar exclusivamente o teste da área em estudo;
- d) A água fornecida é usada para avaliar e medir o valor direto dos vazamentos;
- e) Equipamentos para detecção são usados para localizar os pontos de vazamentos.

Os inconvenientes do método são:

- deve ser feito um desvio do suprimento de água para a área de teste;
- um volume considerável de água é perdido durante o teste;
- o suprimento das adjacências é comprometido levando a reclamações dos consumidores;
- nem todos os vazamentos são identificados durante um curto teste necessitando da repetição do método;
- é bastante trabalhoso.

Fator Noite/Dia - FND

Durante o dia a maior demanda de água leva a maiores perdas de carga na rede de distribuição do que à noite, provocando redução da pressão disponível na tubulação. Assim, a minimização das perdas de carga na rede de distribuição associada com outros fatores como maiores níveis de água nos reservatórios de abastecimento levam a condições mais elevadas de pressão durante a noite. Pode-se esperar que as vazões dos vazamentos observadas

durante as horas da noite não são iguais às do dia, pois a pressão disponível tende a ser maior, conduzindo a maiores perdas. De acordo com TARDELLI FILHO Filho (2004) para contornar esse problema de estimativa da vazão perdida com base na observação da vazão noturna foi criado o “Fator Noite/Dia”, que é um número dado em horas por dia, que multiplicado pela vazão dos vazamentos observados à noite, resulta no volume médio dos vazamentos diário.

4.5 - Combate das perdas no SAA.

Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003) devido às variações possíveis nas causas e na magnitude das perdas, assim como dos procedimentos para o controle, é recomendável que o controle de perdas seja feito em cada uma das etapas do sistema. Para isso é sugerida a seguinte divisão em etapas:

- Adução de Água Bruta - compreende a captação e adução de água bruta;
- Tratamento - ETA ou unidade de tratamento simplificada;
- Reservação;
- Adução de Água Tratada - consiste nas adutoras e subadutoras de água tratada e instalações de recalque; e
- Distribuição - consiste na rede de distribuição de água tratada e ramais prediais.

A justificativa para a subdivisão é para facilitar o diagnóstico e orientar as ações preventivas e corretivas. Como exemplo é citada a comparação entre as perdas localizadas na ETA e Reservatórios, que ocorrem de forma localizada e as perdas da distribuição que são dispersas no sistema. Na ETA e Reservatórios a melhoria das condições operacionais ou reparos estruturais pode implicar em retornos rápidos. Já no caso da rede de distribuição, normalmente as ações são diversificadas e constituem uma rotina operacional.

Considerando que o conceito de perdas engloba o valor da água não contabilizada, as ações devem ser dirigidas ao combate de perdas físicas e também não físicas, buscando a manutenção de um nível satisfatório. Deve ser buscado um

ponto de viabilidade técnica e financeira para o gerenciamento, sem perder de vista a crescente necessidade de preservação do recurso natural.

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2003) recomenda uma série de medidas preventivas por ocasião do projeto e implantação do sistema, que são fundamentais para o sucesso e eficiência do gerenciamento de perdas. A seguir é feita a citação das principais:

- *a boa concepção do sistema de abastecimento de água, considerando os dispositivos de controle operacional do processo;*
- *a qualidade adequada de instalações das tubulações, equipamentos e demais dispositivos utilizados;*
- *a implantação dos mecanismos de controle operacional (registros, medidores e outros);*
- *a elaboração de cadastros; e*
- *a execução de testes pré-operacionais de ajuste do sistema.*

4.5.1 - Combate às perdas de água por controle de pressão

Segundo TSUTIYA (2001) a setorização na rede de distribuição de água constitui um dos fatores mais importantes para operação do sistema de abastecimento de água, pois tem por objetivo, manter a rede em faixas adequadas de pressões máximas e mínimas. A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa (50 m.c.a.) e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa (10 m.c.a.).

Como a redução da pressão está diretamente relacionada com a redução das perdas de água, conforme se observa na tabela 4.9, a utilização da válvula redutora de pressão geralmente é uma alternativa econômica para diminuir a pressão na rede e, conseqüentemente, reduzir o número de vazamentos nas redes de distribuição e nos ramais prediais, conforme gráfico da figura 4.21. SARZEDAS, RAMOS e MATSUGUMA citados por TSUTIYA (2001) após pesquisa de vazamentos feita na Região Metropolitana de São Paulo apresentaram os seguintes resultados:

- Em regiões com predomínio de pressões em torno de 40 m.c.a. a taxa de vazamentos estimada oscilou em torno de 1,29 m³/h/km;
- Em regiões onde mais de 50% da rede tem pressão superior a 60 m.c.a. a taxa foi de 2,36 m³/h/km.

TABELA 4.9 - Redução das perdas em função da redução da pressão na rede de distribuição de água

Redução da Pressão (%)	Redução da Perda (%)
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Fonte: TSUTIYA (2001)

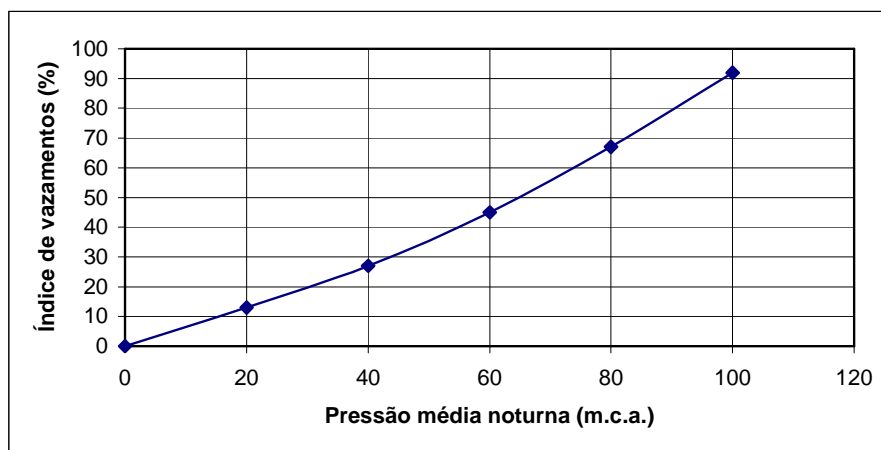


FIGURA 4.21 - Relação do índice de vazamento com a pressão (Tsutiya 2001)

Na rede de distribuição, à medida que o consumo aumenta a pressão disponível tende a diminuir devido às perdas de carga, de forma inversa quando o consumo se reduz (durante a noite) a pressão disponível aumenta, tendo como consequência um aumento dos vazamentos.

Para Lambert (2000) a média ponderada da relação pressão e vazamento em grandes sistemas parece demonstrar que o vazamento varia conforme a pressão, à potência de 1,15; portanto, a premissa simplificada de que os vazamentos variam linearmente com a pressão operacional pode ser considerada

satisfatória, nas comparações de desempenho de perdas reais em grandes sistemas, exceto naqueles cujas pressões são muito altas ou muito baixas.

4.6 - Avaliação Econômica no Controle de Perdas

Não existe um nível ótimo de perdas para uma companhia como um todo, mas segundo FARLEY (2003) para um determinado sistema de distribuição de água existe um nível de combate a perdas, cuja faixa de viabilidade econômica é aquela em que o custo da água recuperada é superior ao custo dos gastos com o combate às perdas. Representando graficamente as curvas do custo da perda de água, custo do combate a vazamentos e custo total que é a soma dos dois custos anteriores, pode-se encontrar um ponto de viabilidade econômica, que é o custo total mínimo, conforme ilustrou a figura 4.2, já citada por Lambert (2000).

4.7 - Gerenciamento de Perdas

Para o início do gerenciamento é de fundamental importância a elaboração de um diagnóstico do sistema de abastecimento de água, para verificar as medidas a serem tomadas visando a redução e controle dos volumes perdidos. Várias são as metodologias existentes, tais como a apresentada por BAGGIO citado por TSUTIYA (2001). A metodologia proposta centra seu foco num primeiro momento no gerenciamento pela qualidade da operação dos sistemas como forma de evitá-las, para num segundo momento empregar algumas soluções clássicas, porém embasadas em ferramentas de gerenciamento de qualidade. Propõe a seguinte estratégia:

- *implantar modelo de gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia do processo de operação do sistema de abastecimento de água;*
- *democratização de informações e criação de consciência;*
- *bloqueio das causas predominantes.*

TSUTIYA 2001 recomenda as ações mínimas relacionadas a seguir, para qualquer metodologia empregada no diagnóstico e redução das perdas de água, em qualquer que seja o sistema:

- *controle de perdas físicas;*

- *controle de perdas não físicas;*
- *plano de ação para controle de perdas.*

4.7.1 - Gerenciamento da Rede

Yoshimoto (1999) apresenta a seguir os principais aspectos relacionados com o gerenciamento da rede:

a) Controle da rede – nos sistemas menores e mais simples é considerada satisfatória a existência de medição do nível dos reservatórios, de vazão na entrada dos setores de abastecimento e das pressões de jusante; para sistemas maiores espera-se um controle mais sofisticado com instrumentos de telemetria, equipamentos de armazenamento de dados (datalogger) etc;

b) Cadastro/GIS – a manutenção de um cadastro confiável do sistema é imprescindível para possibilitar um perfeito controle do sistema de distribuição;

c) Softwares de análise custo-benefício – existem no mercado softwares para cálculo de perdas físicas por vazamento do subsetor, permitindo a simulação das perdas com várias condições de pressão. É possível o estudo de viabilidade por possibilitar a estimativa da economia de água, mostrando o período de retorno do investimento;

d) Modelação matemática – é necessária para verificação das condições requeridas em termos de vazões, diâmetros e pressões para atendimento da demanda do setor estudado. Podem ser usados softwares para simulação das condições operacionais do sistema;

e) Manutenção do sistema – é sugerido um plano contínuo de controle da rede, abrangendo relatórios das condições de funcionamento dos equipamentos do sistema, bem como das pressões nos pontos críticos, além das vazões medidas nas entradas de Válvulas Redutoras de Pressão e Estações Pressurizadoras de Água.

4.7.2 - Procedimentos fundamentais para o Gerenciamento de Perdas

TARDELLI FILHO (2004) demonstra na figura 4.22 as 4 principais componentes necessárias para um programa efetivo de controle e redução de perdas reais na rede de distribuição de água.

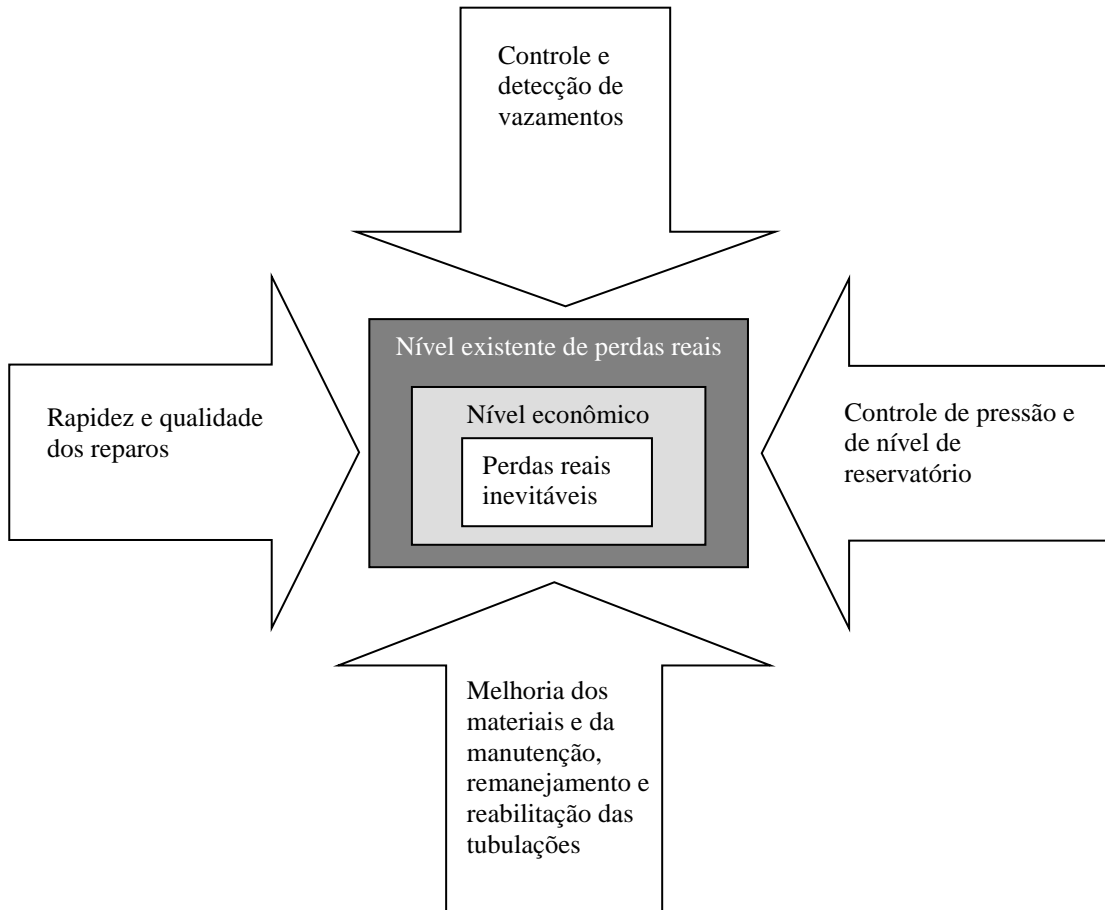


FIGURA 4.22 - Componentes para um programa efetivo de controle e redução de perdas–TARDELLI FILHO (2004)

Para o Departamento Operacional da SABESP da Unidade de Negócio do Baixo Tietê e Grande as seguintes ações constituem o nível mínimo necessário para implementar uma política de gerenciamento de perdas de água:

a) Setorização da rede – medição da vazão de entrada no setor, podendo-se melhorar o método subdividindo-se o distrito em distritos menores, com medidores de maior sensibilidade para monitoramento da vazão mínima noturna;

- b) Monitoramento e controle da pressão, correlacionando-se pressões e vazamentos para obtenção da forma mais econômica de redução de perdas;
- c) Pesquisa de vazamentos após a setorização da rede, isso evita o retorno de vazamentos devido a excessos de pressões;
- d) Estudos para recuperação e/ou substituição de redes.

5 - MÉTODO DE TRABALHO

O presente trabalho tomou por base experiências bem-sucedidas no controle de perdas. Para avaliar os casos bem-sucedidos no combate às perdas de água foi proposto um método de controle que procurou incorporar ações, representadas por tecnologias, procedimentos e políticas, atualizadas e recomendadas na literatura.

Com a identificação e retratação históricas dessas ações (tecnologias, procedimentos e políticas) de gestão foi possível avaliar ações recomendadas e não praticadas, identificar as causas impeditivas ou que restringiram uma gestão ainda mais bem-sucedida.

5.1 - Objeto de Estudo

Foram escolhidas inicialmente comunidades que apresentaram índices de perdas próximos aos estabelecidos pelos organismos internacionais. De acordo com TOMAZ, citado por TSUTIYA (2001) para países em desenvolvimento deve ter valores em torno de 25 %. Estes indicadores foram calculados a partir dos volumes produzidos e micromedidos (faturados).

Para caracterização da situação que obteve avanços na gestão das perdas de água foi selecionada uma comunidade que apresentou redução expressiva na diferença entre o volume produzido e o micromedido no período de 1996 até 2005.

Monte Alto situa-se na Região Administrativa de Ribeirão Preto, sub-região de Jaboticabal, distando cerca de 370 km da capital, 85 km de Ribeirão Preto, 92 km de Araraquara, 16 km de Jaboticabal e 15 km de Taquaritinga. A figura 5.23 localiza o município de Monte Alto dentro da sua Região Administrativa.

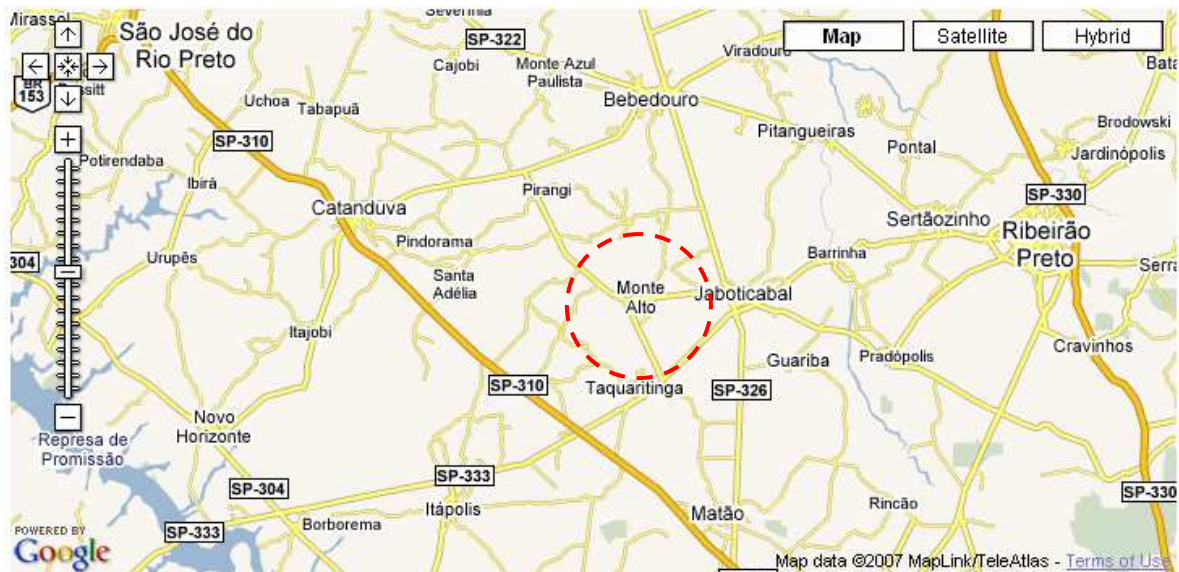


FIGURA 5.23 – Mapa rodoviário com a localização do município de Monte Alto – <http://www.saopaulo.tur.br/maps/> - (2007)

As principais vias de acesso são: SP-310: Rodovia Washington Luiz; SP-333: Taquaritinga - Jaboticabal SP-323, bifurcação da SP-333 até Monte Alto e a SP-305: Monte Alto - Jaboticabal. A cota altimétrica da parte mais alta da cidade, onde se localiza o Centro de Reservação da cidade, corresponde ao valor de 736 m. A área urbana de Monte Alto situa-se exatamente no espigão divisor de águas das Bacias dos Rios Turvo/Grande e Mogi-Guaçu/Pardo. A drenagem natural da cidade se dá da seguinte maneira: ao norte: vertentes do rio Turvo; a leste: nascentes do Córrego Tijuco; ao sul: Córrego do Gambá.

O Sistema de Abastecimento de Água do município é operado pela COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Toda a captação para atendimento da demanda é feita através de 6 poços profundos com um média de 15 horas de funcionamento diária, gerando uma vazão média horária de 580 m³. A maior parte da produção, que é obtida de 4 poços, sofre adução para a reservação central com capacidade de 4750 m³, de onde após a fluoretação e cloração é distribuída. Cada um dos outros 2 poços existentes abastece 1 bairro isoladamente. A reservação total do município é de 6005 m³. O consumo médio estimado por economia, incluindo as perdas é de 643 L/dia. A extensão da rede de distribuição de água é de aproximadamente 140.200 metros com cerca de 15.000 ligações.

5.2 - Gerenciamento do Cadastro do Sistema de Abastecimento de Água

A avaliação do cadastro com vistas à gestão do SAA, permitiu conhecer como é resolvida a questão, quais os recursos empregados para suprir as informações necessárias e traçar metas e medidas técnico-administrativa para a sustentabilidade da gestão do SAA.

Para isto foram levantados, conforme a literatura, os seguintes aspectos:

- a) a existência de equipe ou responsável pela atualização e manutenção;
- b) como é feito o cadastro: em papel, meio digital, outro;
- c) qual a sistemática de checagem da informação cadastrada;
- d) disponibilidade de documentos de todo o sistema;
- e) confiabilidade das informações;
- f) qualidade e detalhamento do material disponível;
- g) Atualização dos dados e informações, ou seja, o contínuo processamento dos dados de perdas fornecidos pela equipe de combate.

5.3 - Gerenciamento da avaliação de perdas

5.3.1 - Indicadores

Os indicadores de perdas de água no sistema de abastecimento, conforme a literatura e a prática observada, foram os seguintes:

- a) Índice de Perdas (IP) - $IP = (V_p - V_m)/V_p \times 100$;
- b) Fator de Pesquisa (FP) - $FP = Q_{mín\ noturna}/Q\ média\ diária$;
- c) Número de vazamentos mensal na rede e ramais prediais;
- d) Índice Infraestrutural de Perdas (IIEP) – $IIEP = PRAI/PRAA$.

Estes indicadores foram gerais para o sistema de abastecimento de água, compreendendo desde a produção até o consumidor final ou medição do volume que entra na propriedade.

Os seguintes dados foram usados:

- Volumes de água do sistema: produzidos, distribuídos, consumidos, micromedidos e faturados;
- Vazões: monitoramento ou levantamento dos registros das vazões mínimas noturnas, vazões médias, vazões máxima diária e vazões máximas horárias;
- Pressões: monitoramento ou medida das pressões estáticas e dinâmicas do sistema.

5.3.2 - Análise dos registros dos vazamentos

Não há na literatura ou normas padrões de como tratar estas informações.

Foi avaliado como é feito o processamento dos dados de perdas desde a informação até a eliminação dos vazamentos. Considerou-se de fundamental importância para a gestão o grau de processamento das informações recebidas da equipe de combate e quais as medidas técnico/administrativas: a forma de registro quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos; plotagem em mapas; registro em planilhas; e possibilidade da interpretação dos resultados.

5.4 - Gerenciamento da priorização dos locais de combate às perdas no SAA

Pela prática verificada, recomendava-se que fossem focadas as seguintes áreas:

a) Locais de maior incidência de vazamentos nos últimos doze meses

Esta informação depende da facilidade de comunicação do evento de perda, do registro do evento, da forma que é processada etc.

b) Regiões ou áreas com pressões elevadas

Para definição da pressão atuante no setor é necessária a realização de medições instantâneas ou instalação de registradores. Pode-se também fazer

uma estimativa das pressões estáticas e dinâmicas com base na carga piezométrica na rede de distribuição.

c) Locais de solo ruim e maior tráfego de veículos

Na existência de vias não pavimentadas e/ou em condições inadequadas de recobrimento da tubulação, desde que existindo um histórico, deve-se atentar para a ocorrência de vazamentos.

d) Locais com a rede mais antiga

A existência de rede de água em avançada idade e com indícios de corrosão ou deterioração influi consideravelmente na priorização de área para combate a perdas.

e) Locais executados com materiais mais inadequados

Existem sistemas de abastecimento de água com mais de 50 anos em operação, sendo executados com materiais, que agora há muito tempo estão em desuso. A informação do tipo de material da rede fornece subsídios para avaliação e planejamento das medidas adequadas ao combate de perdas, considerando até a viabilidade do remanejamento de redes e ramais.

f) indicadores da necessidade de ações imediatas:

- Fator de pesquisas superior a 0,25 sugerirá a existência de vazamentos detectáveis, indicando a necessidade de acionamento da equipe de pesquisa e combate;
- Monitoramento da vazão instantânea do sistema, com análise gráfica do seu comportamento. Diante da observação da elevação repentina dos valores dos níveis normais, pode-se deduzir o surgimento de vazamentos em um determinado setor, indicando a necessidade de acionamento da equipe de pesquisa e combate.

5.5 - Gerenciamento dos métodos de detecção e controle de Perdas

Foram considerados os seguintes aspectos para avaliação:

a) Descrição quantitativa e qualitativa da equipe e continuidade ou frequência de atuação;

b) foi levantado o tempo de atendimento para combate ao vazamento;

c) com relação às ações empregadas para a detecção de perdas, buscou-se verificar como são os procedimentos rotineiros e também de menor frequência;

d) foram levantados, relacionados e descritos os métodos utilizados, descrevendo tecnologias, equipamentos e procedimentos utilizados;

e) procurou-se identificar claramente a estratégia utilizada, equipe designada e com suas atribuições específicas, qual o grau de terceirização de serviços, qual a política da companhia como um todo e a nível regional.

Os itens de 5.6 ao 5.8, seguintes, listam as possíveis causas de perdas de água nas adutoras e redes, reservatórios e ramais prediais. Representam aspectos de diversas naturezas, recomendados na literatura, desde a qualidade da água até a mão-de-obra empregada na construção.

5.6 - Gerenciamento das causas das perdas em adutoras e rede de distribuição

Com base nas informações que são obtidas após a detecção e reparo é possível levantar as possíveis causas dos vazamentos. Foi verificada a estratégia utilizada na gestão para a redução, controle e combate de cada uma das causas identificadas.

Os fatores citados integraram a base de elementos de identificação da origem das perdas.

a) Qualidade da água e do solo:

i) Dados para avaliação

- Características químicas: pH, alcalinidade, composição química;
- Características físicas: temperatura.

ii) Valores recomendados dos parâmetros a serem adotados

Foram levantados junto à literatura e normas técnicas.

b) Materiais da tubulação

Buscou-se levantar registros do tipo, idade e condições. A avaliação deveria ser subsidiada pelo atendimento das especificações técnicas dos fabricantes, bem como exigências técnicas das normas em vigor.

c) Sobrepressão

Os dados e informações para avaliação das condições de pressão do sistema deveriam proceder de plantas planialtimétricas; cadastro e informações técnicas dos dispositivos do sistema como Estações Pressurizadoras de Água (Boosters), Válvulas Redutoras de Pressões, Reservatórios, etc.

As condições de pressões foram avaliadas com base nas exigências normativas e literatura específica.

d) Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças

Buscou-se o levantamento dos cadastros do sistema, procurando identificar ocorrências durante a obra que caracterizaram falhas de execução.

Foram também feitas entrevistas com profissionais que participaram da fiscalização ou implantação das obras, com o fim de registrar as possíveis deficiências não indicadas nos cadastros.

e) Falhas na concepção do projeto

Foram levantados os projetos existentes para verificação das condições do sistema, identificando possíveis falhas, ou então, situações não previstas para seu funcionamento e trabalho.

f) Ineficiente manutenção da linha

Foi feito o levantamento da rotina de trabalho da equipe de combate a vazamentos, procurando identificar qual a estratégia adotada com relação à manutenção da rede, se existia um plano de substituição de tubulações em locais com grande incidência de vazamentos devidos à deterioração do material.

g) Efeitos de tráfego de veículos

Em ruas sem pavimentação ou em que o pavimento se encontrava em visível estágio de degradação foi verificado se a incidência de vazamentos é influenciada pela ruptura dos materiais pela sobrecarga devido à ação do tráfego de veículos. Também foram levantadas as condições de atendimento do recobrimento mínimo da tubulação exigido por norma (ver subitem b).

h) Acomodação do solo

Foram verificadas se não ocorreram falhas na execução, principalmente no reaterro de valas, que levaram a uma acomodação do solo com o

tempo, provocando o deslocamento da tubulação com a possibilidade de incidência de vazamentos por ruptura do material ou desencaixe de conexões.

i) Falta de micromedição

Foi verificada a existência de micromedição, bem como o percentual de cobertura.

j) Falta de subsídios para o combate às perdas

Foi feita a verificação do aporte de recursos exclusivamente para combate a perdas, bem como a sua quantificação.

5.7 - Gerenciamento das causas de perdas nos Reservatórios

Foi verificada a existência de uma rotina de avaliação sistemática das condições das instalações, visando detectar:

a) Extravasamento: verificou-se eventuais ocorrências, e se os problemas seriam de ordem operacional, de execução ou recalque de fundações.

b) Vazamentos pela parede ou conexões: procurou-se verificar a possibilidade da existência de fissuração, trincas ou rachaduras, com identificação de causas: problemas de execução, agressividade do meio ou uso inadequado.

c) As condições de estanqueidade dos reservatórios foram verificadas com base nas exigências normativas e literatura específica.

5.8 - Gerenciamento da captação subterrânea

A proposta da metodologia foi de procurar avaliar as condições da produção. E no caso do objeto de estudo verificou-se que é feita integralmente através da exploração de mananciais subterrâneos.

Buscou-se inicialmente levantar a existência de fatores que implicassem na ocorrência de perdas, que não foram aparentemente identificados. Então, foi levantada a quantidade de poços para suprimento da demanda existente e as condições de localização e produção. Isso para reforçar a hipótese da importância do combate às perdas, uma vez que a exploração dos mananciais para o aumento da demanda se dá cada vez mais em condições desfavoráveis.

5.9 - Gerenciamento das causas de perdas em ramais prediais

Os procedimentos foram basicamente os utilizados na rede de distribuição, porém também foi verificada a existência da padronização de ramais e se é adequada.

Foi feita a verificação da equipe e sua quantificação, avaliando a periodicidade e continuidade dos serviços.

Foi levantada a eventual incidência de ramais prediais não registrados e também ligações clandestinas.

5.10 - Gerenciamento da viabilidade econômica do controle de perdas

Foi feito um levantamento visando avaliar a política de recursos humanos da empresa, quantificando o tempo destinado especificamente ao treinamento, reciclagem e capacitação de pessoal. Sob a óptica financeira foi avaliada a destinação de recursos que visavam diretamente o combate a perdas e o período de retorno do investimento.

a) Investimentos em Treinamento

- Levantamento da relação de funcionários enviados para treinamento e do total de dias por ano;
- Relação dos cursos realizados.

b) Investimentos financeiros

- Avaliação do capital investido e o valor recuperado (deixados de gastar)

Com estas informações foi avaliada a eficácia das ações e elaborado um estudo de custo-benefício para verificação do retorno do investimento.

5.11 - Método de Análise

Para a avaliação do gerenciamento do sistema foi elaborada uma planilha padrão onde se avaliaram os gerenciamentos do cadastro, do método de avaliação de perdas, da priorização dos locais de combate, dos métodos de

detecção usados etc. A cada um destes componentes do controle de perdas atribuiu-se uma pontuação de 0 a 100%, ao longo do tempo, em função da utilização de recursos ou atendimento às exigências da metodologia proposta, conforme recomendado pela literatura ou prática corrente.

Foi atribuída a pontuação de 100% para as componentes que apresentavam o máximo desempenho esperado dentro das recomendações da literatura e metodologia. De forma geral todas as componentes apresentaram pelo menos resultados regulares, daí o valor mínimo de 50% na pontuação. A partir dos 50% buscou-se estabelecer uma escala de oportunidades de procedimentos que melhorassem o desempenho da componente. A pontuação remanescente foi dividida equitativamente pelas ações julgadas possíveis de implantação. Por exemplo, o item Avaliação de perdas: Foi atribuída inicialmente uma pontuação de 80%, pelo atendimento aos requisitos básicos para o gerenciamento, mas existia possibilidade de melhoria. Considerou-se a disponibilidade dos dados na intranet como uma ação que aumentou a pontuação para 90% a partir do ano de 2003, mas a falta do uso de indicadores avançados motivou a redução de 10% na pontuação total.

Todas as informações e dados disponíveis foram levantados de forma pormenorizada, visando obter elementos que permitissem a ponderação da pontuação geral atribuída. Para isso dentro de cada item de controle foram feitos desdobramentos em subitens, que permitiram visualizar e avaliar com maior detalhamento.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a finalidade de estimar o peso relativo de cada uma das ações dentro da ação de gerenciamento avaliada foi feita uma pesquisa envolvendo sete pesquisadores e engenheiros, identificados pelos números de 1 a 7, que atuam na operação, no planejamento e em projetos na área de Saneamento, A média aritmética da pontuação de cada subitem forneceu o seu peso relativo no item do gerenciamento avaliado.

A captação subterrânea e as perdas na reservação não tiveram a pontuação atribuída por alguns dos profissionais, devido à realização da pesquisa ocorrer anteriormente à remodelação da metodologia. Apesar disso não se acredita ter ocorrido comprometimento da proposta de ponderação.

Na sequência apresenta-se a relação de todos os itens do controle de perdas que devem ser gerenciados. A cada item, cadastro, por exemplo, corresponde uma planilha, na qual avaliam-se a sua forma de execução, sua prática e sua abrangência pontuando de 0 a 100. Esta pontuação é ponderada pelos pesos dos especialistas e então se chegou a um indicador único.

É importante observar que o peso de cada subitem é constante, entretanto, a pontuação varia com o tempo, pois um subitem, por exemplo “análise dos registros de vazamento”, poderia nem existir, ou ser executado de forma parcial, recebendo uma pontuação refletindo estas possíveis falhas.

6.1 - Ponderação do gerenciamento dos procedimentos e técnicas de controle de perdas

A média aritmética dos pontos obtidos está demonstrada na tabela 6.10, que apresenta os procedimentos e tecnologias avaliadas neste trabalho, conforme exposto na metodologia. Através do uso de recurso gráfico foram feitas a ponderação e atribuição de um indicador percentual da eficiência de cada uma das etapas do sistema ao longo do tempo estudado.

TABELA 6.10 – Pontuação atribuída pelos profissionais da área de saneamento

Etapa	Peso atribuído							
	1	2	3	4	5	6	7	Méd
Avaliação do Cadastro do Sistema de Abastecimento de Água								
a) Disponibilidade de documentos de todo o sistema (% de rede cadastrada)	9	7	8	10	10	8	7	8,4
b) Confiabilidade das informações (precisão, representatividade, continuidade)	8	6	10	10	8	9	9	8,6
c) Equipe atuante (em número e em qualificação)	10	2	2	10	9	10	10	7,6
d) Atualização (digitalização dos registros no cadastro)	10	4	5	10	6	7	8	7,1
e) Acessibilidade e disponibilidade às informações pelos usuários	10	3	5	10	9	4	3	6,3
f) Registro histórico de intervenções (reparos, trocas, peças, materiais, etc)	8	5	4	7	9	5	6	6,3
g) Registro histórico de intervenções em planta (reparos, trocas peças etc)	8	3	4	8		6	5	5,7
Avaliação de Perdas								
a) Indicadores	8	8	8	8	8	7	7	7,7
b) Registros das Vazões mínimas noturnas, Vazões médias, Vazões máxima diária e Vazões máximas horárias	10	6	8	10	7	10	9	8,6
c) Monitoramento ou medida das pressões estáticas e dinâmicas do sistema	9	6	5	10	7	9	10	8,0
d) Análise dos registros dos vazamentos	10	5	5	8	7	8	8	7,3
Avaliação da Priorização dos locais de combate às perdas no S.A.A.								
a) Locais de maior incidência de vazamentos nos últimos doze meses	10	8	8	10	9	9	8	8,9
b) Regiões ou áreas com pressões elevadas	8	8	6	10	9	8	5	7,7
c) Locais de solo ruim e maior tráfego de veículos	7	6	6	7	7	7	6	6,6
d) Locais com a rede mais antiga	8	8	7	10	10	6	10	8,4
e) Locais executados com materiais mais inadequados	9	8	8	8	6	5	9	7,6
f) indicadores da necessidade de ações imediatas	8	8	8	7	5	10	7	7,6
Avaliação dos Métodos de detecção e controle de Perdas								
a) Tecnologia, equipamentos e procedimentos utilizados	9	9	8	8	7	8	8	8,1
b) Continuidade e frequência de pesquisa de vazamentos	9	5	8	10	8	9	9	8,3
c) Equipe atuante (em número e em qualificação)	10	5	5	10	8	10	10	8,3
d) Tempo de atendimento para combate ao vazamento	8	6	7	8	5	7	7	6,9
Causa das perdas em Adutoras e rede de distribuição								
a) Qualidade da água e do solo	9	6	5	4	5	1	4	4,9
b) Materiais da tubulação - tipo, idade e condições, atendimento de especific. técnicas e normas	10	8	8	8	6	6	7	7,6
c) Sobrepressão	9	8	6	10	8	5	6	7,4
d) Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças	8	6	6	8	6	7	8	7,0
e) Falhas na concepção do projeto	7	6	4	8	6	2	7	5,7
f) Ineficiente manutenção da linha	7	8	5	10	5	8	5	6,9
g) efeitos de tráfego de veículos	7	6	7	6	6	4	6	6,0
h) acomodação do solo	8	6	7	6	5	3	4	5,6
i) falta de micro-medição	7	6	5	10	8	10	8	7,7
j) falta de subsídios para o combate às perdas	7	8	6	10	7	9	9	8,0
Avaliação de perdas nos Reservatórios								
a) Extravasamento				10	9	10	4	8,3
b) Vazamentos pela parede ou conexões				7	8	9	7	7,8
c) Atendimento a Normas Técnicas, Padronização e Especificações				9	7	8	9	8,3
Avaliação da captação subterrânea								
a) Condições das instalações				7	8	10	7	8,0
Avaliação dos Ramais prediais								
a) Materiais da tubulação - tipo, idade e condições, atendimento de especificações técnicas e normas	10	8	8	8	8	10	10	8,9
b) Sobrepressão	8	6	6	10	8	8	5	7,3
c) Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças	9	6	7	9	7	9	7	7,7
d) Padronização	8	8	4	10	6	5	8	7,0
e) Eficiência na manutenção da linha	8	6	6	8	7	7	6	6,9
f) Falta de subsídios para o combate às perdas	8	5	7	10	7	6	9	7,4
Avaliação da Viabilidade Econômica do Gerenciamento de Perdas								
a) Investimentos em treinamento	10	8	8	10	8	10	9	9,0
b) Recursos financeiros	9	5	5	10	8	9	10	8,0

Ao final de cada etapa avaliada foram resumidamente demonstrados através de quadros os critérios para pontuação das variações das condições do gerenciamento. Nas justificativas, quando detectada melhoria foi convencionada a utilização do símbolo (↑) e para piora (↓). Diante do atendimento pleno ao esperado para a etapa foi atribuída a pontuação 100%.

Cada item do gerenciamento é avaliado subdividindo-o em vários subitens. Ao final de cada um é feita a justificativa dos critérios utilizados para atribuição da pontuação ao longo de cada período.

No final do item é apresentado um quadro resumo da “evolução histórica” da execução ou atendimento do que trata cada subitem. Com base nos levantamentos e avaliações, através de uma média ponderada pelos pesos atribuídos em cada subitem, pontua-se historicamente o item e apresenta-se o resultado em gráfico.

6.2 - Gerenciamento do cadastro do SAA

a) Histórico da rede e percentual cadastrada

O município de Monte Alto firmou contrato com a SABESP para a operação do Sistema em 29 de abril de 1976.

A planta cadastral que era utilizada pela Prefeitura Municipal na operação do sistema possuía pouco detalhamento das instalações e baixa confiabilidade, mesmo assim se constituiu na base utilizada pela SABESP para a atualização do cadastro.

A parte mais antiga da rede de distribuição de água da cidade possui planta cadastral ainda em papel vegetal com data de elaboração de 3 de agosto de 1992, pela Sabesp – Superintendência Regional de Franca. O desenho foi elaborado em escala 1:2000, se desdobrando em 2 pranchas tamanho A1.

Atualmente existem 100% da rede com cadastro, porém a confiabilidade das informações não é absoluta, pela qualidade das informações iniciais de parte do sistema.

Como o cadastro existente cobriu integralmente a rede existente ao longo do período estudado foi atribuída a pontuação de 100% para todo esse período.

b) Confiabilidade das informações (precisão, representatividade, continuidade)

Em toda nova intervenção no sistema, quer pela própria Sabesp ou empreendimentos imobiliários públicos ou particulares, ao término é exigida a apresentação do cadastro em folha padrão e também em meio digital, contendo nomes de ruas e amarrações que permitam a plena localização de cada parte do sistema. No caso de obras contratadas pela SABESP a entrega do cadastro é uma condicionante para liberação da última medição do pagamento. Já no caso de empreendimentos imobiliários, após a conclusão do sistema é necessária a doação formal para a operação pela SABESP. Integram o processo de doação toda documentação legal referente ao patrimônio, orçamento e cadastro do sistema. O cadastro sempre é analisado por técnico do Departamento de Empreendimentos sediado em Lins e somente é aceito após sua completa aprovação. No caso de desenquadramento quanto às normas estabelecidas é devolvido para as devidas correções.

O cadastro apresentado é arquivado no Setor Técnico para subsidiar e facilitar a operação e manutenção do sistema.

A Norma Técnica específica para elaboração de cadastro da SABESP é a Norma Técnica da SABESP - NTS 2000. Foi elaborada com o objetivo do cadastramento de peças especiais pertencentes às redes coletoras de esgotos, águas pluviais e de abastecimento de água potável, existentes ou em construção, para fins de projeto de novas redes ou para o "as built".

Possui as seguintes referências normativas:

- NB 13133 - Execução de Levantamento Topográfico.
- NTS 092 - Condições Gerais para Levantamentos Topográficos e Geodésicos.
- NTS 116 - Preenchimento do Carimbo de Desenho Final.

O serviço de cadastramento das redes, caixas de registro e peças como curvas, tês, cruzetas, e outras, pressupõe a existência de plantas dos

logradouros públicos em que se situam, contendo referências adequadas para permitir a inclusão dos novos dados, de forma a satisfazer os níveis de precisão exigidos, bem como a sua representação em planta, de maneira inconfundível. Na inexistência de tais plantas, o cadastramento deve ser executado juntamente com o levantamento topográfico das vias públicas.

A localização pode ser feita através de medidas diretas à trena de aço, constituindo-se triângulos "amarrados" a pontos bem definidos dos alinhamentos prediais (como divisas entre propriedades, esquinas, etc.) sendo, necessariamente, um dos vértices do triângulo o centro da unidade cadastrada como pode ser visto na figura 6.24.

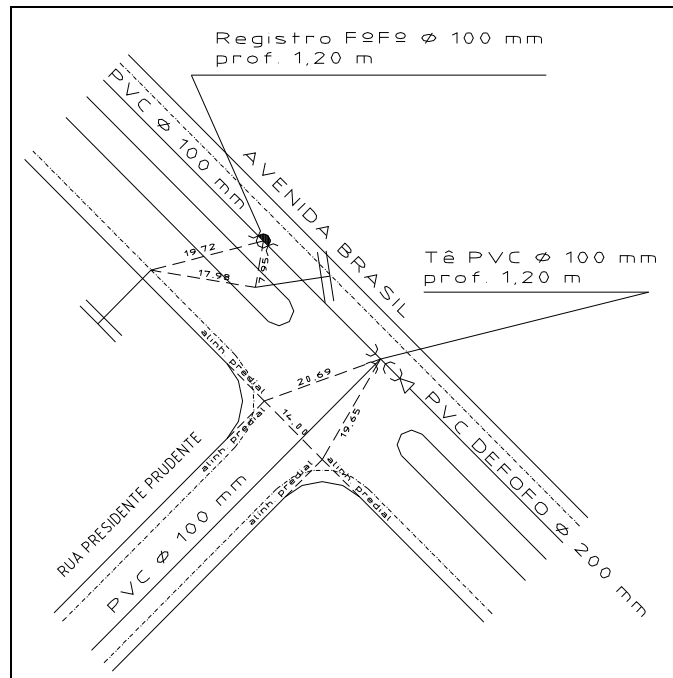


FIGURA 6.24 – Detalhe de parte da folha com cadastro de SAA

Recomenda-se a adoção de uma ou mais medidas suplementares de amarração, como método para evitar eventuais erros de localização dos elementos.

Devem ser determinados as cotas das geratrizes inferiores das tubulações e seus diâmetros. Da mesma forma são anotados os materiais das tubulações desses elementos.

Todos os dados coletados devem constar da folha de cadastro, inclusive tipo de pavimentação.

Os pontos referentes às redes de abastecimento de água existentes devem ter os seus elementos determinados através de cadastramento de interferências subterrâneas.

Como existia uma parte do cadastro da rede elaborado com base em informações procedentes de fonte que não asseguravam confiabilidade foi atribuída uma pontuação de 70%. Com a expansão da rede e novos cadastros a confiabilidade absoluta vai aumentando, uma vez que a porcentagem do cadastro inadequado relativamente diminui. Dessa forma a partir de 2003 foi melhorada a pontuação para 80%, pois houve um crescimento de aproximadamente 10% no número de ligações e conseqüentemente expansão da rede.

c) Equipe atuante (em número e em qualificação)

No caso específico de rede anteriormente implantada, portanto sem a fiscalização da SABESP, a forma possível de checagem do cadastro é pela localização dos registros de manobra e descarga da rede, por ocasiões de reparos em que são necessárias escavações com exposição da rede de distribuição, na realização de ligações, ou através de sondagens com abertura de valas. Diante de uma das ocorrências citadas a informação é passada ao técnico que tem o domínio do cadastro, e então é possibilitada a confirmação ou retificação da planta.

Todas as obras de saneamento básico em municípios sob a concessão da SABESP estão sujeitas à permanente fiscalização pelo Departamento de Empreendimentos da companhia. Isso de certa forma assegura a confiabilidade do cadastro pela facilidade de comunicação entre os técnicos dentro do mesmo departamento.

No Setor Técnico de Monte Alto existe apenas um funcionário com a atribuição de manutenção do cadastro.

Na pesquisa feita foi verificada a sugestão da necessidade de equipe composta por dois profissionais capacitados para atualização e regularização do cadastro do município, com disponibilidade de dedicação em conjunto de pelo menos um dia por semana.

Como foi verificada a existência de apenas um funcionário encarregado da manutenção do cadastro em todo o período foi atribuída uma pontuação de 70%,

pois embora não fosse considerada a situação ideal, o material disponível apresentou uma boa qualidade. A partir de 2002, com o início da digitalização das plantas em papel vegetal e continuidade utilizando funcionário próprio, foi melhorada a pontuação para 80%.

d) Atualização (digitalização dos registros no cadastro)

Atualmente está sendo digitalizada a planta cadastral antiga do Sistema de Abastecimento de Água do município de Monte Alto, que ainda possui parte dos seus registros em papel vegetal. O trabalho foi iniciado em 2002 por um estagiário de engenharia que permaneceu 2 anos no Setor Técnico.

Muitos dos conhecimentos e das informações que vão se levantando e desenvolvendo no dia a dia pelos funcionários poderiam ser mais facilmente gerenciados pela aquisição de softwares para desenho técnico, tipo AutoCad, MicroStation ou similar, investindo-se em treinamento do pessoal, tornando mais direta a forma de arquivamento dos dados, evitando a dificuldade de processamento. Embora na década de 90 tenham surgido programas e ferramentas para engenharia que muito tem facilitado o trabalho, percebe-se ainda, o uso e aplicação de forma discreta por parte dos funcionários operacionais, que estão mais ligados com a manutenção.

Avalia-se, portanto, que a atualização apresenta boas condições, embora tenha possibilidade de melhoria, atribuindo-se uma pontuação de 70% até 2002. A partir daí, com o início da digitalização, foi atribuída uma pontuação de 80%.

e) Acessibilidade e disponibilidade às informações pelos usuários

As informações cadastrais são restritas aos funcionários com função de operação do sistema. Diante da necessidade de consulta de informações deve haver a solicitação ao técnico cadastrista. Segundo a opinião dos técnicos a confiabilidade das informações prestadas é assegurada pela restrição do acesso.

Durante o período inicial da avaliação considerou-se a ocorrência de boas condições, atribuindo-se uma pontuação de 70%. A partir de 2002, com o início do registro detalhado em planilhas, atribuiu-se uma pontuação de 80%. A partir de 2003, com a entrada e disponibilidade na intranet do SISPERDAS, que é uma página disponível para todo terminal de microcomputador em rede da SABESP, com links para todos os indicadores disponíveis de cada comunidade atendida, a

pontuação foi melhorada para 90%. A partir de 2004, com a parada do registro em planilhas foi reduzida a pontuação para 80%.

f) Registro histórico de intervenções (reparos, trocas, peças, materiais, etc)

Percebe-se que pelas Solicitações de Serviços (S.S.) emitidas pela manutenção é possível quantificar, caracterizar e avaliar os locais de maior incidência de vazamentos, porém a análise individual de cada ficha dificulta a consulta. Ao longo dos anos de 2002, 2003 e 2004 verificou-se a existência do lançamento de informações detalhadas em planilhas formato Excel.

A partir de 2003 foi exigido o preenchimento de uma ficha denominada Sistema de Registro de Falhas onde ocorre o registro das intervenções de forma mais detalhada.

Para possibilitar o tratamento mais adequado dos dados e até a geração de informações gerenciais, seria interessante a continuação do lançamento dos números em planilhas, subsidiando assim a elaboração de um tratamento estatístico das informações disponíveis, além da facilidade de uma visualização detalhada das ocorrências.

Até o ano de 2002 considerou-se a ocorrência de boas condições, atribuindo-se uma pontuação de 70%. A partir de 2002, com o início do registro detalhado em planilhas, atribuiu-se uma pontuação de 80%. A partir de 2003, com a utilização da ficha com Sistema de Registro de falhas a pontuação foi melhorada para 90%. A partir de 2004, com a parada do registro em planilhas foi reduzida a pontuação para 80%.

g) Registro histórico de intervenções em planta ou croqui (reparos, trocas peças etc.)

O lançamento dos vazamentos na ficha do Sistema de Registro de Falhas exige o detalhamento em croqui com endereço da ocorrência. A situação considerada ideal seria do lançamento das informações em uma planta cadastral geral, que permitiria uma visão panorâmica e a avaliação da extensão do problema, bem como ter condições de planejar com maior eficiência as ações de combate aos vazamentos.

O registro histórico em planta ou croqui não foi verificado como um procedimento de forma oficial. Em alguns dossiês e solicitações de serviço foram encontrados croquis, por isso foi atribuída uma pontuação de 50%. A partir de 2003 a ficha com Sistema de Registro de falhas, que requer a elaboração de um croqui, permitiu melhorar a pontuação para 70%.

Apresenta-se no quadro 6.5, de forma resumida, a justificativa da variação da pontuação atribuída ao longo do período analisado. O indicador de eficiência de gerenciamento do cadastro obtido, com base no quadro 6.5, está representado no gráfico da figura 6.25, compreendendo o período de 1996 a 2005, percebendo-se a evolução do indicador.

Quadro 6.5 – Resumo da avaliação do cadastro do SAA

Subitens avaliados do Cadastro do SAA	Análises realizadas
a) Disponibilidade de documentos de todo o sistema (% de rede cadastrada)	100% atendida por todo o período avaliado.
b) Confiabilidade das informações (precisão, representatividade, continuidade)	↑* em 2003 - Com a expansão da rede e novos cadastros a confiabilidade absoluta vai aumentando, uma vez que a % do cadastro inadequado relativamente diminui
c) Equipe atuante (em número e em qualificação)	↑ em 2002 - Início da digitalização com estagiário e continuidade utilizando funcionário próprio
d) Atualização (digitalização dos registros no cadastro)	↑ em 2002 - Início da digitalização com estagiário e continuidade utilizando funcionário próprio
e) Acessibilidade e disponibilidade às informações pelos usuários	↑ em 2002 - Registro detalhado em planilhas; ↑ em 2003 - Entrada na Intranet do SISPERDAS; ↓ em 2004 - Parada do registro em planilhas
f) Registro histórico de intervenções (reparos, trocas, peças, materiais, etc.)	↑ em 2002 - Registro detalhado em planilhas; ↑ em 2003 - Ficha com Sistema de Registro de falhas; ↓ em 2004 - Parada do registro em planilhas
g) Registro histórico de intervenções em planta (reparos, trocas peças etc.)	↑ em 2003 - Ficha com Sistema de Registro de falhas

* a seta com sentido para cima indica a partir daquela data aumento da pontuação, e para baixo o contrário (redução da pontuação).

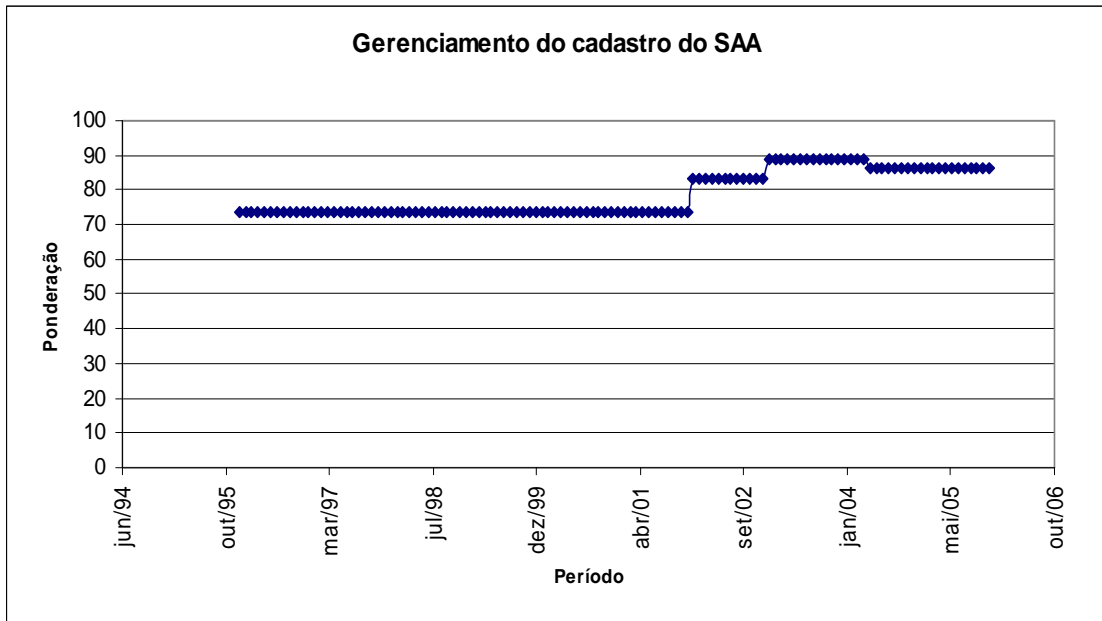


FIGURA 6.25 – Indicador da eficiência do cadastro do SAA

6.3 - Gerenciamento dos métodos de avaliação de perdas no SAA

a) Indicadores

Os principais indicadores utilizados na avaliação das perdas são o volume produzido, volume micromedido, número de economias, índice de perdas, número de vazamentos na rede e número de vazamentos por ramal.

Para obtenção dos indicadores foram feitos levantamentos dos dados disponíveis do ano de 1996 até 2005 e se encontram no apêndice I. Apresenta-se no gráfico da figura 6.6 o resumo da evolução desses indicadores.

Os volumes de água produzidos, distribuídos, consumidos, micromedidos e faturados do SAA de Monte Alto foram levantados e se encontram no apêndice II. Apresenta-se no gráfico das figuras 6.26 e 6.27 o resumo da evolução desses indicadores associados ao Índice de Perdas e Número de Vazamentos na rede e ramais.

Até o ano de 2002 todas as informações necessárias aos cálculos, bem como os índices de perdas, número de vazamentos por ramal e por quilometro de rede, se encontravam arquivadas em pastas. A partir de 2003 todas as informações estão lançadas em um site da Intranet da SABESP, numa página denominada SISPERDAS, com acessibilidade garantida a todo terminal de microcomputador ligado em rede na SABESP.

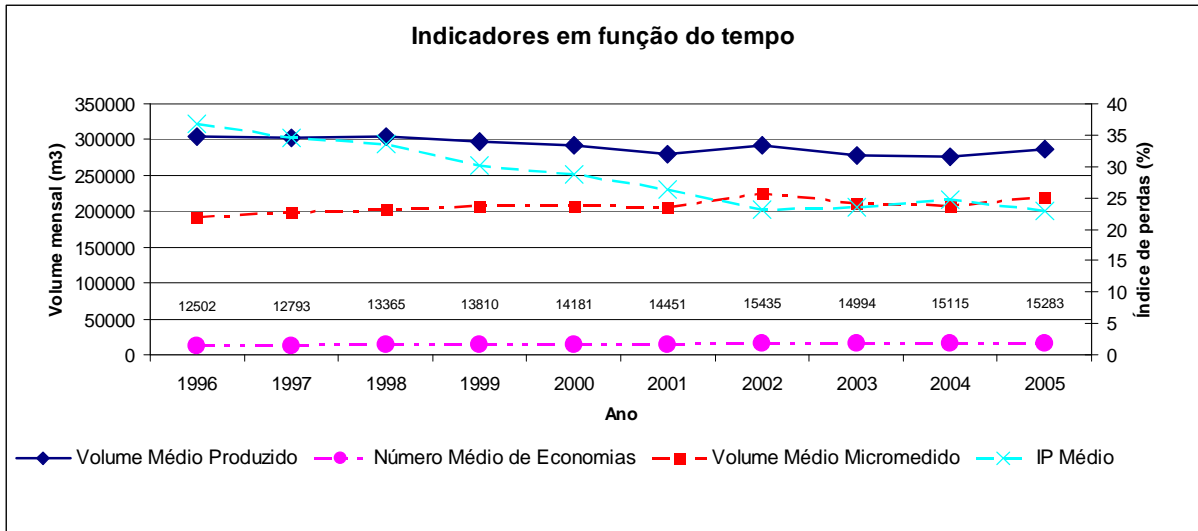


FIGURA 6.26 – Evolução dos indicadores do gerenciamento de perdas para o SAA de Monte Alto.

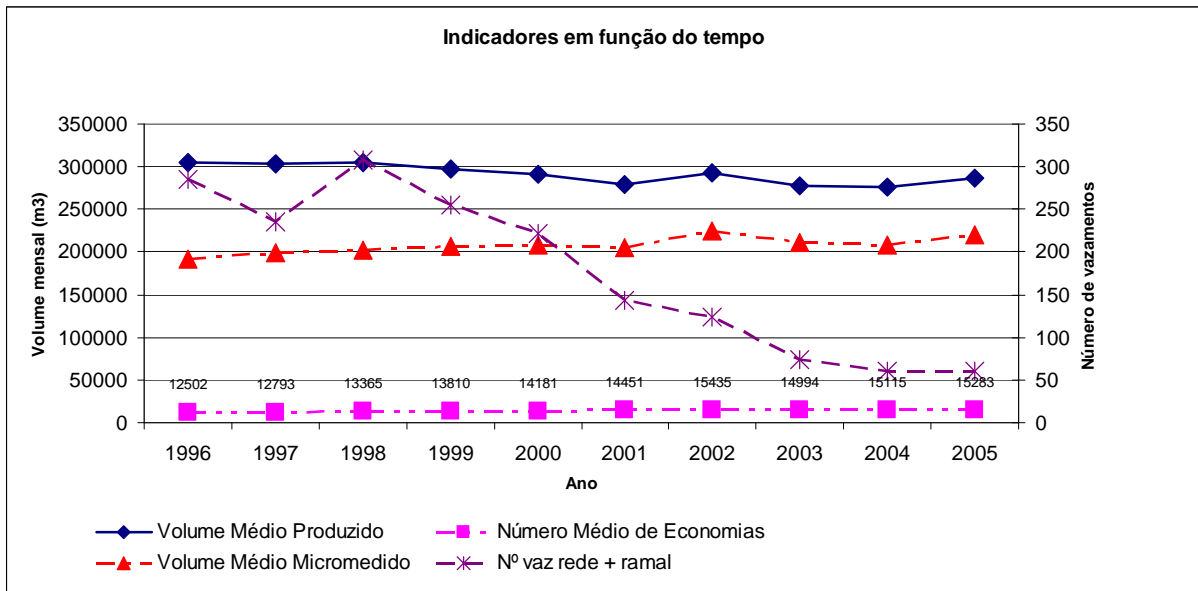


FIGURA 6.27 – Evolução dos indicadores do gerenciamento de perdas para o SAA de Monte Alto.

Embora o gerenciamento contasse com a utilização de poucos indicadores e apenas de nível básico, foi atribuída uma pontuação de 80% pela obtenção de resultados positivos durante o período. A partir de 2003, com a entrada na intranet do SISPERDAS, foi elevada a pontuação para 90%.

b) Registros das Vazões mínimas noturnas, médias, máxima diária e máximas horárias

Até o ano de 2001 procedia-se com a medição das vazões através da leitura direta dos macromedidores tipo eletromagnético.

O sistema de abastecimento de água é dotado de 2 sistemas de medição da vazão instantânea distribuída, permitindo o levantamento das suas faixas de variação ao longo do tempo. Um dos medidores registra o consumo da zona alta, que é abastecida pelo reservatório elevado de 250 m³ e outro o da zona baixa, que é abastecida por 3 reservatórios apoiados de 1500 m³ cada.

A disponibilidade dos registros de vazões para o sistema foi assegurada com a implantação do sistema de Monitoramento On Line desde o ano de 2001. Com o monitoramento é possível dar um tratamento gráfico aos dados, gerando informações mais detalhadas, que propiciam melhores condições de decisão das ações da operação e manutenção.

O Departamento Operacional, sediado em Lins, tem acesso direto ao funcionamento do sistema através de terminais de computador. É possível a verificação das condições instantâneas de funcionamento, conforme pode ser visto na figura 6.28, que ilustra a tela do monitor do microcomputador com acesso ao sistema. Dessa forma são emitidos relatórios com observações de caráter orientativo para o gerenciamento do sistema. A tabulação de todas informações permite o lançamento das informações no SISPERDAS da intranet.

A partir de 2005 foi destinada uma sala exclusivamente para implantação do Centro de Controle Operacional, onde se localizam os painéis de comando, monitores dos macromedidores e terminais de microcomputador para o monitoramento geral do funcionamento. Tudo é permanentemente acompanhado por um técnico da operação.

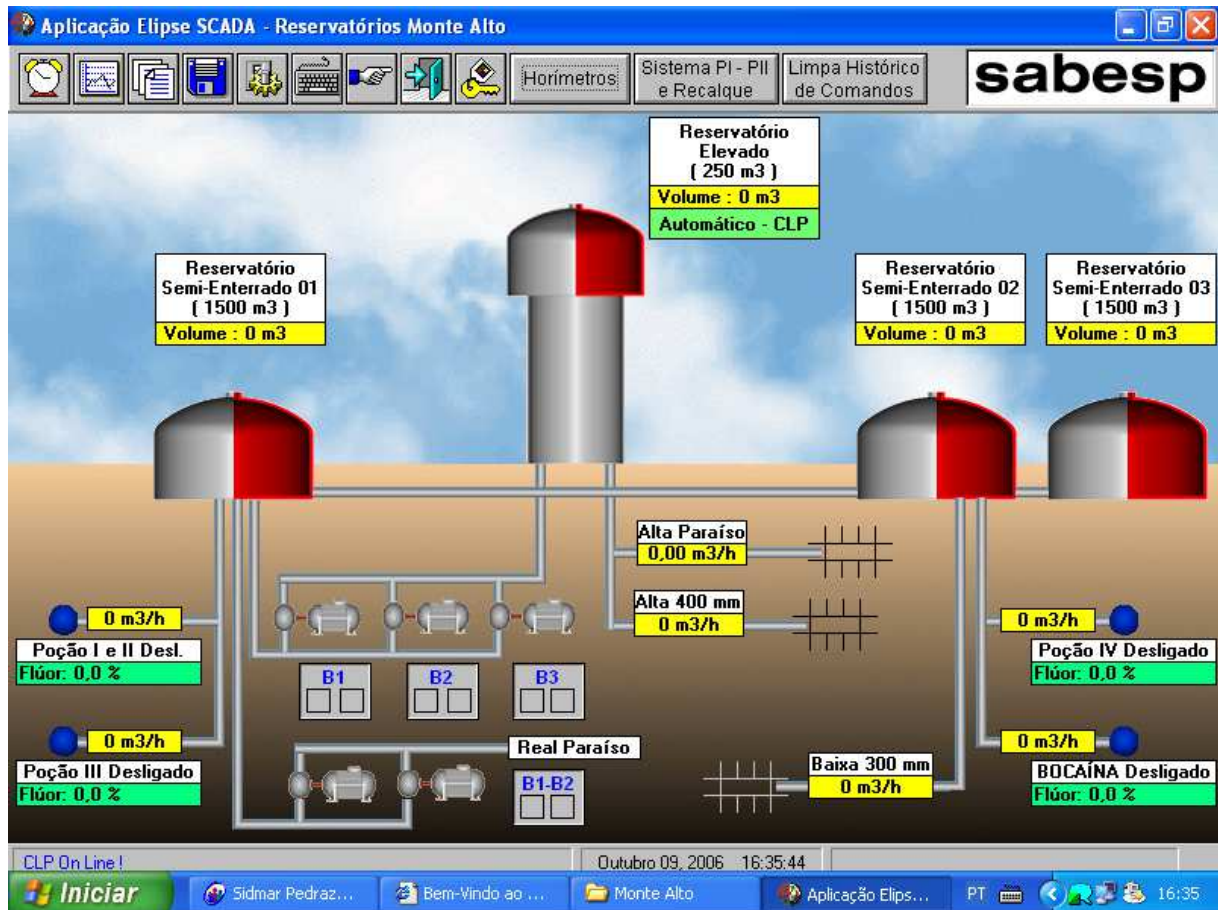


FIGURA 6.28 – Tela do monitoramento on line do SAA de Monte Alto

Até o ano de 2001 foi atribuída uma pontuação de 80% devido à utilização de equipamentos que permitiam a leitura direta das vazões instantâneas. A partir de 2001 até 2005 foi melhorada a pontuação para 90% pela implantação do monitoramento On Line. A partir de 2005 foi atribuída a pontuação máxima pela entrada em operação do Centro de Controle Operacional.

c) Monitoramento ou medida das pressões estáticas e dinâmicas do sistema

Todas as instalações existentes no Sistema de Abastecimento de Água do município de Monte Alto estão ajustadas para que os valores de pressões estejam entre 10 e 40 m.c.a., embora a NBR 12218 de 1994 admita o valor de 50 m.c.a. para a pressão estática máxima no sistema.

A zona alta é abastecida por um Reservatório Elevado com capacidade de 250 m³ visando assegurar o limite inferior de pressão necessário para o abastecimento, que é de 10 m.c.a. A zona baixa é abastecida pelos Reservatórios

Apoiados de 1500 m³ cada, dispendo de setorizações e válvulas redutoras de pressão, visando evitar ultrapassar o limite superior de funcionamento da rede, que é de 40 m.c.a.

As estimativas das pressões disponíveis no sistema são feitas pela leitura dos níveis dos reservatórios, comparando-se com as cotas dos pontos analisados. No caso da pressão dinâmica também é estimada uma perda de carga em função das características da tubulação e vazões consumidas. Deve-se atentar para a existência de Válvulas Redutora de Pressão, que interferem nas estimativas.

As medidas diretas de valores se dão através da instalação de equipamentos nos pontos em que se deseja fazer os registros ou estudar.

Não existem dispositivos fixos que permitem o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água. Sempre que se necessitam leituras das pressões são realizados os procedimentos anteriores.

As Estações Elevatórias de Água possuem válvula com dispositivo tipo pressostato, que indicam a pressão instantânea no ponto. A finalidade é da detecção instantânea de eventual ruptura da adutora, pelo alívio da pressão de trabalho.

Até o ano de 2001 foi atribuída uma pontuação de 50%, pois as medidas de pressão deviam ser feitas de forma indireta. Com a Implantação do Monitoramento On Line, aumentou-se a pontuação para 70% pela facilidade de obtenção de dados. A partir de 2005, com a implantação do Centro de Controle Operacional atribuiu-se uma pontuação de 80%.

d) Análise dos registros dos vazamentos

Desde o ano de 1996 foram abertos vários dossiês solicitando diversos serviços e obras, como remanejamento de rede e ramais, instalação de válvulas redutoras de pressão, setorizações, geofonamentos dentre outros, demonstrando claramente o conhecimento do problema por parte dos gestores da área operacional. A falta de um estudo específico de viabilidade com retorno do investimento pode ter colaborado para o insucesso dessas solicitações. Um trabalho fundamentado tecnicamente, com justificativas plausíveis, obteria sucesso no pleito dos recursos. Nesse sentido a sugestão para que as metas de gerenciamento de

perdas sejam traçadas e respaldadas por estudos de custo-benefício, com previsão de retorno do investimento.

A maior parte dos dossiês pesquisados registra quase sempre a inviabilização de recursos nos orçamentos de investimentos da Superintendência para combate a vazamentos e a execução dos serviços com mão-de-obra própria da Gerência em um prazo mais dilatado. Isso revela o comprometimento daqueles que mais de perto vivenciam o problema. A existência de indicadores possibilita o estabelecimento de desafios a serem vencidos, motivando o operador até ao imprevisto, mas determinado ao combate aos vazamentos, superando metas.

Não é comum a destinação de recursos específicos para o combate a perdas, devido principalmente à dificuldade de se enxergar a redução das despesas com o emprego de um programa de combate a vazamentos.

Um projeto mal concebido ou executado pode não surtir os efeitos esperados, gerando até descrédito dentro do planejamento empresarial com relação a ações similares. Para que um projeto encontre respaldo da administração da empresa é necessário um trabalho subsidiado por registros de ocorrências, muito bem caracterizado quantitativa e qualitativamente, com viabilidade econômica e que encontre sustentabilidade econômica e ambiental. O ambiente em que se encontram os dispositivos e materiais de um sistema de distribuição de água, com variações de pressão, exposição ao solo, sol, água, ar e intempéries, contribuem para a redução da sua vida útil, pois existem situações fatigantes aos materiais. É de se esperar no decorrer do tempo a necessidade de uma programação sistemática de reparos e substituição de materiais. Dessa forma um programa para controle e combate de perdas não pode ser uma ação localizada pontualmente no tempo, mas sim o estabelecimento de um plano permanente de ações, que visam manter os indicadores em níveis aceitáveis.

Durante os anos de 2002, 2003 e até o mês de abril de 2004 foram feitos registros de todas as ocorrências de vazamentos no sistema em planilha tipo Excel. O lançamento das ocorrências em uma planilha permite a elaboração de gráficos que facilitam a análise das informações. Com a análise mais precisa possível se obtém uma maior probabilidade do alcance dos objetivos do projeto ou programa.

Estão representadas nas figuras 6.29, 6.30 e 6.31 as ocorrências de consertos de vazamentos na rede de distribuição durante o ano de 2002, extraídos diretamente do levantamento dos registros das planilhas. Vale observar que a extensão da rede em PVC é bastante superior aos outros materiais, por isso é esperado um número maior de vazamentos.

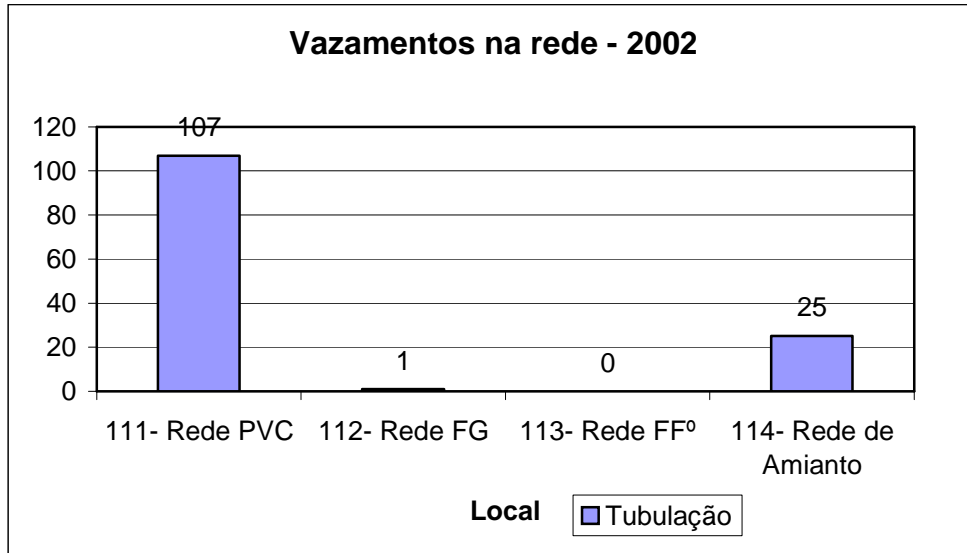


FIGURA 6.29 – Número de vazamentos na tubulação no ano de 2002 no SAA de Monte Alto - SP

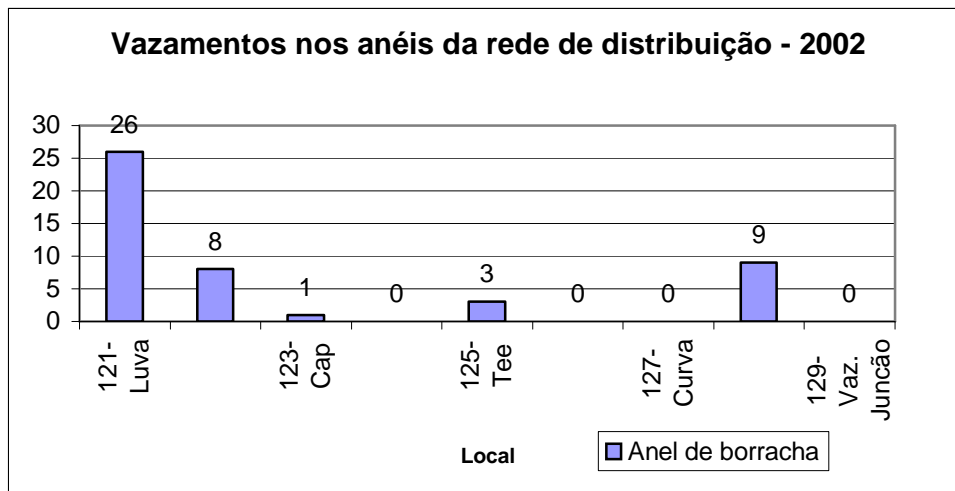


FIGURA 6.30 - Número de vazamentos nos anéis da tubulação e conexões no ano de 2002 no SAA de Monte Alto - SP

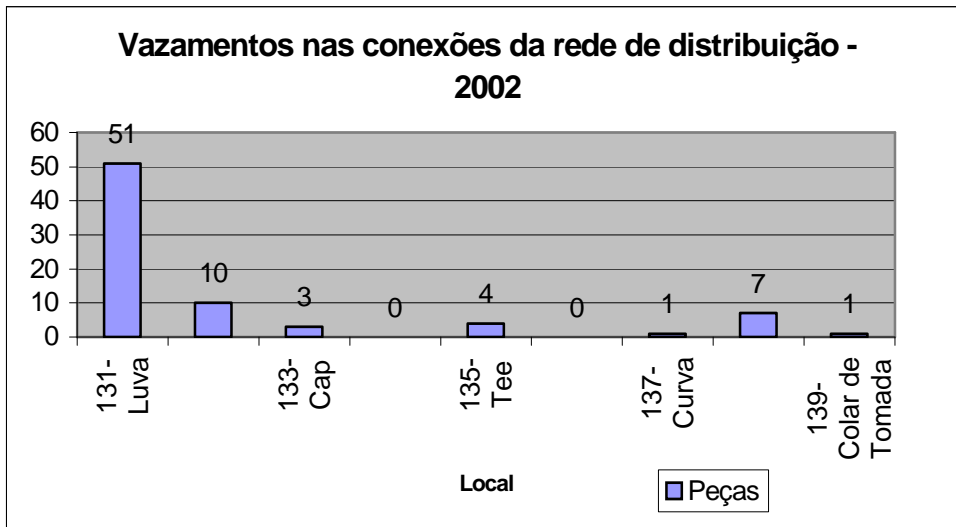


FIGURA 6.31 – Número de vazamentos nas conexões no ano de 2002 no SAA de Monte Alto - SP

A finalidade da apresentação dos exemplos das figuras 6.29 a 6.31 é demonstrar a facilidade de visualização do panorama, permitindo traçar estratégias no gerenciamento sem a necessidade do levantamento de dados em numerosas fichas de registros.

Os dados que foram levantados possibilitam identificar e planejar ações visando o combate aos vazamentos.

Uma vez convenientemente disponibilizados os dados, torna-se de grande facilidade a geração de gráficos para avaliação das causas de ocorrências. Para o gerenciamento é considerada de grande importância a facilidade de acesso às informações.

Como todo serviço elaborado por funcionário da SABESP necessita de programação através de Solicitação de Serviço, é possível levantar onde, quando, como e quantos eventos se deram. Mas o lançamento dos dados de anos de serviços pode ser trabalhoso e impede o uso dessa importante ferramenta no planejamento estratégico do combate a perdas, que é uma visão panorâmica gerada pelo tratamento gráfico das informações. Muitas das ações que poderiam ser eficazes em um dado momento, decorrido o tempo não oferecem viabilidade de aplicação.

A partir do ano de 2003 passou a ser exigido em complemento à solicitação de serviço (S.S.), o preenchimento da folha de campo do SRF – Sistema de Registro de falhas, conforme figura 6.32.


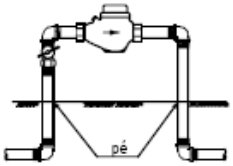

 SISTEMA DE REGISTRO DE FALHAS - FOLHA DE CAMPO		Código da Equipe de Campo: _____
Reparo de Vazamentos - Número da S.S.: _____		Data: _____
		Nº. da Foto: _____
1. INFORMAÇÕES GERAIS:		
Vazamento é visível? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Via com tráfego: <input type="checkbox"/> Intenso <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Leve		
Material da vala: <input type="checkbox"/> Terra pura <input type="checkbox"/> Terra com entulho <input type="checkbox"/> Terra com pedregulhos		
Pressão no Cavalete em metros:		
Antes do reparo: _____ mca Após o reparo: _____ mca		
2. VAZAMENTO EM CAVALETE:		
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca ou furo no pé <input type="checkbox"/> Nas juntas <input type="checkbox"/> Trinca nas conexões <input type="checkbox"/> No registro Material do cavalete: <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Polipropileno <input type="checkbox"/> Galvanizado		
3. VAZAMENTO NA REDE:		
Diâmetro: _____ mm		
Profundidade: _____ cm		
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca no Tubo <input type="checkbox"/> Furo no Tubo <input type="checkbox"/> Juntas <input type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Conexões (Tê/curva/lua/cruzeta)		
Material da rede: <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> FoFo <input type="checkbox"/> Amianto <input type="checkbox"/> Aço <input type="checkbox"/> PEAD		
Posição da rede: <input type="checkbox"/> Rua <input type="checkbox"/> Passeio		
4. VAZAMENTO EM RAMAL:		
		
Posição do vazamento: <input type="checkbox"/> Rua <input type="checkbox"/> Passeio		
Serviço executado: <input type="checkbox"/> Reparo <input type="checkbox"/> Troca do Ramal		
Profundidade no ponto do vazamento: _____ cm		
<input type="checkbox"/> <i>Tubo do ramal</i>		
<input type="checkbox"/> <i>Outras conexões</i>		
Fabricante: _____		
Material: <input type="checkbox"/> FoFo <input type="checkbox"/> PEAD preto <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> PEAD azul		
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Furo no tubo <input type="checkbox"/> Corte no tubo <input type="checkbox"/> Corte na extremidade do tubo <input type="checkbox"/> Desengate junto ao adaptador		
Fabricante: _____		
Material: <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Polipropileno <input type="checkbox"/> Latão <input type="checkbox"/> FoFo <input type="checkbox"/> PVC		
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca no Adaptador <input type="checkbox"/> Trinca no Cotovelo <input type="checkbox"/> Trinca na Conexão <input type="checkbox"/> Trinca na União <input type="checkbox"/> Trinca na Luva <input type="checkbox"/> Vazamento na junta mecânica <input type="checkbox"/> Vazamento na junta rosqueada		
<input type="checkbox"/> <i>Registro Broca/Macho OU Ferrule</i>		
<input type="checkbox"/> <i>Colar de tomada OU Tê de Serviço</i>		
Fabricante: _____		
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Trinca no registro broca/macho <input type="checkbox"/> Trinca no ferrule <input type="checkbox"/> Vazamento pela haste <input type="checkbox"/> Vazamento junta do colar/tubo		
Fabricante: _____		
Material: <input type="checkbox"/> Latão <input type="checkbox"/> Polipropileno		
Tipo de vazamento: <input type="checkbox"/> Deslocamento <input type="checkbox"/> Quebra no corpo <input type="checkbox"/> Quebra na trava <input type="checkbox"/> Vazamento vedação c/ Tubo		
Material: <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Polipropileno <input type="checkbox"/> FoFo		

FIGURA 6.32 – Ficha do Sistema de Registro de Falhas em uso pela SABESP

Informações que devem constar do documento:

- Completa identificação do local e trecho da obra;
- Esquema da tubulação instalada incluindo as interferências encontradas no trecho;
- Diagnóstico da falha que provocou o vazamento e solicitação de reparo pela Sabesp (quando for o caso);
- Completa identificação e quantificação dos tubos e conexões utilizados, incluindo o DN, classe de pressão, nomes dos fabricantes dos tubos e conexões e códigos que permitam rastrear as produções

dos tubos e conexões nos sistemas da qualidade dos fabricantes. Esses códigos encontram-se marcados nos tubos e conexões;

- Descrição do terreno onde o tubo está assentado, incluindo as condições do fundo da vala, a presença ou não de água, o solo com que foi realizado o reaterro e o procedimento de compactação;
- No caso de reparos de ramal predial, verificar se a Solicitação de Serviço (SS está acompanhada da “Folha de Campo” do SRF (Sistema de Registro de Falhas) e preenchê-la devidamente, segundo instruções repassadas pelo Encarregado).

Até o ano de 2002 foi atribuída uma pontuação de 50% pela forma de registro dos vazamentos apenas em fichas de solicitação de serviços. A partir de 2002 passou a ocorrer o registro detalhado em planilhas, recebendo uma pontuação de 70%. A partir de 2003, com o Sistema de Registro de Falhas e a entrada na intranet do SISPERDAS foi melhorada a pontuação para 90%. A partir de 2004, com o fim do registro em planilhas, foi reduzida a pontuação para 80%.

O quadro 6.6 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado na figura 6.33.

Quadro 6.6 – Resumo do gerenciamento dos métodos de avaliação de perdas no SAA de Monte Alto - SP.

Subitens dos métodos de avaliação de perdas	Avaliação de Perdas
a) Indicadores	↑ em 2003 - Entrada na Intranet do SISPERDAS
b) Registros das Vazões mínimas noturnas, Vazões médias, Vazões máximas diárias e Vazões máximas horárias	↑ 2001 - Implantação do Monitoramento On Line; ↑ em 2005 - Implantação do Centro de Controle Operacional
c) Monitoramento ou medida das pressões estáticas e dinâmicas do sistema	↑ 2001 - Implantação do Monitoramento On Line; ↑ em 2005 - Implantação do Centro de Controle Operacional
d) Análise dos registros dos vazamentos	↑ em 2002 - Registro detalhado em planilhas; ↑ em 2003 - Ficha com Sistema de Registro de Falhas; ↑ em 2003 - Entrada na Intranet do SISPERDAS; ↓ em 2004 - Parada do registro em planilhas

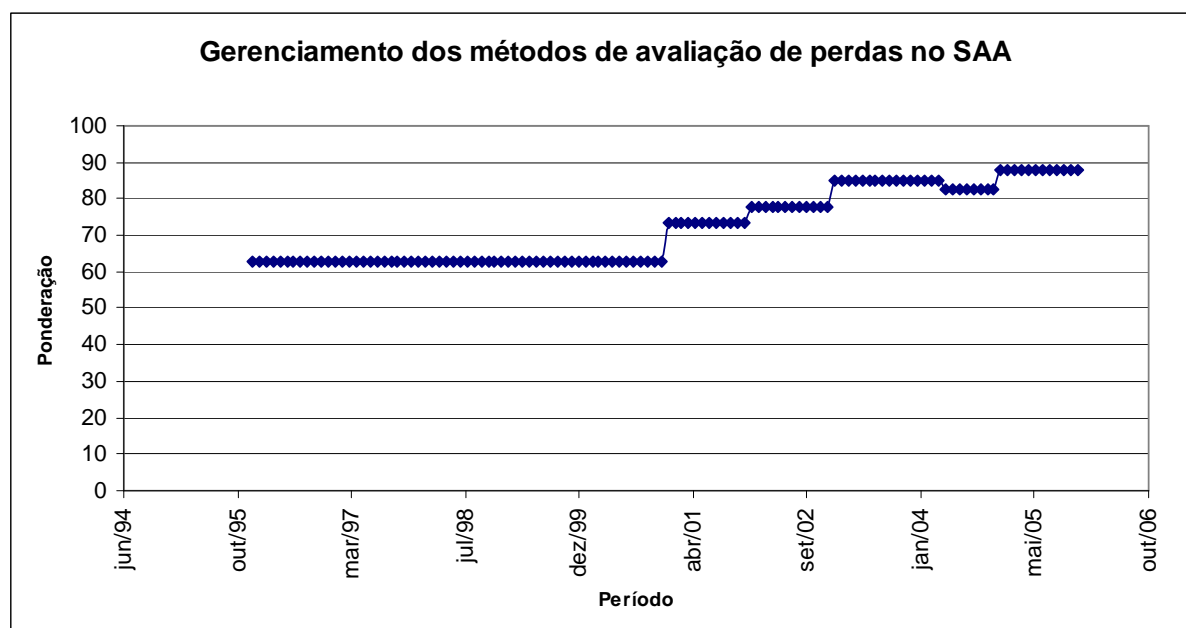


FIGURA 6.33 – Indicador da eficiência do sistema de avaliação e controle de perdas no SAA

6.4 - Priorização dos locais de combate às perdas no SAA

Através da rotina de trabalho da SABESP é possível verificar que o registro de vazamentos sempre é feito, uma vez que para realizar o reparo ocorre o preenchimento da solicitação de serviço em impresso apropriado. Entre janeiro de 2002 e abril de 2004 houve o lançamento das ocorrências em planilhas que permitiram uma quantificação e caracterização dos vazamentos.

O lançamento dos vazamentos em uma planta cadastral permitiria uma rápida visualização das regiões de maior ocorrência. Para a equipe operacional isso talvez não tenha sido necessário pelo conhecimento da situação devido às experiências do dia a dia. Mas para o gerenciamento de perdas é uma condição importante, uma vez que oferece maior clareza das informações.

Pela análise dos dossiês disponíveis foi possível constatar que a maior parte das ocorrências de vazamentos estava nos ramais. A Gerência de Monte Alto manteve uma postura voltada ao remanejamento ou troca dos ramais com defeitos, ou de forma preventiva aos que apresentavam maior possibilidade de falha.

- a) Locais de maior incidência de vazamentos nos últimos doze meses
 - i) Estudo de remanejamento

O remanejamento da rede de distribuição, mais do que qualquer outra intervenção na rede, exige um cadastro confiável, com precisão das informações. Muitas vezes é necessária a remoção do pavimento, troca dos ramais, alteração da localização das válvulas do setor, sem contar com todas as interferências nas outras redes existentes: rede coletora de esgotos, galeria de águas pluviais, e outras. Tudo deve ser feito minimizando o prejuízo ao abastecimento.

O projeto deve possibilitar uma obra que atenda à expectativa de redução dos vazamentos, respaldado nas normas técnicas referentes ao assunto, contemplando os aspectos de segurança, reconstituição de pavimentos, interferências e instalação de dispositivos necessários ao sistema, mesmo que inexistente na rede substituída, como registros para descarga e manobra, ventosas, válvulas redutoras de pressão e outras. Deve-se atentar para o teste de estanqueidade e a confiabilidade do cadastro da obra ou “as built”.

A viabilização de um projeto de remanejamento da rede de distribuição depende de uma série de informações e levantamentos muitas vezes de difícil obtenção, principalmente se não existe um registro permanente das intervenções e reparos realizados. Pode até ser necessária a realização de abertura de valas em ruas pavimentadas.

O alto índice de vazamentos ocorridos em uma região com rede de fibrocimento levou o Setor Técnico a solicitar o estudo para remanejamento com troca desse material da tubulação, conforme registros no Dossiê nº 97/087.055 – 3ª Etapa do município de Monte Alto. A intenção era viabilizar o projeto e recursos para execução da obra.

Na contracapa do dossiê existia anexa uma lista com descrição de vazamentos, como reproduzido na tabela 6.11:

TABELA 6.11 – Registro de ocorrências em trecho de rua do município

Rua Coronel Pires Penteado – extensão de aproximadamente 1300 m		
Dia	Nº da S.S.	Local do vazamento
05/02	1487	Vazamento na rua
25/02	2088	Vazamento na rua
06/03	2778	Vazamento na rua
19/02	2075	Vazamento na rua

Rua Coronel Pires Penteado – extensão de aproximadamente 1300 m		
18/02	2067	Vazamento na rua
17/02	1938	Vazamento na rua
02/02	1326	Vazamento na rua
02/02	2235	Vazamento na rua
09/02	1535	Vazamento na rua
21/03	3435	Vazamento na rua
12/05	5668	Vazamento na rua

Fonte – SABESP (2006)

A finalização do dossiê se dá com a informação de que seriam feitos estudos e orçamentos para execução dos serviços de remanejamento das redes de água e esgotos de todo o município, devendo, portanto, ocorrer o arquivamento.

O planejamento da Superintendência de Lins ocorre através de reuniões com todo o corpo gerencial, onde são analisadas as demandas de cada município e então estabelecida uma lista hierarquizada para destinação de recursos, tanto para o ano corrente como para os próximos.

Desde o final da década de 90 tem sido destinada uma parcela significativa do orçamento para a implantação de Sistemas de Tratamento de Esgotos nos municípios remanescentes dentre os 83 atendidos pela Superintendência de Lins, que ainda possuem o lançamento de esgotos “in natura”.

Pôde-se perceber que não existia prioridade na destinação de recursos ao remanejamento da rede de água, pelo tempo transcorrido e pela dificuldade de contemplação junto ao Plano de Investimento da SABESP.

A relação de vazamentos mencionada demonstra 08 vazamentos no mês de fevereiro em uma rua de aproximadamente 1300 metros que representa apenas 1% da rede de distribuição de água. Se for comparado com o número total de vazamentos apenas em rede que foi de 21, chega-se à concentração de 38 % dos vazamentos em apenas 1% da rede, tornando perfeitamente clara a necessidade de ações localizadas. Nesse caso, o estudo de viabilidade com retorno do investimento provavelmente subsidiasse a defesa do projeto e destinação de recursos no Plano de Investimentos.

Não é possível saber se o próprio projeto de engenharia do remanejamento foi adiado pela falta de expectativa da destinação de recursos no Plano de Investimentos ou pela existência de outra demanda com maior prioridade.

As obras foram novamente pleiteadas pelo Setor Técnico, pela relevância do serviço no combate às perdas. Dessa vez as ações foram registradas no Dossiê nº 00/087.050 – 3ª Fase do município de Monte Alto. Mas outra vez não se obteve destinação de recursos.

Comparando-se o cenário de 1998 com o de 2000 verifica-se que, relativamente, houve uma melhora dos indicadores: em fevereiro de 1998 o Índice de Perdas do município era de 38,19% com 21 vazamentos na rede, já em agosto de 2000, era 30,66% com 15 vazamentos. Embora o dossiê ainda permaneça aberto, parece que devido aos melhores resultados obtidos na redução no Índice de Perdas essa ação não é mais vista com tanta importância.

Ações de menor custo parecem levar a melhores relações custo-benefício.

ii) Troca de ramais

Diante do histórico de consertos de ramais de PEAD ocorridos em 1997 o Setor Técnico buscou a execução da troca de ramais para PVC. As ações desencadeadas estão citadas no dossiê nº 97/087.018 – Troca de ramais. As fichas de controle de serviços da equipe de manutenção anexadas mostram a ocorrência de 9 vazamentos em rede de distribuição e 265 em ramais, apenas para o mês de março de 1997. Foi também elaborada uma planilha de orçamento para a troca de 1177 ramais de água, com um custo estimado para a realização total do serviço de R\$ 252.717,87. A justificativa mencionada foi do elevado número de vazamentos visíveis, devidos à utilização de material de má qualidade, com as seguintes implicações: perdas de água na distribuição; custos operacionais elevados e a queda da imagem da companhia perante os clientes.

Toda contratação de empreendimentos da Superintendência Regional deve ser gerenciada pelo Departamento de Empreendimentos sediado em Lins. Tendo analisado o processo houve o retorno para a Gerência de Monte Alto com a informação da existência de uma maior complexidade de contratação de obras com valores acima de R\$ 154.000,00, que era o limite para a modalidade de convite em licitações. A licitação na modalidade tomada de preços (acima do valor citado) é

relativamente morosa, implicando em certos casos em prazos da ordem de 3 meses. Ocorre a sugestão da tentativa de redução de custos para facilitar a contratação.

A gerência opta pela execução parcial do serviço (60,90%), por julgar a planilha espelhando a realidade, não convindo cortes no orçamento. Em seguida faz o encaminhamento de volta ao Departamento de Empreendimentos para continuidade no processo de contratação.

As obras foram contratadas e gerenciadas através do dossiê nº 97/082.119.

iii) Estudo para troca de ramais

Devido à grande incidência de vazamentos em ramais localizados no Jardim Laranjeiras, foi planejado pelo Setor Técnico a troca de todos os ramais da localidade (dossiê nº 00/087.049).

Com vistas à previsão de recursos o Setor Técnico informa ao Departamento de Empreendimentos a relação da quantidade de intervenções no Sistema de Distribuição de água do Parque Residencial Laranjeiras e o custo orçado da obra de R\$ 68.072,69.

Foi também informado o número de vazamentos em ramais mensais: junho = 06; julho = 09; agosto = 11, num total de 484 ramais do bairro; e o número de ramais já trocados por funcionários que era igual a 26.

Para subsidiar a justificativa da obra procedeu-se com a instalação de um distrito pitométrico abrangendo a área do bairro Jardim Laranjeiras. Fechando-se o registro de suprimento do bairro das 22:00 às 8:00 hs, detectou-se uma redução de 2,10 m³/s na vazão mínima noturna. A figura 6.34 ilustra o histórico de vazões ocorridas cobrindo todo o período.

A seguir observa-se a curva da vazão noturna medida nos dias 29, 30 e 31 de agosto e 01 de setembro de 2000, onde se percebe uma redução de 2,10 m³/h nesse dia, atribuída ao fechamento do abastecimento do distrito.

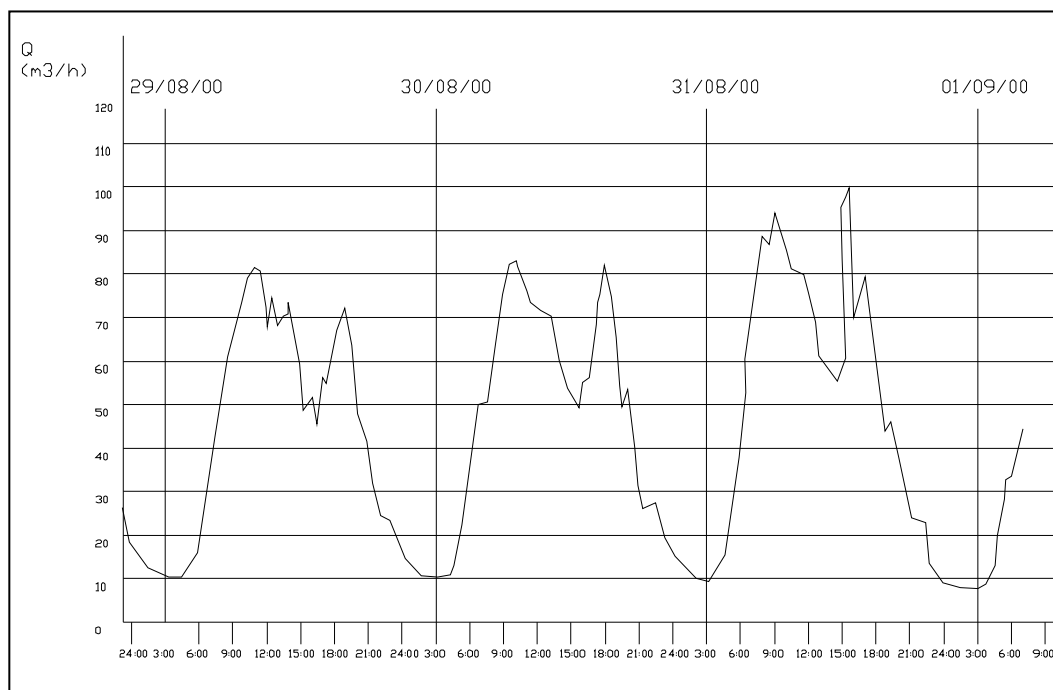


FIGURA 6.34 – Registro das vazões com cobertura do Bairro Jardim Laranjeiras

Estimando-se o consumo mínimo noturno por ligação, obteve-se:

$$\text{Cons. Mín./lig} = 2,10 \text{ m}^3/\text{h} : 484 \text{ lig} = 0,00434 \text{ m}^3/\text{h/lig} = 4,34 \text{ L/h/lig}$$

Nessas condições segundo o parecer do Setor Técnico foi previsto um índice de perdas de 24%.

Estimando-se o consumo mínimo noturno por Km de rede, obteve-se:

$$\text{Cons. Mín./Km} = 2,10 \text{ m}^3/\text{h} : 4,364 \text{ Km} = 0,481 \text{ m}^3/\text{h/km} = 481 \text{ L/h/Km}$$

Já através deste indicador foi projetado um índice de perdas de 25%.

Existia a informação de que os parâmetros foram obtidos em função da análise dos volumes do Distrito Pitométrico instalado. O parecer conclui que as perdas decorrentes dos ramais nesse bairro não requeriam as trocas com o investimento previsto, por estarem abaixo do limite de todo o sistema.

O dossiê é encerrado com a informação do Departamento Técnico ao Setor Técnico que haveria a inclusão da obra no plano de desenvolvimento operacional da SABESP de Lins para o ano de 2001.

Como sempre houve a preocupação com o combate às perdas concentrando as ações nos locais com maior incidência de perdas ao longo dos

últimos meses foi considerado o atendimento de forma satisfatória, sendo atribuída a pontuação de 100% para todo o período.

b) Regiões ou áreas com pressões elevadas

Todo projeto de ampliação do sistema de abastecimento de água é analisado com a exigência ao atendimento dos limites de pressão estabelecidos pelas normas técnicas da ABNT, que exige a pressão mínima dinâmica de 10 m.c.a. e máxima estática de 50 m.c.a.

A pressão dinâmica é aquela obtida em condições críticas de abastecimento dos imóveis, ou seja, no horário de consumo máximo durante o dia, com o sistema de reservação em nível mínimo. A pressão estática é a diferença de cota entre o nível máximo do sistema de reservação e a tubulação.

Como pode ser visto na figura 6.35, uma vez que a pressão estática máxima é função do desnível entre os pontos mais baixos e mais altos do setor de abastecimento, quanto maior o setor maior a tendência de pressões mais elevadas.

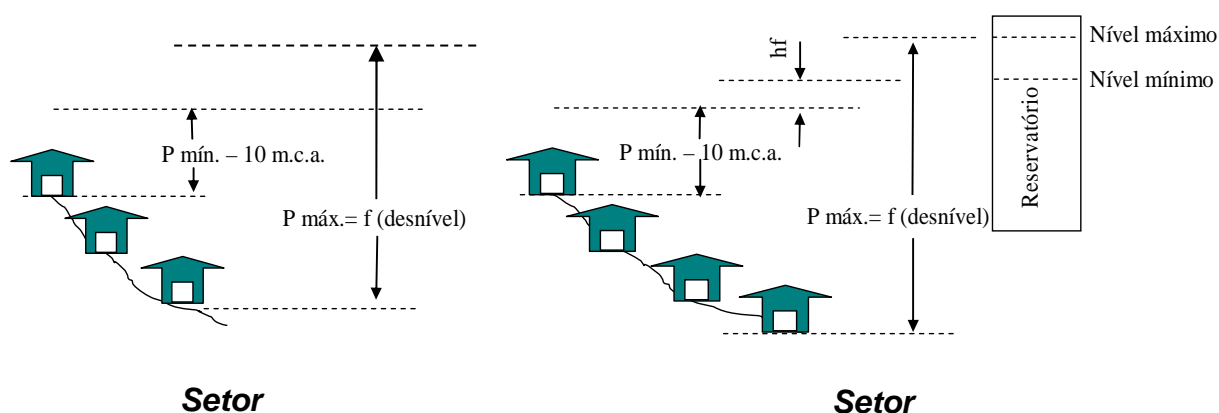


FIGURA 6.35 – Esquema das pressões em dois setores de abastecimento do SAA

Em sistemas com pressurizadoras, ou seja, onde existe a necessidade de instalação de bombas para o incremento de pressão no abastecimento, esses valores são estimados em função também do equipamento instalado.

Para combate das perdas em locais de pressões mais elevadas também foram levantados serviços e obras com registros em dossiês, conforme descrito a seguir.

i) Setorização

Tendo como justificativas as melhorias nas condições de manutenção, as reduções do consumo de energia elétrica e das pressões estáticas e dinâmicas nas redes de água, e conseqüentemente com menores perdas de água, foi proposto pelo Setor Técnico a Setorização do sistema Isolado: Jardim Bela Vista e Jardim Vera Cruz, tratada pelo dossiê nº 97/087.066.

A solicitação de elaboração do projeto foi feita ao Departamento de Empreendimentos. Porém, como não houve condições de priorização em função de outras demandas da Superintendência, o Setor Técnico encaminha o dossiê aos funcionários encarregados da manutenção, pedindo para analisarem em conjunto os locais adequados para setorização do loteamento Vera Cruz.

A indicação do arquivamento do dossiê após ações diretas do setor de operação sugere a realização do serviço com mão de obra própria.

ii) Setorização com instalação de Válvulas Redutoras de Pressão

Em abril de 2002, o Departamento Técnico da Superintendência planejou e iniciou o processo para aquisição de Válvulas Redutoras de Pressão para 5 setores de abastecimento da cidade de Monte Alto, visando melhorar as condições de pressão do sistema.

De forma simplificada a tabela 6.12 demonstra as condições estabelecidas para funcionamento dos equipamentos.

TABELA 6.12 – Dimensionamento de Válvulas Redutoras de Pressão para 5 bairros do SAA

Dimensionamento de Válvulas Redutoras de Pressão													
Item	Válv.	Localização	Vazões								Ø	Pressão (m.c.a.)	
			Mínima		Média		Máx. Diária		Máx. Horária			Entrada	Saída
			L/s	m ³ /h	L/s	m ³ /h	L/s	m ³ /h	L/s	m ³ /h			
1	VRP1	C.H.Vale dos Sonhos	0,48	1,73	1,92	6,91	2,40	8,63	3,60	12,95	50	39,00	15,00
2	VRP2	Jd. Bela Vista do Mirante	0,07	0,26	0,29	1,05	0,36	1,31	0,55	1,97	50	40,00	15,00
3	VRP3	Jardim Tangará	0,10	0,41	0,45	1,62	0,56	2,03	0,85	3,04	50	42,00	15,00
4	VRP4	Jardim Primavera	0,60	2,15	2,39	8,60	2,98	10,74	4,48	16,12	50	40,00	15,00
5	VRP5	Jardim Canaã	0,10	0,35	0,39	1,40	0,49	1,75	0,73	2,63	50	25,00	15,00

Fonte – SABESP (2006)

Em agosto de 2002 concluiu-se o processo de aquisição, com testes e aceite da SABESP, sendo então os equipamentos enviados para o Setor Técnico de Monte Alto.

Todos os serviços necessários para efetuar a setorização e instalação das VRP's foram executados com mão de obra própria do Setor Técnico de Monte Alto.

Como se pode observar no apêndice III, que apresenta todos os materiais, equipamentos e serviços necessários, tudo foi realizado num período de 27 dias no mês de outubro, com no máximo 3 funcionários. Pode-se verificar que, excetuando as válvulas redutoras de pressão que apresentam custo mais elevado, os demais materiais e equipamentos utilizados são comuns nos sistemas de abastecimento de água.

Uma estimativa razoável de custo para uma válvula redutora de pressão, apresentada pelo Departamento Operacional da SABESP de Lins para o mês de outubro de 2006, é de R\$ 1.200,00 por unidade, para equipamentos com diâmetro 50 mm. O preço se eleva para cerca de R\$ 5.000,00 por unidade se for escolhido uma válvula redutora de pressão com piloto automático, que permite programar variações ao longo do tempo bem como enviar informações a um terminal de microcomputador.

Admitindo-se que existe uma relação praticamente de proporcionalidade entre a vazão perdida e a pressão, pode-se constatar que o retorno do investimento na redução da pressão ocorre em um período pequeno de tempo.

O gráfico da figura 6.26, citada anteriormente, onde é demonstrada a evolução do índice de perdas ao longo do tempo, é indicativo da redução e estabilização do valor desse indicador a partir de outubro de 2002.

A figura 6.26, que demonstra o número de vazamentos na rede e ramais, também fornece subsídios para a sustentação da hipótese do peso do controle de pressão na redução das perdas.

O que se pode observar é que após a implantação das válvulas redutoras de pressão e setorização o Índice de Perdas que vinha caindo estabilizou-se numa faixa de valores entre 23 e 25%, mantidas até o ano de 2005. O número médio de vazamentos reduziu de 124 no ano de 2002 para 74 no ano de 2003. Não se pode perder de vista que ocorreram outras medidas simultaneamente no gerenciamento das perdas, como a troca de ramais.

Embora não tenha sido verificada a existência de uma planta geral com os setores de abastecimento, áreas de cobertura das válvulas redutoras de pressão instaladas e suas delimitações, que possibilitariam visualizar as pressões de operação do sistema, até o ano de 2002 foi atribuída uma pontuação de 70%, pela observação da busca da melhoria das condições de pressão através de setorização. A partir de 2002 foi elevada a pontuação para 80% pela setorização com instalação de válvulas redutoras de pressão em 5 setores, que notadamente contribuíram para melhoria dos indicadores.

c) Locais de solo ruim ou maior tráfego de veículos

No período analisado, de uma forma geral, não foi constatada a necessidade de ações específicas para o combate de perdas devidas a condições de solo ruim e maior tráfego de veículos. Porém, no dossiê nº 02/087.037 que aborda o Remanejamento de Rede de Água e Esgoto das Ruas João Veroneze e Júlia E. Pavanelli no Bairro Bela Vista do Mirante foi verificada a interferência das condições de conservação do solo sobre o gerenciamento de perdas.

A falta de pavimentação e galerias adequadas para drenagem das águas pluviais provocaram grandes erosões no sistema viário devido à ocorrência de intensas precipitações.

De imediato foi buscada a parceria junto à Prefeitura Municipal para reconstrução das ruas junto com as redes afetadas, alertando-se sobre a falta de abastecimento da população e danos ambientais pelo escoamento de esgotos a céu aberto. Foi também elaborado um relatório fotográfico demonstrando os danos devido à erosão na rua sem pavimentação. A rede coletora de esgotos e a galeria de águas pluviais foram totalmente danificadas. A rede de distribuição de água estava suspensa (sem sustentação) e com as ligações improvisadas e vazamentos visíveis conforme ilustra as figuras 6.38 e 6.39.



FIGURA 6.38 – Vazamento na rede de água após a erosão



FIGURA 6.39 – Situação da rede de água após a erosão

A situação ideal para a execução dos reparos de forma definitiva pela SABESP estava associada com a reconstrução da rua pela Prefeitura Municipal, pois a estabilidade da tubulação e peças, proteção contra a exposição ao tempo e ao vandalismo, dependiam do recobrimento e adequada compactação pelo solo da via.

Embora houvesse a reiteração da solicitação junto à prefeitura, só foi possível a conclusão do serviço em novembro, nove meses após ter sido levantado o problema.

O atraso na solução do problema ficou vinculado aos serviços da Prefeitura Municipal, que não apresentava condições de fazer a sua parte na ocasião oportuna.

Algumas informações adicionais integrantes do dossiê, que foram julgadas importantes estão listadas abaixo:

- Planilha com o balanço de materiais utilizados;
- A obra foi realizada com mão de obra própria e utilizando material de manutenção;
- Cadastro da rede abandonada para baixa contábil e rede nova para lançamento na relação de Bens Patrimoniais.

A influência no índice de perdas talvez não tenha sido considerável, isso porque mesmo em condições precárias das instalações da rede de distribuição de água foi assegurada a união de todas as peças e tubulações. A desarticulação de qualquer das partes do sistema, pelo colapso da sustentação poderia trazer graves danos ao abastecimento, aumento das perdas e até sinistros.

A declividade da ordem de 6%, as inadequadas condições do sistema de galerias de águas pluviais e a falta de pavimentação, permanentemente contribuirão para a erosão e destruição do sistema viário do bairro e conseqüentemente da infraestrutura.

A figura 6.40 apresentada demonstra que nada ainda foi feito para por fim ao problema, que tem possibilidade de ressurgimento junto com as chuvas.



FIGURA 6.40 – Imagem da área suscetível à erosão em Monte Alto - SP

É possível verificar claramente a inter-relação da rede de água, esgotos, águas pluviais. O inadequado funcionamento ou inexistência de uma parte afeta diretamente a outra, sendo viável a implantação em conjunto de todo o sistema.

As condições que se encontravam a via pública dificultavam ou praticamente impossibilitavam o tráfego de veículos, não tendo implicações nos danos à rede de água.

De maneira geral o tráfego de veículos não tem contribuído para a danificação da rede de distribuição de água do município, mas as erosões têm acontecido em bairros com vias sem pavimentação e com declividades elevadas. A solução adequada ao problema nem sempre é compatibilizada cronologicamente com a necessidade do caso, levando muitas vezes ao imprevisto ou até o contorno do problema com o remanejamento da rede para fora da erosão.

Foi atribuída uma pontuação de 90% para esse subitem porque embora o problema verificado no período não tenha sido efetivamente resolvido no menor tempo possível, foi assegurado o suprimento de água, mesmo que de forma improvisada.

d) Locais com a rede mais antiga

Até a década de 60 todo sistema de distribuição de água era executado em tubulações de ferro fundido ou cimento-amianto. Os ramais eram executados em tubos de aço galvanizado. Os ramais de aço galvanizado apresentam uma vida útil relativamente pequena se comparados com os de PEAD ou PVC, por sofrerem mais intensamente o efeito da corrosão. O início de um vazamento pelo ramal pode provocar o carregamento de parte do solo, gerando esforços na rede, sendo que no caso do fibrocimento que não apresenta flexibilidade, pode haver a ruptura pelo efeito da acomodação e recalque do solo.

Pelos registros de consertos de ramais pode-se perceber que houve a troca de ramais antigos de ferro fundido para PVC. A rede de distribuição não possibilita a troca por ocasião de conserto do vazamento pela sua extensão. O máximo que pode ser feito é ao longo da extensão da vala aberta para o reparo como pode ser visto na figura 6.41.

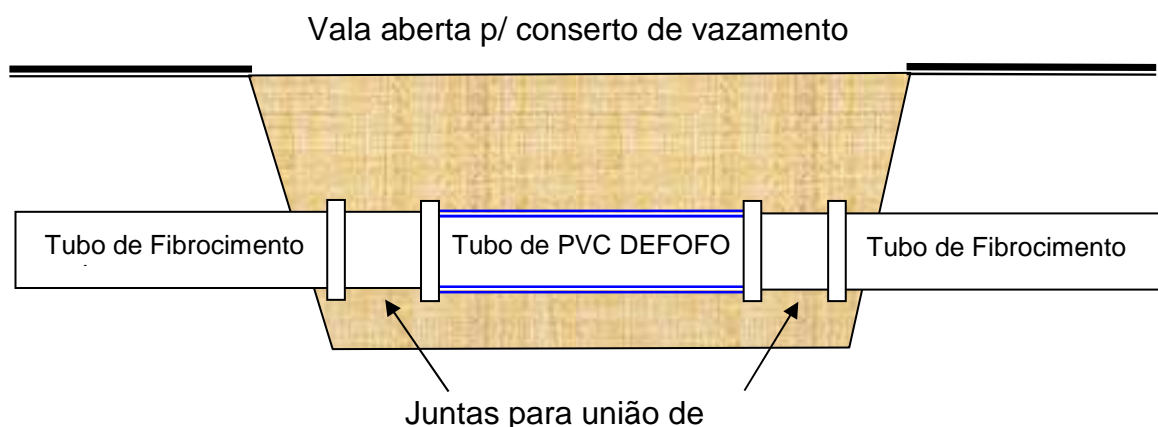


FIGURA 6.41 – Esquema de reparo em rede de abastecimento de fibrocimento

O que se pode constatar é que está ocorrendo uma permanente troca de materiais diante da ocorrência de vazamentos. Entre 1996 e 2001 foram trocados 2584 ramais e entre 2002 e 2006 mais 1500. Diante da necessidade de reparo é feita a substituição completa do ramal, com utilização de materiais e tecnologia mais modernos.

A permanência de rede de distribuição em fibrocimento que notadamente apresenta maior probabilidade de ocorrência de problemas levou à

redução de 10% da pontuação geral no período. Foi atribuída uma redução adicional de 10% devido à falta de recursos para remanejamento. Dessa forma a pontuação total do período foi considerada de 80%.

e) Locais executados com materiais mais inadequados;

Segundo levantamento feito pelo Departamento Operacional foram registrados valores variando entre 24 até 100 vazamentos por ano para cada 1000 ligações, ou seja, com uma faixa de variação de 2,4 a 10 %. A causa levantada foi principalmente a instalação de ramais sem controle de qualidade durante os anos de 1980 até 1995.

A comprovação de que a inadequada condição do ramal é que motiva a ocorrência de vazamentos orientou as decisões no sentido de substituição dos ramais por ocasião da realização dos reparos. Dessa forma são verificadas ações preventivas no tratamento da questão.

Foi verificada a existência de um plano de substituição das redes antigas de fibrocimento, por representar a região de maior concentração de vazamentos no caso da rede de distribuição. Embora houvesse gestões no sentido de inclusão no orçamento da companhia de recursos específicos para as obras, devido ao custo relativamente alto pela complexidade e outras demandas consideradas de maior prioridade, principalmente as de ordem ambiental e judicial, não foram atendidas as solicitações. Grande parte das intervenções foi apenas para reparo dos defeitos, praticamente não sendo possível a tomada de medidas definitivas e de caráter preventivo.

i) Remanejamento

Em se tratando de pequenas obras verificou-se que a própria Gerência Divisional efetuou o remanejamento de trechos da rede de água. Um dos serviços levantados consta no dossiê nº 02/087.032 – Remanejamento de Rede de Água, na Rua Luiz Cestari entre as Ruas 25 de março e 31 de março.

É anexada uma justificativa técnica informando que a rede existente é de 1 ½” em ferro galvanizado, interligada a uma rede de 100 mm com um colar de tomada e tubo de PEAD de ½” e com recobrimento de 0,40 m gerando danos à mesma. O número de imóveis abastecidos pela rede é 9. Existe também a

informação que o serviço deverá ser orçado, para dar baixa no B.P. (cadastro de Bens Patrimoniais da SABESP) abandonado, e lançada a rede nova no IG (Sistema de Informações Gerenciais da SABESP).

É feito um orçamento de materiais e serviços necessários às obras, calculando-se o custo dos investimentos.

No quadro 6.7 preveem-se todos os serviços e materiais necessários.

Quadro 6.7 – Relação dos insumos utilizados para a realização do remanejamento.

• SERVICOS TECNICOS - LOCACAO E CADASTRO
• SERVICOS PRELIMINARES - TRANSITO E SEGURANCA - SINALIZACAO DE TRANSITO
• ASSENTAMENTO SIMPLES DE TUBOS E PECAS DE PVC RIGIDO E PVC RIGIDO DEFOFO
• TRANSPORTE DE TUBOS E PECAS DE PVC RIGIDO E PVC RIGIDO DE FOFO ATÉ 10 KM
• TRANSPORTE DE TUBOS E PECAS DE PVC RIGIDO E PVC RIGIDO DE FOFO ACIMA DE 10 KM
• LEVANTAMENTO DE PAVIMENTACAO: ASFALTICA, PARALELEPÍPEDO
• EXECUCAO DE PAVIMENTACAO: ASFALTICA, PARALELEPÍPEDO
• LEVANTAMENTO DE PASSEIO CIMENTADO
• EXECUCAO DE PASSEIOS CIMENTADOS (C)
• SERVIÇOS DIVERSOS: INTERLIGAÇÕES COM A REDE EXISTENTE, ANCORAGEM DAS REDES, ESCORAMENTOS
• FORNECIMENTO DE MATERIAIS

Em seguida ocorre a solicitação do material para a execução do serviço junto ao Almoxarifado de Lins, através de impresso específico denominado S.M.I. (Solicitação de Materiais para Investimento). Nele além das características e quantidades dos materiais são indicadas a finalidade, número do dossiê que trata do assunto, condições de execução da obra, se é empreitada ou por mão de obra própria, informações contábeis e patrimoniais.

Analisando as Solicitações de Serviço anexadas ao dossiê pode-se verificar que no dia 7 de novembro de 2002 foi feito o remanejamento da rede de água das 10:25 às 11:30 e 13:05 às 17:25, com 5 funcionários, totalizando 68 m. A rede original era no passeio e foram necessários 68 m² de remoção de piso tipo lajotas. Não foi informada a reposição imediata das lajotas.

Entre 07 e 13/11/2002 ocorreram todos os serviços de acordo com as S.S.'s.

No dia 11/11/2002 com início 7:40 e fim 11:20, foram trocados os ramais de ferro de ¾" por PVC de ½", ocorrendo pavimentações em pisos cimentados e lajotas.

No dia 20/11/2002 foi apresentada uma planilha de orçamento para reposição de pavimentação de vias públicas e passeios, onde havia a indicação 68 m² na Rua Luiz Cestari em Lajota.

Em 07/01/2003 é feito o encaminhamento do cadastro do serviço e informações técnicas, solicitando lançamento da rede no IG e encerramento do dossiê.

Com a conclusão dessa obra pode-se verificar que ocorrendo a disponibilidade de materiais é possível planejar e executar pequenos remanejamentos com a própria equipe de operação. Trata-se da adoção de medidas preventivas na gestão de perdas, antecipando-se ao surgimento do problema.

ii) Aquisição de materiais para troca de ramais

A busca pela troca de ramais que se apresentavam em condições inadequadas, realizadas com mão de obra própria levou à abertura do dossiê nº 04/087.005 – Troca de ramais de água para a Divisão de Monte Alto.

Nesse caso a justificativa é de liberação de recurso para aquisição de materiais não catalogados para a utilização na troca de ramais prediais na Divisão de Monte Alto. Na justificativa é feita uma listagem com cotação de 4 empresas para as peças. É feita a cotação para aquisição de cotovelos (R\$ 4,40 cada), curvas (R\$ 3,80 cada) e buchas de redução (R\$ 0,16 cada) de PVC, que não se encontravam disponíveis no almoxarifado da SABESP.

Embora os recursos não levassem a um valor significativo, houve a manifestação de não haver previsão no Plano de Investimentos para 2004, ocorrendo também limitação dos recursos disponíveis.

Aqui se percebe que a restrição de um insumo mínimo pode impossibilitar uma ação comprovadamente eficaz no gerenciamento de perdas. É necessário o planejamento com antecedência suficiente para a programação dos recursos.

Da mesma forma que o subitem anterior a permanência de rede de distribuição em fibrocimento e a falta de recursos para remanejamento levaram à redução de 20% da pontuação, considerada de 80% para quase todo o período. Em 2002 foi acrescida 10% durante o período da realização de um pequeno remanejamento com mão de obra própria. De forma contrária a indisponibilidade de

pequenos recursos para a aquisição de materiais não catalogados levou a redução de 10% da pontuação em um período dentro do ano de 2004.

f) Indicadores da necessidade de ações imediatas

O indicador mais utilizado desde 1996 é o índice de perdas, pois a utilização do fator de pesquisa está condicionada ao monitoramento das vazões instantâneas. A rotina de manutenção com emprego da haste de escuta e geofonamento tem possibilitado a manutenção do fator de pesquisa em níveis aceitáveis, ou seja, com valores inferiores a 0,25.

Para auxiliar a avaliação do sistema é utilizado outro indicador que é o volume perdido por ramal por dia.

Pelo gráfico da figura 6.42 demonstra-se a evolução dos indicadores: volume perdido por ramal por dia e índice de perdas, utilizados com maior frequência na avaliação do sistema de abastecimento de água.

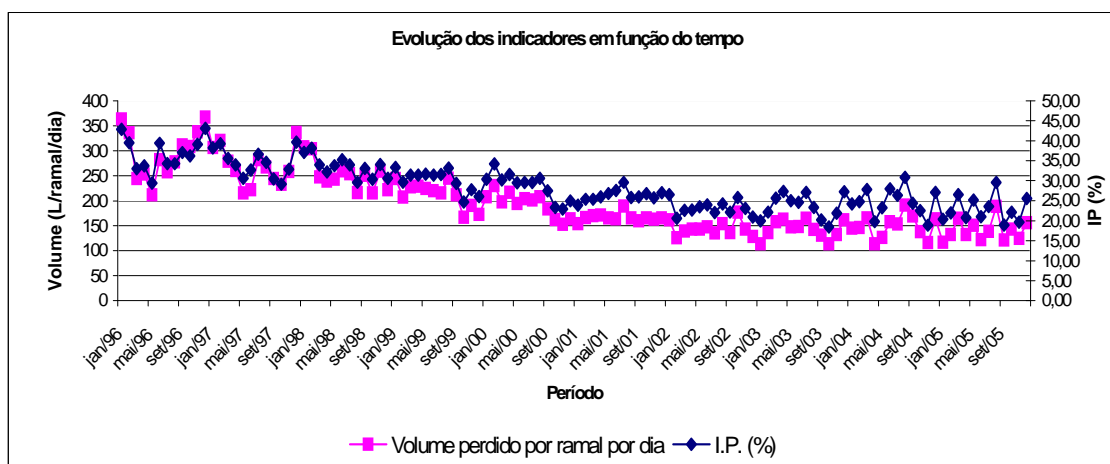


FIGURA 6.42 – Evolução do volume perdido por ramal por dia e índice de perdas

Pode-se verificar que existe uma mesma tendência entre os indicadores utilizados e também que vem se obtendo êxito na aplicação das técnicas de combate.

O monitoramento “on line” permite a avaliação do desempenho das ações empregadas pelo Departamento Técnico em Lins. Em caso de desvio das metas estabelecidas são emitidos relatórios advertindo sobre a necessidade de medidas corretivas para a melhoria do desempenho do sistema.

A disponibilização dos indicadores em rede intranet permite a autoavaliação dos operadores, pelo conhecimento dos indicadores alcançados pelas demais comunidades. Assim ocorre o estímulo e busca de medidas para manutenção do sistema pelo menos dentro da média geral observada.

A falta do registro do uso de outros indicadores levou a uma redução de 20% da pontuação em todo o período.

O quadro 6.8 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado na figura 6.43.

Quadro 6.8 – Resumo da avaliação da priorização dos locais de combate às perdas no SAA

Subitens locais de combate às perdas no SAA	Histórico
a) Locais de maior incidência de vazamentos nos últimos doze meses	100%
b) Regiões ou áreas com pressões elevadas	↑ em 2002 - Setorização com instalação de VP'S; ↓ 20% pela comparação com outras comunidades
c) Locais de solo ruim e maior tráfego de veículos	↑ em 2002 - Remanejamento de rua com erosão pela chuva; ↓ 10% pela gestão com Pref. Municipal
d) Locais com a rede mais antiga	↓ 10% pela rede de fibrocimento; ↓ 10% pela falta de recursos para remanejamento
e) Locais executados com materiais mais inadequados	↑ em 2002 - Acresc. 10% remanej. com mão de obra própria; ↓ 10% pela falta de recursos para mat. não catalogados
f) indicadores da necessidade de ações imediatas	↓ 20% pela falta de uso de outros indicadores avançados

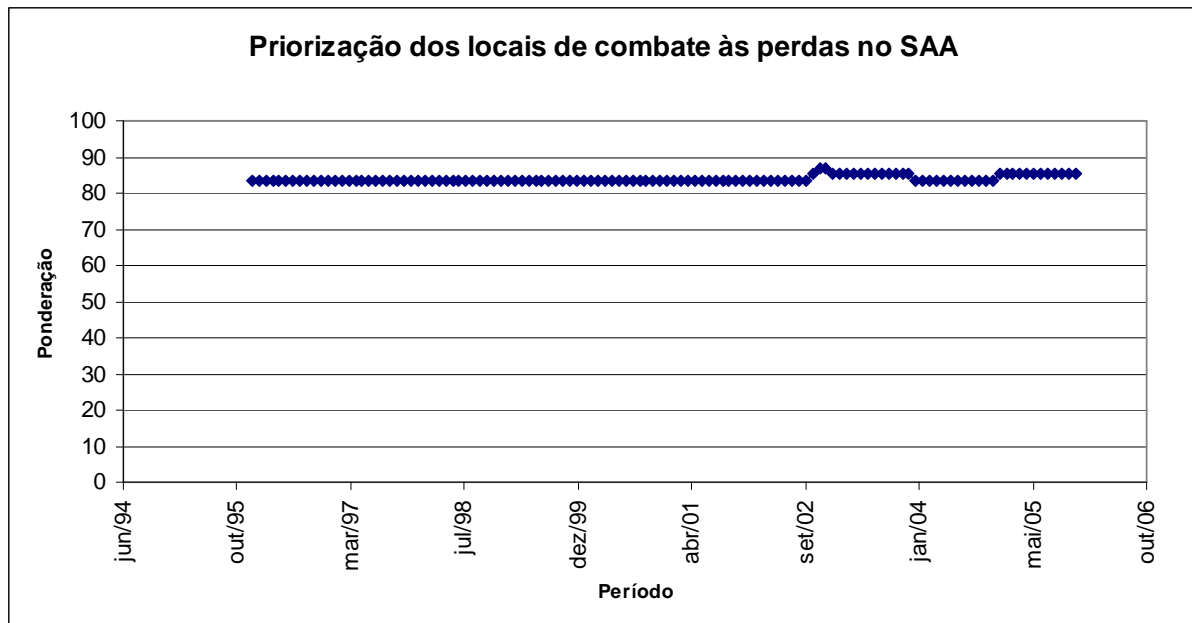


FIGURA 6.43 – Indicador da eficiência da priorização dos locais de combate às perdas no SAA

6.5 - Gerenciamento dos métodos de detecção e controle de Perdas

a) Tecnologia, equipamentos e procedimentos utilizados

Uma das formas de detecção de perdas empregada no presente é através da observação da vazão mínima noturna da zona de abastecimento. O indicador utilizado é o fator de pesquisa (FP). Quando o valor excede 0,25 existe a indicação de possibilidade de ocorrência de perdas detectáveis no sistema.

A observação dos valores da vazão mínima noturna permite o diagnóstico imediato das perdas de água e também a avaliação imediata das ações tomadas no sistema. Torna-se possível também realizar a estimativa das perdas totais, físicas e conseqüentemente perdas aparentes que ocorrem no sistema. Permite ainda agir por setor de distribuição, pesquisando vazamentos em apenas parte do sistema, tornando mais racional o trabalho.

A partir daí se procede com o levantamento de campo, que pode ser através da varredura dos ramais com a haste de escuta, com cobertura total do setor ou áreas de maior susceptibilidade.

A figura 6.44 demonstra a utilização da haste de escuta para detecção de vazamentos no ramal.



FIGURA 6.44 – Detecção de vazamentos com a haste de escuta

O registro do cavalete deve ser fechado e verificada a interrupção do fluxo de água. Em caso da não vedação deverá ser providenciado o reparo do registro. A haste de escuta é encostada no cavalete para a escuta de eventuais ruídos provocados por vazamentos. Detectado um ruído característico procede-se com o levantamento dos ramais anteriores e posteriores na rede para tentar precisar o ponto do vazamento.

Após a haste de escuta utiliza-se o geofonamento para definir o local exato da abertura da vala para reparo do vazamento conforme demonstra a figura 6.45.



FIGURA 6.45 – Busca de vazamentos com o geofone

Outro método que permite melhorar a seleção do local da varredura pode também ser através do levantamento dos tampões dos poços de visitas da rede coletora de esgotos. A ocorrência de vazões superiores ao nível normal para as

horas da madrugada pode ser indicador de água de vazamentos infiltrando na rede coletora. Normalmente a cor dos esgotos se apresenta mais clarificada quando existem infiltrações, devido à diluição.

A figura 6.46 apresenta um exemplo de sequência a ser seguida para a detecção de vazamentos.



FIGURA 6.46 – Procedimentos para detecção de vazamentos orientados pela vazão de infiltração da rede coletora

Deve-se procurar caminhar de jusante para montante, partindo de um coletor, emissário ou da chegada em uma Estação Elevatória de Esgotos. Um número além do normal de partidas das bombas de Estações Elevatórias de Esgotos pode também sugerir infiltrações. Ocorrendo uma vazão elevada em um PV levantado, caminha-se para o PV de montante, verificando-se a ocorrência de redução, pode-se considerar que existem vazamentos ou contribuições significativas nesse trecho. Permanecendo a intensidade da vazão, buscam-se os PV'S dos trechos de montante sucessivamente, descartando-se os trechos com vazões normais para a hora do levantamento. Após a identificação do trecho com provável vazamento, conforme ilustrado na figura 6.32, procede-se com a detecção com haste de escuta e geofone.

No caso de Monte Alto atualmente o Centro de Controle de Operação informa a vazão e o nível dos reservatórios, mas antes da implantação da automação do sistema era feita a leitura do nível de água dos reservatórios para indicação de vazões mínimas noturnas com valores indicativos de perdas detectáveis.

Esse método pode ser utilizado diante da inexistência de medição da vazão instantânea com medidores tipo eletromagnético. Durante a madrugada a produção de água deve estar suspensa. Pode-se monitorar o rebaixamento do nível de água em função do horário, estabelecendo níveis de referência para cada faixa de vazão noturna que é definida como a variação do volume no período de tempo.

As figuras 6.47 e 6.48 demonstram o dispositivo utilizado para aferição do nível de um reservatório elevado no município de Guzolândia-SP. A solução adotada foi de grande simplicidade, porém plenamente eficaz. Existe no interior do reservatório uma bóia flutuando na face do nível da água, presa por um cabo de aço que é suspenso por uma polia e tensionado por um peso externo ao reservatório. A variação do nível da água é aferida pelo deslocamento do peso em relação a uma escala de referência fixa exteriormente na parede do reservatório em um ponto com facilidade para leitura.



FIGURA 6.47 – Dispositivo para medição de nível de reservatório elevado



FIGURA 6.48 – Vista do cabo de aço para medição de nível no reservatório elevado

Através da análise de registros históricos é possível detectar por comparação eventuais aumentos de vazões, que podem indicar o surgimento de perdas, desde que esteja acima da escala de medida do equipamento, como pode ser verificado na figura 6.49. Em outro município, houve uma ocorrência na qual a interpretação dos registros de vazões mínimas instantâneas possibilitou a detecção de roubo de água por caminhões pipas em hidrante do sistema público de combate a incêndios.

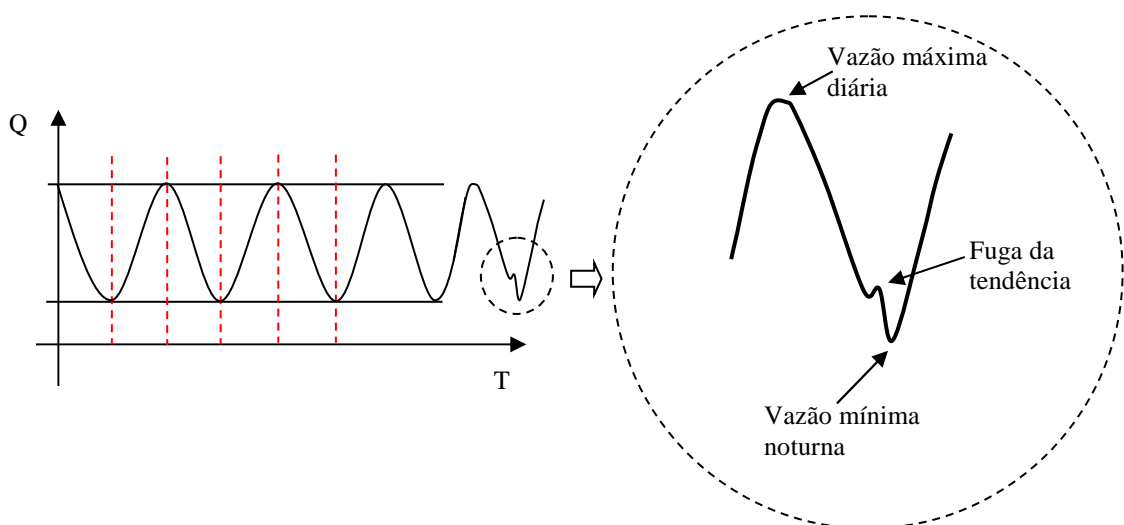


FIGURA 6.49 – Ilustração de variação da vazão instantânea fora da tendência

O registro das vazões instantâneas se dá a cada 3 minutos, permitindo a reprodução do gráfico histórico com um bom detalhamento e precisão.

Para combate das perdas em locais de maior incidência também foram levantados serviços e obras com registros em dossiês.

i) Geofonamento

O primeiro contrato do ano de 1996 tratado pelo dossiê nº 96/087.001 foi para realização de geofonamento no município de Monte Alto, isso denota o comprometimento da Gerência com o combate a vazamentos.

No relatório diário de geofonamento no quadro 6.9 constatou-se e sugeriu-se o seguinte:

Quadro 6.9 – Relatório diário de geofonamento do município de Monte Alto

Relatório Diário de Geofonamento									
Nº	Dia	Condições Atmosférica	Rua/Aven.	Local	Tipo			Sugestão	Nº da S.S.
1	05/02/96	Quente / sem chuva	Rua Carlos Kielander,	Passeio cimentado	Invisível	Pequena intensidade	Passeio	Abrir pé do cavalete ou	1225 e 1245
2	05/02/96	Quente / sem chuva	Rua Carlos Kielander,	Asfalto	Visível	Pequena intensidade	Passeio	Ramal	1226
3	05/02/96	Quente / sem chuva	Umuarama, 166	Asfalto	Invisível	Grande intensidade	Rua	Vazamento na rede	1246
4	07/02/96	Quente / sem chuva	Begonias, 399	Passeio cimentado	Invisível	Grande intensidade	Passeio	Abrir pé do cavalete ou trocar ramal - água	1247
5	07/02/96	Quente / sem chuva	Novo Mundo, 141	Asfalto	Invisível	Grande intensidade	Rua	Ramal - Obs.:	1281
6	07/02/96	Quente / sem chuva	03 de Agosto, 547	Passeio cimentado	Invisível	Pequena intensidade	Passeio	Ramal	1441
7	12/02/96	Quente / sem chuva	Das Margaridas,	Passeio cimentado	Invisível	Pequena intensidade	Passeio	Ramal	1282
8	12/02/96	Quente / sem chuva	Das Margaridas,	Asfalto	Invisível	Pequena intensidade	Asfalto	Ramal	1555
9	12/02/96	Quente / sem chuva	Magnolia, 466	Passeio cimentado	Invisível	Grande intensidade	Passeio	Ramal - Obs.:	1440
10	12/02/96	Quente / sem chuva	Dos Ipês, 52	Asfalto	Invisível	Grande intensidade	Rua	Vazamento na rede	1556
11	12/02/96	Quente / sem chuva	19 de Novembro,	Passeio cimentado	Invisível	Grande intensidade	Passeio	Ramal - Obs.:	1550
12	12/02/96	Quente / sem chuva	Carlos Gomes, 97	Passeio cimentado	Invisível	Grande intensidade	Passeio	Ramal - Obs.:	1551
13	15/02/96	Quente / sem chuva	23 de Maio, -	Passeio cimentado	Invisível	Grande intensidade	Passeio	Ramal - Obs.:	1552
14	15/02/96	Quente / sem chuva	Carlos Gomes, 193	Cimentado	Visível	Grande intensidade	Rua	Ramal - Obs.:	1553
15	15/02/96	Quente / sem chuva	Mal Deodoro, 249	Passeio cimentado	Visível	Grande intensidade	Passeio	Ramal - Obs.:	1554
16	16/02/96	Quente / sem chuva	19 de Novembro, -	Rua Paralelepípedo	Invisível	Grande intensidade	Rua	Vazamento na rede -	1579

O Geofonamento foi realizado entre os dias 05 e 16 de fevereiro de 1996, cobrindo uma extensão 35 Km de rede de distribuição de água, com custo unitário de R\$ 48,00 por Quilometro, totalizando R\$ 1.680,00. Todo o serviço foi realizado atendendo as normas estabelecidas e com acompanhamento de funcionário do Setor Técnico.

Paralelamente ao Geofonamento foram emitidas as Solicitações de Serviço (S.S.) pelo Setor Técnico (RTDO.2) em modelo de ficha específica. Nessa documentação consta: o número, data, emitente, especificação do serviço solicitado, endereço, natureza da intervenção, nome dos funcionários que realizaram o serviço, data, hora de início e término, situação verificada no local.

O relatório das Solicitações de Serviço correspondentes ao Geofonamento está resumidamente no quadro 6.10.

Quadro 6.10 – Relações de solicitações de serviços geradas pelo geofonamento

Resumo das solicitações de serviço feitas										
Dia	Equipe	Duração	Rua/Aven.	Local	Descrição	Condições	Pressão (Kgf/cm ²)	Material utilizado	Reposição de Pavimento	Observações feitas
06/02/96	2 funcionários	14:45 - 15:25	Rua Carlos Kielander, s/n	Passeio terra	Conserto de ramal de água na calçada	Fenda de 7 mm	4	Tubo PEAD 1/2" - 0,50 m; União de 1/2" - 1 un.	-	
06/02/96	2 funcionários	13:55 - 14:40	Rua Carlos Kielander, 879	Passeio cimentado	Abertura de vala na marca do geofonamento, porém não foi encontrado o vazamento			nada no verso da ficha	0,50 x 0,50 m	
16/02/96	2 funcionários	9:10 - 10:20	23 de Maio, -	Passeio cimentado	Conserto de ramal de água no passeio	-	-		1,20 x 1,00 m	
16/02/96	2 funcionários	7:45 - 9:10	19 de Novembro, 14	Passeio cimentado	Conserto de ramal de água no passeio	-	-		1,80 x 0,30 m	
16/02/96	2 funcionários	9:15 - 11:10 e 13:10 - 15:00	Carlos Gomes, 97	Passeio cimentado	Conserto de ramal de água no passeio				4,80 x 3,20 m	
15/02/96	2 funcionários	13:05 - 15:10	Das Margaridas, 397	Passeio cimentado	Abertura de vala na marca do geofonamento, porém não foi encontrado o vazamento nem o ramal de água				1,50 x 1,00 m	
15/02/96	2 funcionários	13:10 - 15:11	Dos Ipês, 52	Asfalto	Abertura de vala na marca do geofonamento, porém não foi encontrado o vazamento, apenas				1,20 x 1,20 m	Geofonar novamente
13/02/96	2 funcionários	13:10 - 14:00	Magnolia, 466	Passeio cimentado	Conserto de ramal de água na calçada	Fenda de 12 mm	4		0,80 x 0,60 m	
13/02/96	2 funcionários	14:00 - 14:45	Das Margaridas, 454	Passeio cimentado	Conserto de ramal de água na calçada	Fenda de 3 mm	4		1,00 x 0,40 m	
07/02/96	2 funcionários	14:05 - 14:15	Rua Carlos Kielander, 879	Passeio cimentado	Retorno para verificação - o ruído do geofone se referia a incapacidade de vedação da válvula, que agora foi trocada					Interferências no geofonamento
09/02/96	2 funcionários	15:30 - 17:00	Novo Mundo, 141	Asfalto	Conserto de ramal de água na rua	Fenda de 50 mm	3		1,30 x 1,00 m	
09/02/96	2 funcionários	16:15 - 17:05	Das Begonias, 399	Passeio cimentado	Conserto de ramal de água na calçada	Fenda de 10 mm	3		1,20 x 0,40 m	Água caindo no esgoto
17/02/96	2 funcionários	13:05 - 14:20	19 de Novembro esq. Luiz A Carcinoni	Lajotas	Conserto na rede de 3/4" na rua	Fenda de 10 mm	4	Bujão 3/4" - 1 un.; luva fº gº 3/4" - 1 un.	1,20 x 1,00 m	
16/02/96	2 funcionários	9:50 - 10:35	Carlos Gomes, 193	Lajotas	Conserto de ramal de água na rua			Adaptador PEAD 1/2" - 2 un.; luva fº gº 3/4" - 1 un; tubo PVC 1/2" - 0,50 m		
16/02/96	2 funcionários	8:50 - 9:35	Mal Deodoro, 249	Passeio cimentado	Conserto de ramal de água no passeio			Adaptador PEAD 3/4" - 1 un.; luva fº gº 3/4" - 2 un; tubo PVC 1/2" - 1,50 m	2,00 x 0,80 m	

ii) Estudo de viabilidade para contratação de Geofonamento

Em 24 de julho de 1997 foi solicitado a abertura de dossiê nº 97/087.039 e montagem do processo para contratação de geofonamento de 185 Km de rede nos municípios de Monte Alto, Santa Ernestina, Fernando Prestes, Cândido Rodrigues, Palmares Paulista e Cajobi.

A empresa vencedora apresentou o preço unitário de R\$ 40,00 por quilometro.

Após o processo licitatório praticamente concluído, tendo sido a documentação encaminhada para análise e aprovação do Gerente Divisional, a quem competia a aprovação do serviço e custos, houve reprovação em 18 de setembro de 1997, por considerar não terem conseguido bons resultados com o geofonamento anteriormente contratado.

Análise da densidade de vazamentos encontrados por quilômetro de rede

Segundo o levantamento dos volumes de perdas, ocorreram os seguintes números em 1996, conforme os dados da tabela 6.13, os quais cobrem o período do serviço realizado.

TABELA 6.13 – Dados levantados do SAA durante o período do geofonamento

Monte Alto	Vol. Produzido (m ³)	Nº Econ. Água	Vol micromedido (m ³)	I.P. (%)	Cons. Médio total (m ³ /econ/dia)	Nº vaz rede	IVR Nº Vaz/Km	Nº Vaz em Ramais
jan/96	325839	12417	186016	42,91	0,483	18	0,14	346
fev/96	305831	12418	184867	39,55	0,513	17	0,13	436
mar/96	284961	12428	190903	33,01	0,496	21	0,16	390

Com o objetivo de avaliar a eficiência do serviço para detecção de vazamentos fez-se a estimativa do percentual encontrado. Foi feita uma estimativa da extensão da rede de distribuição de água em 1996, baseada nos dados dos anos de 2003 e 2004. Chegou-se a um comprimento equivalente de 9,3 m de rede de distribuição por economia.

$$\text{Compr. por economia} \times \text{N}^\circ \text{ de economias} = 9,3 \times 12418 = 115487,4 \text{ m}$$

Colocou-se na tabela 6.14 os dados existentes para estabelecer uma comparação.

TABELA 6.14 – Comparação entre o número de vazamentos detectados na região coberta pelo geofonamento e no remanescente do sistema

	Registrado p/ toda a rede (115,4874 Km)	Encontrado p/ os 35 Km
Nº de vazamentos	453	15
Nº de vazamentos/Km	3,92	0,43
Percentual	100	10,93

Portanto, pode-se concluir que o geofonamento contratado detectou apenas uma pequena parte (10,93 %) dos vazamentos presumíveis, não sendo recomendado como uma boa técnica para o serviço se aplicado exclusivamente. Assim conclui-se que houve coerência na decisão gerencial na dispensa da contratação do serviço para varredura de toda a rede do município.

Até o ano de 2001 foi atribuída uma pontuação de 70% devido às boas condições encontradas, principalmente com relação aos procedimentos. A partir de 2001 foi aumentada em 10 % a pontuação pela implantação do monitoramento “on line”. De forma semelhante em 2005 foi aumentada a pontuação em 10% pela implantação do Centro de Controle Operacional.

b) Continuidade e frequência de pesquisa de vazamentos

Normalmente é feito o geofonamento de aproximadamente 30 Km de rede por mês, com possibilidade de varredura de até 350 ligações por haste de escuta por dia. Locais em que a haste de escuta não detectou vazamento não é necessário o geofonamento.

O trabalho é feito de forma complementar ou usando o geofone para refinar o local da ocorrência.

Embora atualmente seja feito apenas por funcionário próprio o preço aproximado para a varredura com o geofonamento é de R\$ 80,00 por quilometro de rede.

Existe atualmente um indicador da ISO 9001 com metas a serem atendidas de cobertura de pesquisa de vazamentos.

De forma geral sempre foi mantido um nível de cobertura do serviço que possibilitou o controle e manutenção dos níveis de perdas dentro dos limites considerados aceitáveis para a cidade de Monte Alto.

Até junho do ano de 2004 foi atribuída uma pontuação de 70% devido à regularidade das campanhas de detecção e combate aos vazamentos. A partir de julho do ano de 2004 foi aumentada em 10% a pontuação pela utilização de um indicador da ISO 9001 específico para controle do serviço, com necessidade de atendimento metas e sujeição a auditorias.

c) Equipe atuante (em número e em qualificação)

Observando o treinamento que foi oferecido a partir de 2003 pode-se verificar o envolvimento de pelo menos 22 funcionários na tarefa de controle e combate às perdas.

Atualmente com atribuições específicas existe 1 Engenheiro, 1 Encarregado Operacional, 1 Químico, 1 Técnico Cadastrista, e 3 Técnicos Operacionais no Setor Técnico de Monte Alto.

Sediado em Lins existe o Departamento Operacional que oferece suporte e monitoramento à distância. Isso possibilita melhorar as condições do gerenciamento através de comparação com outros sistemas monitorados e suas soluções que obtiveram êxito.

Foi atribuída uma pontuação de 70% até o ano de 2002 devido à equipe permitir a obtenção de bons resultados. A partir de 2003 foi aumentada em 10 % a pontuação pela melhoria das condições de capacitação devido ao aumento do treinamento envolvendo 22 funcionários.

d) Tempo de atendimento para combate ao vazamento

Existe um indicador específico para o tempo de reparo de vazamentos que é auditado pela ISO 9001 denominado NEX Índice de prazo de reparo em vazamentos de rede e ramais de água.

O valor do indicador é obtido pela soma do tempo total gasto no mês para combate a vazamentos dividido pelo número total de vazamentos consertados nesse período. Ele numericamente representa o tempo médio gasto por conserto de vazamento.

O valor estabelecido como meta é de 6 horas. A meta vem constantemente sendo cumprida, dificilmente sendo atingido os limites desde a implantação do indicador em 2004.

A existência desse indicador permite a redução do volume perdido que é proporcional ao tempo de duração do vazamento.

Até junho do ano de 2004 foi atribuída uma pontuação de 90% devido à prioridade das ações dadas ao combate aos vazamentos. A partir de julho do ano de 2004 foi atribuída a pontuação máxima pelo emprego do indicador da ISO 9001 citado.

O quadro 6.11 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado na figura 6.50.

Quadro 6.11 – Resumo da avaliação dos métodos de detecção e controle de perdas no SAA

Subitens Métodos de detecção e controle de Perdas	Histórico
a) Tecnologia, equipamentos e procedimentos utilizados	↑ 10% em 2001 - Implantação do Monitoramento on line; ↑ 10% em 2005 - Implantação do Centro de Controle Operacional
b) Continuidade e frequência de pesquisa de vazamentos	↑ 10% em 2005 - Início de entrada do indicador da ISO 9001
c) Equipe atuante (em número e em qualificação)	↑ 10% em 2003 - Treinamento e motivação de 22 funcionários
d) Tempo de atendimento para combate ao vazamento	↑ 10% em 2004 - Início de indicador da ISO 9001

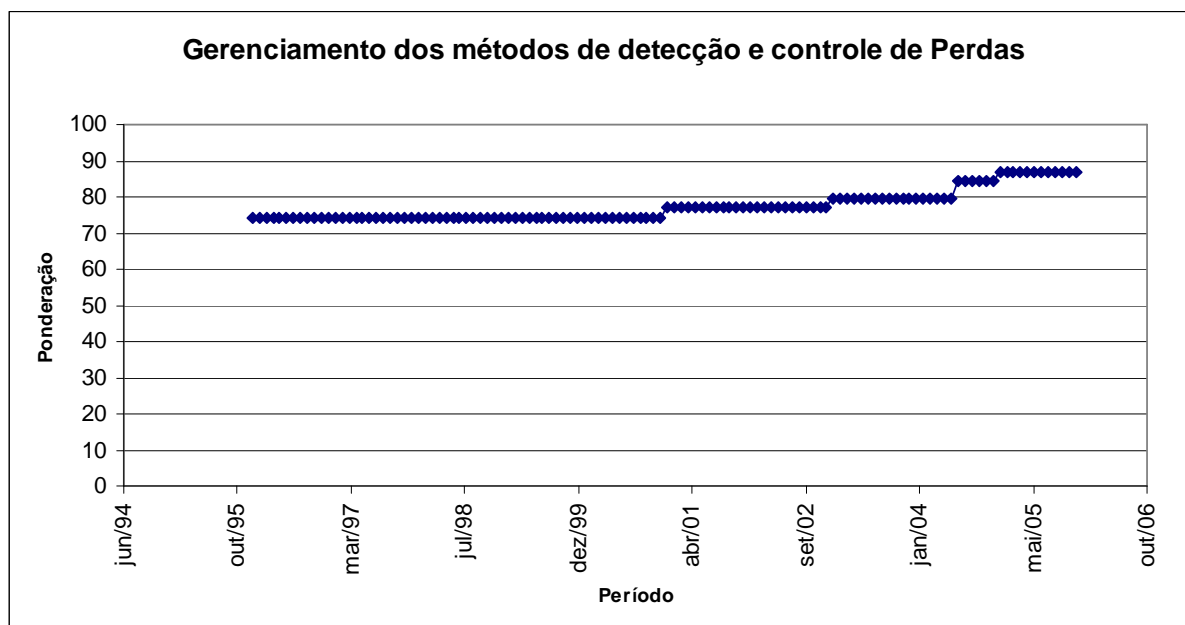


FIGURA 6.50 – Indicador da eficiência dos métodos de detecção e controle de perdas no SAA

6.6 - Avaliação do gerenciamento das causas das perdas em adutoras e rede de distribuição

a) Qualidade da água e do solo

No caso da água fornecida pela rede a obrigação de atendimento aos padrões de potabilidade, com limites preestabelecidos de caracterização química, física e biológica, assegura a não existência de influência na geração de vazamentos.

As condições do solo, conforme citado na revisão de literatura, tem influência principalmente na geração de vazamentos em ramais de ferro galvanizado pelo efeito da corrosão. Mas esse tipo de material não está mais em uso, sendo até substituído por ocasião da necessidade de reparos. Assim é possível afirmar que não existe peso considerável no gerenciamento do combate às perdas.

i) Características físicas da água - temperatura

A água captada para o abastecimento é denominada de água bruta, sendo explorada a uma temperatura média de 38 °C, feita através de 6 Poços Profundos. Essa faixa de temperatura se apresenta dentro dos limites de segurança

estabelecidos pelo fabricante da tubulação para trabalho, sem implicações danosas ao material.

A água da rede de distribuição sempre se apresenta em faixa de temperatura que não exerce influência sobre a incidência de vazamentos. Normalmente o valor é próximo ao da temperatura ambiente variando cerca de 2 a 3 ° C.

ii) Materiais perfurocortantes no solo

No caso de utilização de tubulação de PEAD ou PVC existe a vulnerabilidade a materiais perfurocortantes existentes no solo ou do reaterro das valas, provenientes do corte do pavimento. Para o reaterro de valas são tomadas providências específicas visando evitar a ocorrência de danos na tubulação, como ilustrado na figura 6.51. O assentamento do tubo deve, preferencialmente, ser feito sobre uma base de areia de 5 cm de espessura, sendo coberto por uma camada de areia de 10 cm acima do mesmo. Essas camadas devem ser adensadas tomando-se o cuidado para não afetar a tubulação. Na ocorrência de solos arenosos pode se dispensar o uso de areia, sendo que, nesse caso a primeira e a segunda camadas de solo devem ter no máximo 15 cm de espessura cada e ser apiloada (compactação manual). O restante do reaterro da vala pode ser feito com o próprio material da escavação (desde que o solo esteja limpo e isento de pedras, materiais pontiagudos, etc.).

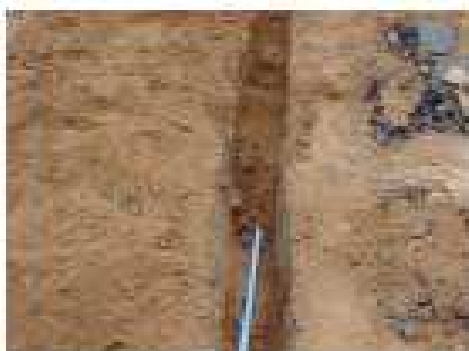


FIGURA 6.51 – Detalhe de reaterro de vala em tubulação de PEAD

Foi atribuída uma pontuação de 100% ao longo de todo o período por verificar que não existiam implicações das características da água e dos

procedimentos adotados na execução de valas e reaterros na incidência de vazamentos.

b) Materiais da tubulação

A tubulação de aço galvanizado apresenta limitação da sua vida útil pela vulnerabilidade à corrosão, tendo a necessidade de manutenção após certo período de tempo de implantação. Durante cerca de 15 anos foi empregado o PEAD em ramais prediais para substituição dos problemas do aço galvanizado. A falta de qualidade dos materiais existentes na época levou ao surgimento de vazamentos, motivados por diversos tipos de problemas.

Em consulta aos funcionários da operação e manutenção no âmbito da Superintendência Regional de Lins foi obtida a informação que os vazamentos na rede de fibrocimento localizam-se principalmente na luva de união entre as barras da tubulação, seja pela deterioração do material ou também do anel de vedação. Quando ocorre falha na rede é necessária a substituição da parte rompida, normalmente por outros materiais, tanto da tubulação quanto da luva. Faz-se constantemente o uso de tubos de PVC DEFOFO e luvas tipo junta Gibault em ferro fundido.

Em ocasião do remanejamento de rede no município de Auriflamma foram registrados trechos com até 20 consertos em 100 metros de rede, equivalendo a mais de uma intervenção por barra de tubo de fibrocimento, uma vez que o comprimento de cada barra é de 6 metros.

A figura 6.52 demonstra que a ação permanente da água que sai com pressão do furo, misturada com o solo, produz um efeito abrasivo na face externa da tubulação, podendo aumentar a região da ruptura.



FIGURA 6.52 – Detalhe da ação abrasiva da água do vazamento associada com o solo

A influência dos materiais da tubulação na ocorrência de vazamentos é percebida pela operação e são tomadas medidas no sentido de substituição e troca por materiais mais adequados. Uma ação com certeza positiva é a substituição total do material que apresenta problema diante do surgimento de um vazamento, pois realizando apenas o reparo não se está utilizando uma prática preventiva.

Conforme comentado no item em que foi abordada a priorização dos locais de combate a perdas, foram feitas gestões no sentido de justificar a viabilidade de remanejamento de redes e ramais. No caso da rede de fibrocimento, embora o número de vazamentos se mostrasse excessivo, principalmente com relação ao remanescente da rede implantada, não foi conseguido o projeto nem recursos para o remanejamento pleiteado, mesmo se verificando a localização de mais de 30 % dos vazamentos detectados em apenas 1 % da extensão da rede, tornando perfeitamente clara a necessidade de ações localizadas.

Se o recurso empregado para a manutenção fosse contabilizado ao longo do tempo, com certeza seria mais nitidamente percebida a viabilidade da substituição total da rede.

Foi atribuída uma pontuação inicial de 60% em função da existência de rede de distribuição em fibrocimento, considerada inadequada pela potencialidade de ocorrência de vazamentos. Durante o período foi levantado um crescimento de aproximadamente 24% no número de ligações e da rede de distribuição. Com o aumento da extensão total da rede, sendo a nova com material adequado, ocorre a

redução do percentual de rede com material inadequado, por isso a pontuação foi gradativamente melhorada com incrementos de 10%, totalizando 80%.

c) Sobrepressão

O controle das pressões definitivamente se concretizou com a implantação das últimas válvulas redutoras de pressão em outubro de 2001. Ao observar-se a evolução dos indicadores é possível constatar que a redução da pressão traz resultados imediatos no combate aos vazamentos.

Existem atualmente 15 válvulas redutoras de pressão instaladas no sistema de distribuição de água do município de Monte Alto. A distribuição nos setores do sistema permite a manutenção de uma pressão média de operação de aproximadamente 27 m.c.a..

No caso de ampliações do sistema pela implantação de novos empreendimentos imobiliários é feita a análise do projeto com a exigência do atendimento do disposto na NBR 12218 da ABNT, que estabelece o valor de 50 m.c.a. para a pressão estática máxima e de 10 m.c.a. para a pressão dinâmica mínima.

Até outubro de 2001 foi atribuída uma pontuação de 70% por ocorrer boas condições de operação em termos de pressões, com valores próximos ao que exige a norma. A partir de novembro de 2001 foi atribuída a pontuação de 100%, pela melhoria das condições de pressão do sistema, através da setorização com instalação de válvulas redutoras de pressão. Os novos limites da pressão de operação permitiram verificar uma expressiva redução no número de vazamentos.

d) Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças

Os dados e informações disponíveis nos cadastros não registram ocorrências de falhas durante a implantação das obras.

Com relação às condições de execução das redes, a fiscalização da SABESP apresenta exigências específicas visando evitar falhas que poderiam comprometer a estanqueidade do sistema.

A largura mínima das valas deve ser de 0,40 metro, devendo possuir profundidades tais que resultem em recobrimento mínimo de 1,00 metro no leito carroçável, em relação à geratriz superior da tubulação.

Anteriormente ao uso todo o material deve ser inspecionado pela fiscalização da SABESP, recebendo identificação e liberação.

A montagem deve ser de acordo com as recomendações do fabricante.

O fundo da vala deve ser regular e uniforme, evitando-se colos e ressalto. O reaterro deve ser feito manualmente até atingir uma profundidade de 0,10 metro acima da cota da geratriz superior da tubulação, com material isento de cascalho ou pedregulhos. As demais camadas devem possuir espessura de 0,10 metro e ser realizada compactação mecânica. Anteriormente ao reaterro da vala obrigatoriamente deve ser feito o teste de estanqueidade da tubulação.

O cumprimento das exigências da fiscalização da obra assegura as condições mínimas necessárias para redução do risco de falhas que potencializariam o surgimento de vazamentos.

Como não foram encontrados registros de ocorrências de falhas durante a implantação das obras foi atribuída uma pontuação de 100% ao longo de todo o período analisado.

e) Falhas na concepção do projeto

Todos os projetos elaborados ou aprovados desde o ano de 1998 foram sujeitos ao atendimento das normas técnicas da ABNT e SABESP, atendendo também o Caderno Técnico da SABESP para Elaboração de Projetos.

No caso de empreendimentos imobiliários, para a elaboração do projeto é fornecido ao empreendedor um documento denominado Carta de Diretrizes onde são informados os pontos de interligação da rede existente, condições de pressão estática (máxima) e dinâmica (mínima), anexando um croqui com a posição dos pontos em relação ao empreendimento.

Em síntese devem ser atendidos os limites de pressão estabelecidos por norma, cotas de consumo per capita, número de habitantes por imóvel,

coeficientes de rugosidade da tubulação, classe de pressão do material, dispositivos para manobra, operação e bom funcionamento do sistema.

Os valores exigidos pela SABESP estão relacionados abaixo:

a) Consumo “per capita”	200 L/hab/dia
b) Nº médio de habitantes/lote	5 hab
c) Coef. Máx. vazão diária	1,20
d) Coef. Máx. vazão horária	1,50
e) Coeficiente de Hazen Willians (C)	110
f) Classe de pressão do material	≥ 75 m.c.a.

Os tubos e peças só podem ser fornecidos por empresas cadastradas na SABESP, que para o credenciamento exige variados testes visando assegurar a qualidade de cada produto.

Como também não foram encontrados registros de falhas nos projetos foi atribuída uma pontuação de 100% ao longo de todo o período analisado.

f) Gerenciamento da manutenção da linha

Como pôde ser visto nos dossiês analisados foram feitas gestões no sentido da obtenção de projeto e recursos para o remanejamento de rede existente em fibrocimento, que apresentava um elevado número de vazamentos.

O completo remanejamento da rede existente é de uma complexidade relativamente grande para ser feito com mão de obra própria, ou seja, dos funcionários da manutenção. Isso devido ao fato de envolver várias interferências como remoção do pavimento, rede de esgotos, ramais domiciliares, galerias de águas pluviais e interligações. Por ocasião das manutenções são feitas substituições dos trechos afetados por outros materiais com qualidade mais adequada.

A extensão da rede que se deseja remanejar deve necessariamente ser um objeto com prioridade dentro dos investimentos no sistema de abastecimento de água do município. A água recuperada, ou que deixa de ser perdida, propicia condições de retorno do investimento ao longo do tempo, pela redução dos gastos com a produção no presente, ou aliviando e podendo até dispensar a exploração dos mananciais por possibilitar o suprimento do aumento da demanda futura.

Foi feita a ponderação com redução para 80% da pontuação atribuída a esse subitem ao longo de todo o período analisado, pela possibilidade de melhoria no que se refere aos trechos com fibrocimento que podiam ser substituídos. Embora tenha sido verificada a solicitação dos serviços pela Gerência Divisional, não houve resposta favorável com a destinação de recursos específicos.

g) Efeitos de tráfego de veículos

Os locais onde se verificaram que, eventualmente, não estavam atendidas as condições de proteção da tubulação, foram programados para aprofundamento da rede através de remanejamento.

Através das informações disponíveis constatou-se que a rede de distribuição manteve um recobrimento mínimo para proteção contra sobretensões geradas pelo tráfego de veículos.

Foi atribuída uma pontuação de 90% ao longo de todo o período analisado por não se verificar diretamente o efeito danoso do tráfego de veículos sobre a rede de distribuição, porém a verificação de obras para aprofundamento da rede e incerteza do cadastro existente justificaram a pontuação atribuída.

h) Acomodação do solo

Não foram verificadas ocorrências de vazamentos por problemas de ordem geotécnica direta. A erosão do solo pela ação das águas pluviais provocou a falta de sustentação da tubulação, com desarticulação das barras de tubo, gerando vazamentos. Porém a gestão conjunta da Prefeitura Municipal com a SABESP foi a única forma de sanar mesmo que provisoriamente o problema.

A solução definitiva do problema está na execução de infraestrutura para águas pluviais por parte do poder público. A tomada de medidas corretivas sem uma solução definitiva poderá gerar a reincidência do problema.

A importância da resolução do problema está no fato de que embora não tenha um peso significativo na elevação do índice de perdas, consomem recursos que poderiam ser empregados em outra parte do sistema.

A prática exigida pela fiscalização da SABESP durante a execução da obra minimiza a possibilidade de ocorrência de recalques ou deslocamentos de solo com danos à tubulação.

Foi atribuída uma pontuação de 90% ao longo de todo o período analisado por não se verificar diretamente o efeito da acomodação do solo gerando problemas na rede de distribuição, porém não se pode afirmar com certeza que inexistem problemas dessa ordem, pela fragilidade da rede de fibrocimento, por exemplo, que não suportaria um recalque diferencial.

i) Falta de micromedição

A SABESP possui 100 % das ligações com micromedição. Além disso, apresenta um plano de substituição de hidrômetros visando evitar falhas significativas da medição. Representa um aspecto positivo pela gestão do controle de perdas e também evita a evasão de receitas. A micromedição permite que seja cobrado pelo que cada um efetivamente consumiu, induzindo ao uso racional.

Informações levantadas junto ao Departamento Operacional levam à verificação de uma idade média de 4 anos para cada hidrômetro. Isso assegura uma micromedição confiável, que é fundamental para o bom gerenciamento do sistema.

A política de substituição de hidrômetros e cobertura total das ligações permitiu a atribuição de uma pontuação de 100% ao longo de todo o período analisado.

j) Gerenciamento de subsídios para o combate às perdas

Embora desde 1996 algumas das reivindicações não tenham obtido a disponibilização de recursos, houve a aplicação de forma concentrada principalmente nos anos de 1996 e 1997. A partir o ano de 2001 surgiu o Plano de Desenvolvimento da Operação, que possui recursos específicos para a manutenção e operação dos sistemas. A possibilidade da destinação de recursos especificamente para combate a perdas tem contribuído significativamente para a manutenção dos níveis verificados no presente.

O estudo de viabilidade do investimento com retorno do capital investido é a melhor forma de argumentação para o pleito dos recursos. Se o planejamento previr detalhadamente a relação custo-benefício torna-se mais fácil a priorização dos investimentos.

Como pôde ser visto, no caso de Monte Alto é possível afirmar que o recurso foi bem empregado e justificada a sua aplicação. Houve permanentemente a busca e aplicação de novas tecnologias, obtendo resultados desejáveis com relação aos indicadores.

Não basta empregar recursos, é necessário que sejam bem aplicados para obtenção de êxito, pois existe um ponto de viabilidade econômica dos investimentos que é função das características do sistema.

O gerenciamento exige o acompanhamento das ações e resultados obtidos para não haver desperdício de recursos. No item 6.9 pode-se verificar a viabilidade dos investimentos com retorno a partir do 4º ano.

Foi feita a ponderação com redução para 80% da pontuação atribuída a esse subitem ao longo de todo o período analisado, pela falta de recursos para substituição da rede de fibrocimento que notadamente contribuiria para a melhoria das condições gerais do SAA.

O quadro 6.12 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado no gráfico da figura 6.53.

Quadro 6.12 – Resumo da avaliação do gerenciamento da causa das perdas em adutoras e rede de distribuição

Subitens causa das perdas em adutoras e rede de distribuição	Histórico
a) Qualidade da água e do solo	100%
b) Materiais da tubulação - tipo, idade e condições, atendimento de especificações técnicas e normas	↑ 10% entre 1996 e 2005 houve um crescimento de 24% do número de economias, implantados com materiais de boas condições
c) Sobrepressão	↑ 30% em 2001 - Implantação de Setorização com VRP'S
d) Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças	100%

Subitens causa das perdas em adutoras e rede de distribuição	Histórico
e) Falhas na concepção do projeto	100%
f) Ineficiente manutenção da linha	↓ 20% pela necessidade de remanejamento da rede de fibrocimento
g) efeitos de tráfego de veículos	↓ 10% devido às incertezas
h) acomodação do solo	↓ 10% devido às incertezas
i) falta de micromedição	100%
j) falta de subsídios para o combate às perdas	↓ 20% pela necessidade de remanejamento da rede de fibrocimento

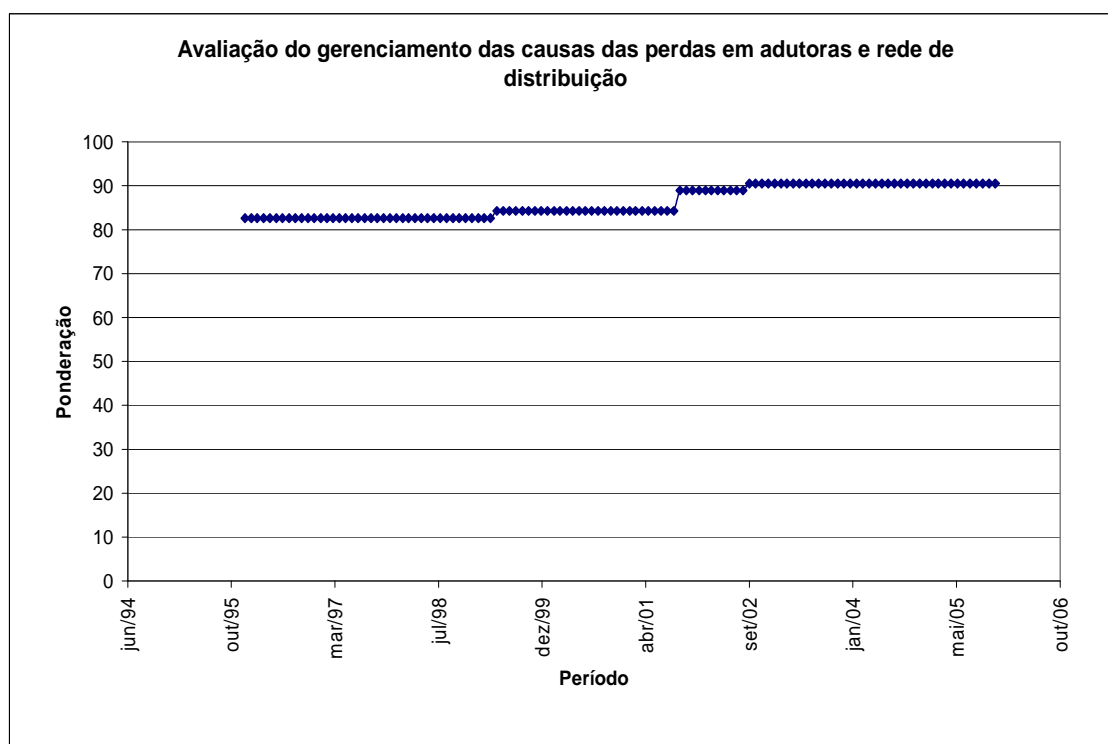


FIGURA 6.53 – Indicador da eficiência da avaliação da causa das perdas em adutoras e rede de distribuição

6.7 - Gerenciamento da avaliação de perdas nos Reservatórios

a) Extravasamento

Todas as instalações dos reservatórios de Monte Alto possuem dispositivos que interrompem o bombeamento após atingir o nível máximo preestabelecido para o trabalho.

Não foram verificados recalques de fundações ou falhas de execução, com perda de prumo ou inclinação que possibilitariam a ocorrência de extravasamentos. A automação implantada permite um monitoramento rigoroso e à distância de todas as instalações existentes.

Foi atribuída uma pontuação de 100% ao longo de todo o período analisado pelas boas condições de operação que foram encontradas nesse subitem.

b) Vazamentos pela parede ou conexões

Não foram verificados furos, fissurações, trincas, ou rachaduras que possibilitariam a perda de água por vazamentos nos reservatórios.

A conservação das instalações demonstra uma ação rotineira de manutenção.

Como não foram verificados vazamentos nas paredes ou instalações foi atribuída uma pontuação de 100% ao longo de todo o período analisado.

c) Atendimento a Normas Técnicas, Padronização e Especificações

Todo projeto de reservatório elaborado para a SABESP deve ser realizado obedecendo as normas da ABNT, bem como as Especificações e Normas Técnicas da SABESP.

No caso de reservatórios de concreto as exigências visavam assegurar uma instalação estanque, estável e durável. O projeto prevê o uso de parâmetros para cálculo, materiais e tecnologia que minimizem a ocorrência de infiltrações.

Sendo o reservatório enterrado ou semienterrado o fundo possui dispositivo tipo chapéu chinês figuras 6.54 e 6.55 que permite o monitoramento de eventuais vazamentos nesse local, sendo possível a realização de reparos ainda durante as obras.

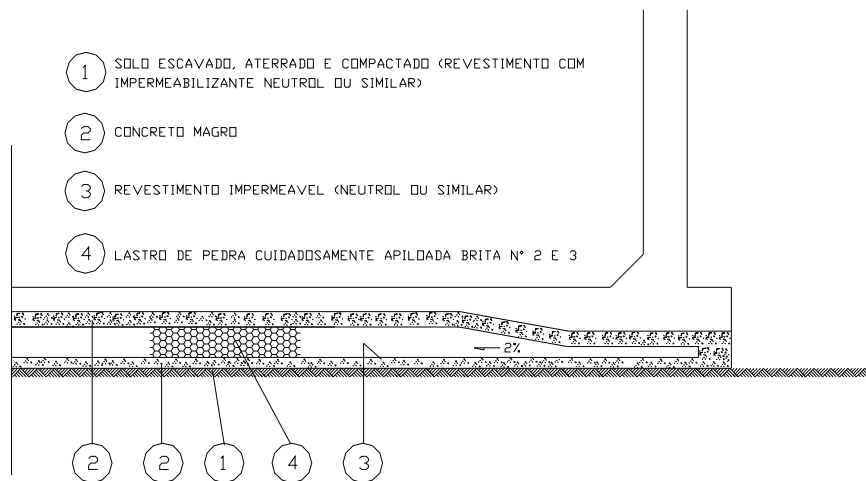


FIGURA 6.54 – Detalhe do fundo de reservatório de concreto armado

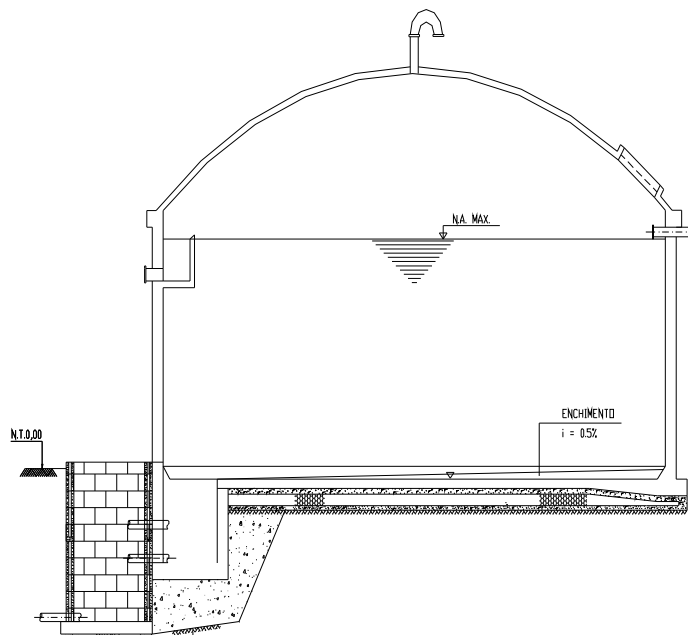


FIGURA 6.55 – Detalhe do poço de monitoramento para reservatório de concreto armado

Durante a execução da obra são permanentemente mantidos técnicos para acompanhamento da concretagem e controle tecnológico dos materiais.

Ocorrendo situação adversa que implique na falta de qualidade ou constatada a imperícia na execução dos serviços, são tomadas as medidas necessárias à solução dos problemas. A estanqueidade de todo o conjunto deve estar assegurada e com o aval da fiscalização.

No caso de reservatórios pré-fabricados e com outros materiais a Especificação Técnica faz exigências relativas a diversos itens como a espessura do material, tipo de solda, revestimento ou pintura da superfície.

Em se tratando de reservatórios metálicos a produção deve ser acompanhada por profissional especializado da SABESP, onde são verificadas na linha de produção as condições de solda, acabamento e pintura das peças.

Como foi verificado o atendimento a Normas Técnicas, Padronização e Especificações, que contribuíram para o bom desempenho da reservação, foi atribuída uma pontuação de 100% ao longo de todo o período analisado.

Todas as medidas feitas contribuem para as condições de perdas praticamente nulas nos reservatórios. O quadro 6.13 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado no gráfico da figura 6.56.

Quadro 6.13 – Resumo da avaliação do gerenciamento de perdas nos reservatórios

Subitens Avaliação de perdas nos Reservatórios	Histórico
a) Extravasamento	100%
b) Vazamentos pela parede ou conexões	100%
c) Atendimento a Normas Técnicas, Padronização e Especificações	100%

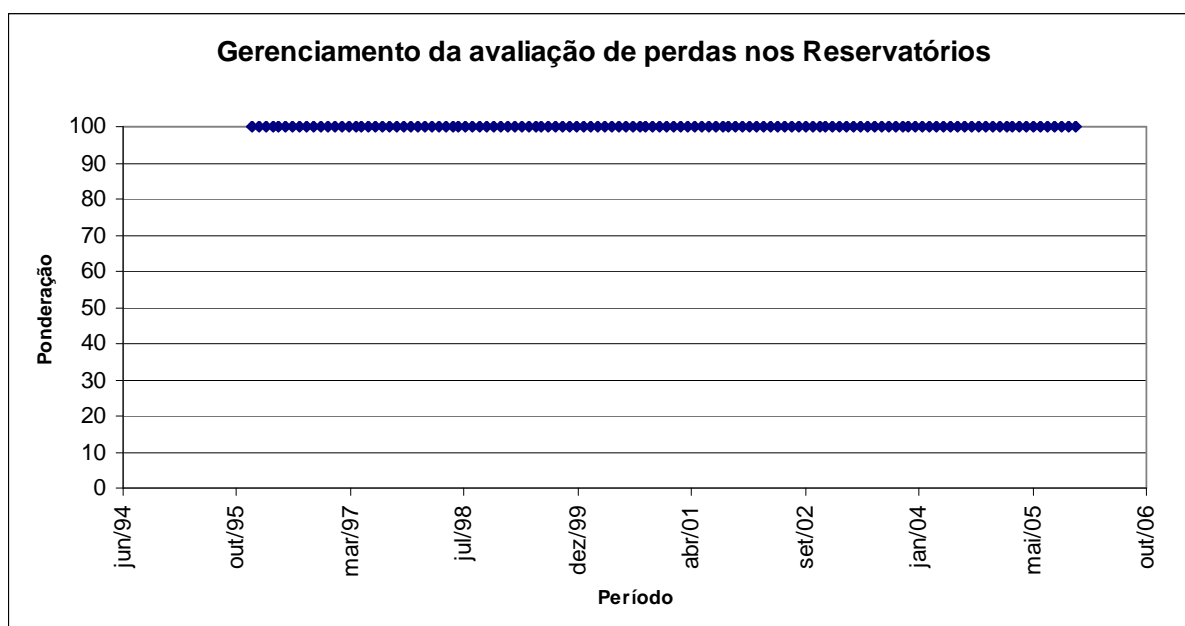


FIGURA 6.56 – Indicador do gerenciamento de perdas nos reservatórios

6.8 - Avaliação da captação subterrânea

Toda a água distribuída no município de Monte Alto é proveniente de mananciais subterrâneos. As fontes subterrâneas das águas para abastecimento público tornam desnecessária a presença de ETA, e por esta razão não se tem a parcela das perdas devidas à lavagem de filtros e decantadores.

Devido à geologia da região os 3 poços com maior capacidade de produção estão localizados à considerável distância, cerca de 4,1 Km, e acentuado desnível de 142 a 165 metros. Esta condição necessariamente não introduz perdas, mas reforça sobremaneira a importância do combate, pois a água é bombeada com grandes alturas manométricas, implicando em elevado custo de produção.

A reservação central de Monte Alto está na cota 737 m. A partir daí toda a água após receber a desinfecção e fluoretação é distribuída para todo o município. Considerando-se a distância da produção e o desnível relativamente altos, tem-se um significativo gasto de energia para a adução.

Todo estudo para a redução de perdas, volume consumido ou evitar aumento da produção deve ser considerado, pois a tendência dos mananciais para a exploração é em pontos ainda mais distantes e com maiores desníveis, implicando em maiores gastos com energia elétrica e manutenção.

Foi atribuída uma pontuação de 100% ao longo de todo o período analisado pela verificação das boas condições encontradas no sistema de captação da água subterrânea.

O quadro 6.14 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado no gráfico da figura 6.57.

Quadro 6.14 – Resumo da avaliação do gerenciamento de perdas na captação subterrânea

Subitem Avaliação da captação subterrânea	Histórico
a) Condições das instalações	100%

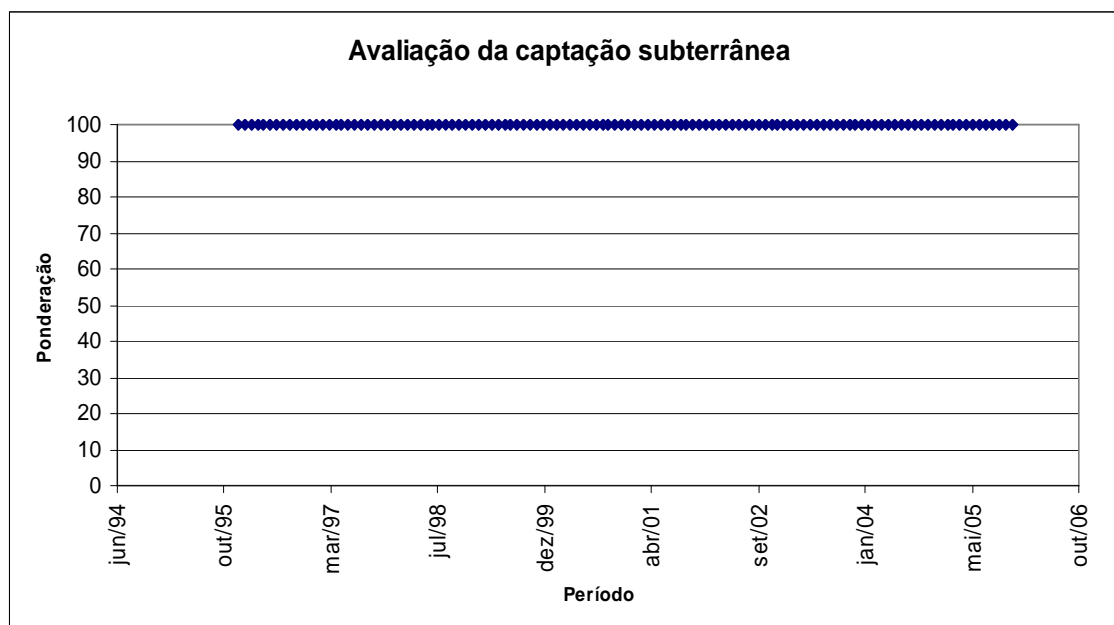


FIGURA 6.57 – Indicador do gerenciamento de perdas nos reservatórios

6.9 - Gerenciamento dos Ramais prediais

a) Materiais da tubulação - tipo, idade e condições, atendimento de especificações técnicas e normas

Em 1980 foi introduzida a implantação de ramais em PEAD na SABESP. Não demorou muito para o surgimento de problemas que se pareciam aos do próprio ramal substituído de aço galvanizado corroído. Muitos estudos foram feitos e foi verificada a necessidade de normatização do produto para garantia da qualidade. No caso específico da SABESP é exigido o credenciamento junto à Divisão de Qualificação de Fornecedores, sediada em São Paulo, onde são feitos testes para certificação da qualidade do produto. Somente empresas certificadas e credenciadas estão aptas ao fornecimento de produtos para uso nos sistemas da SABESP.

Entre os anos de 1995 a 2001 no município de Monte Alto foram trocados 2.584 ramais de um total de 14.300, ou seja, 18,07 %.

Ocorreu também o aumento do número de ligações em aproximadamente 24% no período.

Para a avaliação foi atribuída uma pontuação inicial de 50%. A partir de julho de 1998 foi melhorado para 60%, pelo efeito da troca de ramais e aumento do

seu número pelo crescimento do número das ligações. De forma similar foi melhorada a pontuação gradativamente em 10% anual, até atingir a pontuação atual de 90% a partir de janeiro de 2004, pois foi verificada a continuidade do serviço de troca de ramais com mão de obra própria, sendo que as novas ligações devem atender à padronização que assegura a qualidade.

b) Sobrepressão

O controle de pressão afeta sensivelmente o número de vazamentos nos ramais. A redução da pressão de operação do sistema reduz o número de vazamentos, bem como a vazão perdida.

O ramal predial está sujeito às mesmas condições de pressão da rede de distribuição, conforme mencionada anteriormente. Assim todas as ações tomadas têm efeito comum em todo o sistema.

A ação permanente da água que sai com pressão do furo, misturada com o solo, também produz um efeito abrasivo na face externa da tubulação de PEAD e peças de PVC, podendo aumentar a região da ruptura, conforme ilustra a figura 6.58. Esse tipo de falha não foi encontrado na revisão de literatura.



FIGURA 6.58 – Detalhe da abrasão causada pela ação da água do vazamento + solo

Foi feita a atribuição de uma pontuação inicial de 70% pelas condições de atendimento com valores próximos ao que exige as normas técnicas. A partir de outubro de 2001, com a setorização e instalação das VRP'S foi possível trabalhar

em condições de pressão melhores ainda, daí atribuiu-se a pontuação de 100% por se configurar na situação desejada de operação.

c) Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças

A implantação do ramal ou execução de reparos é um serviço que demanda qualificação, responsabilidade e fornecimento de equipamentos apropriados aos profissionais da manutenção. Após a intervenção no sistema a vala é aterrada, dificultando a fiscalização da qualidade do serviço. Somente com o surgimento do vazamento é possível verificar a ocorrência de uma eventual falha.

As intervenções em ramais de PEAD devem ser cuidadosamente realizadas, pela facilidade de danificação das uniões, que potencializam o surgimento de vazamentos principalmente quando ocorrer os picos de pressões. O excesso de torque para o atarrachamento de peças tem um peso significativo nesse tipo de problema. O profissional deve atentar para não deixar com folga, nem exagerar, danificando a peça. Deve-se, portanto, atribuir essa tarefa a técnicos experientes, pois o desconhecimento compromete diretamente a qualidade do serviço.

A forma de executar o serviço é uma das condições fundamentais para o bom desempenho do ramal. O uso de ferramentas inadequadas pode comprometer significativamente a condição de estanqueidade da união. Na figura 6.59 pode-se verificar as condições do chanfro feito na extremidade de um tubo de PEAD, pelo uso de equipamento inadequado tipo grosa. Muitas vezes existe a disponibilidade da ferramenta adequada, mas não é utilizada pela pressa na realização do serviço, o que tem implicações na qualidade final.

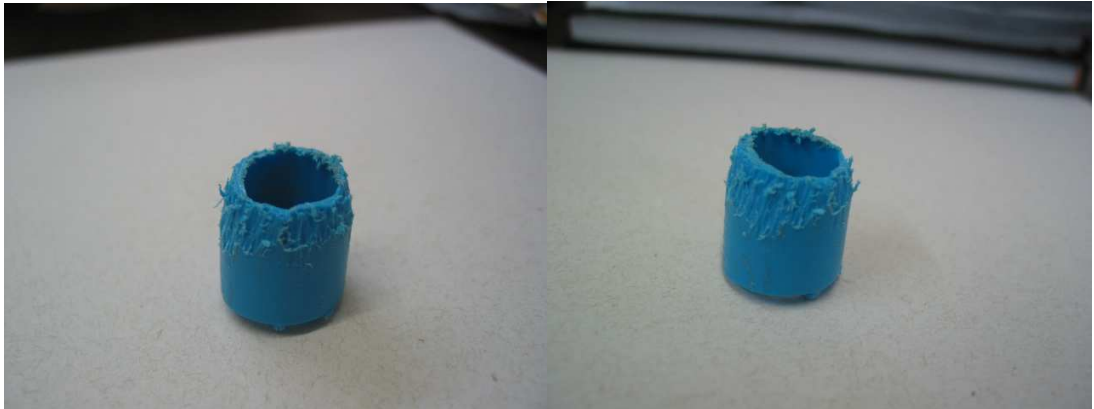


FIGURA 6.59 – Detalhe de falha na realização do chanfro no tubo de PEAD

O sistema de registro com a ficha de solicitação de serviço ajuda a monitorar tanto o profissional como os materiais utilizados, pois na reincidência em algum local é possível ter um levantamento mais detalhado da situação. Nesse caso o lançamento das ocorrências em uma planta cadastral permitiria uma visualização rápida da área de maior suscetibilidade e até reincidência.

Quando ocorre a implantação de um empreendimento imobiliário particular tipo loteamento ou público tipo conjunto habitacional, toda implantação dos sistemas de água e esgotos é de responsabilidade do empreendedor. A SABESP fica com a responsabilidade pela análise e aprovação do projeto, fiscalização da obra, recebimento em doação e operação do sistema. Embora todo produto mesmo que para empreendimentos particulares necessite da certificação da qualidade para liberação da obra, nem sempre é assegurada a qualidade final do serviço. Muitos dos empreendedores não dispõem ou não se importam com a qualidade da mão de obra atentando exclusivamente para o custo, comprometendo o serviço, e de imediato quase sempre também arcando com os prejuízos.

As figuras 6.60 e 6.61 encontradas em um sinistro na cidade de São Paulo mostram o uso de adaptações de peças, que é uma prática que denota falhas de mão de obra e materiais associados.



FIGURA 6.60 – Detalhe do uso de materiais fora de norma - Fonte – SABESP (2003)



FIGURA 6.61 – Desengate da conexão pelo uso de peças indevidas. Fonte – SABESP (2003)

Muitos dos municípios do estado de São Paulo têm exigido dos loteadores a pavimentação das ruas, além da implantação de guias e sarjetas. A ligação feita antes da pavimentação, evita o recorte do pavimento que é prejudicial para o sistema viário. Porém a ligação deixada para um lote desocupado e sem o cavalete oferece condições de contaminação da rede e aumenta a possibilidade de perdas pelo ramal, pela dificuldade de tapamento do tubo que fica em espera do cavalete. Uma das alternativas propostas pela SABESP é a implantação da rede dupla de água, ou seja, uma em cada passeio frontal ao imóvel, dessa maneira se evita a necessidade de recortes do pavimento quando for executar a ligação, ficando a ligação para a ocasião de ocupação do lote.

A ligação feita na ocasião da ocupação do lote é viável porque evita a deterioração do material no intervalo de tempo desde a implantação da rede, utiliza a mais moderna tecnologia e padronização presente.

Inicialmente foi feita a atribuição de uma pontuação de 80% pela verificação da boa qualidade e capacitação dos profissionais da operação e manutenção. A partir de 2003 foi atribuída a pontuação de 90% pela verificação da intensificação do treinamento dos profissionais.

d) Padronização

A partir de 2003, através da Diretoria de Sistemas Regionais, a SABESP concentrou os esforços na promoção da utilização de materiais de qualidade (adequados) e execução dos serviços de instalação e reparo buscando a melhor técnica conhecida. Para tanto, vem atuando em duas frentes:

- Utilização de materiais de melhor performance e a adoção de sistema de controle de qualidade que garanta o recebimento do material especificado;
- Treinamento da mão de obra envolvida nos serviços de execução e reparo de ramais (própria em uma primeira fase e terceirizada na continuidade).

Um fator decisivo para o sucesso dessa estratégia foi o estabelecimento de padrões para as ligações de toda a Diretoria.

Em função do tipo da rede foram propostos 3 (três) modelos:

- Padrão 1 – Aplicado em ramais derivados de redes de PVC Ø 50 e 75 mm, está ilustrado pela figura 6.62.



FIGURA 6.62 – Foto da ligação Padrão 1 - Fonte – SABESP (2003)

1-Te de serviço integrado conforme NTS-175

- Padrão 2 – Aplicado em ramais derivados de redes de PVC Ø 100 mm, está ilustrado pela figura 6.63.



FIGURA 6.63 – Foto da ligação Padrão 2 - Fonte – SABESP (2003)

- 1-Colar de tomada em polipropileno conforme NTS177
- 2-Registro macho tipo “Campinas”
- 3-Cotovelo com adaptador para PEAD

- Padrão 3 – Aplicado em ramais derivados de redes de F^oF^o, CA e DEFOFO (qualquer diâmetro), está ilustrado pela figura 6.64.



FIGURA 6.64 – Foto da ligação Padrão 3 - Fonte – SABESP (2003)

- 1-Colar de tomada em F^oF^o para tubos de F^oF^o, CA e DEFOFO
- 2-Registro macho tipo “Campinas”
- 3-Cotovelo com adaptador para PEAD

Esses padrões foram definidos com base no levantamento dos inúmeros modelos hoje utilizados na SABESP e da disponibilidade de materiais no mercado, com discussão e aprovação prévia dos Departamentos de Desenvolvimento Operacional das Unidades de Negócio.

Como princípio de concepção procurou-se a redução máxima do número de juntas, pontos potenciais de ocorrência de vazamentos, bem como, a utilização de materiais normalizados, sempre que possível.

A padronização propiciou as seguintes vantagens:

- Redução de custos na aquisição dos materiais, através de registro de preços (compra em escala);
- Melhores condições para o controle de qualidade (portanto maior garantia de eficácia). Utilizando poucos itens foi possível priorizar e intensificar as ações de vigilância, bem como, promover as necessárias melhorias das especificações, dentro do preceito da melhoria continuada dos processos;
- Maior racionalização e controle dos estoques, com um número pequeno e definido de materiais;
- Maior facilidade no desenvolvimento e disseminação de melhorias nos procedimentos e nos materiais (esses padrões serão melhorados com o tempo), incorporando desenvolvimentos das unidades e dos fornecedores. Pelo efeito da escala torna-se mais fácil viabilizar alterações junto aos fornecedores.
- Viabilização de um pacote de treinamento padronizado, reproduzível pelas equipes das UNs e extensível aos empregados de empresas contratadas.

Os maiores investimentos iniciais decorrentes da utilização de materiais de melhor qualidade propiciam retorno, mesmo que em longo prazo.

A padronização tem possibilitado também a eliminação do círculo vicioso que decorre da utilização de materiais baratos e de má qualidade, cujo baixo

manutenção da linha. A melhor forma de gerenciamento dos vazamentos é através de medidas preventivas.

A política adotada de substituição de ramais executados com materiais problemáticos, ao longo do tempo permitiu que houvesse progressivamente uma redução do número de vazamentos.

A intensificação do treinamento e padronização que ocorreram a partir de 2003 permitiram o ganho de eficiência na manutenção. Dessa forma inicialmente foi feita a atribuição de uma pontuação de 80% por se verificar um bom desempenho das ações de manutenção e a partir de 2003 foi atribuída a pontuação de 90% pela melhoria das condições verificadas.

f) Subsídios para o combate às perdas

Embora nem toda solicitação feita pela operação tenha sido atendida de imediato, existindo algumas que ainda hoje não obtiveram a destinação de recursos, podem-se verificar que sempre houve ações diretamente destinadas ao combate às perdas.

Foi feita a atribuição de uma pontuação de 80% ao longo de todo o período, pela existência de solicitações não atendidas de imediato e até que levaram a realização do serviço com mão de obra própria, quando seria melhor a execução de forma terceirizada.

O quadro 6.15 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado no gráfico da figura 6.66.

Quadro 6.15 – Resumo do gerenciamento no que se refere aos ramais prediais

Subitens Avaliação dos Ramais prediais	Histórico
a) Materiais da tubulação - tipo, idade e condições, atendimento de especificações técnicas e normas	↑ 20% - 1996 até 2001 - Troca de 20% dos ramais; ↑ 10% - 2003 - novas ligações (24% entre 1996 a 2005); ↑ 10% em 2004 - continuidade da troca de ramais
b) Sobrepressão	↑ 30% em 2001 - Setorização e Instalação de VRP'S

Subitens Avaliação dos Ramais prediais	Histórico
c) Assentamento imperfeito da tubulação e demais peças	↑ 10% em 2003 - Intensificação do treinamento da mão de obra
d) Padronização	↑ 20% em 2003 - Criação da padronização pela Diretoria da SABESP
e) Eficiência na manutenção da linha	↑ 10% em 2003 - Com os treinamentos e padronização houve ganho na manutenção
f) Subsídios para o combate às perdas	↓ 20% pelo uso de mão de obra própria em alguns casos e falta de troca preventiva

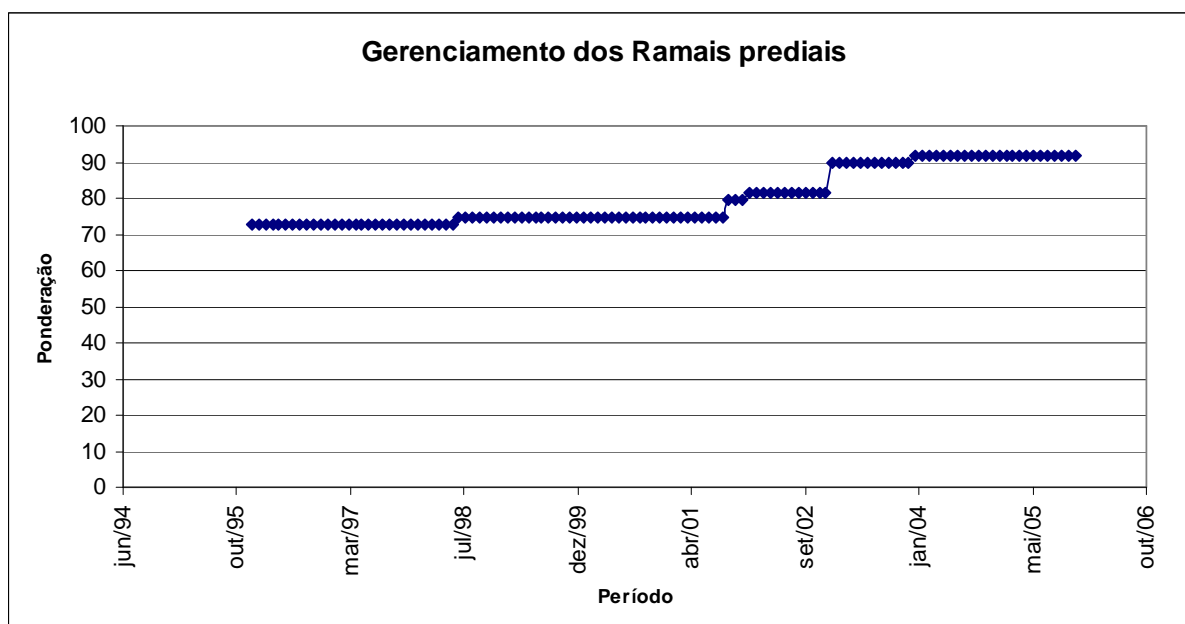


FIGURA 6.66 – Indicador do gerenciamento de perdas nos ramais

6.10 - Avaliação da Viabilidade Econômica do Gerenciamento de Perdas

O gasto com treinamento é relativamente muito baixo para deixar de ser utilizado. Com o funcionário bem treinado e conhecendo a tecnologia disponível é possível mantê-lo motivado e comprometido com os resultados. É possível existir investimentos significativos de recursos financeiros sem obtenção de grandes resultados pela condição restrita dos recursos humanos.

a) Investimentos em treinamento

Foi levantado junto ao Setor de Recursos Humanos da SABESP o tempo destinado ao treinamento dos empregados.

No período entre o ano de 2000 até junho de 2006 foram levantados registros de 1412 dias de treinamento para um total de 68 funcionários. Se forem considerados apenas os dias úteis e descontadas as férias, chega-se a um total superior a 2% de treinamento em relação aos dias trabalhados.

Foram observados 75 dias específicos para temas com relação às perdas, dirigidos a 22 funcionários, o que revela 5,30% do tempo total do treinamento. O número médio anual de dias por funcionário seria igual a 0,5, não demonstrando aparente expressão. Porém se desconsiderar os anos de 2000, 2001 e 2002 chega-se a valores praticamente duas vezes maiores.

É importante observar que a partir do ano de 2001 as ações gerenciais visavam praticamente manter os índices alcançados entre 1996 até 2001.

No quadro 6.16 pode ser visto a relação dos treinamentos com o cargo e a duração que ocorreram entre 2000 e 2006.

Quadro 6.16 – Relação do treinamento, período, nome e cargo do funcionário

Assunto	Período	Cargo
CLP da Atos	06 ao 09/12/2005	Of Eletr Manut B
CLP da Atos	06 ao 09/12/2005	Of Eletr Manut B
Unidade de Medição de Água	20/6/2006	Tec Serv Admin C
Controle Operacional de Poços	3/4/2006	Tec Serv Admin C
Controle Operacional de Poços	3/4/2006	Aux Administ A
Controle Operacional de Poços	3/4/2006	Tec Sis Saneam A
Controle Operacional de Poços	3/4/2006	Tec Serv Admin A
Controle Operacional de Poços	3/4/2006	An Administrat B
Controle Operacional de Poços	3/4/2006	Eng Operacion C
Controle Operacional de Poços	3/4/2006	Tec Serv Admin B
Deteção de Vazamento	05 ao 07/04/2006	Tec Serv Admin C
Deteção de Vazamento	29/06 ao 01/07/2005	Ajud Geral B
Deteção de Vazamento	17 ao 24/08/2005	Op Sist Saneam A
Deteção de Vazamento	17 ao 24/08/2005	Ajud Geral A
Deteção de Vazamento	29/06 ao 01/07/2005	Tec Serv Admin A
Deteção de Vazamento	17 ao 24/08/2006	Ajud Geral B
Deteção de Vazamento	05 ao 07/04/2006	Tec Serv Admin B
Diag Perdas Ssist Abastec Água	26 ao 28/05/2006	Tec Serv Admin C
Diag Perdas Ssist Abastec Água	26 ao 28/05/2006	Aux Administ A
Diag Perdas Ssist Abastec Água	26 ao 28/05/2006	Tec Serv Admin A
Manutenção Programada	29 ao 30/06/2005	Aux Administ A
Novo Padrão Lig Água	3/6/2004	Op Sist Saneam B
Novo Padrão Lig Água	3/6/2004	Tec Sis Saneam B
Novo Padrão Lig Água	3/6/2004	Quimico C
Novo Padrão Lig Água	3/6/2004	Eng Operacion C
Pesq Vaz não Visiveis Nivel I	14 ao 16/12/2005	Ajud Geral B

Assunto	Período	Cargo
Poços	4/2/2003	Of Eletr Manut B
Poços	4/2/2003	Tec Sis Saneam A
Poços	4/2/2003	Tec Serv Admin C
Poços	4/2/2003	Tec Serv Admin C
Poços	4/2/2003	Of Mekan Manut B
Poços	4/2/2003	Of Eletr Manut B
Poços	4/2/2003	Eng Operacion C
Poços	4/2/2003	Tec Serv Admin B
Procedimento Empresarial para Sinistros	4/2/2003	Eng Operacion C
SISPERDAS	3/8/2005	Aux Administ A
SISPERDAS	3/8/2005	An Administrat B
SISPERDAS	3/8/2005	Eng Operacion C

Até o ano de 2000 não foi possível levantar os treinamentos realizados pelos funcionários, sendo atribuída uma pontuação de 70% pelas condições de capacitação, presumidas pelo bom desempenho profissional na realização de suas atribuições. A partir daí foi atribuída uma pontuação de 80% para o resto do período avaliado.

b) Recursos financeiros:

Embora desde 1996 algumas das reivindicações não tenham obtido a disponibilização de recursos, houve a aplicação de forma concentrada principalmente nos anos de 1996 e 1997, conforme demonstra a tabela 6.15. A partir do ano de 2001 passou-se a utilizar recursos do Plano de Desenvolvimento da Operação para a manutenção e operação dos sistemas. A disponibilidade de recursos especificamente para combate às perdas tem contribuído significativamente para a manutenção dos níveis verificados no presente.

TABELA 6.15 – Recursos aplicados e recuperados entre 1995 a 2001

ano	Recurso aplicado (x R\$1000)			Recurso recuperado (x R\$1000)			Fluxo de caixa (x R\$1000)
	Invest.	custeio	total	produção	Custo invest.	total	
1995	0	113	113	0	0	0	-113
1996	224	113	337	56	260	316	-21
1997	167	113	280	79	260	339	59
1998	66	113	179	96	260	356	177
1999	13	113	126	128	260	388	262
2000	57	113	170	167	260	427	257
2001	23	113	136	190	260	450	314
Valor líquido atual com base em taxa de desconto de 12% ao ano							650

Fonte – Departamento Operacional da SABESP (2006)

Nos recursos aplicados, a primeira coluna que se refere a investimentos, engloba todas as obras realizadas como troca de ramais, setorização, instalação de válvulas redutoras de pressão, monitoramento “on line”, enfim tudo o que foi feito em termos de melhorias no sistema. A segunda coluna (custeio) representa as despesas com detecção e combate a vazamentos, reparos nas tubulações, todos os gastos com manutenção do sistema.

No recurso recuperado a primeira coluna é o levantamento da economia feita com a redução do gasto com energia elétrica e produtos químicos devido á redução do volume perdido. A segunda coluna é a estimativa do juro do capital que foi economizado devido ao adiamento do investimento em produção, adução e reservação, pela disponibilização do volume recuperado com o programa de combate às perdas.

Como pode ser visto, no caso de Monte Alto o retorno do investimento se deu no quarto ano após o início da aplicação dos recursos, obtendo um fluxo de caixa positivo nos anos posteriores. Nesse caso pode-se afirmar que o recurso foi bem empregado e justificada a sua aplicação. Não basta empregar recursos, é necessário que sejam bem aplicados para obtenção de êxito.

O estudo de viabilidade do investimento com retorno do capital investido é a melhor forma de argumentação para o pleito dos recursos. Se o planejamento previr detalhadamente a relação custo-benefício torna-se mais fácil a priorização dos investimentos.

De forma geral todo o recurso investido obteve retorno do investimento. Porém, foi atribuída uma pontuação de 80% para todo o período avaliado por verificar que nem todo recurso pleiteado foi disponibilizado de imediato, mesmo sendo justificável o seu empenho.

O quadro 6.17 apresenta de forma resumida a justificativa da variação da pontuação atribuída. O indicador obtido está representado no gráfico da figura 6.67.

Quadro 6.17 – Resumo da avaliação da viabilidade econômica do gerenciamento de perdas

Avaliação da Viabilidade Econômica do Gerenciamento de Perdas	Histórico
a) Investimentos em treinamento	↓ 10% - Período sem treinamento - 2000 a 2002
b) Recursos financeiros	↓ Alguns recursos não disponibilizados - para remanejamento da rede de fibrocimento

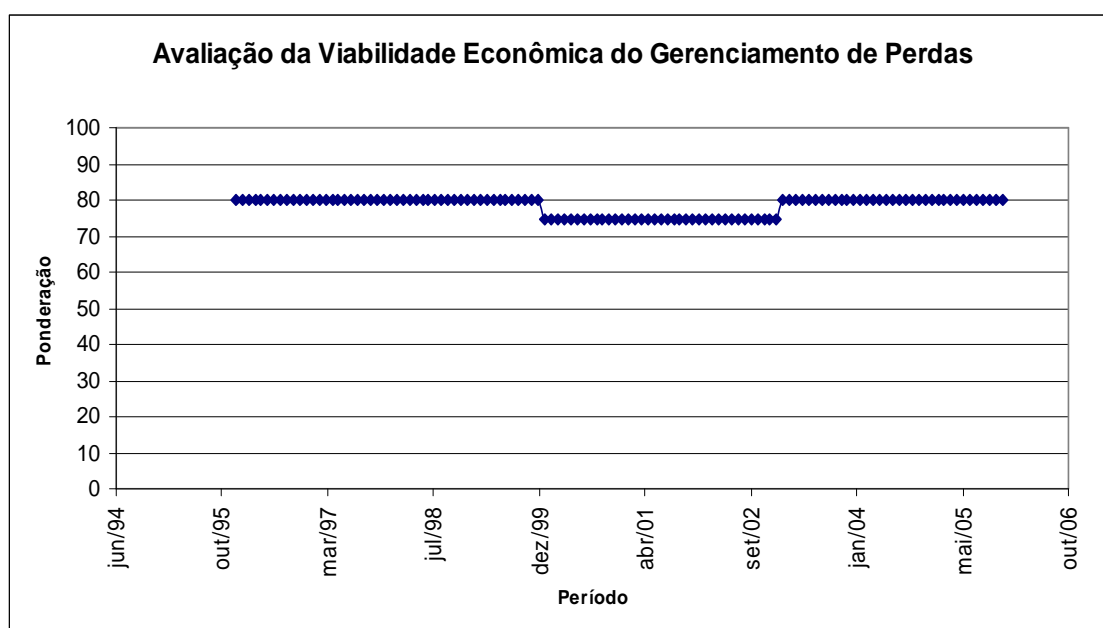


FIGURA 6.67 – Indicador da viabilidade econômica do gerenciamento de perdas

6.11 - Avaliação Geral do Gerenciamento de Perdas

Em função das diferentes ações empregadas durante os 10 anos de análise do objeto de estudo, achou-se conveniente a aplicação de um indicador que permitisse uma comparação ao longo do tempo para verificação do resultado dessas medidas.

De acordo com TARDELLI FILHO (2004) o Índice Infraestrutural é um indicador apropriado para comparação entre diferentes sistemas de abastecimento de água.

Para o cálculo do Índice Infraestrutural foi necessária a estimativa das Perdas Reais Inevitáveis. As perdas reais inevitáveis levam em consideração as condições da operação como pressão, extensão da rede, e o número e a posição (em relação ao lote) dos ramais.

O Índice Infraestrutural é a relação entre as perdas reais do sistema e as perdas reais inevitáveis. O gráfico da figura 6.68 apresenta a evolução do Índice Infraestrutural ao longo do período de estudo.

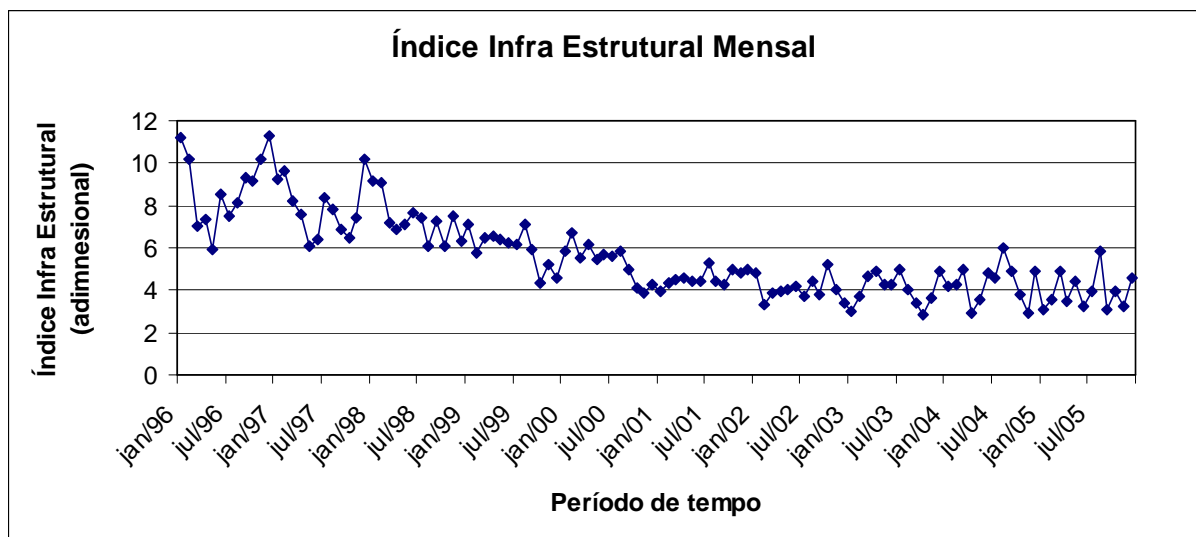


FIGURA 6.68 – Evolução do Índice Infraestrutural mensal para o período entre 1996 até 2005

A análise da figura 6.68 permite concluir que as condições do sistema no final do período de estudo são melhores que as do início, pois o Índice Infraestrutural foi progressivamente reduzindo.

É interessante observar que a partir de 2002 houve praticamente uma estabilização do valor médio do indicador. Observando-se apenas os dados a partir dessa data, obtém-se um valor médio próximo a 4.

O gráfico da figura 6.69 apresenta as médias anuais do Índice Infraestrutural ao longo do tempo.

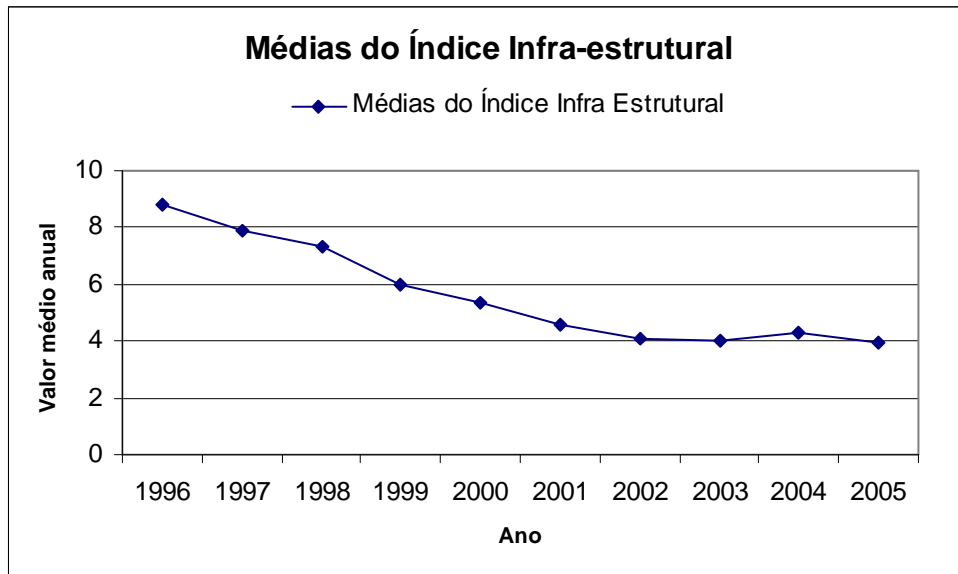


FIGURA 6.69 – Médias anuais do Índice Infraestrutural ao longo do tempo

A evolução do gráfico demonstra que os valores médios atingiam níveis próximos a 9 em 1996 e praticamente estabilizaram em num patamar igual a 4 a partir de 2002. Pode-se concluir através do uso desse indicador que o gerenciamento vem obtendo resultados positivos no combate às perdas reais.

Para possibilitar a visualização geral do gerenciamento de perdas foi proposto o uso de um indicador único. Com base na média aritmética dos conceitos de cada uma das etapas do gerenciamento avaliada, chegou-se a um indicador geral demonstrado no gráfico da figura 6.70.

Esse indicador foi designado Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água (IGGPA).

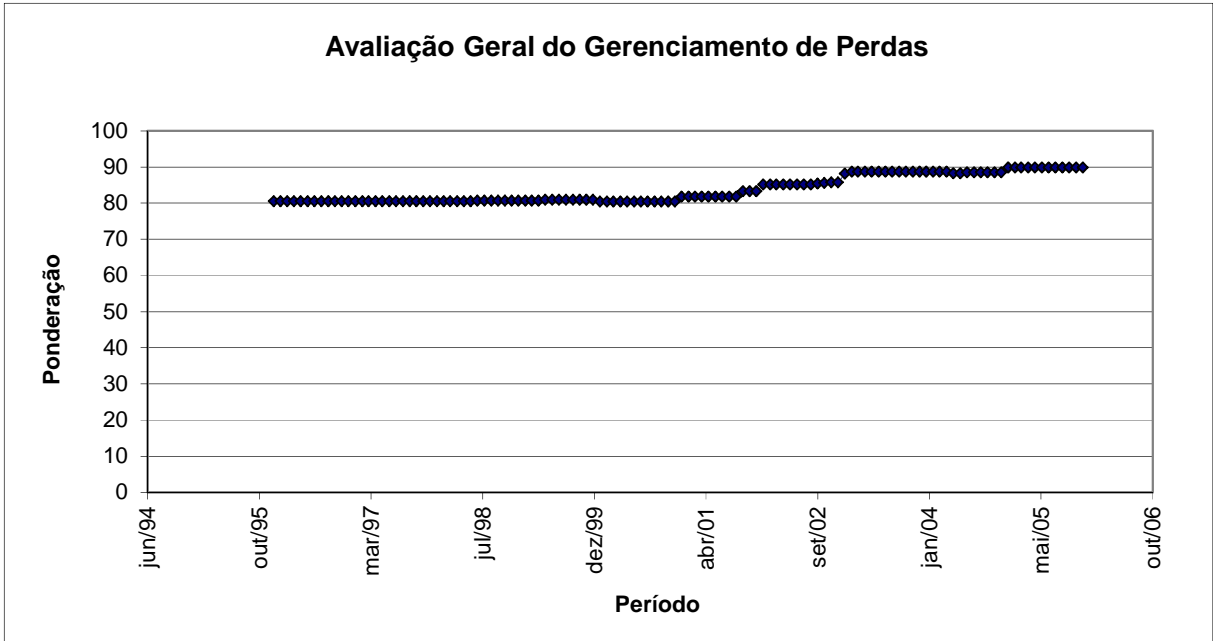


FIGURA 6.70 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água (IGGPA)

Pode-se perceber que de forma geral houve gradativamente uma melhoria do indicador, que tem como referência máxima o valor de 100%.

Para verificar a correlação do IGGPA com o Índice de Perdas (IP) foi elaborado o gráfico da figura 6.71.

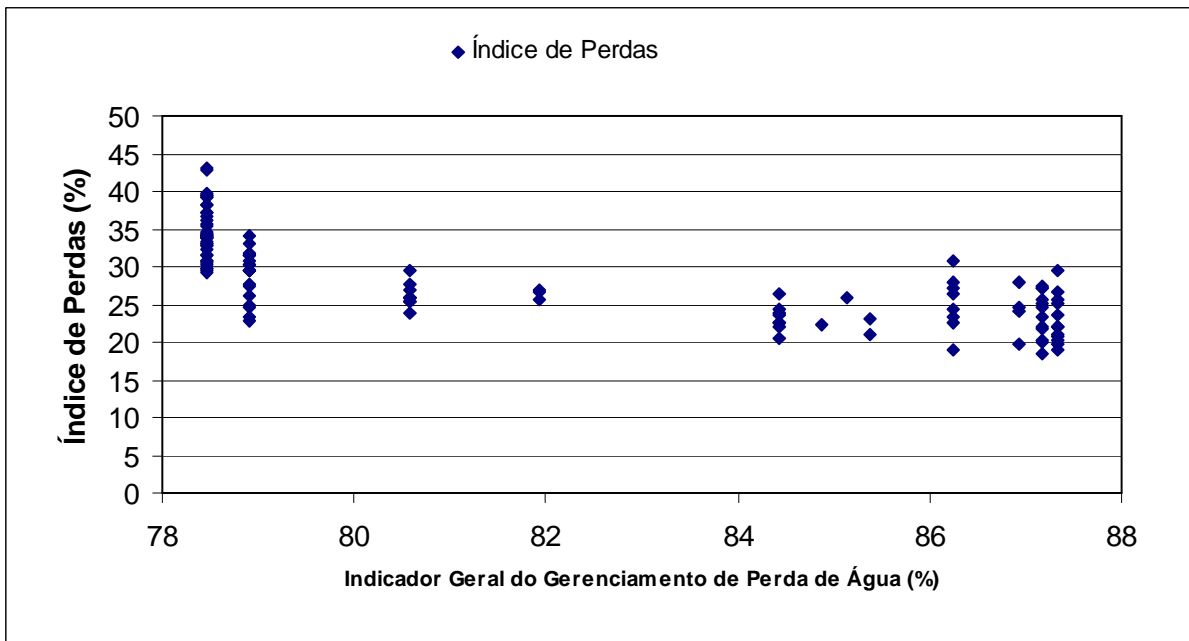


FIGURA 6.71 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água contra Índice de perdas

Pela análise do gráfico foi possível identificar uma clara tendência de redução do Índice de Perdas com o aumento do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água. Dessa forma o quadro atende a expectativa da evolução ou melhora dos valores do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água com a redução do Índice de Perdas.

Para verificar a correlação do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água com o número de vazamentos por ramal foi elaborado o gráfico da figura 6.72.

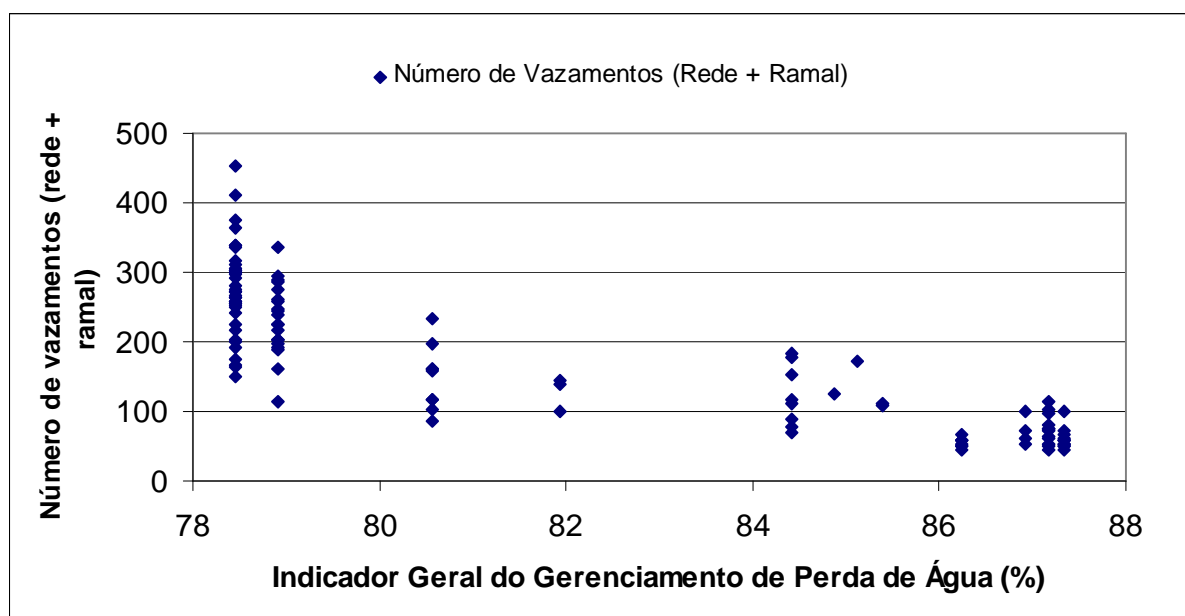


FIGURA 6.72 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água contra Número de vazamentos (rede + ramais)

Pela análise do gráfico também foi possível identificar uma clara tendência de redução do número de vazamentos com o aumento do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água. A expectativa da evolução ou melhora dos valores do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água com a redução do número de vazamentos também foi atendida.

E para verificar a correlação do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água com o Índice Infraestrutural de Perdas foi elaborado o gráfico da figura 6.73.

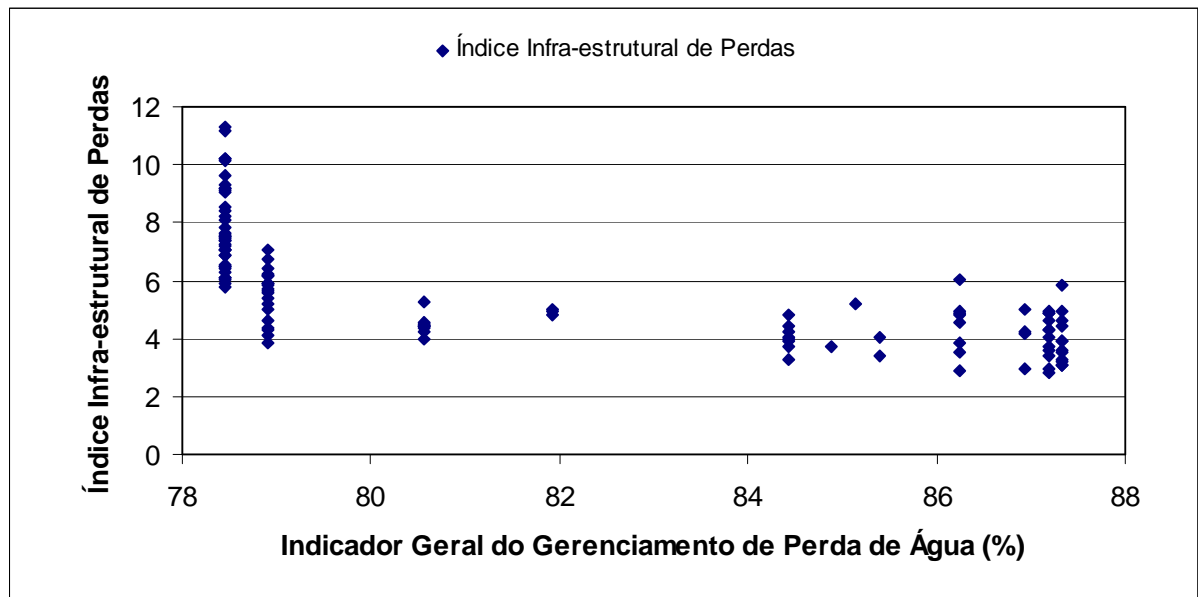


FIGURA - 6.73 – Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água contra Índice Infraestrutural de Perdas

Nesse caso também é possível identificar uma clara tendência de redução do Índice Infraestrutural de Perdas com o aumento do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água. Dessa forma também se verifica o atendimento da expectativa da evolução ou melhora dos valores do Indicador Geral do Gerenciamento de Perda de Água com a redução do Índice Infraestrutural de Perdas.

7 - CONCLUSÕES E INDICAÇÕES DE USO DO MÉTODO PROPOSTO

Este trabalho propôs e aplicou um método de avaliação da gestão do controle de perdas ao sistema de abastecimento de água na cidade de Monte Alto - SP. Foram considerados os aspectos envolvidos, desde o cadastro até a viabilidade econômica do gerenciamento de perdas, construídos indicadores para cada um deles e também um indicador geral. As análises foram calcadas em avaliação histórica do gerenciamento de 1996 a 2005.

Abordaram-se uma a uma as várias etapas da gestão e, mais que as conclusões sobre o método proposto de avaliações, fornecem-se orientações de como deveriam ser tratados os diversos fatores que afetam as perdas. Na sequência apresentam-se as conclusões mais gerais.

As conclusões gerais do trabalho são as seguintes:

- Percebeu-se que quase sempre que ocorria a inviabilização de recursos nos orçamentos de investimentos da Superintendência para combate a vazamentos, a execução dos serviços se dava com mão de obra própria da Gerência. Isso revela um aspecto importante no gerenciamento, que é o comprometimento daqueles que mais de perto vivenciaram o problema.

- Todas as metas de gerenciamento de perdas devem ser traçadas e respaldadas por estudos de custo-benefício, com previsão de retorno do investimento, pois do contrário podem não conseguir a hierarquização merecida dentro do orçamento.

- Não é a quantidade de recursos que produz o melhor resultado. Um exemplo foi a “Setorização com a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão”,

uma ação que efetivamente contribuiu para a melhoria do desempenho do sistema. Como se pode observar no apêndice III, que apresenta todos os materiais, equipamentos e serviços necessários, tudo foi realizado num período de 27 dias no mês de outubro, com no máximo 3 funcionários. Pode-se verificar que, excetuando as válvulas redutoras de pressão que apresentam custo mais elevado, os demais materiais e equipamentos utilizados são comuns nos sistemas de abastecimento de água. Esta intervenção mostra competência e comprometimento em buscar soluções próprias aos desafios.

- A evolução do Índice de Perdas ao longo do tempo é indicativa da redução e estabilização a partir de outubro de 2002. Sua construção, entende-se, foi acertada, pois a visualização dos indicadores no gráfico torna possível identificar gargalos na gestão de perdas. Forneceu, por exemplo, subsídios para a sustentação da hipótese do peso do controle de pressão na redução das perdas.

- Os maiores investimentos iniciais decorrentes da utilização de materiais de melhor qualidade propiciam retorno, mesmo que em longo prazo.

- Com relação à atribuição de pontuação (peso) em cada subitem (cadastro, índice de perda etc.), tem de certa forma um caráter subjetivo e exige uma razoável sensibilidade e visão ampla de todo o sistema, porém de forma geral atendeu à expectativa. Pelos valores dos pesos atribuídos pelos especialistas pode-se também verificar que eles todos são importantes, dando respaldo à metodologia proposta neste trabalho de combate às perdas considerando os diversos aspectos intervenientes e não ações isoladas.

- A proposta do uso de um **indicador geral do gerenciamento de perdas de água** (IGGPA) atende uma demanda dos sistemas parecidos e até menores do que é o objeto do estudo. É preciso, antes de qualquer avaliação com os indicadores tradicionais universalmente empregados, ter um diagnóstico da situação geral do sistema.

a) Cadastro

O cadastro deve ser permanentemente alimentado, pelo conhecimento da realidade das instalações durante a abertura da vala para intervenções ou pela expansão do sistema, com prolongamento de redes ou novos empreendimentos implantados. Diante da inexistência total deve ser priorizada a elaboração, com base no conhecimento dos operadores, sondagens e registro de intervenções. A forma mais adequada de elaboração e manutenção do cadastro é em meio eletrônico, com programas tipo Auto Cad, Micro Station ou similar.

Onde houver viabilidade pode-se também utilizar o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que é uma ferramenta capaz de dar uma maior agilidade no gerenciamento do cadastro.

É interessante que além do registro em planta existam outras formas complementares de registro das informações referentes ao sistema como fichas, planilhas e relatórios, pois são registros históricos originais e devem ser preservados.

b) O papel dos indicadores e sua evolução histórica

A função do indicador deve ser a de orientar as ações no sentido do sucesso do gerenciamento.

O conhecimento da evolução dos indicadores por toda a equipe operacional é fundamental não só para a motivação, mas também para o envolvimento e participação no gerenciamento.

O mais importante na avaliação das perdas ou aplicação de algum indicador é o processamento que é realizado sobre os dados levantados, ou seja, quem recebe as informações, qual a utilidade dos dados e quais as medidas tomadas diante dos dados recebidos.

Os indicadores tradicionais como o Índice de Perdas são obtidos com uma certa defasagem gerada pelo processamento dos volumes consumidos ou micro medidos que dependem da leitura dos hidrômetros de todas as residências. Apesar da defasagem ele é relevante por avaliar todo o SAA de forma contínua e também ser o mais amplamente usado no Brasil.

O uso de indicadores baseados em vazões instantâneas é importante para avaliação da reação imediata do sistema sob ações localizadas.

A função do indicador deve ser a de orientar as ações no sentido do sucesso do gerenciamento.

O conhecimento da evolução dos indicadores por toda a equipe operacional é fundamental não só para a motivação, mas também para o envolvimento e participação no gerenciamento.

A divulgação e a transparência das informações sobre o controle de perdas melhoram a relação com as demais áreas da empresa ou operadora.

c) Priorização dos locais de combate às perdas

Com relação à prioridade dada aos locais de combate às perdas entendeu-se que deve ser dada atenção especial à condição de degradação dos materiais e também buscado o combate aos locais com pressões mais elevadas. A associação desses dois fatores leva ao surgimento do vazamento com grandes vazões devido à condição mais elevada de pressão. Os locais de maior incidência nos últimos 12 meses quase que necessariamente retratam a condição dos materiais e pressões mais propícias às perdas.

d) Métodos de detecção e controle de Perdas

Com relação aos métodos de detecção e controle concluiu-se que o mais importante não é tanto a tecnologia, quanto o local e a estratégia. Os métodos mais apropriados são aqueles de domínio da equipe. Nesse sentido é importante uma política de treinamento e aperfeiçoamento contínuo do pessoal para otimização do uso dos recursos disponíveis.

A macromedição com registro histórico das vazões tem uma grande importância para verificar o efeito das ações e dos métodos empregados.

O uso de indicadores oferece condições de avaliação da eficiência das ações tomadas.

e) Causa das perdas em adutoras e rede de distribuição

Os fatores de maior peso na ocorrência de perdas são a pressão e a qualidade do material. É importante que as intervenções e reparos realizados tenham caráter preventivo e permanente. Quando possível devem ser evitados os simples reparos de ramais com falhas devidas às características dos materiais. Recomenda-se a troca do ramal inteiro, evitando assim a reincidência do problema em ocasião futura.

As possíveis falhas de execução normalmente não são registradas, sendo, portanto, difíceis de se identificar.

É importante assegurar as boas condições das novas instalações do sistema, com exigência de materiais e prestadores de serviços com a melhor qualidade possível. Devem ser exigidos o atendimento de condições normativas e especificações de fabricantes. Sempre deve ser feito o teste de estanqueidade do sistema antes da aceitação de qualquer obra.

f) Perdas nos Reservatórios

Com relação às condições da reservação não se verificou falhas construtivas, que seriam determinantes nas perdas por vazamentos. A automação existente praticamente quase impossibilita a ocorrência de extravasamentos ou transbordamento.

Para as boas condições de funcionamento das instalações são imprescindíveis os atendimentos às normas e especificações técnicas, fiscalização permanente e testes de estanqueidade ao final da obra.

g) Captação subterrânea

Pela observação das condições das captações subterrâneas, pode-se concluir que em qualquer sistema de abastecimento de água, a redução das perdas leva à redução da exploração dos mananciais, que sempre apresentam maiores dificuldades e gastos com energia e investimentos para o incremento de cada metro cúbico produzido. Dessa forma se faz viável tanto financeira como ambientalmente toda ação no sentido do uso racional ou combate às perdas.

h) Ramais prediais

Concluiu-se que mais de 90% dos consertos de vazamentos se dão nos ramais. Dessa forma deve ser dada especial atenção no seu gerenciamento. Os principais problemas se devem ao fim da vida útil do material, no caso de ramais de aço galvanizado, e qualidade dos materiais, no caso do PEAD. A padronização e certificação dos fornecedores, treinamento e capacitação da mão de obra, recursos para substituição ou troca, ao invés de apenas reparar os defeitos em ramais inadequados, são alguns dos requisitos mínimos para se conseguir uma boa gestão.

i) Viabilidade Econômica do Gerenciamento de Perdas

Da análise dos investimentos feitos para o combate de perdas pode-se concluir que a aplicação de recursos na época e locais certos com certeza contribui para a melhoria das condições operacionais, não demorando muito para se obter o retorno do investimento. Portanto, é possível afirmar que mais importante que a quantidade de recurso aplicado é a forma que é utilizada, pois por maiores que sejam os recursos, se não forem adotadas as ações corretas, pode-se não obter o efeito esperado.

7.1 - INDICAÇÕES DE USO DO MÉTODO PROPOSTO

Considerando as diferenças entre os Sistemas de Abastecimento de Água, entre gestores, entre operadores e técnicos, sugerem-se considerar as indicações seguintes para implementação desta metodologia.

- Para início de um programa de Gerenciamento de Perdas de água deve ser dada prioridade ao treinamento, uma vez que qualquer outra etapa depende fundamentalmente de quem vai realizá-la.
- O IGGPA permite visualizar a evolução do gerenciamento e deve ser ajustado em função das características do sistema avaliado.
- Pode-se atribuir pesos diferentes para cada etapa do gerenciamento com o fim de melhorar o ajuste do IGGPA

- Para sistemas que dispõem de captação através de mananciais, com necessidade de Estação de Tratamento de Água (ETA) o Gerenciamento da captação subterrânea deverá ser alterado podendo-se incluir o gerenciamento da captação superficial e principalmente o gerenciamento das perdas na ETA.
- O gasto com treinamento é relativamente baixo para deixar de ser utilizado. Com o funcionário bem treinado e conhecendo a tecnologia disponível é possível mantê-lo motivado e comprometido com os resultados. É possível existir investimentos significativos de recursos financeiros sem obtenção de grandes resultados pela condição restrita dos recursos humanos.
- Todo conhecimento e informação guardados por qualquer operador ou funcionário devem ser compartilhados ou repassados para assegurar a permanência na sua falta.
- Deve ser incentivada uma cultura educativa de comparações entre os desempenhos dos sistemas, para sempre estar ciente das novas práticas e tecnologias empregadas nos mais eficientes, sem perder de vistas as condições de viabilidade econômica de cada um.
- Toda ação deve ser discutida com a equipe, traçando as estratégias e deixando claro as metas e objetivos a serem alcançados.
- Toda intervenção deve ser registrada em várias formas possíveis, mesmo que gere a conotação de redundância.
- Efetuar sempre o registro das falhas em planilhas para subsidiar o planejamento, pois facilita na tomada de decisões e programação dos empreendimentos. Também da mesma forma, sempre que possível registrar as ocorrências em uma planta geral, que permita uma visão panorâmica.
- Deve sempre haver sintonia entre a equipe operacional e a encarregada da aquisição de materiais, pois é possível a restrição de um insumo mínimo impossibilitar uma ação comprovadamente eficaz no gerenciamento de perdas.

9 - FONTES CONSULTADAS:

BAGGIO, M.A. **Novas estratégias para Controle das Causas de Perdas de Água.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – Associação Brasileira de Engenharia Ambiental - ABES. Lins, 2002. 55 f. Apostila.

BESSEY, S.G.; LAMBERT, A. (1994). **Managing Leakage – Report B – Report comparative leakage performance.** Water Research Centre/Water Services Association/Water Companies Association

BRASIL, Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. **Distribuição da água Doce no Brasil.** Disponível em: <<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: fev/05.

BRASIL, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **DTA – Documento Técnico de Apoio D1 - Controle da Pressão na Rede.** Brasília-DF. Programa Nacional de Controle de Desperdício de Água - PNCDA. 1999.

BRASIL, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **DTA – Documento Técnico de Apoio nº A2 - Definições de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento.** Brasília-DF. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. 2003.

COELHO, A.C. **Medição de Água e Controle de Perdas.** Rio de Janeiro-RJ. ABES. 1983.

ENGEFAC – Eletro Fundição de Aços Especiais Ltda. **Entendendo Corrosão.** Disponível em: <<http://www.engefac.com.br/corrosao.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

FARLEY, M.; TROW, S.. **Losses in Water Distribution Networks.** London, UK. IWA, Alliance House. 2003

FONSECA, E.A.M.. **Manutenção de Adutoras.** São Paulo-SP. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária — ABES. 1974.

FRAGA, A. S.; SILVA, S.P.R.. (1995). **Experiência do DMAE no combate às perdas através da implantação de distrito pitométrico.** ASSEMAE, 53-64.

FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA – WWF. **Disponibilidade da água no planeta**
Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/>>. Acesso em: fev/05.

GONÇALVES, E. **Metodologias para Controle de Perdas em Sistema de Distribuição de Água – Estudo de Casos da CAESB.** 1998. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 1998.

LAMBERT, A. (1994b). **Managing Leakage – Report E – Interpreting measured night flows**. Water Research Centre/Water Services Association/Water Companies Association

LAMBERT, A. (1997c). **Controle de pressão e redução de perdas**. Seminário, comunicação oral, São Paulo-SP.

LAMBERT, A. (1998). **Controle avançado de perdas físicas de água para abastecimento público**. Reunião Técnica – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Comunicação oral, Brasília-DF.

LAMBERT, A.O. et al. **Análise dos Indicadores de Desempenho de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água**. Tradução da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. São Paulo-SP. 2000.

MELATO, D.S.; CARVALHO, G.A.. Otimização dos Resultados na Pesquisa de Vazamentos não visíveis em Redes de Distribuição de Água. In: ENCONTRO TÉCNICO DOS ENGENHEIROS DA SABESP, 17., 2006, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo: Associação dos Engenheiros da SABESP — AESABESP, 2006. p. 1-5.

MIRANDA, E.C.; KOIDE, S.. Indicadores de Perdas de Água: O que, de fato, eles indicam?. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Florianópolis-SC. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária — ABES, 2003. p. 1-21.

MONTEIRO, J.L.; SANTOS, A.B.. Prospecção de Perdas Físicas através de Métodos Acústicos – Um Enfoque Sabesp. In: ENCONTRO TÉCNICO DOS ENGENHEIROS DA SABESP, 17., 2006, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo: Associação dos Engenheiros da SABESP — AESABESP, 2006. p. 1-7.

PIMENTA¹, G.S.. **O que é corrosão?**

Disponível em: <<http://www.abraco.org.br/corros10.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

PIMENTA², G.S.. **Corrosão**

Disponível em: <http://www.iope.com.br/3i_corrosao.htm>. Acesso em: 25 jun. 2006.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Situação do Saneamento Básico no Brasil**. Disponível em: <<http://www.www.pnud.org.br/>>. Acesso em: fev/05

ROCHA, A.L.; BARRETO, D.; CHAMA NETO, P.J.. Aprimoramento dos Ramais Prediais de PEAD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa-PB. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária — ABES, 2001. p. 1-14.

SÃO PAULO (Estado), COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **Proposta de Metodologia para Execução de Auditoria da Água nos Sistemas de Distribuição Operados pela SABESP**: Relatório Preliminar 1-TDGD – 01/01. São Paulo: Diretoria Técnica da SABESP/Superintendência da Distribuição, 2003. 127 p. Apostila.

SARZEDAS, G.L.; RAMOS, A.N.; MATSUGUMA, S.. **Pesquisa de Vazamentos ou Redução de Pressão? Como Investir na Redução de Perdas Físicas.** 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária - ABES. Rio de Janeiro. 1999.

SATO, M.Y. **Controle de Perdas de Água nos Sistema Público de Distribuição de Água. Dissertação de Mestrado.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

TARDELLI FILHO, J.. Controle e Redução de Perdas. In: TSUTIYA, M. T.. **Abastecimento de Água.** São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. p. 457-525.

TOMAZ, P.. **Conservação da Água.** São Paulo, 2000.

TSUTIYA, M. T.. **Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água.** São Paulo-SP. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária - ABES. 2001.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Programa Hidrológico Internacional.** Disponível em: <[http:// www.unesco.org.br/](http://www.unesco.org.br/)>. Acesso em: fev/05

Apêndice I – Pontuação atribuída a cada etapa do gerenciamento no período

Avaliação do Cadastro do Sistema de Abastecimento de Água	Avaliação de Perdas	Avaliação da Priorização dos locais de combate às perdas no S.A.A.	Avaliação dos Métodos de detecção e controle de Perdas	Avaliação do gerenciamento da causa das perdas em Adutoras e Rede de Distribuição	Avaliação de perdas nos Reservatórios	Avaliação da captação subterrânea	Avaliação dos Ramais prediais	Avaliação da Viabilidade Econômica do Gerenciamento de Perdas	Desempenho Geral	peso	Avaliação geral do gerenciamento											
											1996											
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	01/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	02/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	03/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	04/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	05/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	06/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	07/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	08/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	09/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	10/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	11/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	12/96		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	01/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	02/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	03/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	04/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	05/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	06/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	07/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	08/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	09/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	10/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	11/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	12/97		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	01/98		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	02/98		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	03/98		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	04/98		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	05/98		
											80	73	100	100	75	75	84	63	75	06/98		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	07/98		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	08/98		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	09/98		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	10/98		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	11/98		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	12/98		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	01/99		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	02/99		
											81	75	100	100	75	75	84	63	75	03/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	04/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	05/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	06/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	07/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	08/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	09/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	10/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	11/99		
											81	75	100	100	77	75	84	63	75	12/99		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	01/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	02/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	03/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	04/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	05/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	06/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	07/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	08/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	09/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	10/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	11/00		
											80	75	100	100	77	75	84	63	75	12/00		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	01/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	02/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	03/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	04/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	05/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	06/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	07/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	08/01		
											82	75	100	100	77	78	84	73	75	09/01		
											83	75	80	100	100	85	78	84	73	75	10/01	
											83	75	80	100	100	85	78	84	73	75	11/01	
											83	75	80	100	100	85	78	84	73	75	12/01	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	01/02	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	02/02	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	03/02	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	04/02	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	05/02	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	06/02	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	07/02	
											85	75	82	100	100	85	78	84	78	85	08/02	
											85	75	82	100	100	88	78	84	78	85	09/02	
											86	75	82	100	100	88	78	85	78	85	10/02	
											86	75	82	100	100	88	78	87	78	85	11/02	
											86	75	82	100	100	88	78	87	78	85	12/02	
											88	75	90	100	100	88	80	85	85	90	01/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	02/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	03/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	04/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	05/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	06/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	07/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	08/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	09/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	10/03	
											89	80	90	100	100	88	80	85	85	90	11/03	

Apêndice II - Volumes de água produzidos e micromedidos e indicadores do SAA

Monte Alto	Vol. Produzido (m3)	Nº Econ. Água	Vol micromedido (m3)	I.P. (%)	Cons. Médio total (m3/econ/dia)	Nº vaz rede	Nº em Ramais	Vol perdido (m3)	Vol perdido/litro (m3)	Nº vaz rede + ramal	Vol. Perdido/ramal/dia (L)	Perdas aparentes (hidrômetro) (L)	Perdas reais (vaz.) (L)	PRAI (L/dia)	Índice estrutural = Vol. Perdido Total
jan-96	325839	12417	186016	43	0,48	18	346	139823	11,3	364	363	39	325	29	11,19
fev-96	305831	12418	184867	40	0,51	17	436	120964	9,7	453	336	41	295	29	10,16
mar-96	284961	12428	190903	33	0,50	21	390	94058	7,6	411	244	40	204	29	7,05
abr-96	280500	12452	185831	34	0,50	8	288	94669	7,6	296	253	40	214	29	7,36
mai-96	278123	12465	196353	29	0,51	15	243	81770	6,6	258	212	41	171	29	5,89
jun-96	268473	12476	162762	39	0,43	29	220	105711	8,5	249	282	35	248	29	8,54
jul-96	291094	12504	191090	34	0,49	14	286	100004	8,0	300	258	39	219	29	7,53
ago-96	313610	12510	206054	34	0,53	14	286	107556	8,6	300	277	43	235	29	8,09
set-96	317469	12571	199782	37	0,53	6	187	117687	9,4	193	312	42	270	29	9,30
out-96	332308	12584	211889	36	0,54	20	180	120419	9,6	200	309	43	265	29	9,14
nov-96	326310	12600	198558	39	0,53	21	128	127752	10,1	149	338	42	296	29	10,20
dez-96	332402	12596	189090	43	0,48	12	231	143312	11,4	243	367	39	328	29	11,32
jan-97	314651	12671	194278	38	0,49	16	255	120373	9,5	271	306	40	267	29	9,20
fev-97	299964	12678	182115	39	0,51	15	161	117849	9,3	176	321	41	279	29	9,63
mar-97	308673	12686	198839	36	0,51	9	265	109834	8,7	274	279	40	239	29	8,23
abr-97	292380	12732	192971	34	0,51	12	153	99409	7,8	165	260	40	220	29	7,58
mai-97	277638	12741	192499	31	0,49	6	211	85139	6,7	217	216	39	177	29	6,09
jun-97	259177	12730	174427	33	0,46	7	195	84750	6,7	202	222	37	185	29	6,39
jul-97	304080	12751	192566	37	0,49	24	143	111514	8,7	167	282	39	243	29	8,38
ago-97	307155	12818	200933	35	0,51	15	211	106222	8,3	226	267	40	227	29	7,82
set-97	309980	12857	215662	30	0,56	14	258	94318	7,3	272	245	45	200	29	6,89
out-97	320055	12906	226727	29	0,57	10	282	93328	7,2	292	233	45	188	29	6,48
nov-97	304429	12936	204191	33	0,53	15	286	100238	7,7	301	258	42	216	29	7,45
dez-97	342240	13011	206540	40	0,51	16	249	135700	10,4	265	336	41	295	29	10,18
jan-98	335436	13037	210867	37	0,52	13	289	124569	9,6	302	308	42	266	29	9,19
fev-98	304782	13227	188378	38	0,51	21	315	116404	8,8	336	303	41	263	29	9,06
mar-98	298992	13251	197442	34	0,48	13	304	101550	7,7	317	247	38	209	29	7,20
abr-98	295917	13290	200594	32	0,50	15	241	95323	7,2	256	239	40	199	29	6,85
mai-98	297108	13323	196704	34	0,48	20	319	100404	7,5	339	243	38	205	29	7,07
jun-98	294937	13359	190802	35	0,48	13	326	104135	7,8	339	260	38	222	29	7,64
jul-98	311232	13433	205392	34	0,49	3	262	105840	7,9	265	254	39	215	29	7,40
ago-98	303995	13424	213950	30	0,51	18	292	90045	6,7	310	216	41	175	29	6,04
set-98	306356	13488	204969	33	0,51	35	271	101387	7,5	306	251	41	210	29	7,24
out-98	297687	13530	207292	30	0,49	21	354	90395	6,7	375	216	40	176	29	6,07
nov-98	307384	13490	202678	34	0,50	13	289	104706	7,8	302	259	40	219	29	7,54
dez-98	304236	13525	210987	31	0,50	12	241	93249	6,9	253	222	40	182	29	6,28
jan-99	307662	13562	204871	33	0,49	23	258	102791	7,6	281	244	39	206	29	7,08
fev-99	271585	13425	190892	30	0,51	14	244	80693	6,0	258	207	41	167	29	5,74
mar-99	303899	13531	208416	31	0,50	15	252	95483	7,1	267	228	40	188	29	6,48
abr-99	297404	13604	203942	31	0,50	13	243	93462	6,9	256	229	40	189	29	6,52
mai-99	298849	13620	204182	32	0,48	12	234	94667	7,0	246	224	39	186	29	6,39
jun-99	288140	13729	197614	31	0,48	20	171	90526	6,6	191	220	38	181	29	6,25
jul-99	295241	13939	202000	32	0,47	13	148	93241	6,7	161	216	37	178	29	6,15
ago-99	319265	13944	213371	33	0,49	9	276	105894	7,6	285	245	39	205	29	7,08
set-99	303654	14025	214495	29	0,51	11	263	89159	6,4	274	212	41	171	29	5,90
out-99	294945	14063	222153	25	0,51	15	322	72792	5,2	337	167	41	126	29	4,35
nov-99	290989	14124	210230	28	0,50	9	230	80759	5,7	239	191	40	151	29	5,20
dez-99	290471	14154	214789	26	0,49	10	251	75682	5,3	261	172	39	133	29	4,60
jan-00	299047	14087	208206	30	0,48	18	239	90841	6,4	257	208	38	170	29	5,86
fev-00	276273	14132	181843	34	0,44	11	279	94430	6,7	290	230	35	195	29	6,72
mar-00	286864	14150	200192	30	0,46	15	211	86672	6,1	226	198	37	161	29	5,55
abr-00	291019	14160	199030	32	0,47	16	187	91989	6,5	203	217	37	179	29	6,17
mai-00	288899	14161	203704	29	0,46	10	284	85195	6,0	294	194	37	157	29	5,41
jun-00	293771,5	14155,5	207027	30	0,49	11,5	192,5	86744,5	6,1	204	204	39	165	29	5,70
jul-00	298644	14150	210350	30	0,48	13	101	88294	6,2	114	201	38	163	29	5,62
ago-00	298557	14181	207029	31	0,47	15	173	91528	6,5	188	208	38	171	29	5,88
set-00	283770	14208	205720	28	0,48	12	206	78050	5,5	218	183	39	145	29	4,98
out-00	307388	14227	235755	23	0,53	22	176	71633	5,0	198	162	43	120	29	4,12
nov-00	285847	14278	220402	23	0,51	8	236	65445	4,6	244	153	41	112	29	3,85
dez-00	290147	14280	217632	25	0,49	15	210	72515	5,1	225	164	39	124	29	4,29

Monte Alto	Vol. Produzido (m3)	Nº Econ. Água	Vol micromedi do (m3)	I.P. (%)	Cons. Médio total (m3/econ/dia)	Nº vaz rede	Nº Vaz em Ramais	Vol perdido (m3)	Vol perdido/litro (m3)	Nº vaz rede + ramal	Vol. Perdido/ramal/dia (L)	Perdas aparentes (hidrômetro) (L)	Perdas reais (vaz.) (L)	PRAI (L/dia)	Índice mínimo estrutural = Vol. Perdido Total
jan-01	285070	14273	217041	24	0,49	11	223	68029	4,8	234	154	39	115	29	3,95
fev-01	271674	14299	202758	25	0,51	7	155	68916	4,8	162	166	41	126	29	4,33
mar-01	297832	14317	222240	25	0,50	18	68	75592	5,3	86	170	40	130	29	4,49
abr-01	284494	14397	210578	26	0,49	15	89	73916	5,1	104	171	39	132	29	4,55
mai-01	275612	14437	201664	27	0,45	16	142	73948	5,1	158	165	36	129	29	4,45
jun-01	257403	14469	186395	28	0,43	10	107	71008	4,9	117	164	34	129	29	4,45
jul-01	287270	14494	202274	30	0,45	14	104	84996	5,9	118	189	36	153	29	5,28
ago-01	289062	14533	214446	26	0,48	30	168	74616	5,1	198	166	38	128	29	4,40
set-01	267371	14524	197845	26	0,45	16	146	69526	4,8	162	160	36	123	29	4,25
out-01	279871	14528	205082	27	0,46	29	116	74789	5,1	145	166	36	130	26	4,96
nov-01	276818	14559	205618	26	0,47	2	98	71200	4,9	100	163	38	125	26	4,80
dez-01	277661	14582	202685	27	0,45	12	128	74976	5,1	140	166	36	130	26	4,98
jan-02	274735	14591	201837	27	0,45	20	162	72898	5,0	182	161	36	125	26	4,81
fev-02	412617	23270	327602	21	0,50	22	130	85015	3,7	152	126	40	86	26	3,28
mar-02	279488	14625	216161	23	0,48	24	153	63327	4,3	177	140	38	102	26	3,89
abr-02	277303	14670	214395	23	0,49	14	75	62908	4,3	89	143	39	104	26	3,98
mai-02	277505	14685	212343	23	0,47	9	68	65162	4,4	77	143	37	106	26	4,05
jun-02	272486	14717	207238	24	0,47	9	109	65248	4,4	118	148	38	110	26	4,22
jul-02	279300	14701	217823	22	0,48	5	64	61477	4,2	69	135	38	97	26	3,70
ago-02	289987	14753	219685	24	0,48	13	97	70302	4,8	110	154	38	115	26	4,42
set-02	272062	14771	211706	22	0,48	7	119	60356	4,1	126	136	38	98	26	3,75
out-02	314789	14796	233535	26	0,51	10	163	81254	5,5	173	177	41	136	26	5,22
nov-02	276294	14824	212453	23	0,48	6	101	63841	4,3	107	144	38	105	26	4,03
dez-02	281263	14820	222323	21	0,48	9	103	58940	4,0	112	128	39	90	26	3,42
jan-03	264731	14942	211896	20	0,46	14	88	52835	3,5	102	114	37	77	26	2,96
fev-03	267023	14956	207837	22	0,50	11	104	59186	4,0	115	136	40	97	26	3,70
mar-03	284876	14941	211857	26	0,46	10	63	73019	4,9	73	158	37	121	26	4,63
abr-03	267540	14950	194417	27	0,43	8	72	73123	4,9	80	163	35	128	26	4,91
mai-03	273472	14945	205035	25	0,44	9	36	68437	4,6	45	148	35	112	26	4,29
jun-03	270101	14952	203579	25	0,45	10	39	66522	4,4	49	148	36	112	26	4,28
jul-03	283112	14996	206512	27	0,44	13	62	76600	5,1	75	165	36	129	26	4,94
ago-03	283444	15000	217310	23	0,47	15	39	66134	4,4	54	142	37	105	26	4,01
set-03	292529	15028	233532	20	0,52	11	49	58997	3,9	60	131	41	89	26	3,42
out-03	287583	15060	234377	19	0,50	20	76	53206	3,5	96	114	40	74	26	2,83
nov-03	271868	15072	212285	22	0,47	12	52	59583	4,0	64	132	38	94	26	3,61
dez-03	278037	15091	202308	27	0,43	11	63	75729	5,0	74	162	35	127	26	4,87
jan-04	281105	15095	213130	24	0,46	12	40	67975	4,5	52	145	36	109	26	4,17
fev-04	258624	15101	194642	25	0,44	9	90	63982	4,2	99	146	36	111	26	4,23
mar-04	277159	15092	199968	28	0,43	14	59	77191	5,1	73	165	34	131	26	5,01
abr-04	260301	15103	208765	20	0,46	8	53	51536	3,4	61	114	37	77	26	2,94
mai-04	254737	15117	195581	23	0,42	5	49	59156	3,9	54	126	33	93	26	3,56
jun-04	255723	15121	184146	28	0,41	5	46	71577	4,7	51	158	32	125	26	4,80
jul-04	272330	15110	200530	26	0,43	8	49	71800	4,8	57	153	34	119	26	4,56
ago-04	290081	15104	200634	31	0,43	9	41	89447	5,9	50	191	34	157	26	6,00
set-04	314889	15120	238247	24	0,53	5	40	76642	5,1	45	169	42	127	26	4,86
out-04	287075	15121	222528	22	0,47	12	55	64547	4,3	67	138	38	100	26	3,82
nov-04	278713	15132	226076	19	0,50	6	53	52637	3,5	59	116	40	76	26	2,92
dez-04	283838	15161	206905	27	0,44	10	48	76933	5,1	58	164	35	128	26	4,92
jan-05	269583	15161	214721	20	0,46	12	40	54862	3,6	52	117	37	80	26	3,07
fev-05	265007	15178	206905	22	0,49	9	90	58102	3,8	99	132	39	93	26	3,57
mar-05	292699	15214	214989	27	0,46	14	59	77710	5,1	73	165	36	128	26	4,92
abr-05	289557	15224	229381	21	0,50	8	53	60176	4,0	61	132	40	92	26	3,51
mai-05	282090	15249	211029	25	0,45	5	49	71061	4,7	54	150	36	115	26	4,40
jun-05	266649	15267	210693	21	0,46	5	46	55956	3,7	51	122	37	85	26	3,28
jul-05	278279	15301	212720	24	0,45	8	49	65559	4,3	57	138	36	102	26	3,93
ago-05	303454	15316	213740	30	0,45	9	41	89714	5,9	50	189	36	153	26	5,87
set-05	295191	15331	239347	19	0,52	5	40	55844	3,6	45	121	42	80	26	3,06
out-05	307427	15370	239493	22	0,50	12	55	67934	4,4	67	143	40	102	26	3,93
nov-05	292119	15385	234801	20	0,51	6	53	57318	3,7	59	124	41	83	26	3,21
dez-05	291016	15394	216550	26	0,45	10	48	74466	4,8	58	156	36	120	26	4,60

Apêndice III - Materiais, equipamentos e serviços necessários à Setorização com instalação de VRP'S

Item	Descrição	Endereço	Nº de funcionários	Duração	Data	Materiais	Reposição Asfáltica (m ²)	Observação
1	Construção de caixa de registro de comando	Rua Castro Alves 706	2	1:05	2/10	Tubo de concreto-diâm . 1,00m; 1 Tampão T-9; 1 Tampa de concreto; 2 latas areia grossa;12 Kg de cimento; 2 latas de brita.		
2	Instalação de registro de comando	Rua Castro Alves 706	2	1:40	2/10	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 50 mm)		
3	Abertura de vala e Instalação de registro de comando	Rua José Rodolfo Gerber, 81	2	2:50	3/out	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 50 mm)		
4	Abertura de vala e Instalação de registro de comando	Rua Amélia P. Delfino, s/n	2	1:50	3/out	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 50 mm)		
5	Instalação de Válvula Redutora de Pressão	Rua dos Lírios, 902 - esq. C/ Papoulas	2	1:55	3/out	4 anéis de borracha-50 mm; 4 anéis de borracha-75 mm; 2 adaptadores PVC-50 mm; 2 luvas PVC-75 mm; 2 adaptadores PVC-75x50 mm; 1 VRP-50 mm		
6	Instalação de Válvula Redutora de Pressão	Rua Marcos Chiquitelli, 135	2	1:25	3/out	4 anéis de borracha; 2 adaptadores PVC; 1 luva PVC; 1 VRP - (diâmetros 50 mm)		
7	Construção de caixa de registro de comando	Rua José Rodolfo Gerber, 81	2	1:30	4/out	Tubo de concreto-diâm . 1,00 m; 1 Tampão T-9; 1 Tampa de concreto; 1,5 latas areia grossa;10 Kg de cimento; 1,5 latas de brita.		
8	Construção de caixa de registro de comando	Rua Amélia P. Delfino, s/n	2	1:25	4/out	Tubo de concreto-diâm . 1,00 m; 1 Tampão T-9; 1 Tampa de concreto; 1,5 latas areia grossa;10 Kg de cimento; 1,5 latas de brita.		
9	Abertura de vala e Instalação de registro de comando	Rua Carlos R. Bovério, 340	2	2:20	4/out	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 50 mm)		
10	Instalação de Válvula Redutora de Pressão	Rua João Pivetta, 461	2	2:05	4/out	4 anéis de borracha-50 mm; 4 anéis de borracha-75 mm; 2 adaptadores PVC-50 mm; 2 luvas PVC-75 mm; 2 adaptadores PVC-75x50 mm; 1 VRP-50 mm		

Item	Descrição	Endereço	Nº de funcionários	Duração	Data	Materiais	Reposição Asfáltica (m ²)	Observação
11	Instalação de registro de comando	Rua José Branco, 371	2	1:50	7/out	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 100 mm)		
12	Interligação de Rede de Água	Rua Marcos Chiquitelli, 154	3	2:15	7/out	5 anéis de borracha; 2 luvas PVC; 3 metros de tubo de PVC - (diâmetros 50 mm)		892070
13	Construção de caixa de registro de comando	Rua João Veroneze, 174	2	0:55	7/out	Tubo de concreto-diâm . 0,60 m; 1 Tampão T-9; 1 Tampa de concreto; 1,5 latas areia grossa; 10 Kg de cimento; 1,5 latas de brita.		
14	Construção de caixa de registro de comando	Rua José Branco, 371	2	1:05	7/out	Tubo de concreto-diâm . 1,00 m; 1 Tampão T-9; 1 Tampa de concreto; 1,5 latas areia grossa; 10 Kg de cimento; 1,5 latas de brita.		
15	Construção de caixa de registro de comando	Rua Carlos R. Bovério, 381	2	1:05	7/out	Tubo de concreto-diâm . 1,00 m; 1 Tampão T-9; 1 Tampa de concreto; 1,5 latas areia grossa; 10 Kg de cimento; 1,5 latas de brita.		
16	Abertura de vala p/ Instalação de registro de comando	Rua Paraiba, 254	2	2:30	8/out	Retro + mão de obra	1,5	
17	Abertura de vala p/ Instalação de registro de comando	Rua Pará, 250	2	3:05	8/out	Mão de obra		Não conseguiram encontrar a rede - solicitaram retro
18	Instalação de registro de comando	Rua Paraiba, 254	2	1:25	8/out	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 50 mm)		
19	Localização de Registro de Descarga	Rua Paraiba, 14	3	0:33	9/out	Mão de obra	2,25	892070
20	Abertura de vala p/ Instalação de registro de comando	Rua Pernanbuco, 198	2	1:17	9/out	Retro + mão de obra	3	
21	Instalação de registro de comando	Rua Pernanbuco, 198	2	1:00	9/out	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 50 mm)		
22	Instalação de registro de comando	Rua Pará, 250	2	0:53	9/out	4 anéis de borracha; 1 luva PVC; 1 reg. Gaveta FºFº - (diâmetros 50 mm)		
23	Abertura de vala p/ Instalação de registro de comando	Rua Pará, 250	3	0:50	9/out	Retro + mão de obra	3,75	892070

Item	Descrição	Endereço	Nº de funcionários	Duração	Data	Materiais	Reposição Asfáltica (m ²)	Observação
37	Construção de caixa p/ instalação de VRP	Rua Paraiba, 254	2	3:05	14/out	1 Tampão FºFº - 600 mm; 2 latas areia grossa; 80 Kg de cimento; 2 latas de brita; 10 latas de areia fina; 20 tijolos pó de mico; 85 blocos curvos de cimento.		Executada em blocos curvos de concreto
38	Abertura de vala p/ Instalação de VRP	Rua Paraiba, 254	1	3:24	14/out	Retro + mão de obra		
39	Remoção de VRP	Rua Alagoas, 500	2	0:53	11/out	Mão de obra		Estava ocorrendo falta d'água em locais altos deverá ser mudada
40	Abertura de vala p/ Instalação de VRP	Rua Paraiba, 274	3	2:35	14/out	Retro + mão de obra	5	892070
41	Instalação de Válvula Redutora de Pressão	Rua Paraiba, 254	2	1:05	17/out	Mão de obra – retirada da R. Alagoas, 500		
42	Mudança de local de registro de comando	Rua Alagoas, 500	2	0:35	17/out	Mão de obra – retirada da R. Paraiba, 254		Mudado da Rua Alagoas, 500 para a Rua Paraiba, 254
43	Interligação de Rede de Água	Rua Acre, 199 até a R	3	4:20	29/out	7 anéis de borracha; 2 luvas PVC; 1 Tê de PVC; 32 metros de tubo de PVC - (diâmetros 50 mm)	34	