



Ministério da Educação

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de Abril de 2002

Pró-Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Engenharia da Energia

PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

DEMARCUS WERDINE

Dissertação Submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia da Energia.

Orientador: Prof. AUGUSTO NELSON C. VIANA, D.Sc.
Co-orientador: ROBERTO AKIRA YAMACHITA, M.Sc.

Itajubá, Dezembro de 2002

A Deus por ser minha força e abrigo seguro.

A minha esposa Sônia, e a minha filha Letícia
pela força e coragem que sempre encontrei em sua alegria.

Aos meus pais José e Luzia pela
dedicação, confiança e incentivo de sempre.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo, orientador e Prof. Dr. Augusto Nelson Carvalho Viana, pela orientação eficiente e pela simplicidade de ser um excelente profissional, meu muito obrigado e a minha sincera amizade.

Ao amigo e co-orientador M.Sc. Roberto Akira Yamachita, pela participação segura e muito importante para a realização deste trabalho.

À coordenação, professores e colegas do curso pela cooperação e incentivo.

Ao amigo e Engenheiro Frederico Ernesto C. Carvalho pela disposição e contribuição dadas para a conclusão deste trabalho.

À gerência e funcionários da COPASA/Itajubá pela atenção e apoio.

SUMÁRIO

Dedicatória

Agradecimentos	
Sumário	iv
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	viii
Lista de Abreviaturas	x
Lista de Símbolos	xiii
Resumo	xiv
“Abstract”	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos do Trabalho	1
1.2 Justificativa do Trabalho	2
1.3 Plano de Trabalho	3
1.4 Conteúdo do Trabalho	4
2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	5
2.1 Panorama do Saneamento Básico no Brasil – Água e Esgoto	5
2.2 Empresas de Saneamento X Custos	12
2.2.1 Introdução	12
2.2.2 Custos	13
3. DESPERDÍCIOS E PERDAS	22
3.1 Introdução	22
3.2 Desperdício	24
3.3 Perdas	26
3.3.1 Conceito	26
3.3.2 Perdas Físicas ou Reais	27
3.3.2.1 Origem e Magnitude das Perdas Físicas pó Subistema	28
3.3.2.2 Classificação das Perdas Físicas	35

3.3.2.3 Causas das Perdas Físicas	38
3.3.3 Perdas Não Físicas ou Aparentes	42
3.3.4 Avaliação das perdas	45
3.3.4.1 A Importância de Medições Confiáveis	46
3.3.5 Indicadores de Perdas	47
3.3.5.1 Indicador Percentual de Perdas	54
3.3.5.2 Indicadores de Perdas: IWA, AGHTM, AESBE/ASSEMAE	56
3.3.5.3 Passos para Calcular Água Não Faturada e Perdas de Água	58
3.3.5.4 Componentes do Balanço da Água e Cálculos Relativos	60
4. REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS	63
4.1 Introdução	63
4.2 Programa Nacional de Combate e Desperdício de Água	69
4.3 Ações para Controle de Perdas	71
4.3.1 Proteção das Tubulações	75
4.3.2 Detecção de Vazamentos e Estratégia de Conserto	77
4.3.3 Sistemas de Medição	81
4.4 Política de Combate a Perdas	83
4.4.1 Eficientização de Água	84
4.4.2 Oportunidades de Melhoramento no Lado do Fornecedor	85
4.4.2.1 Práticas de Manutenção e Operação	85
4.4.3 Oportunidades de Melhoramento no Lado da Demanda	87
4.4.3.1 Ganho para Ambas as Partes: Companhias e Consumidores	88
4.4.3.2 Programas	90
5. PERDAS DE ÁGUA E EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA NO SANEAMENTO	
BÁSICO	93
5.1 Introdução	93

5.2 Pesquisa de Eficiência Energética em Sistemas de Bombeamento	101
5.3 Automação para o Aumento da Eficiência	103
6 ESTUDOS DE CASO	105
6.1 Estudo de Caso 1: Aplicação do Medidor de Vazão Ultrassônico para Cálculos de Perda de Água no Sistema de Abastecimento de Itajubá/MG	105
6.1.1 Introdução	105
6.1.2 Localização	106
6.1.3 Características da Tubulação	107
6.1.4 Características do Medidor de Vazão Ultrassônico	109
6.1.5 Medição da Vazão	111
6.1.6 Análise dos Resultados	114
6.1.7 Calibração do Medidor de Vazão Ultrassônico	115
6.1.8 Medição da Vazão por Venturi	116
6.1.9 Resultados Obtidos Após a Calibração	118
6.2 Estudo de Caso 2: Perdas de Água e Consumo de Energia	120
7. COMENTÁRIOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 2.1 – Distribuição Regional dos Déficits em Saneamento Básico
- FIGURA 3.1 – Consumo Médio de Água por Item
- FIGURA 3.2 – Pontos Frequentes de Vazamentos em Redes de Distribuição
- FIGURA 3.3 – Pontos Frequentes de Vazamentos em Ramais
- FIGURA 3.4 – Água Não Faturada nas Companhias Estaduais de Saneamento Básico em 1995
- FIGURA 3.5 – Percentual de Água Não Faturada em Diversas Regiões do Mundo
- FIGURA 3.6 – Perdas de Água por Regiões do Mundo em $m^3/h/km$ de Rede
- FIGURA 3.7 – Variação das Perdas na Região Metropolitana de São Paulo
- FIGURA 3.8 – Indicador Percentual de Perdas. Relação entre Índice Percentual De Perdas Reais (%) e Consumo Médio (l/ligação/dia)
- FIGURA 4.1 – Diagrama de Relacionamento – Visão Sistêmica do Problema
- FIGURA 4.2 – Evolução do Índice de Perda Medida
- FIGURA 4.3 – Ciclo de Detecção e Reparo de Vazamentos em Tubulações
- FIGURA 5.1 – Descrição de “Água e Energia”
- FIGURA 5.2 – ASD X Válvula de Controle
- FIGURA 6.1 – Foto Ilustrativa das Bombas de Captação de Água do Rio Sapucaí
Captação Santa Rosa – Itajubá/MG
- FIGURA 6.2 - Foto Ilustrativa da Casa de Máquinas com a Tubulação de Saída
Onde foi Instalado o Medidor de Vazão Ultrassônico – Captação
Santa Rosa – Itajubá/MG
- FIGURA 6.3 – Curva de Calibração

LISTA DE TABELAS

- TABELA 2.1 – Abastecimento de Água

TABELA 2.2 – Esgoto Sanitário

TABELA 2.3 – Evolução da Cobertura dos Serviços de Água e Esgoto

TABELA 2.4 – Acesso da População aos Serviços de Saneamento

TABELA 2.5 – Investimentos Necessários à Universalização

TABELA 2.6 – Prestadores de Serviços de Abrangência Regional

TABELA 2.7 – Prestadores de Serviços de Abrangência Regional

TABELA 2.8 – Prestadores de Serviços de Abrangência Local e Microrregional
Privado

TABELA 2.9 – Prestadores de Serviços de Abrangência Local e Microrregional
Privado

TABELA 2.10 – Prestadores de Serviços de Abrangência Local Públicos

TABELA 2.11 – Prestadores de Serviços de Abrangência Local Públicos

TABELA 3.1 – Perdas Físicas por Subsistema: Origem e Magnitude

TABELA 3.2 – Reduções de Perdas Físicas por Reduções de Pressões

TABELA 3.3 – Causas Prováveis de Falhas e Rupturas em Tubulações

TABELA 3.4 – Perdas Não Físicas: Origem e Magnitude

TABELA 3.5 – Distribuição das Perdas na RMSP (Região Metropolitana de
São Paulo – SABESP)

TABELA 3.6 – Perdas no Sistema de Saneamento

TABELA 3.7 – Indicador Percentual de Perdas – COPASA

TABELA 3.8 – Indicadores Percentual de Perdas / Influência do Consumo
Per capita no Valor das Perdas Reais (%)

TABELA 3.9 – Componentes do Balanço de Água (IWA)

TABELA 3.10 – Balanço de Água da RMBH (Região Metropolitana de Belo
Horizonte – COPASA)

TABELA 4.1 – Controle de Perdas Integrado ao Gerenciamento das Redes –

O Caso de Madrid

TABELA 4.2 – Dispositivos para Economia de Água em Residências

TABELA 6.1 – Dados de Dimensionamento da Tubulação

TABELA 6.2 – Dados da Bomba 3

TABELA 6.3 – Dados da Bomba 2

TABELA 6.4 – Dados da Bomba 1

TABELA 6.5 – Dados do Trecho Jusante da Casa de Máquinas

TABELA 6.6 – Diferença de Vazão para Estimativa de Perda de Água

TABELA 6.7 – Correção da Vazão Após Calibração. Bomba 3

TABELA 6.8 – Correção da Vazão Após Calibração. Bomba 2

TABELA 6.9 – Correção da Vazão Após Calibração. Bomba 1

TABELA 6.10 – Correção da Vazão Após Calibração. Trecho 2

TABELA 6.11 – Diferença de Vazão para Estimativa da Nova Perda de Água

TABELA 6.12 – Características da Bomba – Elevatória Vila do Arco, Itajubá/MG

TABELA 6.13 – Histórico de Faturamento de Energia Elétrica – El. Vila do Arco

TABELA 7.1 – Valores Médios no Período 06/11 a 09/12/2002

LISTA DE ABREVIATURAS

ABES

- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e

Ambiental

AESBE	- Associação das Empresas de Saneamento Básico
AGESPISA	- Companhia de Água e Esgoto do Piauí
AGHTM	- Association Générale dos Hygiénistes et Techniciens
ASD	- Adjustable Speed Drive
ASFAMAS	- Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
ASSEMAE	- Associação Nacional dos Serviços Municipais de Água e Esgoto
BNH	- Banco Nacional de Habitação
CAEMA	- Companhia de Água e Esgoto do Maranhão
CAER	- Companhia de Água e Esgoto de Roraima
CAERD	- Companhia de Água e Esgoto de Rondônia
CAERN	- Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte
CAESA	- Companhia de Águas e Esgotos do Amapá
CAESB	- Companhia de Saneamento do Distrito Federal
CAGECE	- Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CAGEPA	- Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
CASAL	- Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento de Alagoas
CASAN	- Companhia Catarinense de Água e Saneamento
CEDAE	- Companhia Estadual de Água e Esgoto (Rio de Janeiro)
CESAN	- Companhia de Espírito-Santense de Saneamento
CII	- Confederação de Indústria da Índia

COMPESA	- Companhia Pernambucana de Saneamento
COPASA	- Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais
CORSAN	- Companhia de Saneamento do Rio Grande do Sul
COSAMA	- Companhia de Água e Esgoto do Amazonas
COSAMPA	- Companhia de Água e Esgoto do Pará
DESAN	- Diretoria de Saneamento
DESO	- Companhia de Saneamento de Sergipe
DTA	- Documentos Técnicos de Apoio
EMBASA	- Companhia Baiana de Águas e Saneamento
ETA	- Estação de Tratamento de Água
FUPAM	- Fundação para Pesquisa Ambiental
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IWA	- International Water Association
MDU	- Ministério do Desenvolvimento Urbano
MPO	- Ministério do Planejamento e Orçamento
OMS	- Organização Mundial de Saúde
OPAS	- Organização Panamericana de Saúde
PIB	- Produto Interno Bruto
PMSS	- Programa de Modernização do Setor de Saneamento
PNCDA	- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
RMBH	- Região Metropolitana de Belo Horizonte
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANASA	- Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento

S/A

SANEAGO	- Companhia de Saneamento de Goiás
SANEASUL	- Companhia de Saneamento do Mato Grosso do Sul
SANEATINS	- Companhia de Saneamento do Tocantins
SANEMAT	- Companhia de Saneamento do Mato Grosso
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SCADA	- Sistema de Aquisição e Controle de Dados
SEDU	- Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano
SEPURB	- Secretaria de Políticas Urbanas
SNIS	- Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
UNIFEI	- Universidade Federal de Itajubá
USP	- Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

ANF	- Água Não Faturada
-----	---------------------

IH	- Índice de Hidrometração
IP	- Índice Percentual de Perda
IPD	- Índice de Perda na Distribuição
IPF	- Índice de Perda de Faturamento
LA	- Ligações Ativas
Lm	- Ligações Ativas Micromedidas
PFA	- Índice de Perda Física na Adução
PFD	- Índice de Perda Física na Distribuição
PFP	- Índice de Perda Física na Produção
PTR	- Índice de Perda Física no Tratamento
TPF	- Índice Total de Perda Física
VA	- Volume Aduzido
VC	- Volume Captado
VD	- Volume Disponibilizado
Vex	- Volume Exportado
VFU	- Volume Fisicamente Utilizado
VIm	- Volume Importado
VU	- Volume Utilizado

WERDINE, D. *Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento*. Itajubá, 2002.
Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia da Energia)
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.

RESUMO

Para se ter uma visão atualizada e aprimorada da situação do saneamento básico no Brasil, foi apresentado vários dados que esclarecem as deficiências e evoluções no sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto.

São relacionadas algumas considerações críticas a respeito da escassez da água e o seu uso ineficiente devido aos desperdícios e as perdas encontradas nos sistemas de abastecimento. Dessa forma, foi possível entender que a crise da falta de água é um problema sério e que tende a agravar a cada dia.

No trabalho avalia-se também as perdas de água nos sistemas de abastecimento relacionadas com o consumo de energia elétrica. Com este objetivo é apresentado um estudo de caso realizado na Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais - COPASA na cidade de Itajubá, sul do estado.

WERDINE, D. *Water Losses in Water Distribution System*. Itajubá, 2002.
Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia da
Energia).
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.

ABSTRACT

In order to have an up to date vision concerning the water treatment system situation in Brazil, it was presented many data in which were described the deficiencies and evolutions of the water distribution and sewage system.

Also, there were related some important considerations related to the lack of water end its bad utilization due to its waste and losses in the water distribution system and sewage system. Furthermore, it was possible to understand that the drought crisis is a serious problem and thus it tends to improve every day.

Moreover, in this research is shown the water losses in the water supply system that were related to the energy consume. In addition to this, it was presented a study case at the Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais (Water Treatment Company of Minas Gerais State) – COPASA, in the city of Itajubá , Minas Gerais State.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos do Trabalho

O trabalho de dissertação objetiva:

- ?? Avaliar as condições gerais do saneamento básico no Brasil através das deficiências e evoluções existentes no sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto;
- ?? Enfatizar a importância do uso da água de maneira eficiente dentro de um quadro de informações críticas sobre a escassez e o desperdício do recurso;
- ?? Definir e classificar os tipos de perdas de água que ocorrem em sistemas de abastecimento apresentando suas causas, origens e magnitudes dentro de um subsistema;
- ?? Fazer uma análise das perdas de água segundo alguns indicadores utilizados pelas empresas de saneamento básico tanto na esfera nacional como internacional;
- ?? Avaliar a eficiência de alguns métodos e ações práticas utilizados para a redução e controle de perdas de água em sistemas de abastecimento através de gráficos, figuras e de programas dos prestadores de serviços;
- ?? Relacionar as perdas de água ocorridas num sistema de abastecimento com a eficiência da energia elétrica através de conceitos e valores numéricos. Para isto, fez-se um estudo de caso na Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais – COPASA/Itajubá, com o objetivo de obter resultados que servem de parâmetro para o entendimento da importância do combate às perdas de água relacionada com a economia de energia elétrica.

1.2 Justificativa

A água é um recurso natural indispensável à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, ou como meio de vida de várias espécies vegetais e animais.

A existência da água também é essencial para o desenvolvimento de praticamente todas as atividades realizadas pelo homem sobre a terra, sejam elas urbanas, industriais ou agropecuárias. Além disso, a água é responsável pelo equilíbrio térmico da terra.

Embora 75% da superfície do planeta seja coberta por água, apenas aproximadamente 1% da água existente, constituída pelos rios e lagos, é que está a disposição da humanidade para atender as suas necessidades.

O novo século traz a escassez e até mesmo a cobrança pelo uso deste recurso e o homem precisa discutir o futuro da água e da vida. A abundância do elemento líquido causa uma falsa sensação do recurso inesgotável, e como fonte de vida deve-se evitar qualquer tipo de desperdício e perdas referente ao seu uso, que se não combatidos, serão fatores de contribuição para sua maior escassez.

O setor de saneamento básico talvez nunca tenha ocupado tanto espaço na imprensa nacional quanto nestes últimos anos. Um dos itens bastante discutido neste setor são as perdas ocorridas nos sistemas de abastecimento de água potável. Estes volumes de água não contabilizados trazem deficiências não somente para o seu sistema de origem como também para o sistema energético. A noção do uso racional da água tem que ser difundida para se alcançar a pretendida sustentabilidade.

1.3 Plano de Trabalho

Para que os objetivos desta dissertação pudessem ser alcançados, foi desenvolvido o seguinte plano de trabalho:

- ?? Baseado nas referências bibliográficas, apresenta-se as condições e valores referentes aos serviços de água e esgoto no Brasil oferecidos pelas várias Companhias de Saneamento Básico;
- ?? Segundo dados de “sites” que tratam o saneamento básico, fornece-se neste trabalho informações críticas sobre a escassez e o mau uso da água em vários setores;
- ?? Exposição dos tipos de perdas de água encontrados em sistemas de abastecimento, especificando suas causas, origens, magnitudes e os métodos mais importantes para sua redução e controle, mais especificamente utilizados pela Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais - COPASA;
- ?? Apresentação da terminologia IWA (International Water Association) segundo palestra e exemplos fornecidos pela COPASA;
- ?? Relacionar alguns métodos e ações práticas utilizadas nas Companhias de Saneamento Básico do Brasil e do exterior para a redução e controle das perdas em sistemas de abastecimento de água potável, com isto verifica-se que os resultados positivos são temporários devido ao tratamento das perdas não ter ainda caráter permanente em algumas prestadoras de serviços;
- ?? Relação entre as perdas de água e a efficientização da energia elétrica através de conceitos e valores numéricos obtidos em estudos de caso;
- ?? Estudos de caso realizados no sistema de distribuição de água da cidade de Itajubá/MG, utilizando medidor de vazão ultrassônico e também dados da COPASA.

1.4 Conteúdo do Trabalho de Dissertação

O Trabalho de Dissertação contém no Capítulo 2 uma apresentação do panorama geral da situação do saneamento básico brasileiro, ou seja, mostra-se dados das evoluções e das deficiências no sistema de água e esgoto. Apresenta-se também os índices relativos ao setor no que se refere às várias prestadoras de serviços de abrangência regional, pública e privada.

No capítulo 3 é realizada uma pesquisa bibliográfica sobre desperdícios e os tipos de perdas de água encontrados em sistemas de abastecimento, analisando suas causas, origens e influências no sistema. Apresenta-se também neste capítulo alguns indicadores de perdas, utilizados por várias companhias de saneamento básico, assim como a terminologia da IWA utilizada em vários sistemas de abastecimento nacional, como por exemplo a COPASA.

O capítulo 4 é um importante complemento do capítulo anterior. Cita-se ações e programas desenvolvidos e empregados para redução e controle de perdas utilizados e discutidos por companhias de saneamento e o resultado obtido. Apresenta-se também neste capítulo um estudo de caso de Bulawayo (Zimbabwe) que tem como objetivo exemplificar um programa de combate a perdas (detecção de vazamentos).

O capítulo 5 tem como principal objetivo relacionar as perdas de água e a efficientização energética. Para isto, foram realizadas pesquisas bibliográficas e dois estudos de caso na COPASA (Capítulo 6), distrito de Itajubá: o primeiro estudo refere-se a aplicação do medidor de vazão ultrassônico para cálculos de perda de água no sistema de abastecimento de Itajubá; o segundo estudo de caso analisa os valores das perdas encontradas num determinado trecho do sistema de distribuição de água de Itajubá e sua relação direta com o consumo de energia elétrica.

A análise, os comentários e as conclusões são apresentados no Capítulo 7.

CAPÍTULO 2

2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

2.1 PANORAMA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL – ÁGUA E ESGOTO

As condições de saneamento – água, esgoto, resíduos sólidos – da população brasileira ainda são deficientes. Cerca de 3,7 milhões de residências no Brasil – onde moram mais de 16 milhões de pessoas – não têm sanitário (vaso, fossa, etc.). Do total da população, 137 milhões (81%) vivem nas cidades e 31,3 milhões (19%) na zona rural. Dos 44,7 milhões de residências, 77% estão ligadas à rede geral de abastecimento de água, mas 6,9 milhões – 28 milhões de pessoas – se abastecem de poços ou fontes. Restam ainda 2,3 milhões de domicílios ou mais de 10 milhões de brasileiros sem abastecimento de água, sendo 6,9 milhões nas zonas rurais (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000).

Tabela 2.1 – Abastecimento de Água.

Características do Domicílio	Domicílios			Moradores		
	Total	Situação do Domicílio		Total	Situação do Domicílio	
		Urbana	Rural		Urbana	Rural
Total	44 795 101	37 334 866	7 460 235	168 370 893	137 015 685	31 355 208
Abastecimento de Água						
Rede Geral	34 859 393	33 512 266	1 347 127	127 682 948	122 102 799	5 580 149
Canalizada	32 666 044	31 696 176	969 868	118 432 944	114 559 080	3 873 864
Sem Rede Interna	2 193 349	1 816 090	377 259	9 250 004	7 543 719	1 706 285
Poço ou Nascente	6 976 877	2 663 255	4 313 622	28 074 483	10 399 507	17 674 976
Não Canalizada	2 434 429	671 065	1 763 364	10 817 965	2 841 306	7 976 659
Outra	2 958 831	1 159 345	1 799 486	12 613 462	4 513 379	8 100 083
Canalizada	493 842	287 081	206 761	1 887 131	1 085 154	801 977
Sem Rede Interna	145 073	68 259	76 814	610 696	277 605	333 091
Não Canalizada	2 319 916	804 005	1 515 911	10 115 635	3 150 620	6 965 015

Fonte: Censo 2000, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

No que se refere ao esgotamento sanitário, como mostra a Tabela 2.2 abaixo, a situação é bem mais precária. Mais de 16 milhões de pessoas que vivem em 3,7 milhões de moradias, não dispõem de banheiros ou sanitários em suas moradias. Embora 152,2 milhões de brasileiros disponham de banheiro ou sanitário, menos da metade (48%) estão ligados a uma rede geral de esgoto. Os demais utilizam fossa séptica (24,7 milhões de pessoas), fossa rudimentar (42,1 milhões), valas (4,6 milhões), rios ou lagos (4,3 milhões), outros escoadouros (1,5 milhão). O maior contingente dos sem banheiros 1,7 milhões – estão nas zonas rurais do país (*IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000*).

Tabela 2.2 – Esgoto Sanitário.

Características do Domicílio	Domicílios			Moradores		
	Total	Situação do Domicílio		Total	Situação do Domicílio	
		Urbana	Rural		Urbana	Rural
Tem Banheiro ou Sanitário	41 089 793	36 261 998	4 827 795	152 280 448	132 719 032	19 561 416
Rede Geral de Esgoto ou Pluvial	21 160 735	20 913 956	246 779	74 721 700	73 759 596	962 104
Fossa Séptica	6 699 715	5 984 551	715 164	24 877 530	22 146 361	2 731 169
Fossa Rudimentar	10 594 752	7 482 258	3 112 494	42 156 836	29 425 406	12 731 430
Vala	1 154 910	816 951	337 959	4 625 992	3 223 912	1 402 080
Rio, lago ou mar	1 110 021	827 843	282 178	4 376 438	3 219 940	1 156 498
Outro Escoadouro	369 660	236 439	133 221	1 521 952	943 817	578 135
Não tem Banheiro nem Sanitário	3 705 308	1 072 868	2 632 440	16 090 445	4 296 653	11 793 792

Fonte: Censo 2000, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

A importância dos serviços de saneamento para o meio ambiente e a qualidade de vida da população é sentida, de forma mais evidente, nos contextos de urbanização ou industrialização aceleradas, em que a ausência de tratamento adequado dos resíduos constitui a principal causa de degradação ambiental.

A poluição das águas, nessas áreas, limita os usos múltiplos dos recursos hídricos – abastecimento de água, irrigação, lazer, entre outros – repercutindo negativamente na economia das regiões afetadas.

Os índices de atendimento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil estão ainda distantes da universalização pretendida e necessária. Em que pesem os incrementos verificados na oferta dos serviços nas últimas décadas, persiste uma demanda não atendida, especialmente nos extratos sociais de mais baixa renda, nas periferias de grandes cidades, nos menores municípios, nas pequenas localidades e na área rural. Apesar do grande déficit existente, não se pode deixar de observar que o incremento da cobertura dos serviços nas últimas décadas é expressivo, como mostra a Tabela 2.3, ainda mais se considerando o forte incremento populacional e a crescente urbanização. Por exemplo, entre 1970 e 1980, enquanto a população urbana brasileira crescia de 52 milhões para 80 milhões, a cobertura urbana dos serviços de água cresceu de 60,5% para 79,2%, incorporando aos serviços aproximadamente 31,9 milhões de pessoas. Entre 1980 e 1991, a população urbana passou para 111 milhões, e a cobertura urbana dos serviços urbanos de água passou a 86,3%, representando a incorporação de 32,4 milhões de pessoas. Na última década do século XX, a cobertura urbana dos serviços de água alcançou 89,8%, representando a incorporação de 28,1 milhões de pessoas na década (Abicalil, 2002).

Tabela 2.3 – Evolução da Cobertura dos Serviços de Água e Esgoto - %

INDICADORES	1970	1980	1990	2000
Abastecimento de Água				
Domicílios Urbanos – rede	60,5	79,2	86,3	89,8
Domicílios Rurais – rede	2,6	5,0	9,3	18,1
Esgotamento Sanitário				
Domicílios Urbanos – rede de coleta	22,2	37,0	47,9	56,0
Domicílios Urbanos - fossas sépticas	25,3	22,9	20,9	16,0
Domicílios Rurais – rede de coleta	0,5	1,4	3,7	3,3
Domicílios Rurais – fossas sépticas	3,2	7,2	14,4	9,6

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Censos Demográficos de 1970, 1980, 1990 e 2000.

Em esgotamento sanitário nas áreas urbanas, na década de 1970, 11,5 milhões de pessoas se incorporaram às redes coletoras, 23,5 milhões se incorporaram na década de 1980 e 24,1 milhões na década de 1990.

O crescimento constante no acesso aos serviços de esgotamento sanitário se explica pela maior e anterior generalização dos serviços de água, somente acompanhada posteriormente pelos serviços de esgotamento sanitário. Nos anos futuros, o crescimento da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário deverá ser superior ao verificado em abastecimento de água, ainda que este esteja mais próximo da universalização.

Se a cobertura segue crescendo, a distribuição do atendimento guarda claros sinais de iniquidade social, com os déficits de atendimento se concentrando nos segmentos populacionais de mais baixa renda. Deve-se registrar, no entanto, que o acesso aos serviços pelos mais pobres melhorou entre 1992 e 1999, com discreta redução da desigualdade, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 2.4 – Acesso da População aos Serviços de Saneamento (40% mais pobres e 10% mais ricos).

ACESSO AOS SERVIÇOS PELOS 40% MAIS POBRES E 10% MAIS RICOS			
	Anos	40% mais pobres	10% mais ricos
Brasil	1992	26,3	76,5
	1999	32,3	80,1

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Indicadores Sociais, 2000.

Como ilustra a Figura 2.1 a seguir, as desigualdades regionais também estão caracterizadas nas carências dos serviços de saneamento básico. Os índices de atendimento verificados nas regiões mais pobres, especialmente Norte e Nordeste do país, são bastante inferiores àqueles das regiões Sul e Sudeste. O déficit em abastecimento de água da região Norte chega a ser quase cinco vezes maior do que aquele verificado na região Sudeste. Em esgotamento sanitário, as disparidades regionais também são grandes.

Outra característica importante do déficit se relaciona com a dupla característica da rede urbana brasileira: dispersão populacional em muitos pequenos municípios, e concentração populacional em poucos grandes municípios. Nos quatro mil menores municípios, aqueles com menos de cinco mil domicílios, 45,92% estão desprovidos dos serviços de abastecimento de água, ou o equivalente a 3,8 milhões de moradias (Abicalil, 2002).

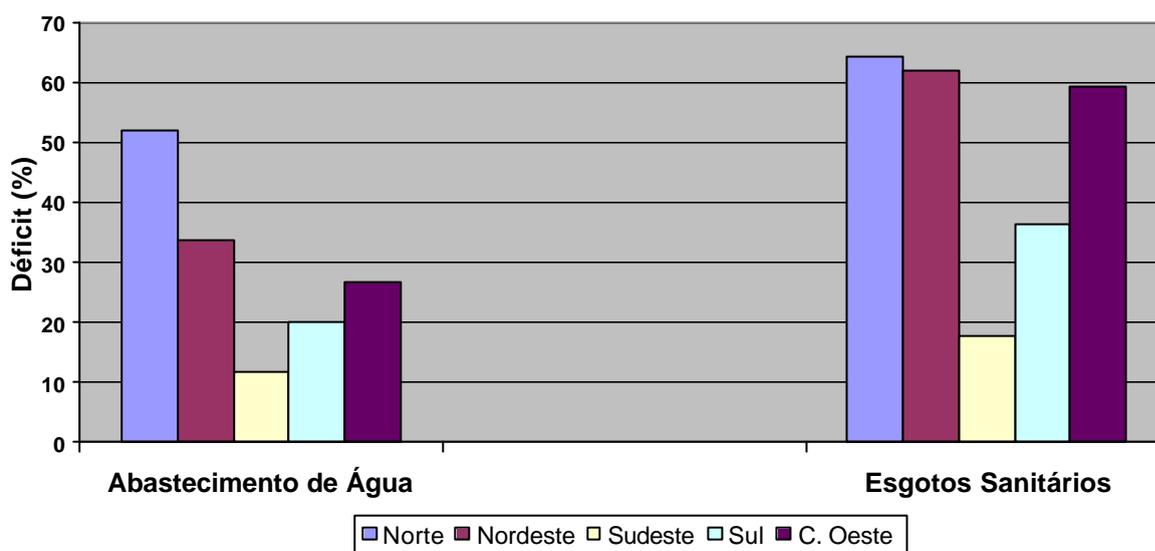


Figura 2.1- Distribuição Regional dos Déficits em Saneamento Básico.

Esse déficit corresponde a 38% do déficit total do país. Situação similar ocorre em esgotamento sanitário, onde, nesse conjunto de municípios, 5,9 milhões de domicílios não dispõem de rede coletora ou pluvial ou mesmo de fossas sépticas, correspondentes a 35% do déficit total brasileiro. No outro extremo, o conjunto de 45 municípios com número de domicílios superior a 95%, o déficit em água representa 27% do déficit nacional, e 32% do déficit em esgotamento sanitário. A implementação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, segundo dados levantados pela OPAS/OMS (Organização Pan-Americana de Saúde/Organização Mundial de Saúde), produz externalidades positivas importantes na saúde pública. Entre os impactos positivos levantados por pesquisas realizadas em diversos locais do mundo, pode-se relacionar: prevenção de pelo menos 80% dos casos de febre tifóide; redução de 60% a 70% de casos de tracoma e esquistossomose; e prevenção de

40% a 50% dos casos de disenteria bacilar, amebíase, gastroenterites e infecções cutâneas. Por outro lado, a ausência de serviços de saneamento apresenta também fortes externalidades negativas na saúde da população.

Dados do Ministério da Saúde registram uma média anual aproximada de 700 mil internações hospitalares provocadas por doenças relacionadas à ausência ou insuficiência de saneamento básico, que, embora decrescentes, permanecem muito elevado.

Da mesma forma, vêm decaindo os indicadores de mortalidade infantil, igualmente relacionados aos níveis de saneamento básico. Em 1990, a taxa de mortalidade infantil estava em 48,20. Uma década depois, ela passou para 32,80, permanecendo ainda muito elevada. A incidência de doenças de veiculação hídrica, bem como dos maiores coeficientes de mortalidade infantil, é maior nas regiões menos desenvolvidas do país e nos municípios de menor renda.

Nas mesmas áreas, verifica-se os mais baixos indicadores de cobertura pelos sistemas de abastecimento de água, verificando-se, também, os piores indicadores relacionados de saúde pública. Na região Nordeste, com 25% dos domicílios brasileiros, as internações hospitalares provocadas por doenças relacionadas com ausência ou insuficiência de saneamento representam 44% do total do país.

Assim como em relação à saúde, existem fortes externalidades causadas nos recursos hídricos em função da inadequação dos serviços de saneamento, notadamente o tratamento e a disposição final adequada dos esgotos sanitários. Dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento apontam que o volume de esgotos tratados no país corresponde a 50% do volume de esgotos coletados em rede. No que se refere ao volume de água consumida, a relação é apenas de 22,5%. Pode-se estimar que o equivalente a 22,6 milhões de domicílios urbanos lança seus esgotos diretamente no meio ambiente, sem nenhum tratamento ou fossa séptica, o que pode significar que aproximadamente 11 milhões de metros cúbicos por dia de esgotos sanitários brutos são lançados no ambiente.

Reverter esse quadro de externalidades negativas causadas pelos serviços inadequados de saneamento requer ações urgentes, como por exemplo a

cobrança pelo uso da água. Para atingir tal objetivo é fundamental que se priorize os investimentos com subsídios fiscais no atendimento às populações de mais baixa renda, que se estimule investimentos em esgotamento sanitário e que o setor se modernize, aumente sua eficiência e capacidade de alavancagem, buscando, inclusive, formas mais apropriadas à prestação dos serviços e ao financiamento dos investimentos necessários.

Para o cumprimento dessas condições, em especial a criação de incentivos à eficiência e ao aumento da competitividade, é necessário o estabelecimento de estruturas adequadas de regulação.

Alcançar tal meta até o ano 2010 requer um esforço de investimentos da ordem de R\$ 44 bilhões (como mostra a tabela a seguir), conforme previsão do governo federal realizada em 1998.

Tabela 2.5 - Investimentos Necessários à Universalização – 1999/2010 - R\$ milhões.

INVESTIMENTOS	ÁGUA	COLETA	TRATAMENTO	REPOSIÇÃO	TOTAL
		ESGOTOS	ESGOTOS		
R\$ milhões	6 663	20 248	9 926	7 400	44 237

Fonte : DESAN/SEPURB/MPO (Diretoria de Saneamento da Secretaria de Políticas Urbanas do Ministério do Planejamento e Orçamento), 1998.

Tal valor correspondia, à época, a 0,36% do PIB (Produto Interno Bruto) ao ano, em valores correntes. No período de investimentos mais intenso no setor, durante a década de 1970, os investimentos médios anuais alcançaram a taxa de 0,34% do PIB. Na década de 1980, a taxa caiu para 0,28% e, na década de 1990, para 0,13%, sendo que entre 1995 e 2000 foi de 0,25%.

“O alcance da meta da universalização ressalta a importância da reestruturação do setor, especialmente o estabelecimento de novos marcos regulatórios e o aumento da eficiência na prestação dos serviços. A reforma institucional, com novos marcos regulatórios e metas de atendimento, a flexibilização na prestação dos serviços e as condições de acesso aos financiamentos, podem induzir à eficiência, que, juntamente com recursos fiscais adequadamente focados na redução das desigualdades sociais e na melhoria do

meio ambiente, são instrumentos fundamentais para a universalização. Se esta não pode ser alcançada com urgência, as medidas que a tornarão possível sim, podem, e devem, ser tomadas com urgência, sob pena de mantermos a condenação de milhões de brasileiros, especialmente os mais pobres, a viver em um ambiente não saudável” (*Abicalil, 2002*).

2.2 EMPRESAS DE SANEAMENTO X CUSTOS

2.2.1 Introdução

Os custos e os desperdícios de água estão ligados com a eficiência da companhia de saneamento básico. Existem empresas do setor deficitárias, onde o m³ produzido de água não é coberto pela tarifa.

A Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (SEDU) divulgou que a ineficiência das empresas de água e esgoto provocou a elevação da tarifa média desses serviços acima da inflação no período de 95 a 98.

O Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto -1998, mostra que, nesse período, subiu de R\$ 0,66 para R\$ 0,92 o metro cúbico, um aumento de 39%, contra uma inflação de 19,7% medida no período. O aumento das tarifas pode ser explicado em parte pela perda de faturamento das empresas, principalmente na região Norte, e também porque houve uma recuperação dos preços públicos, depois de ficarem represados por algum tempo (*aguaonline, 2000*).

Este item apresenta de uma forma sintetizada, os custos através de dados sobre o saneamento nas empresas brasileiras, os desperdícios, principalmente àqueles técnicos que envolvem desde a captação da água até a sua distribuição. São apresentados os índices de perdas e sua determinação global, baseado em um documento técnico do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), que é coordenado em âmbito nacional pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República.

2.2.2 Custos (Valores em dólar: U\$ = R\$ 3,317 em 08/01/2003)

Números do Saneamento¹

Os números relativos ao setor, com base em dados de 1999, disponibilizados pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDU) indicam que no universo da população urbana atendida pelas Companhias de Saneamento, o índice dos que recebem água tratada é de **92,7%** e o dos que dispõem de serviços de esgotamento sanitário é de somente **37,5%**.

As Tabelas 2.6 e 2.7 apresentam os prestadores de serviços estaduais nas várias regiões brasileiras. Na Tabela 2.6 mostra-se a despesa com serviço por m³ faturado, a tarifa média praticada, o índice de produtividade de economia por pessoa e a quantidade equivalente de pessoal.

No indicador de produtividade o índice utilizado é o número de economias (ligações) por empregado. A produtividade mais baixa é a da empresa DEAS do Acre, que apresenta o índice de **34** economias por empregado. Em seguida vem a SANEMAT (Companhia de Saneamento do Mato Grosso), com **81** economias por empregado e a CAERD (Companhia de Água e Esgoto de Rondônia), com 123 economias/empregado. A melhor performance é da CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), com **518** economias por empregado, seguindo-se a SABESP (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo), com **472** economias por empregado e a CEDAE (Companhia Estadual de Água e Esgoto), do Rio de Janeiro, com **419** economias por empregado.

As 27 companhias de Saneamento do país geram 109.899 empregos. A campeã é a SABESP, de São Paulo, que tem 5 milhões de ligações de água e 23.840 funcionários. A segunda é a COPASA (Companhia de Água e Esgoto de Minas Gerais), com 2,3 milhões de ligações de água e 12.416 empregados. Na outra ponta estão a CAER (Companhia de Água e Esgoto de Roraima), com 430 empregados e a CAERD, de Rondônia, com 712 empregados.

¹ Dados fornecidos pela SEDU (Secretaria de Desenvolvimento Urbano) e pesquisados através do site da aguaonline, 2000.

Tabela 2.6 - Prestadores de Serviços de Abrangência Regional – 1999

	Despesa com Serviço por m ³ Faturado	Tarifa Média Praticada	Índice de Produtividade Econ/pessoa	Quantidade Equivalente de Pessoal
Unidade	U\$/m ³	U\$/m ³	Empregados	Empregados
Região Norte				
CAER/RR	0,46	0,26	155	430
CAERD/RD	0,46	0,47	123	712
CAESA/AP	0,41	0,24	-	-
COSAMA/AM*	0,52	0,34	170	1.744
COSAMPA/PA*	0,39	0,30	210	1.914
DEAS/AC	0,81	0,38	34	322
SANEATINS/TO*	0,22	0,26	228	700
Totais região	0,42	0,31	171	6.987
Região Nordeste				
AGESPISA/PI*	0,46	0,40	202	2.044
CAEMA/MA	0,52	0,22	205	2.377
CAERN/RN	0,33	0,24	242	2.119
CAGECE/CE	0,18	0,19	518	2.069
CAGEPA/PB*	0,29	0,22	289	2.400
CASAL/AL*	0,40	0,33	206	1.621
COMPESA/PE*	0,29	0,23	252	6.396
DESO/SE*	0,31	0,30	249	1.501
EMBASA/BA*	0,31	0,22	327	6.427
Totais região	0,31	0,24	282	26.986
Região Sudeste				
CEDAE/RJ	0,30	0,28	419	10.798
CESAN/ES	0,24	0,24	390	1.709
COPASA/MG	0,23	0,22	339	12.416
SABESP/SP	0,25	0,34	472	23.840
Totais região	0,26	0,30	424	48.797
Região Sul				
CASAN/SC*	0,36	0,36	375	3.075
CORSAN/RS	0,51	0,51	340	5.637
SANEPAR/PR	0,27	0,30	338	9.086
Totais região	0,35	0,37	363	17.379
Região Centro-oeste				
CAESB/DF	0,28	0,27	348	3.653
SANEAGO/GO*	0,28	0,26	305	4.837
SANEMAT/MT	0,91	0,26	81	1.166
SANEASUL/MS*	0,47	0,33	252	1.499
Totais região	0,32	0,27	287	11.189
TOTAL GERAL	0,28	0,30	362	109.899

* Notas: Cosama = Companhia de Água e Esgoto do Amazonas; Cosampa = Companhia de Água e Esgoto do Pará; Saneatins = Companhia de Saneamento do Tocantins; Agespisa = Companhia de Água e Esgoto do Piauí; Caern = Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte; Cagepa = Companhia de Água e Esgoto da Paraíba; Casal = Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento de Alagoas; Compesa = Companhia Pernambucana de Saneamento; Deso = Companhia de Saneamento de Sergipe; Embasa = Companhia Baiana de Águas e Saneamento; Casan = Companhia Catarinense de Água e Saneamento; Saneago = Companhia de Saneamento de Goiás; Saneasul = Companhia de Saneamento do Mato Grosso do Sul.

A tarifa média mais baixa é a praticada pela CAGECE, do Ceará: U\$ 0,19 por m³ e a mais elevada é a da CORSAN (Companhia de Saneamento do Rio Grande do Sul): U\$ 0,51 por m³. Apenas oito das empresas conseguem cobrir o custo de produção com o valor da tarifa. São elas as de: Rondônia, Tocantins, Ceará, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Quem mais gasta para produzir um metro cúbico de água é a empresa SANEMAT, do Mato Grosso: U\$ 0,91. Como a tarifa cobrada é de U\$ 0,26, cada m³ produzido representa um prejuízo de U\$ 0,65. A produção mais barata é a da CAGECE, do Ceará: U\$ 0,18 por m³, gasto integralmente coberto pela tarifa de U\$ 0,19 por m³.

A tabela 2.7 mostra o índice de atendimento de água, o índice de atendimento de esgoto, o consumo médio de água por economia e o índice de perdas de faturamento.

As média das perdas de faturamento das empresas de saneamento do Brasil é de 38,1%. As que mais perdem são: CAESA (Companhia de Águas e Esgotos do Amapá), (68,7%), DEAS, do Acre (68,1%), CAEMA (Companhia de Água e Esgoto do Maranhão), (66,5%) e SANEMAT, do Mato Grosso (61,1%). As mais eficientes são: CAESB (Companhia de Saneamento do Distrito Federal), (20,9%); COPASA, de Minas Gerais (25,3%), CESAN (Companhia de Espírito-santense de Saneamento), (26,8%) e SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), (28,2%).

A região que apresenta o percentual mais baixo de cobertura com abastecimento de água é a Norte, com 70,1% da população. A melhor abastecida é a Sul, com 97,1% da população. No total do país o percentual é de 92,7%. É bom lembrar que este percentual se refere somente à população abastecida pelas companhias estaduais de Saneamento, ficando fora mais de 1.000 municípios cujo serviço é municipal.

Os números de atendimento com serviço de esgoto são muito inferiores. A região Norte é a pior servida: apenas 2,9% da população. A melhor é a Sudeste, com 60,7% da população.

Os brasileiros que menos consomem água são os pernambucanos: 9,4m³/mês. Os mais esbanjadores são os cariocas: 30m³/mês. A média do país é de 16,4m³/mês.

Tabela 2.7 - Prestadores de Serviços de Abrangência Regional – 1999

	Índice de Atendimento de Água	Índice de Atendimento de Esgoto	Consumo médio/água por Economia	Índice de Perdas de Faturamento
Unidade	%	%	m ³ /mês	%
Região Norte				
CAER/RR	104,2	13,2	19,0	50,6
CAERD/RD	45,4	1,4	18,1	59,9
CAESA/AP	57,2	6,7	22,4	68,7
COSAMA/AM	57,3	1,8	16,9	53,9
COSAMPA/PA	86,9	3,9	17,5	47,2
DEAS/AC	48,8	-	16,7	68,1
SANEATINS/TO	93,6	0,7	13,5	40,5
Totais região	70,1	2,9	17,0	52,1
Região Nordeste				
AGESPISA/PI	96,2	6,6	12,3	47,4
CAEMA/MA	98,8	25,3	21,6	66,5
CAERN/RN	90,7	13,4	14,6	47,8
CAGECE/CE	79,0	26,5	16,4	32,1
CAGEPA/PB	87,5	22,5	12,9	40,9
CASAL/AL	68,3	13,3	13,6	53,2
COMPESA/PE	98,8	21,0	9,4	50,0
DESO/SE	114,3	16,7	14,7	41,3
EMBASA/BA	96,6	18,1	15,0	42,0
Totais região	92,4	19,5	14,0	46,1
Região Sudeste				
CEDAE/RJ	88,2	51,0	30,0	45,9
CESAN/ES	94,4	16,3	19,5	26,8
COPASA/MG	97,2	41,9	15,2	25,3
SABESP/SP	99,4	79,9	16,3	31,4
Totais região	96,8	60,7	19,3	34,6
Região Sul				
CASAN/SC	93,7	8,8	11,0	31,7
CORSAN/RS	96,9	8,3	12,6	50,6
SANEPAR/PR	98,6	37,5	12,8	28,2
Totais região	97,1	21,9	12,4	37,2
Região Centro-oeste				
CAESB/DF	98,4	94,1	17,9	20,9
SANEAGO/GO	84,3	33,8	13,4	34,9
SANEMAT/MT	82,3	0,8	14,5	61,1
SANEASUL/MS	99,9	6,08	15,5	36,4
Totais região	89,7	42,7	15,2	32,6
TOTAL GERAL	92,7	37,5	16,4	38,1

Nas Tabelas 2.8 e 2.9 são mostrados os mesmos índices para os prestadores de serviços privados de abrangência local e microrregional.

No indicador de produtividade o índice utilizado é o número de economias (ligações) por empregado. A produtividade mais baixa é do serviço municipal privado de Resende, do Rio de Janeiro, que apresenta o índice de 192 economias por empregado. Em seguida vem o de Paranaguá, no Paraná, com 216 economias por empregado e o de Nova Friburgo, no Rio de Janeiro, com 228 economias/empregado. A melhor performance é de Limeira (SP), com 569 economia por empregado, seguindo-se o de Cachoeira do Itapemirim, no Espírito Santo, com 414 economias por empregado e o de Petrópolis no Rio de Janeiro, com 410 economias por empregado.

Os 14 serviços municipais privados geram 6.787 empregos. O campeão é o de Campinas, em São Paulo, que tem 199 mil ligações de água e 2.269 funcionários. O segundo é o de Juiz de Fora, em Minas Gerais, com 83 mil ligações de água e 934 empregados. Na outra ponta estão Mairinque (SP), com 73 empregados e a Paranaguá (PR), com 178 empregados.

A tarifa média mais baixa é a praticada pelo operador privado de Parauapebas (PA): U\$ 0,10 por m³ e a mais elevada é a de Campinas (SP): U\$ 0,31 por m³. Apenas cinco das empresas conseguem cobrir o custo de produção com o valor da tarifa. São elas as de: Cachoeira do Itapemirim (ES), Colatina (ES), Juiz de Fora (MG), Petrópolis (RJ) e Resende (RJ).

Quem mais gasta para produzir um metro cúbico de água é a operadora de Diadema (SP): U\$ 0,44. Como a tarifa cobrada é de U\$ 0,37, cada m³ produzido representa um prejuízo de U\$ 0,08. A produção mais barata é a de Colatina (ES): U\$ 0,08 por m³, gasto integralmente coberto pela tarifa de U\$ 0,12 por m³.

Em cinco das cidades operadas pelas empresas privadas o percentual é de 100% da população ou mais (atendimento nas periferias).

São elas as de Crato (CE), Cachoeira do Itapemirim (ES), Colatina (ES), Limeira (SP), Resende (RJ).

Tabela 2.8 - Prestadores de Serviços de Abrangência Local e Microrregional Privado – 1999.

	Despesa com Serviço por m ³ Faturado	Tarifa Média Praticada	Índice de Produtividade Econ/pessoa	Quantidade Equivalente de Pessoal
Unidade	U\$/m ³	U\$/m ³	Empregados	Empregados
Região Norte				
Parauapebas/PA	0,10	0,08	-	-
Totais da região	0,10	0,08	-	-
Região Nordeste				
Crato/CE		-	-	-
Itabuna/BA	0,25	0,24	353	220
Totais da região	0,25	0,24	353	220
Região Sudeste				
C. Itapemirim/ES	0,19	0,23	414	220
Campinas/SP	0,35	0,31	271	2.269
Colatina/ES	0,08	0,12	328	173
Diadema/SP	0,44	0,37	367	538
Juiz de Fora/MG	0,15	0,16	323	934
Limeira/SP	0,17	0,15	569	274
Mairinque/SP	0,16	0,14	239	73
Nova Friburgo	0,11	0,11	228	421
Petrópolis/RJ	0,18	0,25	410	228
Resende/RJ	0,10	0,17	192	295
Prolagos/RJ	0,24	0,28	-	-
Totais da região	0,25	0,25	310	6.428
Região Sul				
Paranaguá/PR	0,26	0,24	216	178
Totais da região	0,26	0,24	216	178
TOTAL DO PAÍS	0,26	0,24	311	6.787

Os números de atendimento com serviço de esgoto são bem superiores os das empresas estaduais. O índice mais baixo é da operadora microrregional Prolagos (RJ), com 0,9% e a de Parauapebas (PA) que serve a 13,3% da população. Os melhores são os de Resende, acima de 100% e de Limeira (SP), com 99,7% da população atendida.

Em geral os consumidores atendidos pelos serviços privados consomem menos água do que os que são abastecidos por serviços estatais. Os que menos consomem água são os de Parauapebas (PA): 7,4m³/mês. Os mais esbanjadores são os de Resende: 22m³/mês. A média dos serviços privados é de 19,7 m³/mês.

Tabela 2.9 - Prestadores de Serviços de Abrangência Local e Microrregional Privado – 1999.

	Índice de Atendimento Água	Índice de Atendimento Esgoto	Consumo médio Água por Economia	Índice de Perdas de Faturamento
Unidade	%	%	m ³ /mês/econ	
Região Norte				
Parauapebas/PA	93,0	13,3	7,4	67,7
Totais da região	93,0	13,3	7,4	67,7
Região Nordeste				
Crato/CE	158,1	48,6	-	-
Itabuna/BA	79,0	56,4	11,6	54,5
Totais da região	95,7	54,7	11,6	54,5
Região Sudeste				
C. Itapemirim/ES	103,5	88,1	16,3	40,3
Campinas/SP	99,2	87,7	19,6	25,0
Colatina/ES	100,0	85,4	16,4	23,3
Diadema/SP	98,7	69,9	12,3	35,6
Juiz de Fora/MG	95,4	94,0	15,9	37,0
Limeira/SP	100,0	99,9	17,9	25,4
Mairinque/SP	98,5	83,0	15,5	36,2
Nova Friburgo/RJ	90,1	84,4	17,0	19,0
Petrópolis/RJ	70,7	56,2	13,6	34,5
Resende/RJ	111,7	111,7	22,5	38,1
Prolagos/RJ	70,9	0,9	15,5	44,4
Totais da região	96,0	85,0	17,1	29,8
Região Sul				
Paranaguá/PR	97,7	31,9	13,2	61,0
Totais da região	97,7	31,9	13,2	61,0
TOTAL DO PAÍS	96,0	79,3	16,7	32,5

A média das perdas de faturamento das empresas privadas de saneamento do Brasil ficou em 32,6%. As que mais perdem são: a de Parauapebas (PA): 67,7%; a de Paranaguá (PR): 61,0% e a de Itabuna: 54,5%. As mais eficientes são: as de Nova Friburgo (RJ): 19,0%; Campinas (SP): 25,0% e Limeira (SP): 25,4%.

Na Tabela 2.10 a seguir, são apresentados os índices para os prestadores de serviços públicos de abrangência local.

Tabela 2.10 - Prestadores de Serviços de Abrangência local - públicos - 1999²

	Índice de Atendimento Água	Índice de Atendimento Esgoto	Consumo Médio Água por Economia	Índice de Perdas de Faturamento
Unidade	%	%	m ³ /mês/eco	
Região Norte				
Parintins/AM	108,0	-	15,2	68,4
Totais da região	102,6	-	12,4	44,3
Região Nordeste				
Alagoinhas/BA	104,8	-	14,7	42,3
Bacabal/MA	100,0	5,9	-	56,7
Juazeiro/BA	116,1	54,2	14,8	71,4
Totais da região	101,8	27,5	16,0	44,7
Região Sudeste				
Araraquara	100,0	98,4	19,8	41,1
Bauru/SP	99,8	95,8	19,0	28,7
Gov. Valadares	107,0	105,7	17,6	41,9
Guarulhos/SP	100,0	73,7	13,9	43,6
Santo André/SP	98,0	96,0	15,1	31,2
VoltaRedonda/RJ	100,0	100,0	17,1	50,1
Totais da região	100,0	92,0	18,2	39,5
Região Sul				
Porto Alegre /RS	108,7	89,8	19,8	36,6
Blumenau/SC	100,0	2,3	14,2	36,1
Totais da região	105,2	67,7	18,3	33,1
Região Centro-Oeste				
Rondonópolis/MT	100,0	24,3	11,7	39,4
Totais da região	100,8	21,7	13,2	32,3
TOTAL DO PAÍS	101,3	84,2³	18,1	38,6

No indicador de produtividade o índice utilizado é o número de economias (ligações) por empregado. A produtividade mais baixa é do serviço municipal de Melgaço (PA), que apresenta o índice de 65 economias por empregado. Em seguida vem o de Carmópolis (SE), com 72 economias por empregado.

A melhor performance é de Mauá (SP), com 633 economia por empregado, seguindo-se o de São José do Rio Preto (SP), com 624 economias por empregado.

A Tabela 2.11 apresenta os índices dos prestadores públicos de serviços de abrangência local.

² O levantamento abrange 150 serviços municipais. A tabela é apenas ilustrativa de alguns desses serviços, mas os números totais por região e país representam o universo pesquisado.

³ O índice é parcial pois 68 serviços (45%) de um total de 150 não informaram o índice de atendimento com esgoto.

Tabela 2.11 - Prestadores de Serviços de Abrangência local - públicos - 1999 ⁴

	Despesa com Serviço por m ³ Faturado	Tarifa Média Praticada	Índice de Produtividade Econ/pessoa	Quantidade Equivalente de Pessoal
Unidade	U\$/m ³	U\$/m ³	Empregados	Empregados
Região Norte				
Parintins/AM	0,14	0,13	167	57
Totais da região	0,12	0,11	128	202
Região Nordeste				
Alagoinhas/BA	0,27	0,30	145	194
Bacabal/MA	-	-	-	68
Juazeiro/BA	0,19	0,22	185	220
Totais da região	0,19	0,17	149	2.296
Região Sudeste				
Araraquara	0,13	0,16	320	377
Bauru/SP	0,14	0,15	276	791
Gov. Valadares/MG	0,05	0,12	375	364
Guarulhos/SP	-	-	189	2.558
Volta Redonda/RJ	0,14	0,14	263	666
Totais da região	0,15	0,18	247	26.444
Região Sul				
Porto Alegre /RS	0,15	0,22	284	3.255
Blumenau/SC	0,31	1,22	196	387
Totais da região	0,15	0,21	241	6.057
Região Centro-Oeste				
Rondonópolis/MT	0,22	0,21	327	162
Totais da região	0,21	0,21	238	332
TOTAL DO PAÍS	0,18	0,19	240	35.224

Os 153 serviços municipais públicos geram 35.224 empregos. O campeão é o de Porto Alegre (RS), que tem 237 mil ligações de água e 3.255 funcionários. O segundo é o de Guarulhos (SP), com 247 mil ligações de água e 2.558 empregados.

A tarifa média mais baixa é a praticada pelo SAE de Ipanema (MG): U\$ 0,003 por m³ e a mais elevada é a de São Bernardo do Campo (SP): U\$ 0,37 por m³.

Quem mais gasta para produzir um metro cúbico de água é o SAE de Antonina (PR): U\$ 0,36. Como a tarifa cobrada é de U\$ 0,31, cada m³ produzido representa um prejuízo de U\$ 0,04.

⁴ O levantamento abrange 153 serviços municipais. A tabela é apenas ilustrativa de alguns desses serviços, mas os números totais por região e país representam o universo pesquisado.

No Brasil, um dos principais problemas que afetam a eficiência dos serviços de abastecimento de água diz respeito ao grande desperdício do recurso e à elevada perda de água que ocorre nos sistemas. O capítulo a seguir, apresenta informações bastante importantes as quais estão diretamente relacionadas ao aproveitamento eficiente de água, fato este que se deve ter uma consideração especial devido a crise trazida pelo novo século através da escassez e mau uso deste recurso natural.

CAPÍTULO 3

3 DESPERDÍCIOS E PERDAS

3.1 INTRODUÇÃO

Vive-se um momento de reavaliação dos potenciais naturais, da reeducação para o consumo e de se repensar a relação homem-água. Todos têm o hábito de desperdiçar tudo, apesar de saber da necessidade de economia, mas chegou a hora de se dar importância a esse fato.

Em 2000 a média nacional das perdas nos sistemas de abastecimento de água brasileiros situou-se no patamar dos 40%, com os maiores valores alcançando a casa dos 70% e os menores valores girando em torno dos 20% (*aguaonline, 2001*). Em sistemas públicos de abastecimento, do ponto de vista operacional, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto as perdas físicas, que representam a parcela não consumida, como as perdas não físicas, que correspondem água consumida e não registrada.

Certas atividades econômicas, como a agricultura e o abastecimento de água, por sua complexidade e características próprias embutem um certo grau de perda da produção, por isso é utópica a idéia de obter perda zero nestes setores. Mas o que o Brasil não pode é continuar jogando fora água tratada e recursos financeiros escassos e seguir convivendo com índices elevados de fugas d'água e perdas de receita por má gestão de suas empresas e serviços de saneamento.

Por isso, melhorar a operação e a gestão da área comercial buscando reduzir os prejuízos por desperdícios é uma meta cada vez mais comum aos sistemas de abastecimento de água brasileiros sejam as operadoras públicas ou privadas, estaduais ou municipais.

Na Figura 3.1 abaixo, exemplifica-se um consumo médio por item (%) de um apartamento de dois quartos com quatro moradores.

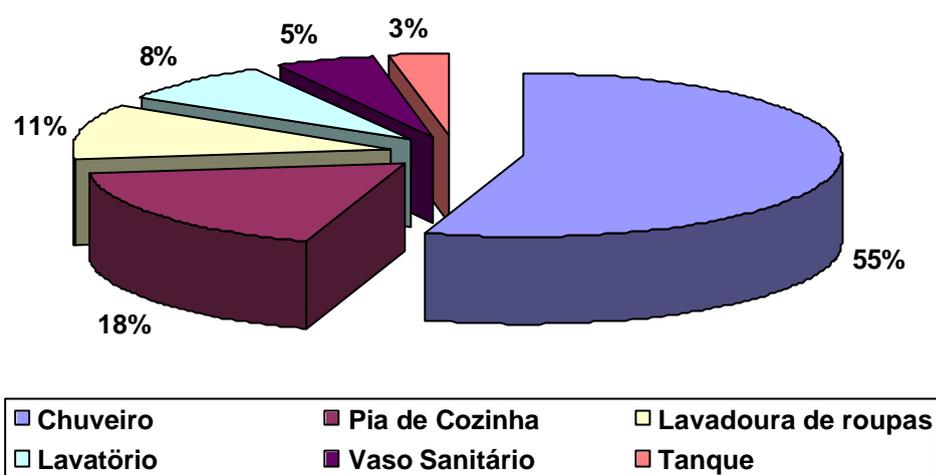


Figura 3.1 - Consumo Médio de Água por Item (*aguaonline, 2002*).

Um banho demorado, ou seja, com duração acima de 15 minutos, chega a gastar de 95 a 180 litros de água limpa. Banhos com duração de no máximo 5 a 15 minutos economizam água e energia elétrica. Os vasos sanitários, por exemplo, são responsáveis por até 40% do consumo doméstico, por isso não se deve usá-lo como lixeira e é importante manter a válvula da descarga regulada (*aguaonline, 2002*).

O poder público cobra caro nas contas de água e esgoto, pois os gastos de tratamento, bombeamento e distribuição são altos. Existe também o impacto ambiental de estar retirando uma grande quantidade de água limpa dos recursos hídricos e devolvê-la suja na forma de esgotos.

3.2 DESPERDÍCIO

Desperdício é aquela ação pela qual se usa mal, se desaproveita ou se perde uma coisa. Portanto, quando refere-se ao desperdício da água indica-se um conjunto de ações e processos pelos quais os seres humanos usam mal a água, a desaproveita ou a perde. Esta quantidade de água gasta, mas não utilizada pelo consumidor doméstico, se eliminada não traria redução de conforto ou de hábitos higiênicos, nem diminuição da qualidade e características de produtos e serviços por parte do consumidor industrial, comercial e de órgãos públicos. Quando as pessoas desperdiçam algo, negam não só seu valor, mas também expressam

uma falta de visão do futuro, já que não se está conservando o que necessita-se para viver. Portanto, desperdiçar água indica falta de clareza sobre a importância fundamental deste valioso recurso para a sobrevivência. Entre 1970 e 1995, a quantidade de água disponível para cada habitante caiu 37% (Macedo, 2000).

No Brasil o desperdício de água chega a 70% e nas residências tem-se até 78% do consumo de água sendo gasto no banheiro. Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPS), a quantidade de água que o ser humano necessita a cada dia é de 189 litros. Essa quantidade é suficiente para atender às necessidades de consumo, higiene e para o preparo dos alimentos. Se estima que a distribuição do consumo médio diário de água, por pessoa, é aproximadamente a seguinte: 36% na descarga do banheiro; 31% em higiene corporal; 14% na lavagem de roupas; 8% na rega de jardins, lavagem de automóveis, limpeza de casa, atividades de diluição e outras; 7% na lavagem de utensílios de cozinha, e 4% para beber e alimentação (aguaonline, 2002).

No vaso sanitário se usa a maior quantidade de água, por isto, se deve buscar equipamentos de baixo consumo para que a quantidade de água descarregada por vez seja a menor possível. As pessoas acostumadas a receber diariamente água potável às vezes não percebem seu verdadeiro valor e importância e esquecem que um pequeno vazamento ou o mau estado das instalações sanitárias pode ser origem de um enorme desperdício de água e de perda de dinheiro. O cálculo das perdas de água por dia e mês causadas por deterioração é o que segue:

- ?? Um cano que pinga desperdiça 80 litros de água por dia; o que equivale a uma perda de 2,4 metros cúbicos ao mês.
- ?? Um jorro fino de água, de 1,6 mm de diâmetro, perde 180 litros por dia; representando 5,4 metros cúbicos por mês.
- ?? Um jorro mais forte, de 3,2 mm de diâmetro, perde em média 675 litros por dia, ou seja, 20,3 metros cúbicos por mês.
- ?? Um vaso sanitário em mau estado perde em média ao dia 5.000 litros de água. Ao mês desperdiça 150 metros cúbicos.

- ?? As cisternas ou tanques que derramam água perdem em média 12.000 litros por dia. Ao mês desperdiçam 360 metros cúbicos.
- ?? Em reservatórios elevados deteriorados, a perda média é de 10.000 litros ao dia. Ao mês representam 300 metros cúbicos (*aguaonline, 2002*).

Somando perdas por instalações mal conservadas e maus hábitos, o desperdício relacionado com o consumo doméstico pode ser muito alto se não se adotam medidas corretivas eficientes, tanto nos hábitos como nos processos de manutenção das instalações.

Hoje, a disponibilidade de água, aproveitada de diferentes formas, é de 3.500 quilômetros cúbicos por ano, com seu maior uso na agricultura (70%), principalmente nos países do terceiro mundo. Em ocasiões, os sistemas de rega desperdiçam grandes quantidades de água. Se calcula que só chegam à zona de cultivos entre 15% e 50% da água que é extraída para a irrigação. Se perde água por evaporação, por absorção e por fugas.

A atividade industrial também é uma grande consumidora, especialmente nos países desenvolvidos. O cálculo é de que as indústrias chegam a utilizar entre a metade e $\frac{3}{4}$ de toda a água extraída, em comparação com a média mundial que chega somente a $\frac{1}{4}$.

As três categorias correntes de uso de água doce representam as seguintes porcentagens de consumo, com respeito às extrações anuais de água:

- ?? Uso em agricultura 69%
- ?? Uso em indústria 23%
- ?? Uso doméstico (pessoal, familiar e municipal) 8% (*aguaonline, 2002*).

Além da necessidade de economia, a reciclagem e a reutilização aparecem como alternativas para o uso eficiente da água. A reciclagem pode ser definida como o reaproveitamento de uma água utilizada para determinada função, apesar da alteração de suas qualidades físico-químicas e microbiológicas em função do

uso. O reaproveitamento pode ser feito em alguns casos antes que a água atinja a rede de esgotos, por exemplo, em nossa casa a água do banho poderia ser utilizada sem qualquer tratamento, para descarga do vaso sanitário ou para lavagem de um quintal.

A nível industrial a reciclagem já é uma realidade, pois é economicamente viável em função da redução dos custos envolvidos com a própria água e atualmente por reduzir o volume dos efluentes lançados em um recurso hídrico.

A reutilização consiste no reaproveitamento de água que já passou pela rede de esgoto e por uma estação de tratamento. Um exemplo de reaproveitamento é o contrato assinado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) para venda de água não potável para a Empresa Coats Corrente, que fabrica linhas e utiliza 15 litros de água não potável por segundo. O preço desta água reaproveitada é de R\$ 1,00 por metro cúbico, sendo que, a água potável custa R\$ 4,60 por metro cúbico. O contrato é considerado inédito e além de reduzir os custos para a empresa também economiza água potável para uso da população (Macedo, 2000).

3.3 PERDAS

3.3.1 Conceito

Em sistemas de abastecimento, perdas de água é toda perda física, ou não física ou todo o consumo não autorizado que determina aumento do custo de funcionamento ou que impeça a realização plena da receita operacional (COPASA, 2002).

$$\text{Perda de Água} = \text{Volume de Entrada} - \text{Consumo Autorizado}$$

Onde:

?? *Volume de Entrada* em um Sistema é o volume de água que entra em um sistema de transporte ou distribuição (COPASA, 2002).

?? *Consumo Autorizado* é o volume de água medido e/ou não medido, faturado e/ou não faturado utilizado pelos consumidores domésticos, comerciais, industriais ou por quem está autorizado pelo prestador do serviço de água (COPASA, 2002).

Em sistemas de abastecimento, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto a parcela de água não consumida, como a água consumida e não registrada as quais se definem respectivamente como *perdas físicas* e *perdas não físicas*. A seguir, apresenta-se o estudo de cada uma destas perdas:

3.3.2 Perdas Físicas ou Reais

São as perdas de água que ocorrem entre a captação de água bruta e o cavalete do consumidor. Estas incluem as perdas na captação e adução de água bruta; no tratamento; nos reservatórios (vazamentos e extravasamentos); nas adutoras, subadutoras de água tratada e instalações de recalque; e nas redes de distribuição e ramais prediais, até o cavalete.

São constituídas pelos vazamentos e rompimentos, visíveis ou não, nas tubulações (recalques, adutoras, subadutoras, redes de distribuição e ramais prediais) e instalações (estação de tratamento, reservatórios e elevatórias); pelas descargas excedentes para limpeza ou esvaziamento de redes e adutoras; pelos extravasamentos em reservatórios; e pelas perdas no tratamento para limpeza de floculadores e decantadores e lavagem de filtros, quando empregados volumes superiores ao estritamente necessário para a correta operação do sistema.

3.3.2.1 Origem e Magnitude das Perdas Físicas por Subsistema

As origens e magnitudes das perdas físicas por subsistema podem ser representadas esquematicamente, conforme Tabela 3.1.

A) Perdas na Captação/Adução de Água Bruta

As perdas físicas na captação e na adução de água bruta correspondem à água utilizada para a limpeza geral, incluindo o poço de sucção, sendo em geral pequena e função das características hidráulicas do projeto e da qualidade da água bruta.

O componente que merece mais atenção são os vazamentos na adução, função do estado da tubulação e do material utilizado; sua idade; pressão; adequada execução da obra; elementos de proteção contra golpes e consequentes rompimentos em casos de interrupção do fornecimento de energia.

Trata-se de um componente crítico do sistema de abastecimento, merecendo especial atenção no que diz respeito à manutenção sistemática de caráter preventivo. Ressalte-se que a manutenção preventiva, elétrica ou hidráulica, como o conserto da tubulação obstruída por incrustações ou reparos de vazamentos, muitas vezes não é feita ou é adiada para se evitar o desgaste político junto à população, pois paradas no sistema produtor provocam interrupções no fornecimento de água por muitas horas.

Tal procedimento, no entanto, acaba comprometendo o comportamento do sistema, aumentando muitas vezes as perdas de carga e o consumo de energia, bem como as perdas e os riscos de interrupções mais demoradas por falhas e rompimentos.

A magnitude das perdas na adução de água bruta é variável, função do estado das instalações e das práticas operacionais e de manutenção preventiva, sendo normalmente pouco expressivas no contexto geral, a não ser em adutoras de grande extensão e/ou deterioradas.

Tabela 3.1 - Perdas Físicas por Subsistema: Origem e Magnitude

	SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
	Adução de Água Bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção ⁵	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros ⁵ Descarga de lodo ⁵	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza ⁵	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção ⁵ Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões

B) Perdas no Tratamento

A principal característica das perdas físicas nas ETA's (Estações de Tratamento de Água) é que, mesmo que sejam percentualmente pequenas, em termos de vazão são significativas.

Deve-se lembrar que parte das vazões retidas nas ETA's são inerentes ao processo de tratamento, não sendo possível eliminá-las totalmente, mas sim reduzi-las até o ponto em que se eliminem os desperdícios.

A recuperação da qualidade da água de lavagem mediante tratamento de lodo é benéfica ao meio ambiente e indiretamente à conservação da água, mesmo que não haja reciclagem para abastecimento público. O lançamento de efluentes tratados representa, do ponto de vista dos recursos hídricos, uma ação conservacionista, no que diz respeito às disponibilidades de água bruta no sistema hídrico.

As perdas na ETA podem estar associadas ao processo ou a vazamentos.

⁵ Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação.

As perdas por vazamentos podem se dar, entre outros motivos, por falhas na estrutura (trincas), na impermeabilização e na estanqueidade insuficiente de comportas.

As perdas de processo correspondem as águas descartadas na lavagem e limpeza de flocladores, decantadores, filtros e nas descargas de lodo, em quantidade excedentes à estritamente necessária para a correta operação da ETA.

A magnitude das perdas é significativa, podendo variar entre 2% e 10%, função do estado das instalações e da eficiência operacional.

Assim sendo, melhorias operacionais ou reparos estruturais podem propiciar retornos rápidos em termos de redução de perdas e de custos de produção.

C) Perdas na Reservação

Podem ter origem em procedimentos operacionais, por exemplo, na limpeza programada de reservatórios; em operações inadequadas, provocando extravasamentos; ou, ainda, em deficiências estruturais da obra, como trincas ou impermeabilização mal-feita.

No caso de extravasamentos, a introdução de alarmes ou controle automático de níveis e vazões pode corrigir esse problema operacional.

No caso de deficiências estruturais, a correção do problema passa pela avaliação econômica e de retorno do investimento.

É importante ressaltar que os problemas estruturais devem ser avaliados por especialistas que atestem a estabilidade da obra.

A magnitude das perdas em reservatórios é variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional, mas, em geral, tem pouca importância no contexto geral do sistema.

No entanto, sob o aspecto de recuperação de perdas, não se deve menosprezá-las, devendo-se ter a perspectiva de que se trata de um trabalho permanente, no qual os resultados positivos são fruto da somatória de pequenos sucessos.

D) Perdas na Adução de Água Tratada

São as perdas por vazamentos e rompimentos nas tubulações das adutoras e subadutoras, que transportam vazões elevadas para serem distribuídas pela rede de distribuição.

Outra forma de perda física na adução de água tratada é o caso das descargas, seja para esvaziar a tubulação para reparos, seja para melhorar a qualidade da água. Nesses casos, apenas serão consideradas perdas - em sentido estrito - as vazões excedentes ao necessário para a correta operação do sistema.

No caso de vazamentos, pelo fato de as vazões veiculadas serem elevadas, estes são geralmente localizados e prontamente reparados. Ressalte-se que se tais rompimentos não forem detectados e controlados em curto prazo, grandes danos materiais podem ocorrer, decorrentes do seu alto poder erosivo e destrutivo.

A manutenção preventiva e a adoção de procedimentos operacionais e treinamento de pessoal para a realização de manobras adequadas é vital para que se evitem rompimentos causados por aumentos súbitos de pressão, que podem ocorrer em cascata, refletindo-se por meio de múltiplos rompimentos, principalmente nas redes de distribuição.

A falta de instalação ou manutenção de ventosas pode ser um importante fator que propicia a ocorrência de transientes de pressão e conseqüente rompimento de adutoras, devendo merecer especial atenção.

Em sistemas pressurizados por bombeamento, também deve-se prestar especial atenção à instalação de elementos aliviadores de pressões, em casos de paradas de funcionamento da bomba.

A magnitude das perdas pode variar significativamente, função do estado das tubulações, das pressões e da eficiência operacional.

E) Perdas na Distribuição

São as perdas decorrentes de vazamentos na rede de distribuição e nos ramais prediais e de descargas.

As perdas físicas que ocorrem nas redes de distribuição, incluindo os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, mas estão dispersas, fazendo com

que as ações corretivas sejam complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos. Nesse sentido, é necessário que operações de controle de perdas sejam precedidas por criteriosa análise técnica e econômica.

Nesse caso também, se encaixam as perdas decorrentes de descargas para melhoria da qualidade da água ou esvaziamento da tubulação para reparos.

A magnitude das perdas será tanto mais significativa quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas.

As experiências de técnicos do ramo indicam que a maior quantidade de ocorrências de vazamentos está nos ramais prediais. Em termos de volume perdido, a maior incidência é nas tubulações da rede distribuidora.

O uso de materiais adequados, associados à execução da obra com pessoal treinado e equipado com ferramentas compatíveis com os materiais utilizados, incluindo a realização de testes de estanqueidade, são pré-requisitos para a existência de baixos níveis de perdas.

Experiências em novas redes de distribuição executadas em loteamentos na cidade de Campinas, recebidas posteriormente pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA), comprovaram o 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.

Ressalte-se que geralmente o recebimento de obras em novos loteamentos é feito sem que ocorra fiscalização durante a construção. Tal fato decorre da cultura de parte do setor privado em executar obras a *toque de caixa*, simultaneamente à fase de elaboração e aprovação do projeto, e há casos em que o projeto simplesmente inexistente.

Esse fato, com certeza, se repete em todo o país, onde novas redes são recebidas consciente ou inconscientemente pelos prestadores de serviços, com altos níveis de perdas.

Para os sistemas já implantados, os aspectos considerados a seguir apontam para a priorização da redução de pressões na rede de distribuição, para que haja redução de perdas.

As perdas por vazamentos na rede de distribuição, sejam decorrentes de falhas construtivas, defeitos em peças especiais e conexões, rupturas, materiais inadequados, etc., aproximam-se ao escoamento em orifícios e fendas.

As Figuras 3.2 e 3.3 a seguir ilustram os pontos onde geralmente ocorrem vazamentos nas redes e ramais prediais, respectivamente.

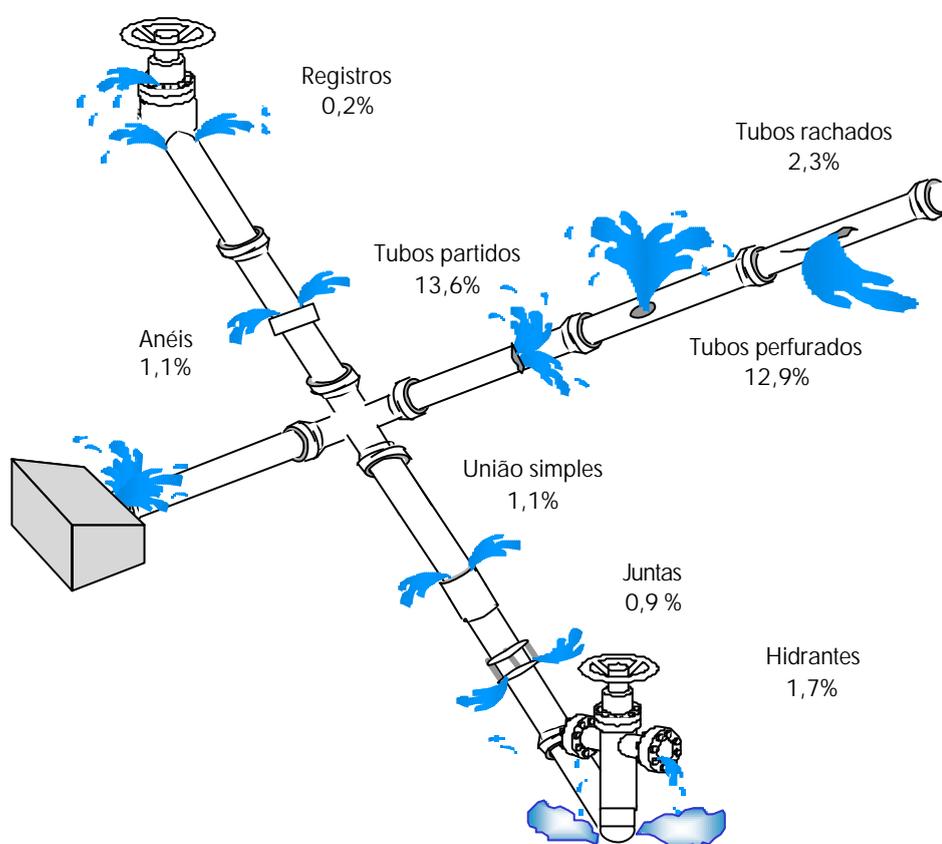


Figura 3.2 - Pontos Frequentes de Vazamentos em Redes de Distribuição (percentuais ilustrativos baseados em experiência da SANASA).

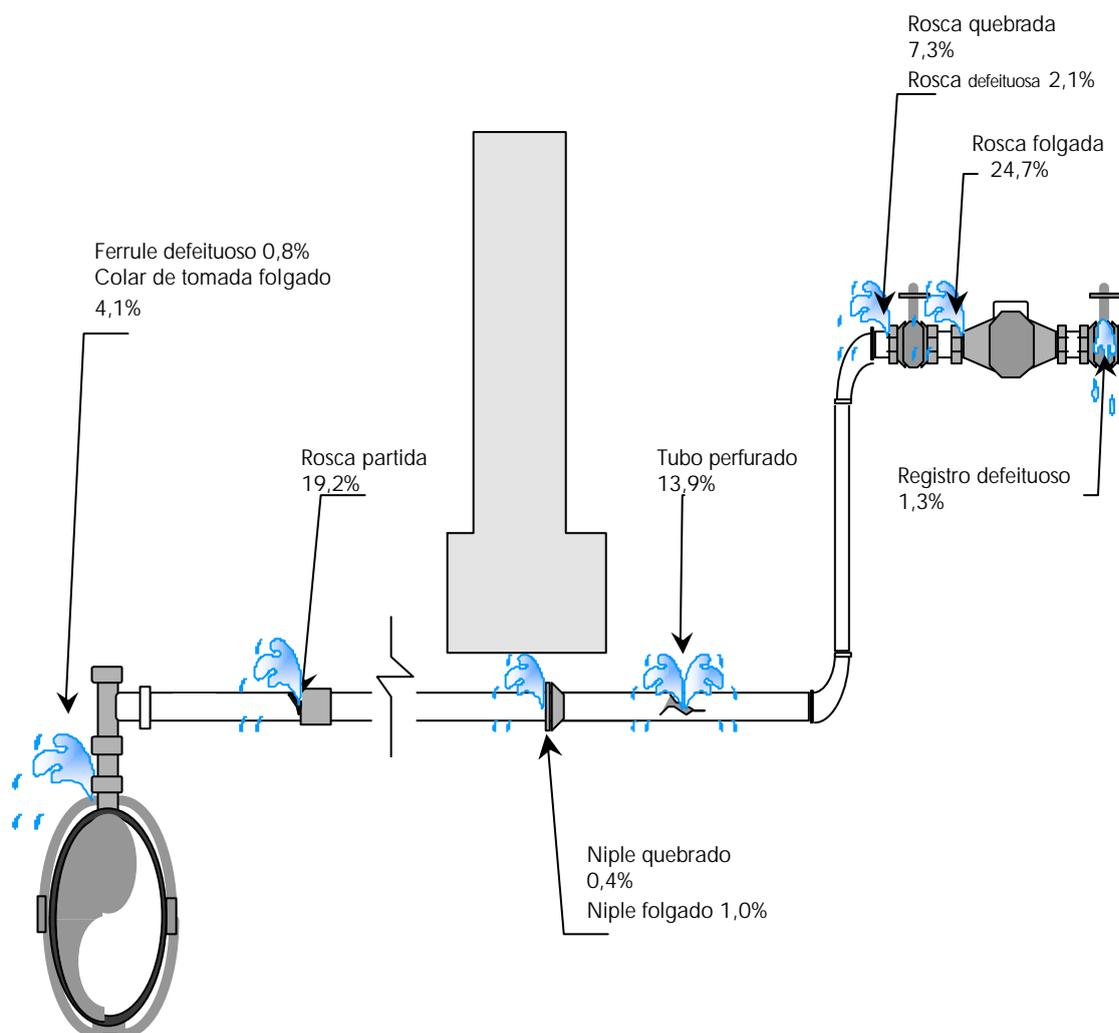


Figura 3.3 - Pontos Frequentes de Vazamentos em Ramais (percentuais ilustrativos baseados em experiência da SANASA).

Para tubos metálicos em geral, a vazão perdida (Q) é uma função proporcional à raiz quadrada da carga hidráulica (H), ou seja, $Q = f (H^{1/2})$.

Dessa forma, especial atenção deve ser dada ao controle de cargas hidráulicas na rede, pois sua simples redução leva a substanciais reduções nas perdas nos vazamentos existentes, além de restringir o risco de novas rupturas.

A Tabela 3.2 ilustra as reduções de perdas que podem ser conseguidas por intermédio de diferentes percentuais de redução de cargas na rede de distribuição.

Tabela 3.2 - Reduções de Perdas Físicas por Reduções de Pressões $Q = f(H^{1/2})^6$

REDUÇÃO DA CARGA (%)	REDUÇÃO DA PERDA (%)
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Exemplificando, a instalação de uma válvula redutora de pressão, dimensionada para reduzir as cargas em 60% (por exemplo, de 100 mca para 40 mca), em um setor com perdas físicas conhecidas de 50%, acarretará uma redução de 37% nas perdas existentes, as quais passarão de 50% para 31,5%, com uma redução efetiva de 18,5%. O fato de diminuir a pressão num determinado sistema sem comprometer o abastecimento é muito importante pois se diminui a pressão, diminui-se também a possibilidade de surgir vazamentos e rompimentos nas tubulações e conexões.

Portanto, é possível quantificar previamente as reduções de perdas esperadas por meio de reduções de pressões e, com isso, avaliar economicamente o retorno dos investimentos a realizar para atingir os objetivos.

No caso de tubos plásticos, estudos estrangeiros recentes⁷ têm apontado para uma redução ainda maior das perdas em função da diminuição de pressão. Admite-se, segundo técnicos do setor, uma correlação linear entre pressão e vazamento, em virtude da resiliência do material.

3.3.2.2 Classificação das Perdas Físicas

As perdas físicas, em sentido amplo, podem ser classificadas em perdas operacionais e vazamentos. Não se considera perda operacional, em sentido estrito, o uso necessário de água para desinfecção e teste de estanqueidade de

⁶ Para tubos de ferro fundido ou aço.

⁷ Conforme palestra do professor Alan Lambert durante o Encontro Técnico sobre "Controle Avançado de Perdas" realizado na SEPURB, em janeiro de 1998.

rede. As perdas são associadas às vazões excedentes ao uso útil, inclusive operacional.

A) Perdas Operacionais

As perdas operacionais, como o próprio nome diz, são associadas à operação do sistema. Estas podem estar disfarçadas sob a forma de usos úteis no processo produtivo (como água de lavagem de filtros) e nos procedimentos operacionais (como descargas para melhoria da qualidade da água em redes, e água usada para limpeza de reservatórios), ou mostrarem-se na forma de falhas evidentes (como extravasamento de reservatórios).

A importância dessas perdas é que podem ser significativas em termos volumétricos, e sua redução, em alguns casos, envolve apenas mudanças de procedimentos e melhorias operacionais com pequenos ou nenhum investimento.

A implementação de melhorias na operação e do controle operacional, associado ao treinamento de pessoal, à instalação de alarmes ou à automação, podem reduzir sensivelmente as perdas.

Deve-se lembrar, ainda, que, de uma maneira geral, não existem manuais com regras e procedimentos operacionais claramente definidos nos serviços de saneamento. Em geral, os procedimentos são empíricos e subjetivos, e a responsabilidade da operação do sistema recai sobre poucas pessoas, com grande experiência no serviço.

Mesmo onde há procedimentos estabelecidos, por escrito ou não, nem sempre há o devido treinamento do pessoal de campo, necessário para que se pratique o que foi planejado.

Pode-se dizer, por exemplo, que muitos rompimentos que ocorrem na adução e distribuição de água tratada de um serviço de saneamento são decorrentes de falhas operacionais dos próprios funcionários dos setores de operação e manutenção.

Manobras inadequadas são comuns, como o fechamento ou abertura de válvulas sem controle de tempo, o enchimento ou esvaziamento de redes e adutoras sem controle de velocidades, etc.

Estudos de simulação com modelos matemáticos disponíveis podem e devem ser mais explorados e utilizados pelos prestadores de serviços para definição de regras e procedimentos operacionais, em situações normais de escoamento ou em casos de transientes. A ausência de um *cadastro confiável* não justifica a não utilização desse recurso adicional.

De nada adianta, no entanto, realizar esses estudos sem a participação da operação e sem o treinamento necessário.

Em que pesem todas essas deficiências apontadas, há que se valorizar o pessoal da operação, que recebe as redes e estruturas geralmente sem nenhuma recomendação ou relatório com procedimentos operacionais. São pessoas de grande sensibilidade e capacidade, que geralmente acabam descobrindo, na prática, o que fazer e como operar.

Os projetos, mesmo no nível dos subsistemas de adução, carecem de simulações da operação em condições normais e em transientes, incorporando regras e recomendações ao operador, em linguagem acessível. Novamente, não existe capacitação e treinamento compatível.

Essa barreira entre o plano e projeto e a operação precisa ser vencida a qualquer custo, por meio do estreitamento do relacionamento entre as áreas e do treinamento de pessoal, sem o que a eficiência operacional do prestador de serviços ficará sempre limitada.

B) Perdas por Vazamentos

As perdas por vazamentos são decorrentes de rupturas em adutoras, subadutoras, redes e ramais prediais, falhas em conexões e peças especiais, trincas nas estruturas e falhas na impermeabilização das ETA's e reservatórios.

Nos casos de vazamentos decorrentes de problemas estruturais, deve-se avaliar a magnitude das perdas para definição se é vantajosa a intervenção corretiva. Desde que os vazamentos estruturais não impliquem na segurança da obra, a decisão de repará-lo deve ser acompanhada de estimativa de custos para a solução do problema, da avaliação das vazões perdidas e do tempo de retorno do investimento.

No caso de vazamentos por rupturas em adutoras, a instalação de ventosas, cuidados operacionais e manutenção preventiva, podem reduzir o risco de acidentes, com conseqüente redução de perdas.

3.3.2.3 Causas das Perdas Físicas

Como ficou evidenciado anteriormente, as perdas por vazamentos nas tubulações são causadas por rompimentos ou falhas que têm origens múltiplas, as mais diversas e dispersas possíveis.

A Tabela 3.3 a seguir apresenta as causas prováveis de falhas e rupturas nas tubulações em função da fase de desenvolvimento do sistema de abastecimento.

A) Planejamento e Projeto

Uma obra mal planejada, mal concebida e mal projetada obviamente terá problemas de *performance* durante sua vida útil.

A subestimativa das demandas, baseadas em projeções populacionais ou utilização de consumos *per capita* inadequados irá reduzir a vida útil do sistema. Se o inverso ocorrer, está-se investindo mais recursos que o necessário, e as obras estarão superdimensionadas. O cálculo de transientes nos subsistemas de adução e a previsão de uso de ventosas é outro ponto crítico a ser considerado no dimensionamento, incluindo-se ainda, a necessidade de se instruir o operador quanto a procedimentos operacionais, por intermédio da elaboração de manuais de operação e treinamento de recursos humanos.

Ressalte-se que essa prática de desenvolver regras operacionais quando da elaboração de projetos e discuti-las com o pessoal de operação não é usual no setor, o que traz dificuldades para os operadores quando do recebimento de novos sistemas.

As incorreções ou ausência de informações disponíveis nessa fase de desenvolvimento do sistema trarão como decorrência o aumento da possibilidade

de ocorrerem sobre ou subpressões, tornando-o vulnerável a rompimentos no macro e micro-sistema de distribuição, e a conseqüente perda de água.

Tabela 3.3 - Causas Prováveis de falhas e Rupturas em Tubulações.

FASE DA FALHA	CAUSA DA FALHA	CAUSA DA RUPTURA
Planejamento e Projeto	?? subdimensionamento	?? sobrepressão
	?? ausência de ventosas	?? subpressão
	?? cálculo transientes	?? sub e sobrepressão
	?? regras de operação	?? sub e sobrepressão
	?? setorização	?? sobrepressão
	?? treinamento	?? sub e sobrepressão
Construção	?? construtivas	
	?? materiais	
	?? peças	
	?? equipamentos	
	?? treinamento	
Operação	?? enchimento	?? sub e sobrepressão
	?? esvaziamento	?? subpressão
	?? manobras	?? sub e sobrepressão
	?? ausência de regras	?? sub e sobrepressão
	?? treinamento	?? sub e sobrepressão
Manutenção	?? sem prevenção	
	?? mal-feita	
	?? treinamento	
	?? interação operação/usuário	
	?? tempo de resposta	
Expansão	?? sem projeto	?? sub e sobrepressão
	?? sem visão conjunta	?? sub e sobrepressão

B) Construção

Uma boa construção depende de um bom projeto, para que se obtenham os resultados esperados. A fase de construção é crítica. São milhares de conexões ou soldas, que se não executadas perfeitamente, tornam-se pontos vulneráveis de vazamentos. Na realidade, antes do início da obra, vem a fase de inspeção do material a ser utilizado na construção.

A qualidade, nesse caso, é vital, e depende, desde a fase de especificação dos materiais no edital até a instalação, da inspeção do fornecedor, do transporte, e do armazenamento e manuseio adequado. O uso de ferramentas e equipamentos adequados durante a obra, além do treinamento e credenciamento de pessoal operacional, é outro aspecto ligado à qualidade e longevidade da obra.

A fiscalização, nesses casos, fica facilitada, lembrando-se, no entanto, que não se pode prescindir nunca de testes de estanqueidade para o recebimento da obra.

Deve-se lembrar, ainda, que, nessa fase, deve ser realizado o cadastro da obra, no qual as alterações de campo devem ser incorporadas ao projeto, que deve ser tratado e guardado como um patrimônio do serviço, sendo fonte fidedigna de informações durante a vida útil da obra.

C) Operação, manutenção e expansão do sistema

Conforme afirmado anteriormente, a boa operação e manutenção permite que o sistema de abastecimento atenda satisfatoriamente ao cliente ou consumidor. A boa operação reduz o risco de rompimentos e das conseqüentes perdas, propiciando uma menor freqüência de interrupções e desabastecimentos de água. Além disso, permite o deslocamento de quadros do prestador de serviços para que a manutenção preventiva possa ocorrer, em contraposição à manutenção tipicamente corretiva.

O desenvolvimento e registro de procedimentos e manuais de operação, já comentado, também é uma prática pouco comum no Setor Saneamento, em contraposição ao que ocorre em indústrias. Tal prática traz como decorrência uma operação geralmente subjetiva e pessoal, em que as decisões são tomadas mais em função da experiência adquirida por tentativas e exercícios práticos, do que em embasamento técnico e conhecimento adquirido pelo estudo do sistema.

Em função dessas características, a qualidade e o controle operacional tendem a ser nivelados por baixo, e o desenvolvimento operacional e o treinamento são relegados a segundo plano. Por outro lado, há que se reconhecer que os sistemas de abastecimento em operação são geralmente muito diferentes daqueles planejados e construídos inicialmente.

O crescimento acelerado e desordenado dos núcleos urbanos, principalmente nas décadas de 70 e 80, associado muitas vezes ao baixo nível de atendimento da população com serviços de saneamento forçaram os prestadores

de serviços a atenderem ao maior número de usuários possível com obras improvisadas.

Com isso, os sistemas de abastecimento de água, se originalmente planejados, foram distorcidos e seu desconhecimento, incluindo-se aí o cadastro de redes, levou à prevalência da improvisação e do empirismo na operação.

Pode-se dizer, novamente, que essa característica é observada em quase todos os serviços de saneamento do país, por conta dessa explosão populacional e desordem urbana. A ausência de setorização, com múltiplas zonas de mistura, é uma das conseqüências desse processo histórico.

Contudo, se tal panorama não for alterado, a tendência é que cada vez mais o Setor Saneamento se afastará da técnica e se apoiará no empirismo e improvisação.

A reversão observada no ritmo de crescimento populacional no país nos últimos anos é um ponto relevante para que mudanças de comportamento possam ocorrer no setor. Pode-se afirmar que as obras de saneamento que foram, estão sendo e serão construídas com projetos desenvolvidos até aproximadamente o início da década de 90 estão superdimensionadas, salvo raras exceções. A vida útil das obras construídas nos últimos dez anos será, nesses termos, muito superior ao planejado.

Como decorrência, os investimentos em expansões deverão ser menores, requerendo-se, contudo, aumentar a *performace* do sistema.

Como muitas vezes os sistemas não são operados conforme as condições previstas nas fases de planejamento e projeto (devido a expansões e adaptações não planejadas do sistema existente, ou, ainda, à inexistência de procedimentos operacionais documentados), os rompimentos e perdas físicas podem ser causados por essas adaptações ou manobras inadequadas.

Assim, a manutenção preventiva de adutoras, peças especiais, instalação de ventosas e o desenvolvimento de procedimentos operacionais são essenciais para reduzir rompimentos e desperdícios. Os materiais e equipamentos utilizados e os procedimentos adotados na implementação de um sistema de abastecimento estão continuamente evoluindo, do ponto de vista tecnológico.

Portanto, a seleção de materiais e equipamentos, a inspeção, os procedimentos construtivos e a fiscalização e o recebimento da obra têm um peso considerável sobre a qualidade do sistema e sua vida útil, devendo ser valorizados para que as perdas sejam desprezíveis em novos sistemas a implementar. Destaque-se aqui a exigência de teste hidrostático para recebimento de redes novas.

A automação é outro item relevante, podendo ser implementada gradual e setorialmente, reduzindo a possibilidade de manobras e operações inadequadas praticadas pelos operadores.

3.3.3 Perdas Não Físicas ou Aparentes

As perdas não físicas de água consistem nos consumos não autorizados⁸ ou na imprecisão dos equipamentos de medição de vazão dos sistemas de macromedição e micromedição⁹.

As perdas não físicas são também conhecidas como perdas de faturamento, uma vez que seu principal indicador é a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado.

A Tabela 3.4 sintetiza os principais itens causadores de perdas de faturamento, indicando qualitativamente suas magnitudes em função das características do serviço.

⁸ Consumos não autorizados correspondem aos furtos de água através de ligações clandestinas, by pass, hidrantes e em outros componentes do sistema de abastecimento de água (COPASA, 2002).

⁹ Macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água desde a captação de água bruta até os pontos de entrada para distribuição. Micromedição é o termo tradicionalmente usado em saneamento para a operação que totaliza o volume fornecido aos usuários, base para a cobrança e faturamento. O micromedidor usado é o hidrômetro.

Tabela 3.4 - Perdas Não Físicas: Origem e Magnitude.

	ORIGEM	MAGNITUDE
PERDAS DE FATURAMENTO	Ligações clandestinas/irregulares	Podem ser significativas, dependendo de: procedimentos cadastrais e de faturamento, manutenção preventiva, adequação de hidrômetros e monitoramento do sistema
	Ligações não hidrometradas	
	Hidrômetros parados	
	Hidrômetros que submedem	
	Ligações inativas reabertas	
	Erros de leitura	
	Número de economias errado	

As perdas não físicas são normalmente expressivas e podem representar 50% ou mais do percentual de água não faturada, dependendo de aspectos técnicos como critérios de dimensionamento e manutenção preventiva de hidrômetros, e de procedimentos comerciais e de faturamento, que necessitam de um gerenciamento integrado. A grande dificuldade para o controle e redução das perdas não físicas, assim como no caso das perdas físicas, reside exatamente na questão do gerenciamento integrado.

É freqüente encontrar serviços de saneamento que operam sob uma estrutura administrativa com alto grau de setorização, na qual os objetivos e orientações são próprios e acontecem de forma subjetiva e em função da experiência e percepção de cada gerente do setor. A integração, nesses casos, é deficiente, casuística, e em função de afinidades pessoais.

Como a redução de perdas requer ampla integração, definição clara de objetivos e grande participação de todo o serviço, muitos programas de controle não são bem-sucedidos ou têm os resultados positivos anulados em curto espaço de tempo, se as transformações forem de caráter temporário.

A título de ilustrar a distribuição de perdas em um sistema público de abastecimento, a Tabela 3.5 a seguir apresenta os resultados dos estudos conduzidos pela SABESP para a Região Metropolitana de São Paulo.

Trata-se de um estudo de grande envergadura, no qual procurou-se quantificar as perdas físicas e de faturamento em todo o sistema metropolitano, informações estas dificilmente quantificadas e disponíveis.

Verifica-se pelas estimativas dos valores encontrados que, em 1991, as perdas totais, que eram de 40%, tinham origem nas perdas físicas, quantificadas em 51% do total, e nas perdas não físicas, quantificadas em 49% do total.

Tabela 3.5 - Distribuição das Perdas na RMSP (Região Metropolitana de São Paulo) – SABESP, 1993.

TIPO DE PERDA	HIPÓTESE DE TRABALHO (m ³ /s)	PERDAS (%)		
		Físicas	Não Físicas	Totais
Vazamentos	8,9	47,6	-	47,6
Macromedicação	1,0	-	5,3	5,3
Micromedicação	3,8	-	20,3	20,3
Habitações sub- normais	1,8	3,4	6,3	9,7
Gestão comercial	3,2	-	17,1	17,1
Total	18,7	51,0	49,0	100,0

Ressalte-se, nesse estudo, a relevância das perdas de faturamento, indicando que melhorias na gestão comercial e de manutenção preventiva de hidrômetros poderiam reduzi-las sensivelmente.

Portanto, especial atenção deve ser dada, quanto às perdas de faturamento, ao cadastro de consumidores e sua permanente atualização, bem como à política de micromedicação e manutenção preventiva de hidrômetros.

O grande desafio é a integração dos setores técnico, comercial (atendimento ao usuário) e de faturamento do serviço de saneamento, envolvendo:

- ?? O dimensionamento do hidrômetro e o acompanhamento de sua adequação aos consumos observados (geralmente não realizado);
- ?? A leitura e emissão de contas, associada a uma política de cortes de inadimplentes (nem sempre existente); e
- ?? A manutenção preventiva de hidrômetros, por intermédio do acompanhamento de sua *performance* no tempo, feito por análises de consumo, de idade e dos volumes totais medidos (freqüentemente não realizada).

3.3.4 Avaliação das Perdas

A real quantidade de água perdida de um sistema de distribuição variará de sistema para sistema dependendo de fatores locais como topografia, comprimento das tubulações, número de ligações e padrões dos serviços prestados, bem como quão bem o sistema é operado e mantido. Em um sistema bem operado, as perdas de água devem ser continuamente monitoradas e controladas e apresentadas a cada ano em um relatório específico.

A estimativa das perdas de água em um sistema de abastecimento se dá por meio da comparação entre o volume de água transferido de um ponto do sistema e o volume de água recebido em um ou mais pontos do sistema, situados na área de influência do ponto de transferência. A identificação e separação das perdas físicas de água das não físicas é tecnicamente possível mediante pesquisa de campo, utilizando a metodologia da análise de histograma (registros contínuos) de consumo das vazões macromedidas. Nesse caso, a oferta noturna estabilizada durante a madrugada - abatendo-se os consumos noturnos contínuos por parte de determinados tipos de usuários do serviço (fábricas, hospitais e outros) - representa, em sua quase totalidade, a perda física no período pesquisado, decorrente de vazamentos na rede ou ramais prediais. A perda não física será a diferença entre a perda total de água na distribuição (*Água Não Contabilizada*) e a perda física levantada.

Em sistemas de abastecimento de água em que o índice de micromedição aproxime-se de 100%, as ligações clandestinas tenham pouca importância e exista eficaz programação permanente de adequação e manutenção preventiva de hidrômetros, combate às fraudes nos micromedidores e ramais clandestinos, as perdas mensuráveis tendem a refletir as perdas físicas de água.

Em relação às perdas físicas na rede distribuidora, nos ramais prediais registra-se a maior quantidade de ocorrências (vazamentos). Isso nem sempre significa, porém, que esta seja a maior perda em termos de volume. As maiores perdas físicas na distribuição, em volume, ocorrem por extravasamento de

reservatórios ou em vazamentos nas adutoras de água tratada e nas tubulações da rede de distribuição.

3.3.4.1 A Importância de Medições Confiáveis¹⁰

Medições confiáveis de todos os volumes de água podem e devem ser um componente integrante do sistema de abastecimento, da administração da demanda de água e da determinação das perdas. A parte mais importante para se determinar quanta água está sendo perdida em um sistema é quantificar com precisão o volume de água que entra no sistema. A medição das várias fontes de entrada de água no sistema, a produção no tratamento, água importada ou exportada¹¹ a repartição de volumes e as entradas e saídas dos setores de distribuição são essenciais para os cálculos do balanço de água¹².

As medições de vazões noturnas em setores dos sistemas de distribuição são extremamente úteis para, rapidamente identificar a presença de novos vazamentos não identificados até então, que podem ser localizados e rapidamente reparados. Esta técnica pode ser usada independentemente dos consumidores serem ou não hidrometrados.

A função primeira da hidrometração dos consumidores é a geração de receitas econômicas baseadas no consumo medido, mas a precisão destes medidores é também um fator chave nos cálculos do balanço de água.

O parque de hidrômetros requer uma cuidadosa administração se se pretende obter resultados representativos e significativos.

Uma organização eficiente reconhecerá e tratará problemas potenciais tais como hidrômetro impróprio em tipo ou tamanho, instalação incorreta do

¹⁰ Segundo A. Lambert, International Water Data Comparisons Ltd., Llandudno, LL30 1SL, UK, e Dr. W. Hirner, Erlenstegenstrasse 118B, D-90491, Nurnberg, Germany. "Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água: Terminologia Padrão e Medidas de Desempenho Recomendadas".

¹¹ Água Importada e Exportada se relacionam com os volumes que são transferidos "no atacado" de, e para fora do sistema em estudo (COPASA, 2002).

¹² Método utilizado (IWSA) para calcular os volumes anuais de perdas físicas e não físicas.

hidrômetro, incrustações nos hidrômetros, deterioração pela idade, vazões menores do que as capazes de serem registradas pelo hidrômetro, insuficiência de manutenção ou troca, frequência de calibração, inabilidade de se conseguir realizar as leituras e a influência dos ciclos de leituras.

Nos casos em que medidas reais não são possíveis, por exemplo, em atividades de combate a incêndios, lavagens de locais públicos, descargas de redes, etc., todos os esforços devem ser realizados para se estimar cada componente de água gasto com a maior precisão possível para se determinar quantidades realistas para o balanço de água.

3.3.5 Indicadores de Perdas

Os métodos para levantamento de informações e construção de indicadores recomendados decorrem da análise de diferentes estudos.

Da comparação entre os indicadores de possíveis perdas nos sistemas analisados, observa-se que dependendo do critério adotado, ocorrem mudanças importantes no ordenamento dos serviços, no que respeita à eficiência no uso da água.

A avaliação de eficiência dos serviços no uso da água pode ser feita mediante uma multiplicidade de indicadores, sendo que o principal questionamento com respeito aos percentuais deve-se ao fato de que estes conferem uma aparência de homogeneidade a serviços que trabalham sob condições operacionais muito diferentes.

No sistema de abastecimento, as perdas de água deverão ser avaliadas levando-se em consideração os subsistemas integrantes do processo de produção, no que se refere à comparação das quantidades de matéria-prima (água bruta) com o produto (água tratada), e distribuição, no que tange ao produto (água tratada ofertada) cotejado com o consumo, conforme mostrado na Tabela 3.6 a seguir:

Tabela 3.6 – Perdas no Sistema de Saneamento.

?? Índice de Perda Física na Produção (PFP)
Leva em conta as perdas na adução de água bruta e na estação de tratamento ou unidade de tratamento simplificado. Relaciona os dados observados de volume captado (VC) e volume produzido (VP).
?? Índice de Perda Física na Adução (PFA)
É um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção, e resulta da relação entre o volume captado (VC) e o volume aduzido (VA) afluyente a ETA ou unidade de tratamento simplificado.
?? Índice de Perda Física no Tratamento (PTR)
É também um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção, e relaciona os dados observados de volume aduzido (VA) e volume produzido (VP).
?? Índice de Perda Física na Distribuição (PFD)
Relaciona o volume fisicamente utilizado (VFU) com o volume disponibilizado (VD). A informação mais estrita de volume fisicamente utilizado vai incorporar os fatores efetivamente apurados de desvios sistemáticos de micromedição (km) e macromedição (kM), inicialmente igualados a 1, assim como os fatores estatísticos de confiabilidade aplicados sobre os consumos estimados.
?? Índice Total de Perda Física (TPF)
Será indiretamente composto pelas perdas físicas parcialmente apuradas nos sistemas de produção e de distribuição. A perda física total será uma função do volume captado (VC), mais o volume importado (VIm), menos o exportado (VEx), em relação ao volume fisicamente utilizado (VFU) no sistema.

Os indicadores apontados são razoavelmente representativos da realidade no aspecto operacional (balanço de água) do sistema, mas dependem da confiabilidade dos dados obtidos.

Nos casos do volume captado (VC), volume aduzido (VA) e volume disponibilizado (VD), a precisão da informação depende da existência ou não de estruturas como medidores Parshall, comumente encontrados, ou equipamentos de medição como macromedidores diferenciais ou hidrômetros eletromagnéticos (menos comuns), para controle de vazões ou volumes nas captações e entradas e saídas das ETA. O medidor deverá ser instalado em ponto com condições hidráulicas de fluxo e ter seu desempenho mantido mediante avaliações periódicas. Por exemplo, uma calha Parshall bem projetada e instalada tem

precisão entre 2% e 5% na estimativa da vazão, mas caso contrário, a imprecisão pode ser elevada. Outro exemplo pode ser a instalação de um macromedidor eletromagnético ou outro de alta precisão em uma tubulação onde exista, em função de condições hidráulicas inadequadas, entrada de ar. Nesse caso, de nada adianta a instalação desse equipamento sofisticado.

Os indicadores básicos, em especial o Índice de Perda na Distribuição (IPD), conforme, englobam as perdas físicas e não físicas.

Do ponto de vista comercial e financeiro, outro indicador importante de avaliação do processo de comercialização na distribuição é o Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF), que corresponde à diferença entre o volume disponibilizado (VD) e o volume faturado (VF) sobre o volume disponibilizado (VD).

Como é comum em nosso país a adoção, para fins de faturamento e emissão da conta de água, de um consumo mínimo (da ordem de 10 m³/mês), mesmo que o consumidor use menos água do que o valor mínimo estabelecido, ele pagará tal valor. Em alguns casos, portanto, o volume faturado poderá ser maior que o utilizado.

O índice de Perda de Faturamento pode, por isso, resultar em valor menor que o anteriormente discutido, e o impacto dessa redução será tanto maior quanto maior for o percentual de consumidores que não atingem esse nível mínimo de consumo.

Todos os indicadores apresentados são baseados em volumes macromedidos no sistema produtor e utilizados no nível do consumidor.

Portanto, para obtenção de estimativas fiéis dos indicadores, representativas da realidade, não só é necessária a representatividade dos dados macromedidos como também a dos micromedidos e estimados.

No caso do volume utilizado (VU), é preciso identificar claramente que proporção das ligações é hidrometrada e que proporção é estimada. Um indicador importante, nesse aspecto, é o Índice de Hidrometração (IH), que relaciona o número de ligações ativas micromedidas (Lm) ao número de ligações ativas (LA).

Deve-se ressaltar que sempre que IH for menor que 1, incluirá necessariamente parcela de consumo estimado, podendo envolver imprecisões significativas.

Uma possível estimativa das perdas poderá ser feita com o uso da média dos consumos micromedidos por categoria de economia, aplicada sobre as economias não medidas de mesma categoria.

Esse procedimento é razoável se o padrão de consumo da área micromedida for similar ao da área não medida. Caso contrário, novos indicadores para correção deverão ser introduzidos.

Em casos nos quais haja dificuldades de se obter dados de macromedições e micromedições, seja por imprecisão dos medidores seja por sua inexistência, pode-se usar o critério anterior para estimar perdas. Nesse caso, procurar-se-ia, dentro da área de abastecimento, selecionar e isolar uma região representativa da cidade ou núcleo urbano, em termos de padrões de demanda e de pressões na rede.

Trata-se, portanto, de um procedimento por amostragem, no qual um determinado setor selecionado teria todas as ligações hidrometradas, assim como, na entrada de água (ou entradas), as vazões estariam sendo macromedidas.

A aplicação dos indicadores apresentados permitiria, 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 a todo o sistema de distribuição.

Outras formas de obtenção de indicadores para análise das perdas de um sistema podem ser:

- ?? O uso de indicador volumétrico como vazões perdidas (volume perdido em um intervalo de tempo em l/s; m³/h), o qual tem a vantagem de propiciar uma avaliação quantitativa direta e possibilitar sua imediata associação com o número de habitantes beneficiados, se recuperadas essas vazões perdidas;
- ?? Outro indicador de grande interesse é a obtenção de perdas por quilômetro de rede. A dificuldade, nesse caso, reside na obtenção confiável da extensão de redes de distribuição do sistema; e

?? Outro indicador usado (SABESP,1981) é a perda estimada em litros por hora, por habitante (l/h.hab).

Para ilustrar esse tema, apresenta-se a seguir alguns dados referentes a perdas no Brasil e no exterior. No caso brasileiro, são utilizados dados de 1995 das companhias estaduais (SNIS - SEPURB, 1997), conforme Figura 3.4. Observe-se que os percentuais de Água Não Faturada oscilam entre 25% e 65%. Na mesma fonte, o indicador foi relatado para cidades brasileiras com serviços autônomos, ocorrendo uma variação entre 20% e 60%, o que demonstra que o cenário das companhias estaduais se repete nos serviços autônomos.

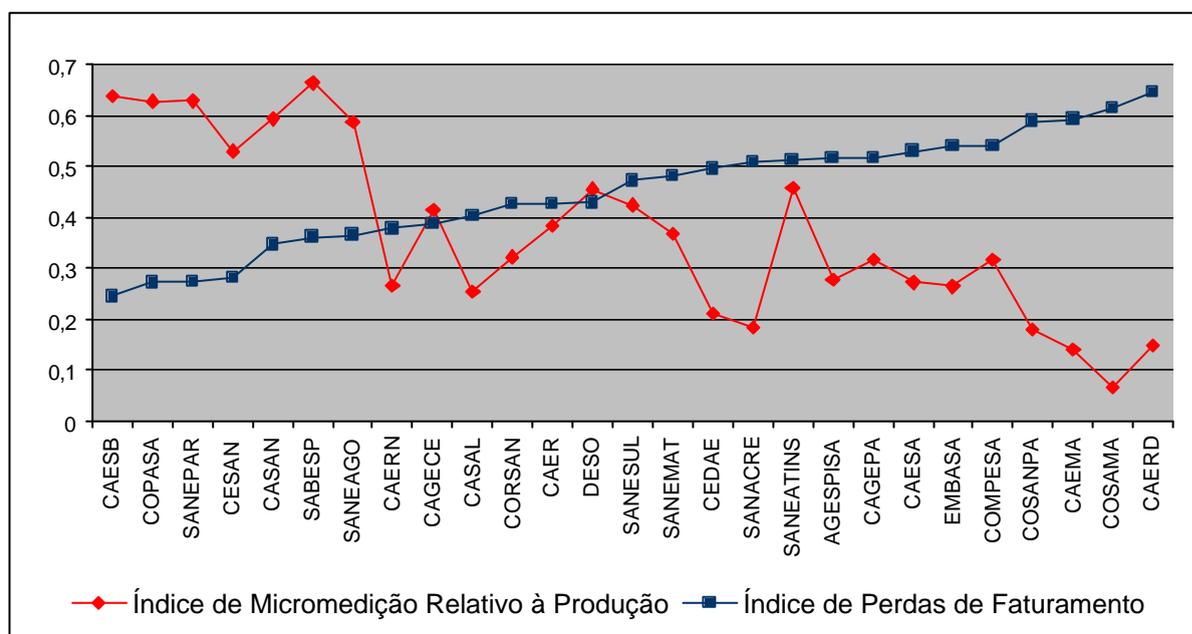


Figura 3.4 - Água Não Faturada nas Companhias Estaduais de Saneamento Básico em 1995.

Dados do exterior são apresentados nas Figuras 3.5 e 3.6, para Água Não Faturada em percentagem e em vazão por quilômetro de rede, respectivamente.

As variações foram de 7% (Singapura, Suíça e Alemanha) até valores entre 25% e 30% (Grã-Bretanha, Taiwan e Hong Kong), com um valor médio de 17%, enquanto que no Brasil, em média, ficou em 35% (Cenários, 2001).

O conjunto dos dados fornecidos por cada país, em comparação com as percentagens indicadas pelos relatores nacionais podem estar subestimadas.

Em média, mais de 35% da água produzida parece não ter sido consumida, se for usada como referência a demanda informada nos questionários preenchidos.

Esta observação recomenda que, em qualquer pesquisa a se realizar sobre perdas, deve ser evitada a pergunta direta sobre “quanto é a perda no sistema”, mas sim obter dados uniformemente levantados e tratados sobre volumes captados, produzidos, disponibilizados, micromedidos, faturados ou outros, a partir dos quais se avaliarão os indicadores de perdas.

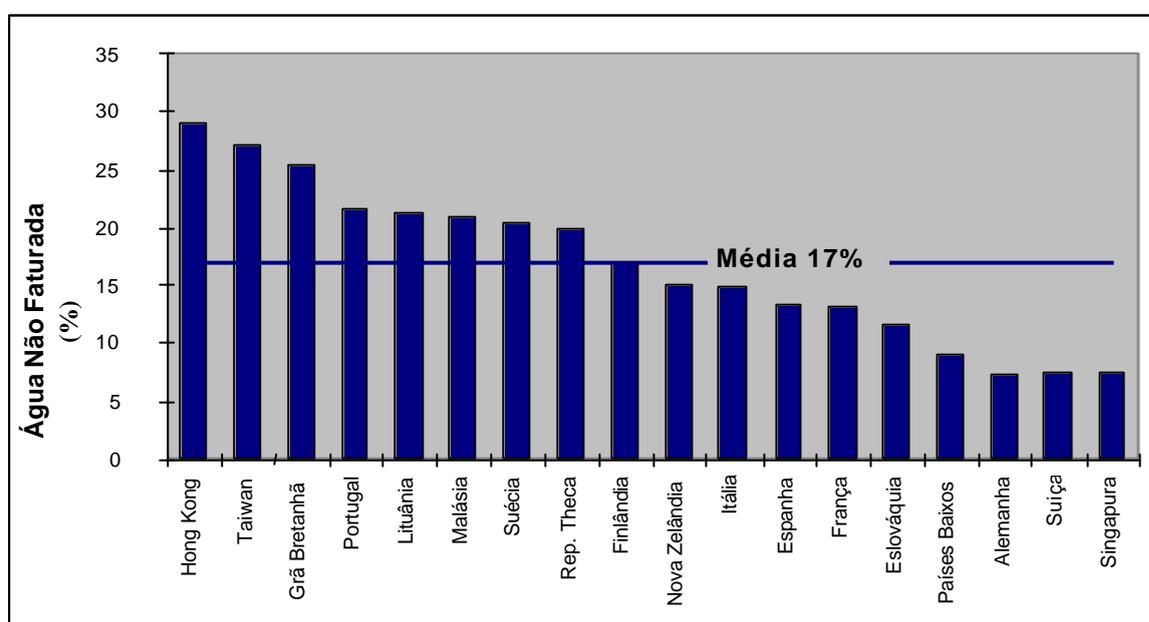


Figura 3.5 - Percentual de Água Não Faturada em Diversas Regiões do Mundo (Cenários, 2001).

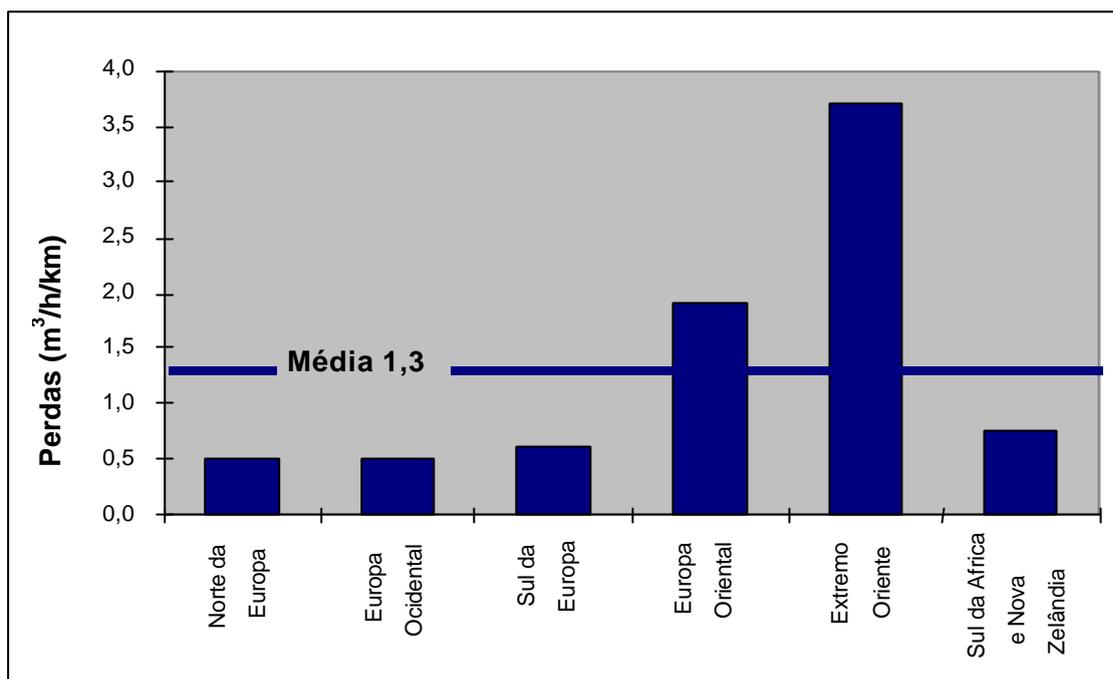


Figura 3.6 - Perdas de Água por Regiões do Mundo em m³/h/Km de Rede (Cenrios, 2001).

Pode-se verificar pela Figura 3.6 a enorme variabilidade do indicador de perdas por quilômetro de rede, para diferentes países, cuja média é de 1,3 m³/h/km, com valores em torno de 0,5 m³/h/km no norte, oeste e sul da Europa; 2 m³/h/km na Europa Oriental; e quase 4 m³/h/km no Extremo Oriente. Uma das dificuldades maiores na comparação entre esses valores está na maneira como são considerados e incluídos os ramais prediais, que podem ter extensão total maior do que a das adutoras, subadutoras e redes de distribuição. Ademais, nos países em que há maior controle tende-se a registrar nos indicadores lineares apenas as perdas físicas, enquanto naqueles onde os controles – e presumivelmente a operação – são mais precários, registram-se conjuntamente perdas físicas e não físicas, e isso aumenta a diferença entre eles.

Apresenta-se, ainda, na Figura 3.7, a variação das perdas (físicas e não físicas) registradas por quase vinte anos na Região Metropolitana de São Paulo, para demonstrar que esse indicador oscila sensivelmente tanto em termos de localização espacial quanto também em nível temporal (SABESP, 1996).

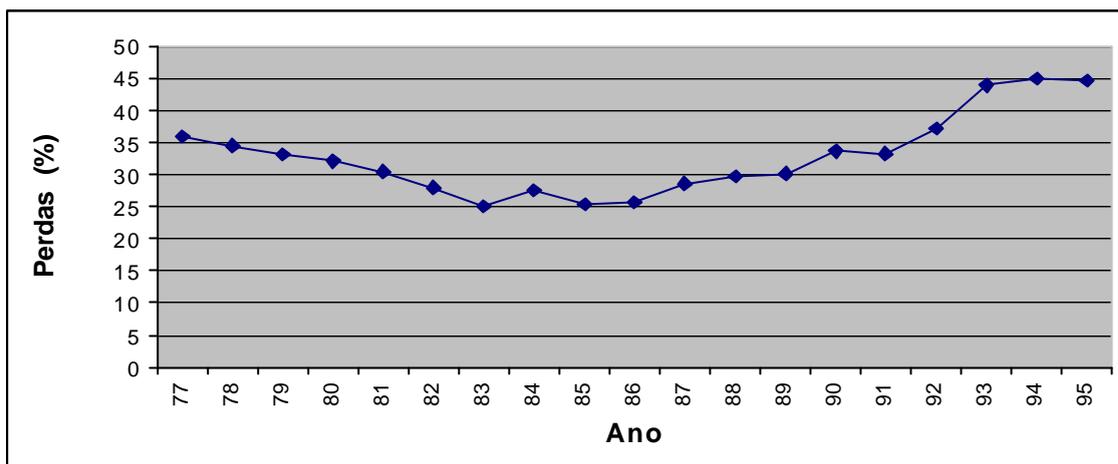


Figura 3.7 - Variação das Perdas na Região Metropolitana de São Paulo.

No período de 1977 a 1995, as perdas variaram entre aproximadamente 36%, em 1977, até quase 45%, em 1994 e 1995. Nesse intervalo de tempo, no entanto, as perdas (físicas e não físicas) foram reduzidas para aproximadamente 25% em 1983.

O que se pretende ilustrar com esse exemplo é que o *tratamento das perdas deve ter caráter permanente, devendo, portanto, ser considerado como um programa estratégico dos prestadores de serviços.*

Caso não se adote tal política, as ações de combate a perdas nem sempre serão efetivas, e os resultados positivos serão temporários.

3.3.5.1 Indicador Percentual de Perdas

De uma forma clara, o indicador percentual de perdas refere-se à idéia traduzida pela expressão apresentada a seguir:

$$\text{IP\%} = \frac{\text{Volume Produzido} - \text{Volume Consumido}}{\text{Volume Produzido}} \times 100 \quad (3.1)$$

Destaca-se a seguir alguns pontos importantes referentes a este indicador de perdas:

?? Não permite a comparação de desempenho, quanto à perdas de água entre sistemas e outros serviços;

?? Não leva em consideração as variações nas características de um sistema para outro (topografia, comprimento das tubulações, números de ligações, padrões dos serviços prestados e da forma como o sistema é operado e mantido);

?? É bastante afetado pelo consumo percapita.

A seguir, pelas Tabelas 3.7 e 3.8 e Figura 3.8, com valores obtidos pela COPASA, exemplifica-se o indicador percentual de perdas e a influência do consumo percapita no valor das perdas reais:

Tabela 3.7 - Indicador Percentual de Perdas (COPASA, 2002).

SETOR DE CONTROLE DE PERDAS	LIGAÇÕES DE ÁGUA	VOLUME DISTRIBUÍDO m ³ /mês	VOLUME CONSUMIDO m ³ /mês	PERCAPITA l/hab/dia	PERDA MEDIDA %
100	1.725	51.212	28.509	147	44,3
1200	195.779	5.650.360	3.280.168	133	41,9
2202	193	6.424	2.409	111	62,5
2500	12.217	369.652	235.075	190	36,4
RMBH	956.496	33.815.777	21.415.213	167	36,7

Tabela 3.8 – Indicadores Percentual de Perdas / Influência do consumo percapita no valor das Perdas Reais expresso em termos percentuais (COPASA, 2002).

VOLUME DISTRIBUÍDO m ³ /mês	VOLUME CONSUMIDO m ³ /mês	VOLUME PERDIDO m ³ /mês	PERDA MEDIDA %
litros/ligações/dia			%
272,5	72,5	200	73,4
380,0	180,0	200	52,6
500,0	300,0	200	40,0
723,0	523,0	200	27,7
946,3	746,3	200	21,1
1.775,0	1.575,0	200	11,3
2.000,0	1.800,0	200	11,1
3.000,0	2.800,0	200	7,1

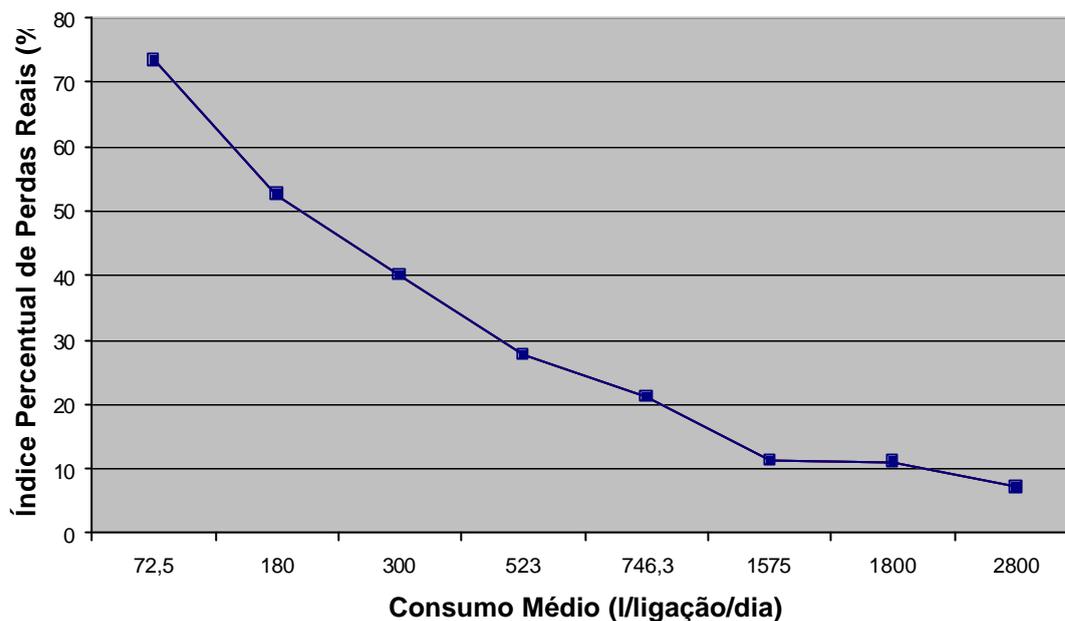


Figura 3.8 – Indicador Percentual de Perdas. Relação entre Índice Percentual de Perdas Reais (%) e Consumo Médio (l/ligação/dia) (COPASA, 2002).

Da Tabela 3.8 e Figura 3.8 acima, observa-se que quanto maior o volume consumido, para a mesma quantidade de água perdida, menor é o índice de perda medida.

3.3.5.2 Indicadores de Perdas: IWA, AGHTM, AESBE/ASSEMAE

Dois dos métodos internacionais mais completos para levantamento de informações e construção de indicadores foram elaborados pela Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux - AGHTM, e pela International Water Association - IWA, e no caso do Brasil destaca-se os estudos da Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais (AESBE) e a Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE).

Os estudos da AESBE/ASSEMAE convergem com os da AGHTM e da IWA no sentido de reconhecer que não é apenas um indicador isolado que dá conta de toda a complexidade das perdas nos sistemas públicos de abastecimento. Reconhecem ser necessário combinar indicadores percentuais com indicadores

físicos apurados por extensão de rede ou por economia, como base para qualquer comparação de desempenho.

Apresenta-se a seguir o estudo desenvolvido pela IWA.

A terminologia IWA usada na Tabela 3.9 foi escolhida por países que já tinham sua própria terminologia padrão nacional bem como documentada (mas diferente), bem como seus procedimentos padrão (França, Alemanha, Japão, Reino Unido e EUA), para os cálculos.

Desta forma, cada terminologia nacional difere da usada pela IWSA em algum aspecto, no mínimo pelo motivo das diferenças lingüísticas. Correspondentemente, quando está sendo feita alguma comparação internacional ou algum estudo de “benchmarking”, é necessário em primeiro lugar realocar os componentes do balanço de água nacional dentro daquele proposto na Tabela 3.9. Quando os países ainda não tiverem um modelo padrão próprio, o modelo IWSA mostrado neste trabalho é recomendado para consideração. Esta terminologia inclui as seguintes definições (algumas já descritas anteriormente):

“Água Captada” é o volume de água obtida para entrar nas tubulações de água bruta que seguem para a estação de tratamento.

“Água Produzida” é o volume de água tratada para ser transportada ao sistema de distribuição.

“Água Importada e Exportada” se relacionam com os volumes que são transferidos “no atacado” de, e para fora do sistema em estudo.

“Volume de Entrada em um Sistema” é o volume de água que entra em um sistema de transporte ou distribuição.

“Consumo Autorizado” é o volume medido e/ou não medido de água tomado por consumidores cadastrados pelo próprio fornecedor e outros que estão implícita ou explicitamente autorizados para tal pelo fornecedor, para usos domésticos, comercial e industrial. Inclui a água exportada.

Verifica-se que o consumo autorizado (Tabela 3.9) inclui itens como combate e treinamento para combate a incêndios, limpeza de tubulações de água e esgoto,

descargas de redes, varrição hidráulica de ruas, rega de canteiros e praças públicas, fontes públicas, proteção contra congelamento, água para construções públicas. Isto pode ser cobrado ou não, medido ou não, de acordo com as práticas locais.

“Água Não Faturada” é a diferença entre o Volume de Entrada no Sistema e o Consumo Autorizado Faturado (Tabela 3.9).

Tabela 3.9 – Componentes do Balanço de Água (IWSA).

A	B	C	D	E
Volume de Entrada No Setor m ³ /ano	Consumo autorizado m ³ /ano	Consumo autorizado faturado m ³ /ano	Consumo medido faturado m ³ /ano	Água faturada m ³ /ano
			Consumo não medido faturado m ³ /ano	
		Consumo autorizado não faturado m ³ /ano	Consumo medido não faturado m ³ /ano	
			Consumo não medido não faturado m ³ /ano	
	Perda de água m ³ /ano	Perda Não Física m ³ /ano	Consumo não autorizado m ³ /ano	Água não convertida em receita m ³ /ano
			Erro de medição m ³ /ano	
		Perda Física m ³ /ano	Vazamento extravasamento m ³ /ano	
			Vazamento em adutoras e redes m ³ /ano	
			Vazamento em ramais m ³ /ano	

3.3.5.3 Passos para Calcular Água Não Faturada e Perdas de Água

Passo 1: Definição do Volume de Entrada no Sistema e coloca-lo na coluna A;

Passo 2: Definição do Consumo Medido Faturado e Consumo Não Medido Faturado na Coluna D; entre com este valor no Consumo Faturado Autorizado (coluna C) e Água Faturada (coluna E);

Passo 3: Cálculo do volume de Água Não Faturada (coluna E) a partir da diferença entre Volume de Entrada no Sistema (coluna A) menos Água Faturada (coluna E);

Passo 4: Estabelecimento do Consumo Medido Não Faturado e Consumo Não Médio Não Faturado na coluna D; transferência do total de Consumo Autorizado Não Faturado para a coluna C;

Passo 5: Adicionamento dos volumes de Consumo Autorizado Faturado e Consumo Autorizado Não Faturado da coluna C; entre com este valor em Consumo Autorizado (no topo da coluna B);

Passo 6: Cálculo das perdas de água (coluna B) como a diferença entre o Volume de Entrada no Sistema (coluna A) e Consumo Autorizado (coluna B);

Passo 7: Estabelecimento dos componentes de Consumo Não Autorizado e “Imprecisões” de Medição da melhor maneira possível, soma e entre com este valor em Perdas Aparentes (coluna C);

Passo 8: Cálculo da Perda Real (coluna C) como Perdas de Água (coluna B) menos Perdas Aparentes (coluna C);

Passo 9: Estabelecimento dos vários componentes das Perdas Reais (coluna D) através das melhores técnicas disponíveis (medições de vazões noturnas, modelização, etc.) adição e comparação destes com o volume Perdas Reais na coluna C, conforme calculado até o passo 8.

A seguir, pela Tabela 3.10, exemplifica-se um Balanço de Água com dados da RMBH (Região Metropolitana de Belo Horizonte), realizado pela COPASA:

Tabela 3.10 – Balanço de Água RMBH – 07/2001 a 08/2002 (COPASA, 2002).

Volume de Entrada na RMBH 395.401.204 m³/ano	Consumo autorizado 258.706.030 m ³ /ano	Consumo autorizado faturado 257.038.783 m ³ /ano	Consumo medido faturado 255.477.573 m ³ /ano	Água faturada 257.038.783 m³/ano	
			Consumo não medido faturado ¹³ 1.561.210 m ³ /ano		
		Consumo autorizado não faturado 1.667.247 m ³ /ano	Consumo medido não faturado 1.667.247 m ³ /ano		
			Consumo não medido não faturado NÃO É APURADO m ³ /ano		
	Perda de água 136.695.174 m ³ /ano	Perda Não Física 39.540.120 m ³ /ano		Consumo não autorizado NÃO É APURADO m ³ /ano	Água não convertida em receita¹⁴ 138.362.421 m³/ano
				Erro de medição 39.540.120 m ³ /ano	
		Perda Física 97.155.054 m ³ /ano		Vazamento extravasamento NÃO É APURADO m ³ /ano	
				Vazamento em adutoras e redes NÃO É APURADO m ³ /ano	
				Vazamento em ramais NÃO É APURADO m ³ /ano	

3.3.5.4 Componentes do Balanço da Água e Cálculos Relativos

As “Melhores Práticas” na administração das perdas de Água consistem em um contínuo cálculo do Balanço de Água junto com medições noturnas de vazões continuamente ou “quando requerido”. O Balanço de Água, usualmente tomado em um período de 12 meses, deve incluir:

- ?? Uma completa contabilidade da água que entra e sai do sistema, incluindo-se aí a inspeção no sistema de registros (de informações);

¹³ Dificuldades podem ser encontradas para se completar o Balanço de Água com precisão razoável quando existe um número muito elevado de consumidores não medidos. Nestes casos, o consumo autorizado não medido deve ser obtido a partir de um número suficiente de amostras estatisticamente representativas das várias categorias de consumo, e/ou pela medição de áreas discretas cujo perfil de consumo seja uniforme (com ajuste de dados de vazamento e variações de pressão conforme o caso).

¹⁴ A Força Tarefa da IWA recomenda que, se o termo “Água não medida” for usado, ela seja definido e calculado da mesma forma que água não faturada.

- ?? Um programa contínuo de aferição e calibração dos medidores;
- ?? A consideração apropriada devido ao lapso de tempo entre as medições dos medidores na produção e no consumo.

O cálculo do Balanço de Água quantifica volumes totais de água no sistema, consumo autorizado (faturado ou não, medido ou não) e perdas de água (aparente e real), veja a Tabela 3.9. Aonde a prática de detecção de vazamentos não é contínua, o processo pode também incluir uma análise de custo/benefício para a recuperação de vazamentos excessivos, levando a um programa de detecção de vazamentos¹⁵.

Todos os cálculos do Balanço de Água são aproximados em algum grau por causa das dificuldades de se estabelecer todos os componentes do balanço com completa precisão. A confiabilidade tende a aumentar quando os volumes de entrada no sistema são medidos em duplicata, e toda a água é medida através de um parque de hidrômetros de consumidores adequadamente mantido e abastece propriedades sem reservatórios de estocagem de água. A existência de reservatórios domiciliares pode resultar em baixas vazões nas ligações domiciliares, e estas baixas vazões podem não ser registradas com precisão nos hidrômetros domiciliares.

As “Melhores Práticas”, conforme recomendado pelo Grupo de Indicadores de Desempenho¹⁶ da IWA, são atribuir notas sobre o grau de confiança em cada um dos componentes do Balanço de Água, incorporando notas para confiabilidade e precisão. Em alguns países estas notas são checadas independentemente como parte do processo.

Cada componente do Balanço de Água anual (Tabela 3.9) deve ser sempre apresentado, inicialmente, em termos de volumes anuais. Os volumes anuais de

¹⁵ American Water Works Association (AWWA). Manual of Water Supply Practices M36: Water Audits and Leak Detection (1997). ISBN 0-89867-485-0.

¹⁶ Segundo Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J. and Perena, R. Performance Indicators for Water Supply Services. IWA Publishing “Manuals of Best Practice” Series. ISBN 1 9002522 272.

Água Não Faturada, Água Perdida, Perdas Aparentes e Perdas Reais são calculados usando-se os passos mostrados sob a Tabela 3.9.

O Passo 9 dos cálculos recomenda que os volumes das Perdas reais calculados pela diferença entre Perdas de Água e Perdas Aparentes deve ser checado, se possível, pelo estabelecimento dos vários componentes das Perdas Reais. Uma melhor compreensão dos componentes das Perdas Reais pode ser obtida classificando-os como abaixo:

- ?? Perdas não-visíveis (Background) advindas de vazamentos mínimos não detectáveis – tipicamente baixas vazões, longa duração, e grandes volumes;
- ?? Perdas de vazamentos informadas pelos consumidores – tipicamente altas vazões, pouca duração, volumes moderados;
- ?? Perdas por rompimentos não informados, encontrados pelo controle ativo de vazamentos – vazões médias, mas a duração e o volume depende da política de detecção ativa de vazamento;
- ?? Extravasamentos e vazamentos em reservatórios.

Métodos para se analisar e avaliar as Perdas reais, outros que não o Balanço de Água, incluem:

- ?? Análise de vazões noturnas baseadas em dados de setores de medição;
- ?? Análise dos registros de vazamentos e rompimentos, quantidade, vazões médias e durações;
- ?? Cálculos através de modelos que incluem registros de vazamentos invisíveis e pressões.

Apesar das perdas depois do padrão de ligação não estarem incluídas nestes cálculos, elas podem ser de alguma valia e ser consideradas para propósitos de cálculos de demanda.

CAPÍTULO 4

4 REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

4.1 INTRODUÇÃO

Certas atividades econômicas, como a agricultura e o abastecimento de água, por sua complexidade e características próprias embutem um certo grau de perda da produção, por isso é utópica a idéia de se obter perda zero nestes setores. Mas o que o Brasil não pode é continuar jogando fora água tratada e recursos financeiros escassos e seguir convivendo com índices elevados de fugas d'água e perdas de receita por má gestão de suas empresas e serviços de saneamento.

Por isso, melhorar a operação e a gestão da área comercial buscando reduzir os prejuízos por desperdícios é uma meta cada vez mais comum aos sistemas de abastecimento de água brasileiros sejam as operadoras públicas ou privadas, estaduais ou municipais.

As causas e a magnitude das perdas, assim como a natureza das ações para seu controle, podem ser sensivelmente diferentes nos diversos componentes de um sistema de abastecimento de água. É desejável que o controle de perdas seja feito por subsistema, conforme ilustra a Figura 4.1. Pode-se dividir o programa de controle nos seguintes subsistemas:

- ?? Adução de Água Bruta - compreende a captação e adução de água bruta;
- ?? Tratamento - ETA ou unidade de tratamento simplificado;
- ?? 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.

Essa subdivisão facilita o diagnóstico das perdas no sistema de abastecimento e a orientação para ações preventivas e corretivas. Por exemplo, as perdas nas ETA (Estações de Tratamento de Água) ocorrem de forma concentrada e, mesmo que sejam pequenas percentualmente, em termos de vazão podem ser significativas, podendo propiciar retornos rápidos com simples melhorias operacionais ou reparos estruturais.

No caso das perdas no subsistema de reservação, o mesmo fato pode ocorrer, implicando também em ações corretivas de caráter localizado. Já no caso da distribuição, que inclui os ramais prediais, as perdas, muitas vezes elevadas, estão dispersas.

A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de produção - mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros - e utilizar as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor.

A redução do vazamento e das perdas é uma parte crítica de qualquer estratégia de efficientização de companhias da água. Embora existam vastas diferenças entre as taxas de água não faturadas das companhias de água nenhuma companhia está imune a grandes perdas e vazamento de água.

Em países como os Estados Unidos e Israel, 85 por cento ou mais da água que entra no sistema geralmente chega ao usuário. Em Austin, Texas, por exemplo, somente 8 por cento ostenta água sem precedente no sistema, mantendo essa taxa através de um programa de redução agressiva de vazamento. A água sem precedência, no entanto, chega até 50 por cento em muitos outros países, tais como Turquia e Egito. Uma revisão em 54 projetos de países em desenvolvimento financiados pelo banco mundial revelou que a média de perda de água no fornecimento e tratamento era de 34 por cento. Em muitos casos, perdas significantes eram causados pela manutenção precária do sistema, especialmente quando os sistemas de medição estão fracos ou nem existem. Reduzir essas perdas irá elevar a efficientização geral do sistema (*Alliance – Aliança para Conservação da Energia, 2002*).

Além disso, as companhias de água com problemas de vazamento são forçadas, não somente a bombear mais água do que necessário, mas também a

aumentar o sistema de pressão para assegurar que a água chegue ao consumidor. Aumentando a pressão do sistema geralmente se consegue uma menor otimização do custo do que consertar os vazamentos e diminuir a pressão. Ademais, sistemas de maior pressão exacerbam o vazamento, desperdiçando, ainda mais, água e energia.

A redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços. Contribui indiretamente para a ampliação da oferta efetiva, uma vez que induz à redução de desperdícios por força da aplicação da tarifa aos volumes efetivamente consumidos.

Implementar um sistema de faturamento de água é valioso primeiro passo para controlar as perdas. O faturamento de água deveria, ideologicamente, começar na fonte e se estender até o usuário final, para determinar as perdas de água. Através da quantização do déficit conhecido e não conhecido de água distribuída, contabilidade da perda pode dar uma idéia a equipe de gerenciamento de efficientização da água e energia sobre a quantidade de vazamento existente no sistema de distribuição. As perdas devem ser rastreadas mensalmente, especialmente em áreas de alto risco, para ajudar na identificação de novos vazamentos, medidores não precisos e desvio de água ilegal. Uma comparação entre a quantidade de água deixada no sistema e a quantidade vendida para os clientes irá auxiliar na quantificação das perdas.

Mesmo em condições de um bom gerenciamento, água não contabilizada geralmente constitui 10 a 15 por cento da água produzida; assim, se a perda de água é maior que entre 15 e 20 por cento da água produzida, ações de recuperação são necessárias (*Alliance – Aliança para Conservação da Energia, 2002*).

É importante enfatizar que os programas de redução de água não contabilizada necessitam de manutenção constante, vazamentos irão ocorrer novamente se as companhias de água não estão em alerta.

O combate a perdas ou desperdícios implica, portanto, redução do volume de água não contabilizada, exigindo a adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não físicas, e mantê-las permanentemente em nível

adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema.

O desenvolvimento de medidas de natureza preventiva de controle de perdas nas fases de projeto e construção do sistema envolve a necessidade de passos iniciais de organização anteriores à operação. Aquelas medidas devem contemplar, dentre outras:

- ?? 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 (medidores e outros);
- ?? A elaboração de cadastros; e
- ?? A execução de testes pré-operacionais de ajuste do sistema.

A seguir, apresenta-se algumas ações desenvolvidas pela Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais (COPASA) de 1983 a 1994, dentro de 11 projetos, com o objetivo de controlar as perdas em seus sistemas:

- ?? Micromedição
- ?? Macromedição
- ?? Pitometria
- ?? Cadastro Técnico
- ?? Cadastro de Consumidores
- ?? Redução e Controle de Vazamentos e Sistema de Atendimento Integrado
- ?? Desenvolvimento da Manutenção e Reabilitação de Unidades Operacionais
- ?? Melhoria de Ramais Prediais

- ?? Desenvolvimento do Controle Operacional
- ?? Desenvolvimento da Qualidade de Materiais e Equipamentos
- ?? Desenvolvimento de Critérios de Projetos e Obras.

A Figura 4.2 abaixo, apresenta uma comparação dos índices de perdas medidas obtidos na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e de todo o estado de Minas Gerais:

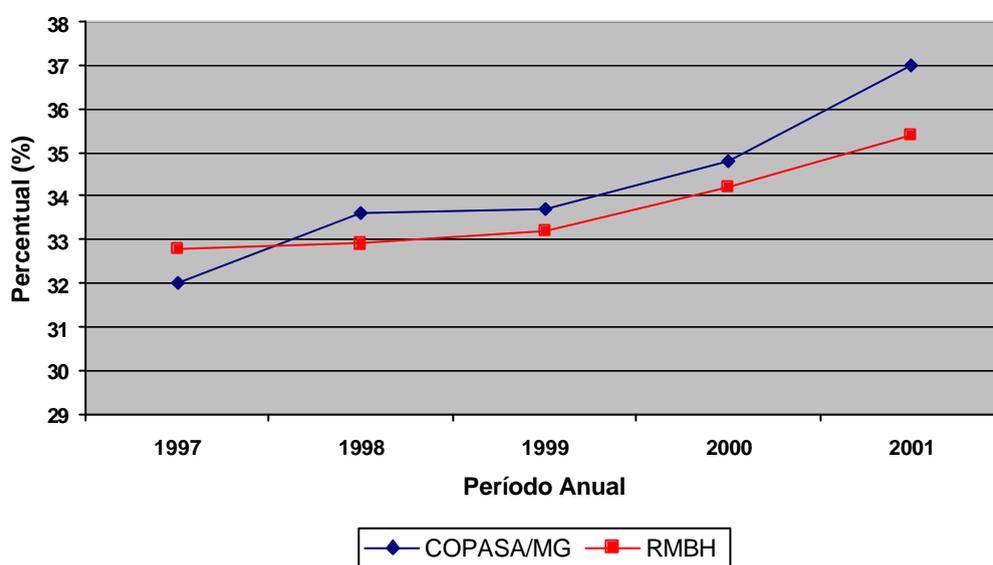


Figura 4.2 – Evolução do Índice de Perda Medida (COPASA, 2002).

Observa-se que com a aplicação das ações descritas anteriormente pela COPASA/RMBH, tem-se uma melhor evolução do controle de perdas (índice de perda medida) com relação ao restante do estado mineiro, onde a aplicação das ações de controle ainda não é tão sistêmica.

A evolução do índice de perdas medidas pode ter natureza *política* ou de *programa*. A seguir, faz-se uma comparação entre elas:

Evolução do Índice de Perda Medida – POLÍTICA

- ?? É estratégica;

- ?? Conjunto de princípios que vão nortear diretrizes, fundamentar programas e projetos, alinhar ações e procedimentos, unir vontades e esforços para alcançar objetivos estratégicos;
- ?? Contempla o todo: uma empresa, área, setor, filial, unidade, etc.;
- ?? Longo prazo, até sua internalização;
- ?? Mobilizadora. Envolve todos os atores, indiferentemente de níveis hierárquicos. Aberta à participação/colaborações;
- ?? Implica em decisão e vontade política do principal nível hierárquico.

Evolução do Índice de Perda Medida – PROGRAMA

- ?? É tático;
- ?? Conjunto de ações, atividades e informações apresentadas de forma detalhada e pormenorizada que fazem parte de um plano ou política;
- ?? Estão sempre vinculados a uma estratégia pré-definida;
- ?? Restrita a algum setor ou grupo diretamente envolvido;
- ?? Curto prazo;
- ?? Envolve grupos específicos com normas, regras, cronogramas e outros procedimentos de controle;
- ?? Implica na aceitação de conceitos da política ou técnicos concernentes a sua área de efetivação.

4.2 PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE E DESPERDÍCIO DE ÁGUA

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA, é coordenado em âmbito nacional pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República.

A criação do PNCDA na esfera federal, vem ao encontro de uma antiga demanda do Setor Saneamento, delineada desde início da década de 1980 e

sistematizada no "Seminário Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público" (anais publicados em 1986). O evento foi promovido pela então Secretaria de Saneamento do MDU, em articulação com o BNH e executado pelo IPT em colaboração com a USP, apoiados pela ABES, pela ASFAMAS e outras entidades do Setor. O objetivo de articulação em âmbito nacional foi na época frustrado pelo fechamento do BNH, associado a um profundo desgaste da organização institucional do saneamento básico no nível federal. No entanto, algumas iniciativas associadas àquele esforço permaneceram, especialmente na linha de pesquisa em componentes de baixo consumo de água, mediante parcerias entre instituições de pesquisa e fabricantes de aparelhos e equipamentos sanitários.

Em 1994, os estudos que deram origem à série "Modernização do Setor Saneamento" (PMSS) apontaram enfaticamente para a necessidade de se incorporar - no âmbito federal - a coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água de abastecimento público. Em abril de 1997, em articulação com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e com o Ministério das Minas e Energia, o Ministério do Planejamento e Orçamento - por meio do Departamento de Saneamento da SEPURB - finalmente instituía na esfera federal um programa de conservação e uso racional da água de abastecimento público. Trata-se, portanto, de um projeto de longa maturação, que sofreu os percalços de prolongado período de abandono e que merece ser implementado com todo o cuidado, evitando a saída fácil da adoção irrefletida de soluções isoladas como se fossem respostas universais, por mais eficientes que estas possam se ter mostrado em casos específicos.

Na ocasião foram firmados protocolos de cooperação com entidades civis alinhadas com os objetivos do Programa e, em setembro do mesmo ano, foi celebrado um primeiro convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental - FUPAM -, vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. O convênio teve como escopo a realização de estudos especializados e a organização de um conjunto de Documentos Técnicos de Apoio - DTA - às atividades do Programa, nas áreas de planejamento das ações de conservação, de tecnologia dos sistemas públicos de abastecimento de água e de tecnologia dos sistemas prediais de água e esgoto.

O Programa tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas. Tem por objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas.

Os 16 DTA - postos em discussão após a primeira rodada de consulta que se seguiu à Fase I do PNCDA - refletem a retomada de estudos abrangentes na área e não devem ser vistos como peças acabadas de um programa burocrático. A inclusão do componente "Tecnologia dos Sistemas Públicos" incorpora parte do conteúdo de programas passados de melhoria operacional em controle de perdas no âmbito da conservação urbana de água. Esses conteúdos são agora associados a uma visão mais ampla de combate ao desperdício, segundo a qual o objetivo de maior eficiência no uso da água é buscado em todas as fases de seu ciclo de utilização, desde a captação até o consumo final.

A Fase II do Programa, em 1998/99, inclui a produção de mais 4 DTA, a publicação de todo o conjunto e a implantação de um sistema de acesso via Internet.

4.3 AÇÕES PARA CONTROLE DE PERDAS

A ação voltada à conservação e ao combate ao desperdício de água vincula-se simultaneamente ao planejamento, ao projeto, à construção, à operação e à manutenção dos sistemas, e seria incorreto associá-la alternativamente ao planejamento ou à operação. Nesse sentido, a convergência de sistemas de informação para planejamento e operação vem em benefício da conservação e amplia consideravelmente a perspectiva de melhora nos padrões de monitoramento dos serviços.

Enquanto as diferentes áreas de planejamento e gestão dos serviços trabalharam sobre bases de informações estanques, as restrições econômicas

sempre obrigaram que o planejamento fosse feito a partir de um conhecimento bastante limitado da realidade. Seria pouco racional, do ponto de vista da gestão econômica dos serviços, montar bases de informação cujos custos aparentemente superassem os benefícios (em muitos casos não tangíveis) de um planejamento sofisticado. Essa situação leva, logicamente, ao caso da *profecia que se auto-realiza*, uma vez que o planejamento feito sobre bases precárias tende a mostrar-se pouco eficaz e, assim sendo, cada vez menos se habilitaria como atividade merecedora de atenção na escala de prioridades dos serviços de saneamento.

Com a utilização comum de bases informatizadas mais sofisticadas e completas, o planejamento e a operação podem compartilhar um nível de conhecimento da realidade muito mais avançado do que anteriormente. Especificamente quanto à conservação de água, a ampliação de capacidade de informação no conjunto do serviço abre perspectivas antes impensáveis de domínio sobre a demanda. Em termos econômicos, os custos dos controles e, em última análise, das vazões recuperadas, é sensivelmente reduzido, ampliando as margens de benefício líquido da recuperação.

Os elementos mais conhecidos desse conjunto ampliado de informações de interesse para o controle da demanda de água, são os sistemas de informação geográfica - *GIS* -, relativos às áreas de operação dos serviços; os sistemas de aquisição e controle de dados operacionais - *SCADA* -, que permitem avaliar as condições de serviço em tempo real e em diferentes pontos do sistema; e os dispositivos de telecomando - e de auto-comando (dispositivos *inteligentes*) -, destinados a corrigir as condições de serviço sempre que necessário. Junta-se a esses elementos uma preocupação em servir - e, portanto, conhecer - melhor os usuários, o que reforça o papel dos sistemas de informação, que passam também a integrar dados mais detalhados sobre os usuários.

Em relação à auditoria dos serviços em termos de eficiência no uso da água, as experiências internacionais têm sido em sua maioria baseadas em manejo integrado de informações operacionais e conhecimento da demanda. Casos como o de Waterloo (Ontário, Canadá) e de Madri são alguns exemplos dessa tendência, que vem se mostrando crescente e predominante.

Tabela 4.1 - Controle de Perdas Integrado ao Gerenciamento das Redes – O Caso de Madri

O nível ótimo de controle de perdas, do ponto de vista da relação custo/benefício do controle, no caso do <i>Canal de Isabel II de Madrid</i> , foi considerado a partir de três aspectos:
?? adoção do controle preciso do consumo mínimo noturno como indicador prioritário;
?? ênfase na detecção e na localização de vazamentos em fluxos claramente identificáveis dentre os principais componentes dos fluxos noturnos classificados (vazamentos e drenos com fluxo notável mas não evidente; vazamentos triviais e distribuídos; uso público noturno para rega e lavagem de ruas; uso industrial e comercial real; vazamentos e perdas não controlados nas instalações prediais; e uso residencial real); e
?? aplicação de tecnologias de gerenciamento integral das redes como alternativa ao uso generalizado e sistemático de detetores acústicos em toda a rede.
O método constitui uma estratégia válida e efetiva contra o desperdício de água, uma vez que incorpora procedimentos de detecção e controle de vazamentos a outras finalidades da operação. Ele também provê uma base sólida para a justificação de custos e estabelece um nível máximo de vazamento, uma vez que seja aplicado sistematicamente.
O Método
O método empregado em Madrid inclui:
?? Critérios
? ? uso de vazões noturnas mínimas como principal indicador de perdas em cada zona específica, medido em (l/hora/propriedade) e em (l/h/km). As diferenças entre volume anual fornecido e volume anual faturado foram também incluídas como indicadores correlatos;
? ? medição <i>on line</i> , a intervalos de um minuto, das vazões fornecidas à zona;
? ? por meio de georeferenciamento, os dados obtidos são relacionados à topologia da rede e aos usuários; e
? ? possível simulação do comportamento da rede e cálculo de parâmetros hidráulicos para cada nó da rede (modelos em escala natural).
?? Procedimentos
? ? as zonas de abastecimento foram setorizadas em áreas com população máxima de 50.000 habitantes. Os setores devem ser facilmente isoláveis e seus consumos facilmente mensuráveis;
? ? detecção de setores que pareciam ter uma maior probabilidade de apresentar vazamento. Os fatores examinados incluíam a idade das tubulações, os tipos e materiais de conexões, as altas incidências de interrupção no abastecimento ou de vazamentos evidentes, a média de pressão noturna, os mínimos noturnos de vazão por extensão de rede, por propriedade e por ligação, e as relações entre volumes abastecidos e volumes faturados;
? ? medidas contínuas ou esporádicas de consumo instantâneo nos setores;
? ? medidas de pressão e de vazões circulando em pontos particulares do setor, como elemento auxiliar à localização de vazamentos ou de água utilizada para finalidades inexplicadas;

? ?localização exata de vazamentos mediante detecção acústica;
? ?controle da pressão de água nos setores mediante válvulas reguladoras de pressão; e
? ?conserto de pontos de vazamento.
?? Manutenção
? ?controle na detecção de elevações repentinas em vazões noturnas mínimas, em setores e zonas.
Os instrumentos empregados para implementar-se o método descrito incluem: medição de vazões (em particular, monitoramento telecomandado); sistemas de informação geográfica como único meio de determinar e atualizar a precisa localização de consumidores com relação à rede; modelos de simulação hidráulica para redes inteiras; e equipamento de detecção acústica.
O uso cotidiano de quase todos esses instrumentos constitui a base para os sistemas de gestão de distribuição na rede. Dessa maneira, os benefícios da detecção de perdas podem ser considerados como valor adicionado ao suporte técnico de planejamento e operação das redes.

Fonte: Piñero, J. e Cubillo, F. (1995) - *New technologies for leakage detection and control. Special Subject 12 - Advances in the economics of leakage control and unaccounted-for water. Proceedings. 20Th International Congress of Water Supply - Durban 1995. Blackwell Science. Londres. Tradução livre. Pgs SS12-5 a SS12-11.*

Em que pese essa tendência e o indiscutível benefício de se trabalhar com sistemas mais precisos e completos de monitoramento, é preciso considerar que esses meios mais sofisticados não dão conta, sozinhos, da melhoria de condições básicas de operação. A tendência registrada internacionalmente diz respeito, em geral, a serviços que já atingiram patamares satisfatórios de setorização, de macromedição e de conhecimento de consumo real - mediante micromedição e/ou estimativas controladas de consumos permitidos - onde os benefícios da informação mais sofisticada vêm somar-se aos advindos daquelas medidas básicas, e não substituí-las.

Os serviços de abastecimento de água, no Brasil, tiveram, de maneira geral, ganhos substantivos de eficiência ao longo das décadas de 70 e 80. No entanto, a crise de investimentos que se abateu sobre a maioria deles a partir da década de 90 determinou uma paralisação ou uma drástica desaceleração desse processo. Alguns serviços conseguiram, apesar dessas restrições, continuar em uma trajetória de melhoria, enquanto outros sofreram grandes perdas de uma capacidade técnica que ainda não havia amadurecido o suficiente. Nessas condições, não seria razoável adotar-se uma política generalizada de incentivos à aquisição de instrumentos sofisticados de informação. Antes de se definir uma

política específica nessa linha, é preciso definir o real estágio de desenvolvimento dos serviços no que se refere ao conhecimento de demanda, e só a partir daí traçar uma linha de ação que atenda às necessidades detectadas.

4.3.1 Proteção das Tubulações

Segundo o Balanço de Água da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) realizado pela COPASA no período de Julho/2001 a agosto/2002, conforme mostra a Tabela 3.10 do Capítulo 3 anterior, a perda física do sistema (71%) devida principalmente aos vazamentos nas tubulações é muito maior que a perda não física (29%). Entende-se, portanto, que a magnitude das perdas físicas em um sistema de abastecimento de água está diretamente relacionada com o estado das tubulações.

A proteção das tubulações para controle de perdas é de fundamental importância para que se reduzam as perdas em um sistema de abastecimento. As canalizações estão sujeitas a esforços que podem comprometer sua estrutura e, como conseqüência, ocorrer furos e danos responsáveis por perdas de água.

Para que se possa obter um controle de perdas físicas, é importante fazer algumas análises nas tubulações:

Esforços nas Tubulações

- ?? Tensão Tangencial, normal às geratrizes, causadas pela pressão interna do líquido;
- ?? Tensão Longitudinal, causada pela pressão interna quando há mudança de direção ou obstrução da canalização ou outras mudanças das condições de escoamento;
- ?? Tensão de Compressão e de Flexão, causada pelo peso próprio da canalização, pelo peso da água na canalização, por cargas extremas: pressão da terra de recobrimento, pressão de sobrecargas – caminhões, trens, etc.

- ?? Tensões causadas pelas reações dos apoios sobre os quais as tubulações estão apoiadas.

Prevenção de Corrosão

- ?? A corrosão não é normalmente a causa de quebra ou vazamentos da tubulação, pois esta possui conveniente espessura e certa resistência à corrosão;
- ?? A corrosão torna o interior da tubulação áspero e reduzido gerando tensão longitudinal, responsável pelo aparecimento de uma seção mais sujeita a enfraquecimento e conseqüente perda de água por vazamento;
- ?? Para a proteção, são utilizados dois tipos de revestimentos: os não metálicos e os metálicos.

Revestimentos Não Metálicos:

- ?? Pinturas para proteção contra corrosão atmosférica;
- ?? Pinturas contra a corrosão do subsolo e subaquática;
- ?? Pinturas usadas em estruturas de abastecimento que estão sujeitas a submersão, que geralmente tem base asfáltica ou betuminosas;
- ?? Banho de alcatrão nos tubos de ferro fundido;
- ?? Revestimentos interno e externo para tubulações de aço.

Revestimentos Metálicos:

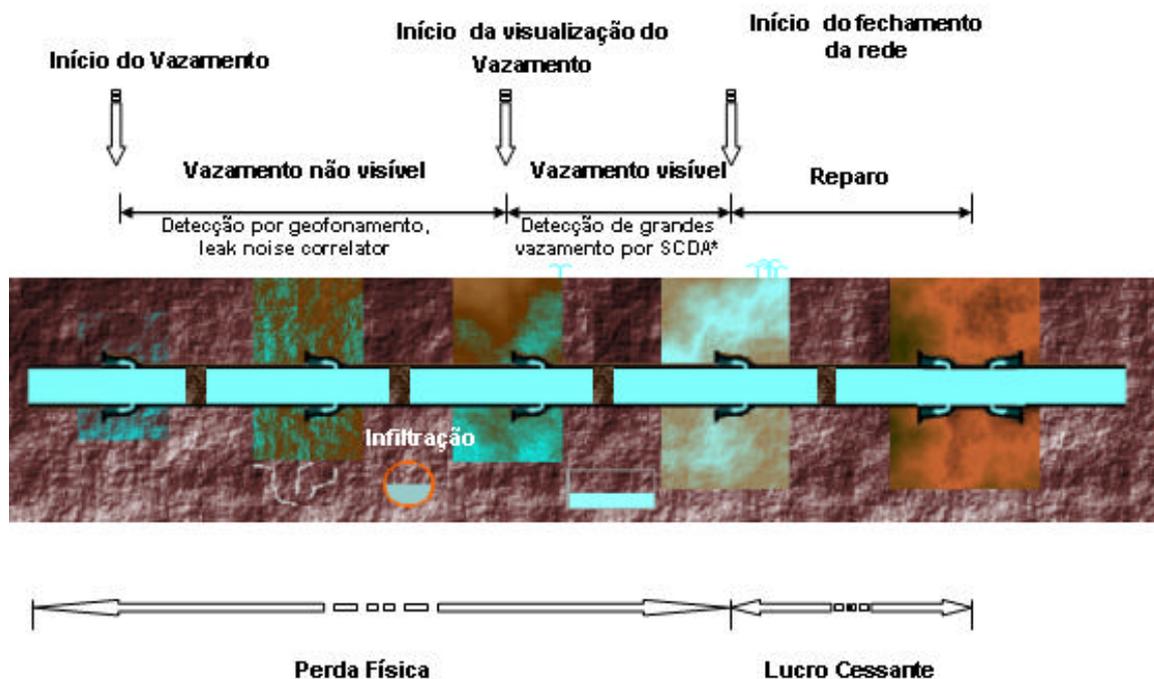
- ?? Galvanização pelo processo de banho quente, onde os elementos metálicos utilizados são o zinco e o chumbo.

4.3.2 Detecção de Vazamentos e Estratégia de Conserto¹⁷

¹⁷ "Água e Energia – Aproveitando as Oportunidades de Eficientização de Água e Energia não Exploradas nos Sistemas Água Municipais" Alliance – Aliança Para Conservação de Energia, 2002.

Uma detecção geral de vazamento e estratégia de conserto permite que a equipe de manutenção da efficientização da água e energia tire vantagens das informações coletadas das perdas contabilizadas através do emparelhamento delas com ações específicas para reduzir perdas. Essa estratégia deve incluir testes regulares utilizando equipamentos de detecção assistida por computadores, uma inspeção sônica da detecção de vazamento ou qualquer outro método para detecção de vazamentos, como ilustra a Figura 4.3. A redução de vazamentos pode envolver inspeção nos canos, equipamentos de limpeza e outros esforços de manutenção para aprimorar o sistema de distribuição operante e prevenir futuros vazamentos e rupturas.

Canais de infiltração é um problema comum aos sistemas urbano e rural. Tanto o alinhamento de canal e extração pode reduzir a infiltração. Canais não alinhados geralmente perdem de 30 a 40 por cento de água, dependendo do tipo de solo, mas um sistema bem operado e bem alinhado pode manter as perdas em menos de 10 por cento. A utilização de canos submersos ao invés de canais pode igualmente resultar no aprimoramento da efficientização da distribuição na ordem de 30 por cento. Isso pode causar um impacto significativo na qualidade da água e redução no roubo de água.



* SCSA – Escada do Sistema de Controle e Aquisição de Dados.

Figura 4.3 – Ciclo de Detecção e Reparo de Vazamento em Tubulações.

Embora alguns vazamentos que ocorrem são perceptíveis na inspeção geral das áreas que tendem a vazar, muitos deles ocorrem em canos subterrâneos. Alguns desses vazamentos pode ser detectado enquanto a água flui pela superfície, mas vazamentos freqüentemente permanecem identificados por um longo período de tempo. Os Municípios podem empregar uma variedade de aparelhos para a medição da vazão e podem utilizar equipamentos de detecção sônica e acústica de vazamento, conforme ilustra a Figura 4.3. Embora esses aparelhos requeiram um investimento inicial de no mínimo alguns milhares de dólares, eles rapidamente se pagam. Um detector sônico de vazamento mede o tempo que leva para que o som do vazamento viaje através dos sensores em ambos os lados com o intuito de localizar precisamente a localização do vazamento. Para que o corretor tire medidas precisa-se, o usuário requer informação detalhada sobre o tipo, tamanho e do cano que está sendo medido. Equipamento de medição de fluxo pode ser utilizado para ajudar a isolar os vazamentos através da determinação da quantidade de água que entra em uma certa parte do sistema e a quantidade de água entregue para o usuário final.

Tirando uma série de medidas de diferentes pontos de acesso pode-se isolar os pontos de reparo. Este é o método de escolha para os sistemas de canos de PVC ou concreto que não conduzem bem o som.

Em estudo desenvolvido em Galati, Romênia, descobriu-se medidas de conservação de energia que custariam US\$ 665.000 dólares, mas economizariam US\$ 400.000 dólares nos custos de eletricidade anualmente – um *payback* de 1.6 anos. As medidas com retornos mais rápidos eram as de detecção de vazamento.

Devido ao fato de que as partes para consertar vazamento são baratas (argola, suporte e etc.), a detecção de vazamento e o programa de eliminação se pagariam rapidamente: Com medidas simples, economias de US\$ 13.000 por ano foram possíveis com investimento de somente US\$ 5.000. Os vazamentos podem ocorrer em muitas áreas diferentes, mas as áreas que comumente tendem a vazamento são:

- ?? Os condutores principais de distribuição
- ?? Tubulação e conexões de equipamentos
- ?? Válvulas e Medidores
- ?? Áreas corroídas ou danificadas do sistema

A seguir, apresenta-se um estudo de caso com o objetivo de exemplificar um programa de detecção de vazamento:

Estudo de Caso: Bulawayo, Zimbabwe.

Bulawayo é uma cidade de aproximadamente um milhão de pessoas no sudoeste de Zimbabwe. O conselho da cidade é responsável pelo abastecimento de água e serviços de esgoto. As chuvas são historicamente irregulares, o que leva a carência de água. Um severo racionamento tem, portanto, sido necessário nas duas últimas décadas. Os esforços para eficiência da água em Bulawayo começou em 1998 no auge de um sério período de seca. A Câmara de Vereadores se aproximou da embaixada da Noruega para garantir assistência para remediar as pressões sobre os recursos de água. Um estudo de gerenciamento de água para Bulawayo que tinha sido financiado pelo governo britânico em 1992 forneceu a base para as ações da cidade.

Perdas do sistema estavam estimadas para ser da ordem de 22 milhões de litros por dia (MLD), quase 25 por cento do estoque restrito e racionalizado. A cidade estabeleceu um objetivo de

redução para de 6 a 7.5 MLD. Isso também tem causado um impacto sobre o uso de energia, a qual atualmente é responsável por 50 por cento dos custos de distribuição.

A redução da perda de água é o objetivo primário do gerenciamento de água da cidade. O sistema de gerenciamento foi planejado para assistir o aumento da capacidade do controle de perda de água.

Para começar, a cidade estabeleceu uma Divisão de Detecção de Vazamento no Departamento de Serviços de Engenharia. Um importante trabalho foi realizado para mapear a companhia de água e esgoto, com a utilização de um programa de planejamento automatizado, uma vez que os mapas anteriormente disponíveis estavam inexatos e desatualizados.

Um modelo de rede de computador para questões de água está sendo também implementado. Para continuidade e institucionalização dos esforços de gerenciamento, os gerentes dos projetos documentam suas ações, submetem os relatórios do projeto e constroem manuais de procedimentos.

O efetivo reparo nos vazamentos e quebras foi identificado como o principal gargalo do gerenciamento do sistema. Atualmente, os esforços estão sendo feitos no sentido de simplificar o processo de identificação de vazamentos e quebras e conserta-los o mais rápido possível.

Operações e manutenção no sistema de distribuição de água são também uma importante área de enfoque para prevenir vazamentos e melhorar a eficiência. Assegurar a alocação de mais recursos para a operação e manutenção é uma das principais responsabilidades dos gerentes de projetos.

Além disso, reconhecer a necessidade de medir o volume da vazão e distribuição de água, a cidade foi dividida em zonas de aproximadamente 50 metros. Essas zonas serão equipadas com medidores de gerenciamento para serem lidos mensalmente. Dados da vazão armazenada serão comparados com a vazão média prevista e faturado o consumo. Medidas de vazão mínimas à noite também serão lidas pelo menos anualmente. A cidade planeja se encarregar de uma série de controle de abastecimento de água em nível municipal em adição ao nível de cada zona. As pressões também serão controladas com uma maior precisão após a introdução de 20 ou mais novas zonas de pressão para controlar pressões estáticas dentro de uma escala de 30-60 metros.

Fonte: Jeff Broome, coordenador do projeto de Atualização de Serviços Setoriais e Conservação de Água de Bulawayo, Fevereiro de 2001.

4.3.3 Sistemas de Medição

Os sistemas de medição constituem-se num instrumento indispensável à operação de sistemas públicos de abastecimento de água. Quanto às suas aplicações, os sistemas de medição constituem-se em ferramental para o aumento da eficiência da operação de sistemas de abastecimento de água, permitindo conhecer o seu funcionamento e subsidiando o controle de parâmetros, tais como: vazão, pressão, volume, etc. De forma genérica os sistemas de medição englobam os sistemas de macromedição e de micromedição, ambos já comentados anteriormente.

Entende-se por micromedição, como já foi definido, a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independente de sua categoria (residencial, comercial, industrial, etc.) ou faixa de consumo.

Macromedição, como já foi definido, é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água desde a captação de água bruta até os pontos de entrada para distribuição. Como exemplo citam-se: medições de água bruta captada ou medições na entrada de setores de distribuição, ou ainda medições de água tratada entregue por atacado a outros sistemas públicos. Esses medidores, são normalmente de maior porte.

Em programas de conservação de água a abordagem integral do sistema de abastecimento, incluindo macro e micromedição, é indispensável. Como exemplo básico, têm-se que as perdas no subsistema de distribuição são calculadas pela diferença do volume disponibilizado (medidos pelos sistemas de macromedição) menos a soma do volume utilizado (medido por meio de micromedidores ou estimados).

Micromedidor é o termo tradicionalmente usado em saneamento para o medidor que totaliza o volume fornecido aos usuários, base para a cobrança e faturamento, sendo normalmente denominado de hidrômetro.

Apesar da medição do consumo de água visando a cobrança remontar aos tempos dos faraós egípcios e do império romano, o uso intensivo de medição individual para cobrança só se generalizou no início deste século com o advento dos medidores individuais compactos mais confiáveis, os hidrômetros.

Com o passar dos anos, observou-se a grande ferramenta que o medidor individual representa para as prestadoras de serviço. Além de possibilitar uma cobrança mais justa do serviço prestado, o medidor serve de inibidor de consumo, estimulando a economia, e fornecendo dados operacionais importantes sobre o volume fornecido ao usuário e vazamentos potenciais.

Pode-se observar, portanto, a importância em se manter uma micromedição confiável e abrangente. Medidores parados ou com indicações inferiores às reais, além da evidente perda do faturamento, elevam erroneamente os indicadores de perdas do sistema, pois apesar da água estar sendo fornecida ao usuário, parte dela não está sendo contabilizada. Por outro lado, o uso de medidores envolve custos algumas vezes elevados e a otimização na escolha dos locais onde a medição deve ser aplicada e a escolha dos medidores de modelos e tamanhos que produzam o melhor retorno econômico não devem ser esquecidas.

A micromedição do consumo de água de abastecimento público tem especial importância em programas de conservação pois, entre as diversas características e conseqüências positivas associadas a esta antiga prática, têm destaque as seguintes implicações:

- ?? Indução da redução do consumo e eventual desperdício quando associado a conveniente sistema tarifário. Em casos críticos particulares pode ser instrumento destinado a limitar o consumo;
- ?? É elemento indispensável no conjunto de instrumentos, equipamentos e procedimentos destinados a determinar as características físicas de funcionamento do sistema de abastecimento, e, em particular, permite a determinação da parcela da perda física no sistema de distribuição. Permite, ainda, identificar a parcela das perdas nas instalações prediais;
- ?? Disponibiliza elementos para avaliação da evolução de comportamentos e tendências dos usuários ao longo do tempo, permitindo estabelecer projeções e formular cenários visando a otimização da utilização e gestão de recursos hídricos;

- ?? Associada a sistemas tarifários adequados, pode elevar o grau de justiça social do serviço de saneamento potencializando a credibilidade pública, condição necessária para a participação generalizada da sociedade em programas de conservação; e
- ?? Oferece subsídios para a formulação de adequada gestão econômico-financeira do prestador de serviços, elevando o nível de eficiência quanto à utilização do recurso hídrico.

4.4 POLÍTICA DE COMBATE A PERDAS¹⁷

Para que uma companhia de saneamento básico possa obter um correto controle de perdas, é fundamental que se tenha uma política de combate a perdas a partir da qual traça-se diretrizes a serem seguidas. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, criou uma política de combate a perdas cujo objetivo principal é a construção de uma cultura que, dentre outras recomendações básicas, sistematize procedimentos e processos que propiciem evolução permanente das ações de combate a perdas (*Cherem, 2002*).

Esta política é baseada em 4 fundamentos definidos como *pilares de sustentação*:

Recursos Financeiros

- ?? Assegurar recursos financeiros definitivos, criando uma rubrica específica de combate a perdas nos orçamentos de investimento e custeio;

Comunicação

- ?? Implementar um programa de comunicação, com a participação de todos, para dar suporte e visibilidade à Política de Combate a Perdas;

Capacitação

¹⁷ "Água e Energia – Aproveitando as Oportunidades de Eficientização de Água e Energia não Exploradas nos Sistemas Água Municipais", Alliance – Aliança Para Conservação de Energia, 2002.

- ?? Implementar um programa de capacitação para dar suporte ao desenvolvimento das ações de combate a perdas na base operacional;

Gestão pela Base Operacional

- ?? Definir e manter permanentemente uma estrutura para cuidar delas nas unidades operacionais, integrando a estrutura organizacional da empresa.

Estes quatro pilares de sustentação tem como base o *reconhecimento* e o *tratamento* de perdas como prioridade estratégica.

4.4.1 Eficientização de Água

Baseadas nas experiências de numerosas companhias de água e lições adquiridas em situações similares no setor privado, as companhias de água que empregam uma equipe de efficientização de água irão se posicionar de forma a tirar melhor proveito das oportunidades de efficientização.

Muitas experiências indicam que a abordagem de efficientização de água e energia em equipe é uma parte integrante de estratégias operacionais bem sucedidas.

A equipe de efficientização da água, cujo objetivo principal é a condução de recursos e ferramentas para maximizar a efficientização, ou gerente precisa priorizar as oportunidades com maiores potenciais de economia, e programar atividades na ordem cronológica correta para maximizar os benefícios na efficientização de energia. Por exemplo, em muitos casos, a redução de vazamento deve ser prioridade no sistema de replanejamento e na instalação de equipamentos novos.

De outra forma, a especificação e tamanho do equipamento serão baseados em parâmetros que possam ser modificados após o conserto do vazamento. A priorização de oportunidades também inclui a coordenação de medidas do lado do fornecimento com as atividades do lado da demanda, que serão discutidas a seguir.

4.4.2 Oportunidades de Melhoramento no Lado do Fornecedor

As maiores oportunidades de aprimoramento no lado do fornecedor resultam nas práticas de operação e manutenção, replanejamento do sistema, e processos de tratamento de esgoto. A tarefa da equipe de efficientização da água e energia ou do gerente é identificar e priorizar as oportunidades de melhora. O processo de planejamento deve visualizar o impacto das melhorias em alguma área em outras partes do sistema.

4.4.2.1 Práticas de Manutenção e Operação

Geralmente as oportunidades de efficientização vêm das melhorias nas práticas de manutenção e operação. Redução dos vazamentos e perdas é uma tarefa crítica para as companhias de água.

As entradas de água potável e energia geralmente são desperdiçadas através dos sistemas de vazamento, equipamentos mal preservados, medidores defeituosos, máquinas usadas que permanecem em desuso e sistemas operados imprópriamente. Para aliviar esses problemas, a equipe de gerenciamento de água e energia pode criar manuais de procedimento destacando as normas de operação, planos de manutenção, mecanismos de correção e módulos de treinamento de funcionários.

Para uma companhia de água, reduzir a pressão em um sistema de água trás muitos impactos positivos para a efficientização do sistema. A pressão de água reduzida pode levar ao decréscimo de vazamentos, pressão nos canos e junções, e vazão nas torneiras dos usuários. Reduzir a pressão também leva a extensão da vida útil do equipamento, diminuição na deterioração do sistema e reduz a necessidade de reparos. Consumidores de pequena quantidade de água com sistemas de pressão maior que 80 libras por polegada quadrada (psi) ou 5,62 kilograma-força por centímetros quadrado (kgf/cm^2), devem ser considerados

outras possibilidades de redução de pressão da água, caso não comprometa a qualidade de serviço do usuário.

Sistemas de água que possuem múltiplas zonas de pressão, geralmente têm maiores custos de energia devido à operação de estações de bombeamento pioneiras que aumentam a pressão da água. Controles com velocidade ajustável (ASD) para bombas compensam as diferentes condições de vazão e pressão, e oferecem solução de economia de energia. Válvulas redutoras de pressão também podem ser benéficas.

Infiltração subterrânea e de precipitações pluviais levam o sistema de elevação de bombas a operar por um tempo maior e pode requerer bombas maiores ou múltiplas bombas para lidar com vazões maiores. A troca de conexões reduz a vazão interna e os problemas de infiltração, diminuindo o consumo de energia usada pelas bombas nas estações de elevação e instalações de tratamento.

Todos os medidores, especialmente os medidores antigos, devem ter suas precisões testadas em rotinas regulares. Os medidores também devem ser propriamente mensurados, devido ao fato de que medidores muito grandes, utilizado pelos usuários, podem não registrar o uso de água. A recalibragem regular dos medidores é também importante para assegurar precisão na contabilidade e faturamento da água.

Redução do Vazamento e de Outras Perdas

A redução do vazamento e das perdas é uma parte crítica de qualquer estratégia de efficientização de companhias da água. Embora existam vastas diferenças entre as taxas de água não faturadas das companhias de água nenhuma companhia está imune a grandes perdas e vazamento de água.

Em países como os Estados Unidos e Israel, 85 por cento ou mais da água que entra no sistema geralmente chega ao usuário. Em Austin, Texas, por exemplo, somente 8 por cento ostenta água sem precedente no sistema, mantendo essa taxa através de um programa de redução agressiva de vazamento. A água sem precedência, no entanto, chega até 50 por cento em

muitos outros países, tais como Turquia e Egito. Uma revisão em 54 projetos de países em desenvolvimento financiados pelo banco mundial revelou que a média de perda de água no fornecimento e tratamento era de 34 por cento. Em muitos casos, perdas significantes eram causados pela manutenção precária do sistema, especialmente quando os sistemas de medição estão fracos ou nem existem. Reduzir essas perdas irá elevar a eficiência geral do sistema

Além disso, as companhias de água com problemas de vazamento são forçadas, não somente a bombear mais água do que necessário, mas também a aumentar o sistema de pressão para assegurar que a água chegue ao consumidor. Aumentando a pressão do sistema geralmente se consegue uma menor otimização do custo do que consertar os vazamentos e diminuir a pressão. Ademais, sistemas de maior pressão exacerbam o vazamento, desperdiçando, ainda mais, água e energia.

4.4.3 Oportunidades de Melhoramento no Lado da Demanda

Reduzindo a quantidade de água consumida e, ao mesmo tempo, mantendo o nível de benefício para os usuários, o custo pode ser reduzido, em grande escala, tanto para o consumidor como para a companhia. As companhias de água podem economizar capital, pois a redução otimizada da demanda gera mais capacidade no sistema. Através da redução da demanda, uma companhia de água pode evitar investimentos em novas máquinas e equipamentos. Além disso, reduzindo a quantidade de água que flui através do sistema irá diminuir as perdas de energia com atrito, reduzindo também o custo de bombeamento. O usuário se beneficia com a redução da demanda através de custos minimizados na distribuição de água, e a pequena probabilidade de grandes gastos. Embora algumas companhias de água sejam cautelosas com os programas do lado da demanda que possam afetar o rendimento, na maioria dos casos, as economias de curto e longo prazo superam os custos.

Além da cobrança correta, existem outros fatores que determinam a aplicabilidade de certas medidas do lado da demanda, como a introdução de

equipamentos que utilizam água, os tipos de indústrias ligadas ao sistema, e a tecnologia disponível para o mercado local.

Na Austrália, por exemplo, a estação de tratamento da Sydney Water's Mt. Victoria estava operando próximo da capacidade limite, até que a companhia conduziu um estudo sobre a melhoria da capacidade ao menor custo. Este estudo constatou que a opção de maior custo otimizado para o aumento da capacidade combinava vários programas de gerenciamento da demanda que poderiam reduzir o consumo de água, descarga de esgoto e carregamento de nutrientes. A companhia poderia diferenciar e reduzir os custos da expansão da estação de tratamento voltando-se para as atividades do lado da demanda.

4.4.3.1 Ganho para Ambas as Partes: Companhias e Consumidores

O objetivo do gerenciamento do lado da demanda é fornecer aos consumidores maior quantidade de benefícios com um menor uso de água. Na maioria dos casos, os consumidores não têm nenhum custo adicional relativo ao uso indevido da água.

Por exemplo, um usuário que utiliza um aparelho sanitário que desperdiça água não obtém nenhum benefício adicional disso.

O uso da água pode ser relativamente reduzido através de simples ações como, fechar a torneira enquanto se escova os dentes e utilizar água de esgoto tratada para aguar as plantas. Além disso, os aparelhos que economizam água, tais como, máquina de lavar roupa com eixo horizontal, chuveiros de baixo fluxo, podem reduzir o consumo. Assegurar que cada consumidor utiliza água eficientemente irá otimizar todo o desempenho do sistema da companhia.

A cidade de Toronto, por exemplo, tem seguido atentamente o gerenciamento no lado da demanda. A cidade investiu em programas que incentivam o uso de sanitários de baixo fluxo, capacitação *buyback* da água das indústrias, promoções de máquinas de lavar roupa com eixo horizontal, objetivando reduzir a demanda de hora de pico em 15 por cento. Toronto estima, que o tanto o empenho para redução do lado da demanda quanto a criação da

mesma quantidade de nova capacitação, irá custar o mesmo. Além disso, os milhões de dólares das economias aumentaram o número de usuários finais que utilizam menos água.

A cidade do México oferece outro exemplo de como a redução no lado da demanda pode aumentar a capacidade. Devido a dificuldade de encontrar novos recursos de água para a classe média crescente e em desenvolvimento, os responsáveis lançaram um programa de conservação de água que envolvia a troca de 350.000 sanitários. Essas trocas já economizaram água que abasteceria 250.000 residências.

A Tabela 4.2 a seguir, destaca alguns dispositivos para economizar água em residências.

Tabela 4.2 – Dispositivos para Economia de Água em Residências.

APLICAÇÃO	DISPOSITIVOS PARA A ECONOMIA DE ÁGUA	FUNÇÃO	ECONOMIA DE ÁGUA	ECONOMIA DE ÁGUA ESTIMADA POR PESSOA EM gpcd e (lpcd)
Sanitário	Duas garrafas pet de refrigerante dentro da caixa acoplada	Reduzir o volume de água para descarga.	1,5 gal/descarga (5,7 l/desc.)	2,0 gal/descarga (7,6 l/desc.)
Sanitário	Retenção da caixa de descarga	Reduzir o volume de água para descarga.	1 gal/descarga (3,8 l/descarga)	4,0 gal/descarga (15,1 l/desc.)
Sanitário	Caixa Acoplada	Reduzir a descarga	0,7 gal/descarga (2,6 l/descarga)	2,8 gal/descarga (10,6 l/desc.)
Chuveiro	Válvula Redutora de Vazão	Limitar a vazão para 2.75 gal/min (10,4 l/min)	1,5 gal/descarga (5,7 l/desc.)	3,7 gal/descarga* (13,2 l/desc.)
Torneira	Aerados com controle de vazão	Reduzir respingos dando um aspecto de maior vazão	1,2 - 2,5 gal/descarga (4,5 - 9,5 l/min)	0,5 gal/descarga (1,9 l/desc.)
Sanitário	Bóias, válvulas flapper	Parar vazamentos	24 gal/dia/sanitário (91 l/descarga)	4,8 gal/descarga (18,2 l/desc.)**

* O tempo de banho pode aumentar com o uso de chuveiros com fluxo reduzido.

** Presuma-se uma pessoa por sanitário e 20% de taxa de vazamento nos vasos.

Nota: gpcd = galões per capita por dia

Lpcd = litros per capita por dia.

Fonte: “Água e Energia – Aproveitando as Oportunidades de Eficientização de Água e Energia não Exploradas nos Sistemas de Água Municipais”, Alliance – Aliança Para Conservação de Energia. 2002.

4.4.3.2 Programas

As companhias de água municipais podem promover várias atividades para estimular uma redução no lado da demanda, em nível residencial e comercial. Esses programas estão inclusos nas seguintes áreas:

- ?? Educação e Eventos Culturais
- ?? Controle da água
- ?? Kits de efficientização da água
- ?? Instalação de programas de desconto

Educação e Eventos Culturais para a Comunidade

O comportamento dos consumidores tem efeito significativo na demanda de água. Consumidores orientados quanto à tentativa de diminuir o consumo de água e fazer economias podem, na realidade, ser uma maneira de custo otimizado para reduzir a demanda. Muitas companhias municipais de água desenvolveram programas educacionais e eventos culturais direcionados aos consumidores residenciais e comerciais. Em Cingapura, por exemplo, um desses programas desenvolveu uma disciplina de efficientização da água, incluindo livro texto, livro de exercícios, e experimentos, em escolas de crianças e rotineiramente distribuem, em todas as residências, panfletos informativos sobre maneiras de se economizar água. Como resultado desse trabalho, uma pesquisa dirigida em 1999 mostrou que 84 por cento dos participantes haviam tomado alguma medida de economia de água.

Controle de Água

Através do controle de água e implementação de assistências, as companhias de água podem trabalhar juntamente com consumidores residenciais e comerciais para aprimorar a efficientização da água e energia. Em muitos casos, tal controle pode direcionar o usuário final para grandes chances de economia e agir como catalisador para induzir a implementação de meios de efficientização.

O controle de água nas residências pode gerar uma maior economia de consumo de água. Este controle é bastante útil para detectar vazamentos em sanitários, torneiras e encanamentos e para alertar os moradores sobre as

chances de economia associadas às ações. Esta também é uma ótima maneira de informar aos consumidores sobre as várias técnicas de economia de água disponíveis. É aconselhável direcionar o controle de água a grupos que possam se beneficiar mais com isso, como moradores de apartamentos e casas antigas, que venham ter maiores oportunidades de fazerem melhoramentos.

Por exemplo, um projeto piloto de controle de quatro meses de duração em Thokosa (cidade), na África do Sul, resultou numa economia de 195 milhões de litros de água e dois milhões de rands Sul-africanos (US\$ 250.000) por ano conseguida, por cerca de 2.000 proprietários. Durante esse tempo, 24 empresários locais também receberam treinamento em técnicas básicas de encanamento, permitindo, assim, o crescimento de seus negócios

Oferecimento de Kits de Eficientização aos Consumidores

Em muitos casos, é compensador oferecer kits de eficientização, de graça ou a preço de custo, para os consumidores. Esses kits podem conter aparelhos baratos para economizar água, tais como:

- ?? Retenção na caixa de descarga ou na caixa acoplada
- ?? Pastilhas detectoras de vazamentos
- ?? Aerados de baixa vazão para torneiras e chuveiros de baixa vazão.

Instalação de Programas de Desconto

Programas de descontos e instalação são, geralmente, um dos mais efetivos meios de assegurar a redução no lado da demanda. As companhias de água podem oferecer-se para custiar todo o equipamento para economia de água e sua instalação, ou parte deste. Os equipamentos que são financiados com mais frequência por esses programas são:

- ?? Torneiras de baixo fluxo
- ?? Sanitários com descargas ultrabaixas
- ?? Máquinas de lavar roupa eficiente em edifício de apartamentos

Em Toronto, por exemplo, um projeto experimental instalou 16.000 sanitários com descargas ultrabaixas sem nenhum custo para o usuário final e conseguiu economizar 3,6 milhões de litros por dia. A procura por economias irá continuar por um longo período para assegurar que o investimento feito pela cidade será mantido.

O setor de saneamento possui um elevado índice de perdas técnicas: estrangulamento em válvulas; perdas de carga em tubulação; obsolescência e superdimensionamento de motores; desgaste físico de bombas; baixo fator de potência; além dos baixos índices de micromedição e automação. Nesse quadro, há um enorme potencial de mercado para a aplicação de sistemas de supervisão e controle; conversores de frequência; correção de fator de potência; substituição de equipamentos; revisão dos programas de manutenção; micromedição e modulação da curva de carga.

Um dos principais, hoje, no setor de saneamento é a discussão do uso racional da água junto com o uso racional de energia elétrica. Essas duas áreas costumavam ser tratadas como áreas distintas. Com a chegada da crise energética ficou a lição de que o engenheiro elétrico precisava conversar mais com o técnico da área hidráulica e vice-versa.

No capítulo a seguir deste trabalho, apresenta-se alguns pontos importantes buscando relacionar as perdas de água com a efficientização da energia elétrica.

CAPÍTULO 5

5 PERDAS DE ÁGUA E EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA NO

SANEAMENTO BÁSICO¹⁸

5.1 INTRODUÇÃO

Entre dois e três por cento do consumo de energia do mundo é usado no bombeamento e tratamento de água para residências urbanas e indústrias. O consumo de energia na maioria dos sistemas de água em todo o mundo poderia ser reduzido em pelo menos 25 por cento, por meio de ações de eficiência com melhor desempenho. As companhias de água em todo o mundo têm o potencial para, com um custo efetivo, economizar mais energia do que a quantidade de energia utilizada anualmente em toda a Tailândia. Infelizmente, tem sido dada uma atenção relativamente pequena à redução do uso de energia nos sistemas de água.

Os custos de energia representam valiosos recursos orçamentários para outras funções municipais também importantes assim como educação, transporte público, e assistência médica. No mundo desenvolvido, o custo de energia para o abastecimento de água pode facilmente representar até metade do orçamento do município. Até mesmo em países desenvolvidos os sistemas de água e energia são tradicionalmente o segundo maior custo depois da folha dos servidores.

Para perdas da ordem de 40%, estima-se que o potencial total de conservação de energia elétrica do setor de saneamento seja de 2,82 bilhões de kWh/ano.

A realização de 15% deste potencial representaria 423 milhões de kWh/ano, o que corresponde a R\$ 423 milhões/ano para uma tarifa média de R\$ 1,07/m³. Em 2000, o mercado brasileiro, que correspondeu a 47 milhões de consumidores, consumiu 306 bilhões de kWh. As despesas das concessionárias do setor de saneamento com energia elétrica variam entre 5 e 20% (*Moreira, 2002*).

A queima de combustíveis fósseis para gerar energia usada no abastecimento de água afeta a qualidade do ar na própria localidade e no mundo. Emissões provenientes de usinas de força poluentes contribuem para aumentar

¹⁸ "Água e Energia – Aproveitando as oportunidades de eficiência de água e energia não exploradas nos sistemas de água municipais", Alliance - Aliança Para Conservação De Energia, 2002.

os já altos níveis de poluição no meio ambiente urbano e a acidificação de lagos e florestas. Além disso, milhões de toneladas de dióxido de carbono são emitidos a cada ano contribuindo para a mudança do clima global.

A mudança do clima global tem o potencial de reduzir os lençóis freáticos e prejudicar o abastecimento de água em várias áreas; proporcionando, no futuro, um aumento ainda maior no valor da água e a intensificação do uso de energia.

Alguns gerentes de companhias de água, em cidades como Austin, Estados Unidos; Toronto, Canadá; Estocolmo, Suécia; e Sidney, Austrália estão efetivamente tirando proveito de todas as oportunidades para economizar energia em suas facilidades. A Aliança para Conservação de Energia - Alliance¹⁹ identificou mais de 30 municipalidades que estão implementando uma variedade de ações simples e com custo otimizado para reduzir o uso de energia, enquanto mantêm ou até mesmo melhoram o serviço.

A Alliance tem trabalhado com várias municipalidades nos últimos cinco anos, aprendendo tanto sobre as oportunidades em potencial para a conservação de energia, quanto sobre as dificuldades em alcançá-las. Em Fortaleza, drasticamente reduzido o uso total de energia em 5 MW no primeiro ano após a adoção de metas de eficiência de energia, enquanto efetivamente, aumentou a quantidade de ligações de serviços. A cidade de Indore, na Índia, economizou 1,6 milhões de rupees (US\$ 35.000) no primeiro trimestre de atividades, sem nenhum custo de investimento, apenas melhorando o funcionamento das bombas já existentes. A cidade de Pune, na Índia, identificou rapidamente, oportunidades de economia de energia no montante de mais de 7 milhões de rupees (US\$ 150.000), após dar início a um programa de eficiência, embora tenha implementado apenas um quinto dos projetos elaborados.

As companhias que identificamos se contrastam com a grande maioria de companhias de água municipais no mundo todo, as quais não chegaram a tomar as medidas básicas para a redução do uso de energia. Os gerentes dos sistemas de água, freqüentemente, não têm o conhecimento técnico ou a capacidade necessária para aproveitar as numerosas oportunidades de eficiência. Em

¹⁹ A Alliance – Aliança para Conservação de Energia, é uma coligação proeminentes líderes de negócio, governo, ambientalistas e consumidores que promovem o uso de energia limpa e eficiente em todo o mundo, a fim de beneficiar os consumidores, o meio ambiente, a economia, e a segurança nacional.

muitos casos, não possuem sistemas de medição e monitoramento necessários para coletar dados, estabelecer linhas de base e de medição, e para avaliar facilidades. Geralmente, quando existem dados, estes não são compartilhados entre os departamentos e grupos dentro da companhia de água do município.

As companhias, organizando equipes de estudos de diminuição de gastos, descobriram que energia adicional e economia de capital podem ser alcançadas a partir do momento que analisam as melhorias do sistema de distribuição de água, enquanto promovem, simultaneamente, o uso mais eficiente da água pelos consumidores. Em alguns casos, a redução da demanda pode diminuir a necessidade de bombas e tubos.

Dentre os passos relevantes na formação da equipe, podemos incluir o fornecimento de ferramentas para medir e monitorar o uso de água e energia, treinamento em técnicas de efficientização de energia e fornecimento de recursos adequados para investir em projetos identificados.

Muitas valiosas ações de efficientização de energia podem ser executadas com um custo muito baixo ou mesmo sem nenhum custo.

De fato, a implantação de sistemas de medição e monitoramento pode diminuir em até 10 por cento os custos com energia, simplesmente através de mudanças comportamentais e melhoria na manutenção. Enquanto alguns simples melhoramentos podem ser facilmente detectados apenas com a medição, muitas outras oportunidades irão permanecer inexploradas se não houver análise de dados mais aprofundada. Muitas companhias têm encontrado sistemas similares de avaliações de metas alcançadas dentro de suas próprias operações, que são um excelente meio de mensurar os progressos obtidos em efficientização de energia. Para projetos maiores, o capital de investimento vem a ser um grande obstáculo. Conseguir capital para implementar projetos de efficientização a custo otimizado podem ser conseguidos através de economias resultantes de outras ações de efficientização de água e energia tais como a redução do desperdício e furto de água, a melhoria das práticas básicas de manutenção, redução da água subsidiada e otimização da atuação do sistema.

Identificando Oportunidades

Alguns dos sistemas específicos de economia de energia e água são fáceis de se identificar, como os vazamentos e equipamentos de mal funcionamento. Outras ações de conservação de energia são mais difíceis de serem detectadas como o layout impróprio do sistema ou os tubos degradados.

Os problemas mais comuns são:

- ?? Vazamentos
- ?? Layout impróprio do sistema
- ?? Superdimensionamento do sistema
- ?? Seleção incorreta do equipamento
- ?? Equipamentos antigos e ultrapassados
- ?? Manutenção precária
- ?? Desperdício de água utilizável.

A solução para estes problema envolve:

- ?? Redimensionamento do sistema e reajuste do equipamento
- ?? Redução da bomba impulsora
- ?? Redução de vazamento e outras perdas
- ?? Atualização dos equipamentos
- ?? Tubos de baixo atrito
- ?? Bombas eficientes
- ?? Motores com controladores de velocidade
- ?? Capacitores
- ?? Transformadores
- ?? Melhoria de práticas operacionais e de manutenção
- ?? Demanda e reutilização da água.

As companhias de água supervisionam com freqüência o potencial de economia de energia e de dinheiro reduzindo o consumo de água de seus usuários. Ajudar os consumidores a fazer mais com menos água, utilizar tecnologias como vasos sanitários de baixa descarga, chuveiros de baixo fluxo de água e máquinas de lavar eficientes são freqüentemente os meios de economizar energia com maior custo otimizado.

Espera-se que a população urbana mundial dentro dos próximos 40 anos. Se continuarmos no caminho em que estamos, o consumo de energia pelas companhias municipais de água irá também duplicar. Atualmente, apenas metade dos moradores das cidades tem ligações de água. Os preços da energia estão subindo. Os recursos hídricos estão diminuindo ao mesmo tempo em que as populações urbanas estão crescendo. As companhias de água municipais, os políticos, os consumidores, o meio ambiente e todos nós pagaremos o preço pelo contínuo desperdício. As companhias de água municipais têm, portanto, um poderoso incentivo para perseguir o potencial de efficientização de água e energia.

Como fornecedores de água para quase 50 por cento da população mundial, as companhias de água municipais exercem um papel vital no gerenciamento deste recurso de fácil escassez. Como a migração para as cidades continua, as companhias de água municipais têm a complexa tarefa de fornecer água com custo otimizado para manter as cidades funcionando. Os recursos limitados de energia, suprimentos ineficientes de água e as crescentes preocupações ambientais torna a distribuição de água ainda mais desafiadora.

A maioria das companhias de água no mundo nem maximizam os benefícios dos recursos de água e energia nem minimizam os impactos ambientais negativos. Ao criar e encampar estruturas abrangentes de gerenciamento de efficientização em água e energia, as companhias de água municipais podem fornecer serviços de água a custo otimizado, reduzir o consumo de energia assim como proteger o meio ambiente.

A ligação entre água e energia existe dado o papel que a energia exerce no transporte de água para o consumidor final, assim como o seu papel na desinfecção da água potável e tratamento de esgoto. Quando a água é

desperdiçada num sistema municipal de água, a energia é quase sempre dissipada. A Figura 5.1 ilustra esta relação.

Para essa discussão, “eficientização de água e energia” significa fornecer ao consumidor, com um custo otimizado, os serviços necessários associados à água e energia. “Eficientização de água e energia” norteia os espectros das atividades de efficientização de água e energia e resultados sinérgicos cogerenciadores destes recursos. Entendendo todas as relações existentes entre água e energia dentro do sistema de distribuição de água, as companhias de água têm uma enorme oportunidade de adaptar as suas políticas no intuito de melhorar a efficientização se comparadas ao simples direcionamento de necessidades de água e energia separadamente.

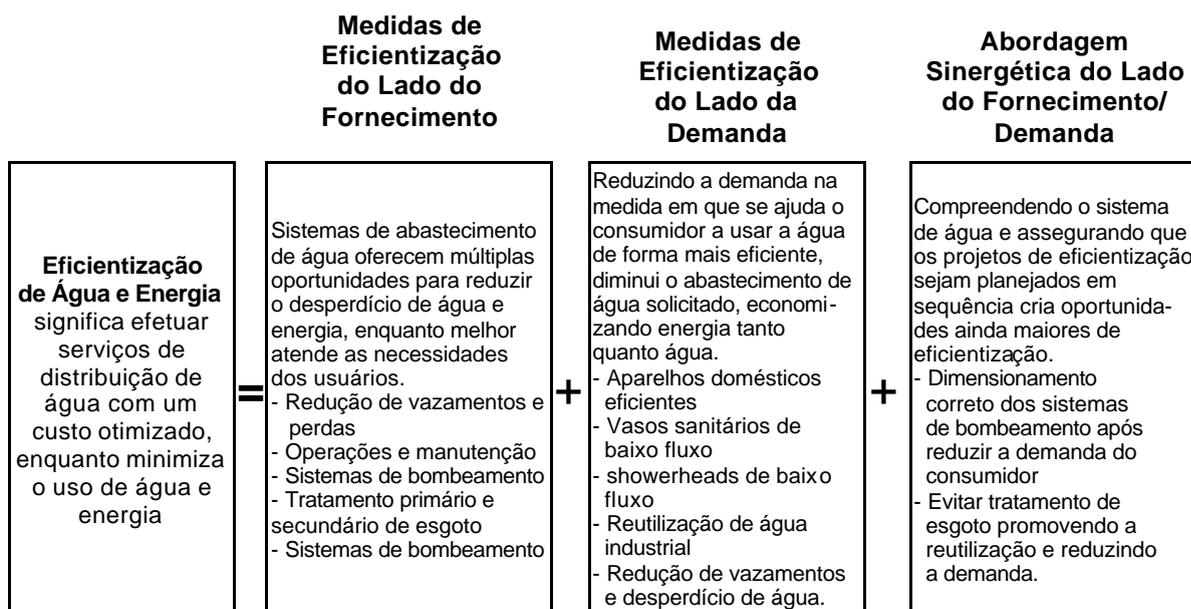


Figura 5.1 – Descrição de “Água e Energia”.

A necessidade de maximização do potencial de recursos de água e energia existentes é de suma importância. A quantidade média de água renovável²⁰ por pessoa no mundo tem caído em 40 por cento desde 1970, devido principalmente ao crescimento populacional. Vinte países, a maioria deles na África e no Oriente

²⁰ O total de água renovável num determinado período de tempo numa localidade específica corresponde a quantidade de água que é naturalmente repostada naquele mesmo período de tempo através de processos naturais, assim como chuva, corrente, etc.

Médio, atualmente enfrentam por carências crônicas de água, o que severamente dificulta o desenvolvimento econômico. Este número irá dobrar nos próximos 25 anos, já que mais de três bilhões de pessoas no mundo não vão ter acesso a abastecimento seguro e adequado de água.

Muitos destes países enfrentam déficits de energia que prejudicam pessoas e negócios. E de fato cerca de 7 por cento da produção de energia em todo mundo é usada para o bombeamento de água.

Os municípios são importantes agentes nos esforços para melhorar a utilização eficiente de água e energia. Até o ano 2020, espera-se que mais da metade da população dos países em desenvolvimento esteja morando em cidades. Com as populações urbanas aumentadas e com o crescimento de setores industriais municipais, a quantidade de energia irá crescer significativamente. Além disso, embora a proporção de água consumida pelo setor agrícola represente 70-80 por cento do uso de água no mundo inteiro, os usuários urbanos e industriais irão continuar a representar demandas cada vez maiores na crescente escassez de recursos hídricos.

O potencial para melhorias de efficientização de água e energia é grandioso. Na Índia, por exemplo, a Confederação de Indústria da Índia (CII) estima que uma tradicional companhia pública municipal indiana tem o potencial de melhorar a efficientização do sistema de água em até 25 por cento. Uma vez que as várias companhias de água municipais na Índia gastam até 60 por cento do seu orçamento de energia com o bombeamento de água, estas significativas economias poderiam ser usadas para melhorar o serviço. Baseado em recente estudo de oportunidades de efficientização de água e energia no Texas as companhias de água nos Estados Unidos poderiam facilmente reduzir 15 por cento do uso total de energia, economizando quase 1 bilhão de dólares. Os latino-americanos gastam de US\$ 1 bilhão a US\$ 1,5 bilhão anualmente apenas para bombear água e esta nunca alcança o usuário final devido aos vazamentos do sistema, furto e equipamentos defeituosos.

Coincidentemente, US\$ 1 a US\$ 1,5 bilhão é também a quantidade necessária par fornecer anualmente serviços de água e saneamento para todos os cidadãos latino americanos atualmente sem nenhum desses serviços.

Relação entre Energia e Água: “Eficientização de Água e Energia”

No processo de melhoria da efficientização do sistema de água, as autoridades municipais de água deveriam visualizar os interligados e não de forma separada ou não relacionada. A energia é necessária para mover a água através dos sistemas de água municipais, tornando a água potável, e removendo os detritos. Cada litro de água que se move pelo sistema representa um significativo custo de energia. As perdas de água nas formas de vazamento, furto, desperdício do consumidor e distribuição ineficiente afetam diretamente a quantidade de energia necessária para fazer a água chegar ao consumidor. O desperdício de água regularmente leva ao desperdício de energia.

As atividades implementadas para economizar água e energia podem ter um maior impacto se planejadas de forma conjunta. Por exemplo, um programa de redução de vazamentos irá, sozinho, economizar água e reduzir as perdas de pressão levando à economia de energia a partir da reduzida demanda do bombeamento. A simples substituição de uma bomba por uma mais eficiente economizará energia. Se as duas ações são coordenadas através de um programa de efficientização de água e energia, a redução nas perdas de pressão devido a vazamentos irá permitir que bombas menores sejam adquiridas, o que de outra forma não seria possível, economizando assim energia e capital adicionais.

5.2 PESQUISA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

No ambiente altamente competitivo em que se encontram atualmente as empresas, a busca pelo uso racional de energia assume um caráter estratégico. A eliminação dos desperdícios, a redução das perdas e a racionalização técnico econômica dos fatores de produção tornaram-se elementos de grande relevância. Tanto os usuários como as concessionárias de energia elétrica tem consciência deste novo cenário e buscam alternativas para alcançarem estes objetivos. Segundo esta perspectiva, um dos mais promissores campos para esta busca de

maiores eficiências é o de sistemas de bombeamento, principalmente aqueles existentes nas companhias de saneamento.

Os processos que trabalham com bombas centrífugas possuem, em geral, uma demanda variável. Conforme apresentado na Figura 5.2 a seguir, o ponto de operação é determinado pela interseção da curva da bomba, que é uma função de sua rotação, com a curva do sistema (ponto 1). O controle da vazão pode ser feito de várias maneiras, sendo uma das mais usuais aquela onde se utiliza uma válvula de controle para alterar a curva do sistema (ponto 2). Desta maneira, a diminuição da vazão é acompanhada por um aumento da altura de bombeamento. Uma alternativa a este método seria utilizar um inversor de frequência que, reduzindo a rotação de trabalho, alteraria a curva da bomba (ponto 3). Desta maneira, a diminuição da vazão conduz também a um menor valor da altura de bombeamento, gerando uma economia de energia, quando comparada ao método da válvula de controle, proporcional à área hachurada na figura.

No caso particular dos sistemas de saneamento, onde geralmente existe um reservatório ou caixa d'água acoplado à subestação de bombeamento, o controle costuma ser do tipo "liga-desliga". O funcionamento da bomba é função do nível de água do reservatório, o qual é responsável pelo armazenamento e suprimento da água aos consumidores, atuando como um *capacitor* no sistema.

Quando o reservatório chega ao nível máximo estabelecido, a bomba é desligada. O sistema volta a operar ou quando o nível alcança um valor mínimo ou quando transcorre-se um tempo pré-determinado. Das duas maneiras o sistema opera apenas parte do tempo e sempre na vazão máxima. Como as perdas de carga do sistema são função da vazão ao quadrado, espera-se que, ao operar o sistema em um intervalo de tempo maior mas com uma vazão menor, as perdas como um todo diminuam, conduzindo a um atendimento da vazão solicitada pela população com uma maior eficiência.

Assim sendo, está sendo desenvolvido na UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá), um projeto com o objetivo de realizar um estudo sobre a redução do consumo de energia elétrica em uma estação de bombeamento através do uso de inversor de frequência, utilizado para alterar a rotação do motor de acionamento da bomba.

O primeiro passo foi determinar-se qual estação de bombeamento serviria como laboratório de campo para a realização deste estudo, identificando detalhadamente seus principais componentes e as características da região abastecida. A partir destes valores procurou-se determinar qual seria a política operacional que conduziria à um menor consumo de energia.

Em seguida foram adquiridos uma bomba e um motor com a mesma especificação dos existentes no sistema analisado, além de um inversor de frequência, utilizado para a implementação da metodologia proposta. Todos foram ensaiados nos laboratórios da UNIFEI, analisando-se o comportamento sob diferentes condições de carga e rotação.

A implementação dos equipamentos de medição no sistema de bombeamento e a adoção do procedimento operacional foram o passo seguinte. Inicialmente utilizou-se a bomba e o motor já existentes na estação para os ensaios, mas logo optou-se pela instalação daqueles que haviam sido adquiridos e ensaiados. O motivo desta modificação deve-se ao fato de que as curvas obtidas em laboratório poderiam não ser válidas para a bomba e o motor já instalados, principalmente devido à alteração de seus parâmetros em decorrência do grande tempo de utilização. Partiu-se então para a análise do consumo de energia, determinando-se a viabilidade da implantação do inversor no sistema analisado.

Neste trabalho os resultados mostraram que nem todas as estações de bombeamento possuem uma viabilidade econômica para instalação destes inversores de frequência, sendo que os fatores que mais influenciam são o tipo de estação (em marcha, booster), a altura de bombeamento e o tamanho da caixa d'água que irá abastecer os consumidores.

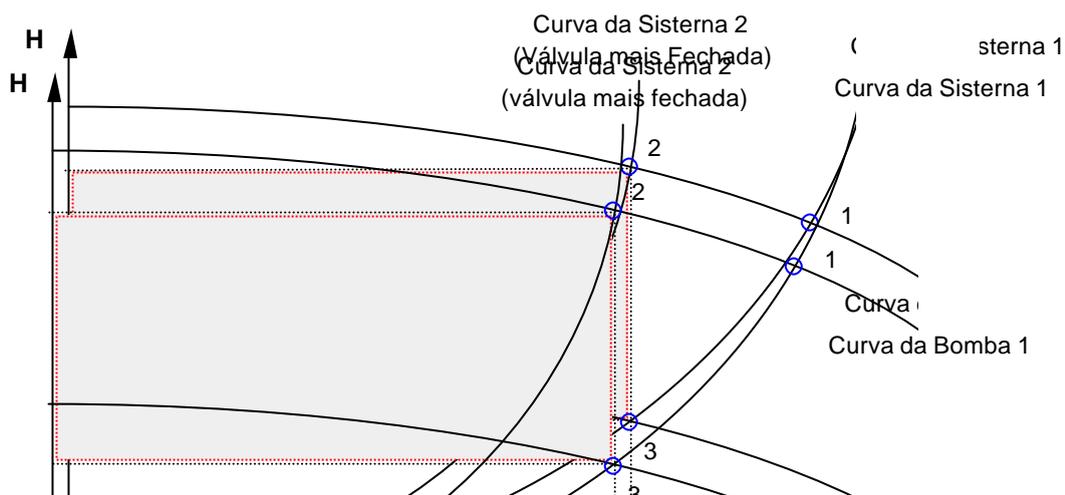


Figura 5.2 – ASD X Válvula de Controle.

5.3 AUTOMAÇÃO PARA O AUMENTO DA EFICIÊNCIA

As empresas de saneamento básico estão adotando a estratégia de implantação da automação dos sistemas de água, esgoto e telemetria, visando a otimização de mão de obra, aumento da qualidade do produto final, otimização do consumo de produtos químicos, controle de vazamentos, redução dos custos com manutenção de equipamentos e redução no consumo de energia elétrica.

Como um exemplo prático, é apresentado o caso da CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) (*Vieira, 2002*):

A CAGECE, é uma companhia responsável pela distribuição de água e coleta de esgoto em 95% do Estado, ou o equivalente a 153 municípios.

Além do problema da falta de água, também havia o problema de derramamento de água na estação de distribuição e estouro de adutoras devido a altas pressões na rede.

O problema começou a ser resolvido, mais intensamente, quando a Companhia decidiu, há cerca de três anos, investir num poderoso plano de modernização, composto por um Centro de Controle Operacional (CECOP) e automação de 28 unidades operacionais. O número de intervenções no sistema chegou a 20 e mais de 60 válvulas foram instaladas. O investimento fez a CAGECE virar referência no Nordeste como uma das mais modernas da região e, dentro do setor de saneamento, como uma das mais eficientes.

Antes da automação havia muitas perdas de água no sistema. Com a automação, a Cagece também conseguiu gerenciar melhor o racionamento de água, caso haja necessidade.

Recentemente, a equipe de automação da CAGECE detectou a necessidade de instalar 18 novos medidores de vazão para mapear as perdas do sistema. A companhia também está projetando o seu sistema de automação na parte de esgoto.

Para o engenheiro Renato Rolim, gerente de energia e automação da Cagece, o plano de modernização da companhia trouxe um complemento a um trabalho que já vinha sendo desenvolvido, que é a troca de informações entre técnicos da área elétrica e hidráulica. “Estudamos, por exemplo, todo o monitoramento das grandezas nas estações. A automação proporcionou à companhia um melhor gerenciamento da parte elétrica e hidráulica, uma vez que tem-se à disposição dados das duas áreas”.

“Hoje não estamos investindo tão pesado na parte de contratação de pessoal e manutenção porque temos uma rede com pressões estáveis necessárias para cada localidade”, disse Rolim, ressaltando que com o monitoramento foi possível aumentar a oferta, ao mesmo tempo em que se reduziu a vazão. Ele explica que aumentou-se o número de clientes, mas houve uma redução significativa de bombeamentos, o que também resultou numa economia de energia elétrica.

“Através da automação pudemos perceber a possibilidade de desligar três estações de bombeamento em Fortaleza. O sistema mostrou que tinha-se pressão, a montante das estações, superior a pressão necessária para a distribuição”, cita Rolim como exemplo. Com o projeto de automação implantando na parte de distribuição de água, Fortaleza terá a economia de 1 MW/mês de energia, o que resulta em R\$ 40 mil/mês ou R\$ 480 mil/ano.

Com o objetivo de exemplificar numericamente este capítulo, apresenta-se a seguir dois estudos de caso realizados na Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais – COPASA, na cidade de Itajubá.

CAPÍTULO 6

6 ESTUDOS DE CASO

6.1 Estudo de Caso 1: Aplicação do Medidor de Vazão Ultrassônico para Cálculo de Perda de Água no Sistema de Abastecimento de Itajubá – MG.

6.1.1 Introdução

A aplicação do Medidor de Vazão Ultrassônico para cálculo de perdas de água é de fundamental importância, pois exerce função de controle e prevenção de um recurso natural que está se tornando escasso.

Este aparelho foi empregado no sistema de abastecimento de água da cidade Itajubá, localizada no sul do Estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil.

Sua utilização está voltada na medição e comparação de valores de vazão em trechos distintos do sistema de abastecimento de água.

O aparelho é de fácil manuseio, fácil operação, porém requer uma certa atenção em sua instalação a fim de se obter uma maior exatidão nos valores a serem encontrados.

Para um correto procedimento operacional, é necessário, a disponibilidade de no mínimo dois profissionais atuantes na área de interesse de utilização do sistema, bem como de um profissional atuante na área de abastecimento de água da Companhia Local para o acompanhamento da utilização do aparelho nas instalações da Companhia e para responder a eventuais dúvidas sobre o sistema onde está sendo realizada a medição.

Com o intuito de obter os melhores valores possíveis, as medições referentes ao aparelho serão analisadas e calibradas em laboratório através de comparações com as medições de vazão conseguidas através de um medidor de vazão Venturi. A vazão medida por Venturi é de uma maior aproximação e por estar instalado em um laboratório, sem a atuação de fenômenos climáticos, é capaz de retratar um valor mais confiável de vazão.

Feitos todos esses procedimentos, a estimativa de perda de água em um determinado trecho se dá por comparações de vazões, em termos percentuais.

6.1.2 Localização

O Sistema de abastecimento de água de Itajubá é realizado pela COPASA. Esta companhia atua em todo o Estado de Minas Gerais e tem como missão proporcionar melhores condições de vida a população e infra-estrutura para o

desenvolvimento econômico e social do Estado, através da oferta de serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e industrial, nas comunidades de Minas Gerais, compatibilizando suas finalidades sociais e empresariais.

A cidade de Itajubá está situada no sul do Estado de Minas Gerais, região montanhosa onde se encontra a bacia no rio Sapucaí, o qual corta a cidade passando pelos seus principais centros.

A captação para tratamento e distribuição de água é realizada neste rio, em um local mais a montante do centro da cidade, distante do mesmo em aproximadamente quatro quilômetros. O bairro o qual é realizada a captação recebe o nome de Santa Rosa e o sistema de captação recebe o mesmo nome do bairro.

A descrição do nome tem efeito, pois a cidade conta com outro local de captação, que é realizado no alto da Serra dos Toledos, através de um córrego contido na bacia do Rio Sapucaí, porém com vazão de distribuição bem menor do que o próprio Sapucaí. Este local é de difícil acesso e está distanciado do centro de aproximadamente sete quilômetros. O acesso à captação do Rio Sapucaí é fácil, podendo chegar em qualquer meio de transporte rodoviário.

6.1.3 Características da Tubulação

É de suma importância conhecer o estado de conservação das tubulações através de suas características. Um dos motivos de vazamentos e conseqüentemente perdas de água está voltado no péssimo estado de uma tubulação, por esse motivo, deve-se conhecer suas características físicas para realizar um acompanhamento correto do estado de conservação e a progressão da deteriorização do sistema.

Ferro Dúctil

O ferro dúctil tem características paradoxais em relação ao ferro fundido cinzento clássico, essas características são:

- ?? Resistência à tração e aos impactos;
- ?? Elevado alongamento;

?? Elevado limite elástico.

O ferro dúctil tem essa sua comparação pelo fato de conter o teor de carbono igual ao dos ferros fundidos cinzentos e por ser produzido pelos mesmos aparelhos de fusão.

É através de todos esses fatores que o ferro dúctil foi o material mais adequado para as canalizações instaladas no sistema de captação da Santa Rosa. As qualidades deste metal de base somam-se a diversidade das formas e dimensões das peças e a facilidade de sua montagem.

A segurança do serviço é função da qualidade da canalização, da sua capacidade de resistir as ações do tempo, aos ataques do solo, fluidos ou sólidos transportados, assim como às sobrepressões, aos impactos e às variações de temperatura.

Como parte essencial da segurança do material, deve-se considerar o material de revestimento para tubos deste tipo, onde se tem como material de revestimento interno o cimento e externamente com uma pintura betuminosa anticorrosiva de cor preta.

Estes aspectos citados acima são de fundamental importância para a medição de vazão com o aparelho de Ultra-som, pois elas são responsáveis para efetuar a correta configuração do aparelho e obter uma correta leitura.

Catálogo Informativo

Como início de estudo, foi fornecido pela COPASA um catálogo sobre canalizações pressurizadas com tabelas constituídas de todas as características sobre a tubulação utilizada. Este catálogo foi de suma importância, pois fornece o correto dimensionamento das tubulações onde será acoplado o medidor de vazão Ultrassônico o qual requer informações sobre o tipo de tubulação utilizado.

A tabela seguinte é um demonstrativo da fonte de consulta a qual foi fornecida pela COPASA:

Tabela 6.1- Dados de Dimensionamento da Tubulação.

		CORPO	BOLSA	MASSAS MÉDIAS
--	--	-------	-------	---------------

Diâmetro Nominal DN	Comprimento Útil L	CORPO			BOLSA			MASSAS MÉDIAS			
		e (ferro)	DE	L1	DI			De um lado ferro	Por outro lado cimento total	Por Só ferro	Por outro lado cimento total
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg	kg
300	6	7,2	326	120	329	105	422	326	368	54,3	61,3
350	6	7,7	378	126	381	107	469	407	467	67,8	77,8
400	6	8,1	429	126	432	110	522	486	552	81	92
500	6	9	532	134	535	115	637	670	754	111,6	125,6
600	6	9,9	635	138	638	120	744	888	990	148	165
700	7	10,8	738	145	741	133	866	1298	1459	185,5	208,5
800	7	11,7	842	148	845	140	974	1610	1799	230	257
900	7	12,6	945	160	948	145	1028	1946	2156	278	308
1000	7	13,5	1048	160	1051	150	1188	2324	2555	332	365
1200	7	15,3	1255	168	1258	163	1431	3178	3472	454	496

6.1.4 Características do Medidor de Vazão Ultrassônico

O medidor de vazão digital DCT-7088 de Correlação por Tempo de Trânsito é parte integrante da série Polysonics de instrumentos ultrassônicos. Este instrumento com base em um microprocessador é utilizado para medir o fluxo de líquidos limpos e homogêneos (líquidos sem grandes concentrações de partículas suspensas ou bolhas de ar ou gases). O medidor de vazão é não invasivo, o que significa que mede fluxo a partir da superfície do tubo. Os transdutores podem ser montados em uma tubulação, em questão de minutos, e as medições de fluxo podem ser efetuadas sem interromper o fluxo ou sem nenhum contato físico com este.

O medidor de vazão é configurado utilizando-se teclado compacto integrado e vídeo, a fim de digitar variáveis como tamanho do tubo, material, espessura da parede e tipo de fluido. O medidor de vazão exibe a taxa de fluxo e o volume totalizado é apresentado em inglês ou em unidades métricas de engenharia. Além disso, pode ser configurado no modo remoto e monitorado por meio de uma interface RS232, usando-se o utilitário de interface PolylinC.

Como alternativa, o medidor de vazão pode ser configurado e o sinal analisado graficamente em ambiente Microsoft Windows®, usando-se o utilitário Polysonics TimeGATE™.

Como teoria de operação, ondas sonoras transitam em fluídos a uma velocidade específica que depende do tipo de fluído. Se o fluído estiver movendo-se, a onda sonora passa a uma velocidade igual à soma da velocidade do som no fluído, e da velocidade do próprio fluído. Um onda sonora que se desloca na mesma direção do fluxo de fluído (a jusante) vai chegar mais cedo do que uma onda sonora que se move contra o fluxo (a montante).

O medidor de vazão DCT-7088 de tempo de trânsito opera por meio da medição da diferença de tempo necessário para que as ondas sonoras se desloquem entre transdutores montados a jusante e a montante. Com base no tempo de trânsito das duas ondas sonoras, o medidor de vazão calcula a velocidade média de fluído.

Contudo deve-se levar em consideração, diversas variáveis. A velocidade total do fluido, na verdade, consiste em muitas velocidades individuais locais que variam conforme a respectiva distância da parede do tubo. As velocidades no centro do tubo são mais altas do que as velocidades próximas da parede do tubo. A combinação dessas velocidades individuais para um tipo específico de fluído, dentro de um tubo específico, produz uma distribuição de velocidade conhecida como perfil de fluxo. A configuração adequada ao medidor de vazão leva em consideração o perfil de fluxo ao calcular a velocidade média de fluído. Então o medidor de vazão multiplica esta velocidade pela área da seção transversal do tubo, para obter fluxo volumétrico.

Medições ultrassônicas não invasivas estão sujeitas a uma velocidade de efeitos que podem influenciar a precisão da medição. Todos os instrumentos ultrassônicos são dispositivos que medem a velocidade e apenas deduzem fluxo volumétrico a partir do parâmetro “diâmetro interno do tubo (ID)”, fornecido pelo operador. Como este valor é elevado ao quadrado para o cálculo da área da seção transversal, um erro de 1% produz um erro de 2% em fluxo volumétrico. Na prática, os tubos fabricados comercialmente raras vezes apresentam consistência de diâmetro interno melhor que 1%, e a menos que o tubo, a ser

medido, tenha sido recentemente calibrado, com micrômetro, esta incerteza não é reduzível por meio da calibração do instrumento.

Os medidores de fluxo de tempo de trânsito mais sofisticados introduzem correções de perfil de fluxo para compensar o perfil da velocidade da área de seção transversal do tubo, com alteração do número de Reynolds. Isto, entretanto requer que se conheça a aspereza do interior do tubo a ser medido. É bem possível que o instrumento deduza uma aspereza, se não for digitada nenhuma pelo operador, mas trata-se apenas de uma estimativa com base nas características de tubo novo. Os tubos naturalmente acumulam depósitos que podem não só reduzir o diâmetro interno (ID), mas também afetar a aspereza. Erros na ordem de 2%, como resultado deste fenômeno, não são incomuns.

Enquanto outros fatores podem influenciar a precisão do instrumento em grau menos importante, os itens acima descritos constituem os principais elementos de dependência do tubo quanto à precisão absoluta do instrumento. Embora a calibração em um loop de fluxo de referência, sob condições conhecidas, constitua exercício útil para determinar o potencial de precisão de um instrumento, não é garantia de precisão absoluta em tubos diferentes, sob condições de trabalho.

6.1.5 Medição de Vazão

Instalação do Medidor de Vazão Ultrassônico

Para esta demonstração, serão obtidos valores de vazão em dois trechos distintos da captação. O primeiro trecho está situado no leito do rio, o qual é constituído de um sistema de bombas responsáveis para efetuar a sucção da água do rio e elevá-las até uma casa de máquinas, situada a um determinado desnível local do conjunto de bombas da captação. Ao chegar nesta casa de máquinas, encontram-se bombas responsáveis para dar pressão suficiente ao fluido com o intuito de vencer o próximo desnível, onde será chamado de segundo trecho. Esta característica, de um sistema de captação e distribuição de água, é chamada de Estação Elevatória, a qual será capaz de impulsionar a água até a próxima etapa do sistema de saneamento, onde fica a ETA.

Esta seqüência segue um método de estudo com o intuito de facilitar o usuário para uma correta leitura dos valores de vazão a uma possível comparação das perdas em dois trechos de um sistema de abastecimento.

Primeiro Trecho de Instalação

Neste trecho, estão localizadas três bombas cuja vazão nominal é de 100 l/s. A contribuição deste trecho deveria ser algo em torno de 300 l/s, pois todas as bombas estavam em funcionamento. Ao aplicar o aparelho, ocorreram leituras de valores variados para cada tubulação constituída de sua respectiva bomba.

Para fins de identificação, as bombas estão situadas paralelamente umas as outras e numeradas de montante para jusante do rio. A primeira é denominada de bomba número 1. A bomba número 2 vem em seguida e o mesmo acontece com a bomba número 3. Com esta identificação, é possível dar os valores medidos de vazão pelo aparelho de Ultra-som em cada uma tubulação:

Tabela 6.2 - Dados da Bomba 3.

BOMBA 3								
Vazão Nominal (l/s)	Vazão medida no aparelho (l/s)	Velocidade medida no aparelho (m/s)	Sinal registrado pelo aparelho (%)	Material da tubulação	Espaçamento entre os transdutores (dado pelo aparelho) (mm)	Método de utilização dos transdutores (posição)	DI (mm)	DE (mm)
100	84,5	2,68	85	Ferro dúctil	87,73	Z	200	223

Tabela 6.3 - Dados da Bomba 2.

BOMBA 2								
Vazão Nominal (l/s)	Vazão medida no aparelho (l/s)	Velocidade medida no aparelho (m/s)	Sinal registrado pelo aparelho (%)	Material da tubulação	Espaçamento entre os transdutores (dado pelo aparelho) (mm)	Método de utilização dos transdutores (posição)	DI (mm)	DE (mm)
100	92,5	2,95	18	Ferro dúctil	87,73	Z	200	223

Tabela 6.4 - Dados da Bomba 1.

BOMBA 1								
Vazão Nominal (l/s)	Vazão medida no aparelho (l/s)	Velocidade medida no aparelho (m/s)	Sinal registrado pelo aparelho (%)	Material da tubulação	Espaçamento entre os transdutores (dado pelo aparelho) (mm)	Método de utilização dos transdutores (posição)	DI (mm)	DE (mm)
100	92,5	2,95	5	Ferro dúctil	87,73	Z	200	223



Figura 6.1 – Foto Ilustrativa das Bombas de Captação de Água do Rio Sapucaí – Captação Santa Rosa – Itajubá/MG.

	(l/s)		(%)			(posição)		
300	258,6	2,07	60	Ferro dúctil	181,86	Z	400	429

6.1.6 Análise dos Resultados

No trecho 1, a contribuição, devido as especificações das bombas atuantes, deveria ser de 300 l/s. Porém, a contribuição medida pelo aparelho foi de 269,5 l/s. Esta vazão obtida, depende do grau de confiabilidade do leitor do mostrador digital do aparelho, pois, ocorre uma certa oscilação de valores durante a leitura. Este fator pode ser explicado por uma possível entrada de ar no sistema, o que comprometa o funcionamento dos transdutores para enviar e receber resposta do valor de vazão. Outro fator de extrema importância quanto a variação de uma correta leitura, está relacionada ao posicionamento dos transdutores na tubulação, que sempre deve respeitar o distanciamento fornecido pelo aparelho e seu respectivo método de montagem (em Z, em W ou em V).

No trecho 2, sempre considerando os critérios descritos acima, foi medido uma vazão de 258,6 l/s. Ao compararmos as duas vazões encontradas, podemos ter uma quantificação da água perdida apenas da captação direta de água bruta, no leito do rio, até a casa se máquinas que elevarão a água até a Estação de Tratamento de Água. A diferença das duas vazões fornece esta quantificação e é mostrada na tabela seguinte:

Tabela 6.6 - Diferença de Vazão para Estimativa de Perda de Água.

TRECHO 1		TRECHO 2		TRECHO 1 – 2	
Vazão medida (l/s)	269,5	Vazão medida (l/s)	258,6	Diferença (perda) (l/s)	10,9

Com este valor encontrado, temos que de 269,5 l/s bombeados da captação até a sua próxima etapa que é a primeira estação elevatória, encontra-se uma perda, em termos percentuais, de aproximadamente 4,04 %, o que não é um resultado considerado negativo.

6.1.7 Calibração do Medidor de Vazão Ultrassônico

Segue, em anexo, uma metodologia para correção dos valores do aparelho medidor de vazão Ultrassônico, para obtenção de um novo valor, dando como consequência, novos valores para a perda encontrada no estudo.

Esta calibração de valores foi realizada com o auxílio de um laboratório, constituído de um método preciso de medição de vazão, que é o método de Venturi. Foi realizada uma curva entre os dois aparelhos fazendo com que, através desta, os valores encontrados pelo medidor de vazão Ultrassônico, sejam transformados em um valor mais preciso tornando a medição mais exata e mais próxima de um valor verdadeiro.

O propósito de realizar esta calibração consiste no fato de que em um laboratório, os valores medidos estão menos sujeitos a possíveis erros e intempéries locais, sendo assim, os valores obtidos na prática e em laboratório devem ser calibrados de modo que atenuem os possíveis erros presentes durante um estudo in loco. Efetuado os cálculos necessários para a calibração, obtém-se uma curva característica de calibração dada pela figura seguinte:

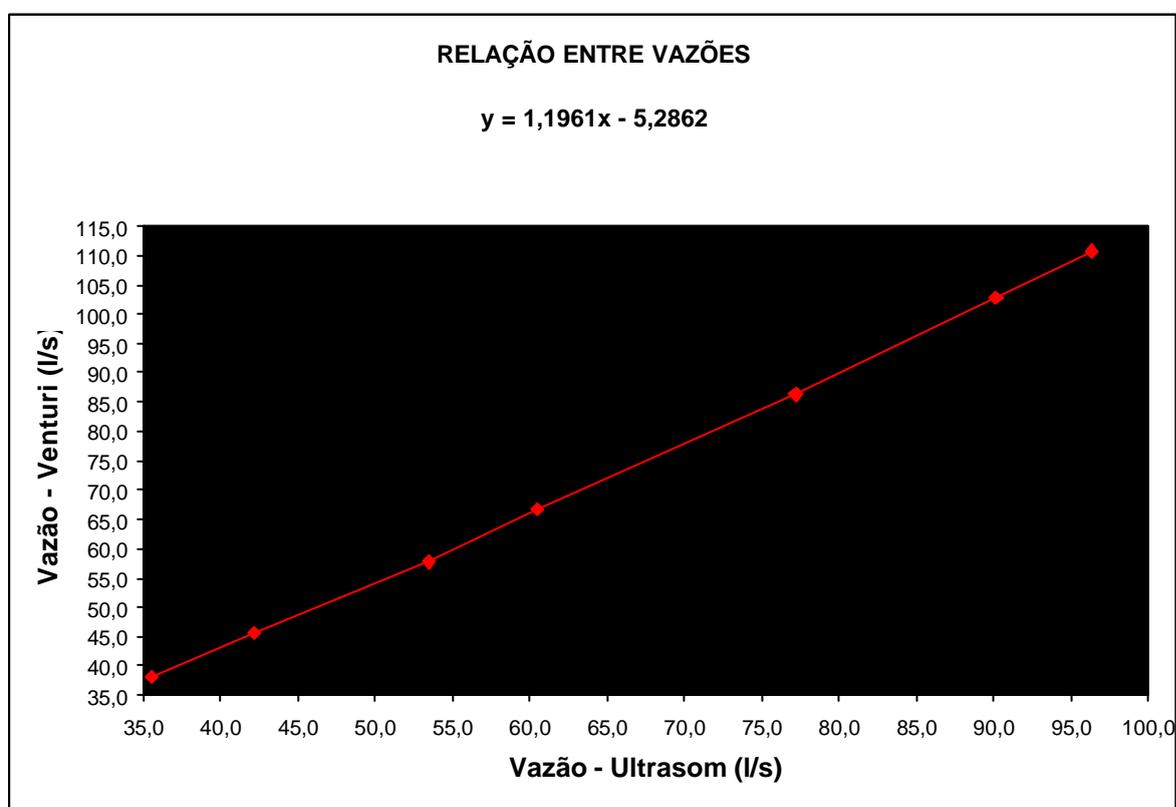


Figura 6.3 – Curva de Calibração.

6.1.8 Medição de Vazão por Venturi

A medição de vazão por Venturi constitui-se de um aparelho montado fixamente na tubulação, em uma seção onde ocorre um estreitamento da mesma e onde é aplicado um manômetro invertido para se medir a pressão diferencial entre dois pontos de seções diferentes.

O estreitamento da seção serve para realizar uma variação da pressão formando alcances variados de coluna d'água na montante e na jusante do manômetro. Esta variação é denominada ΔH e os cálculos de vazão por Venturi dependem deste valor.

O equacionamento para correto valor de vazão na medição por Venturi está descrito a seguir:

$$Q = C A \sqrt{2 g \Delta H} \quad (6.1)$$

$$C = 1,2325$$

$$A = [m^2] = \frac{D^2}{4}$$

(6.2)

$$g = 9,785 \text{ ? Gravidade em Itajubá, local da medição.}$$

$$Q = 0,83257 \sqrt{\Delta H} [m^3 / s]$$

(6.3)

6.1.8 Resultados Obtidos após Calibração

De acordo com a curva de calibração, novos valores de vazão foram obtidos e conseqüentemente novos valores para as perdas.

Os resultados destacados nas tabelas a seguir mostram as modificações ocorridas:

Tabela 6.7– Correção da Vazão Após Calibração.

BOMBA 3								
Vazão Nominal (l/s)	Vazão calibrada no aparelho (l/s)	Velocidade medida no aparelho (m/s)	Sinal registrado pelo aparelho (%)	Material da tubulação	Espaçamento entre os transdutores (dado pelo aparelho) (mm)	Método de utilização dos transdutores (posição)	DI (mm)	DE (mm)
100	95,7	2,68	85	Ferro dúctil	87,73	Z	200	223

Tabela 6.8 – Correção da Vazão Após Calibração.

BOMBA 2								
Vazão Nominal (l/s)	Vazão calibrada no aparelho (l/s)	Velocidade medida no aparelho (m/s)	Sinal registrado pelo aparelho (%)	Material da tubulação	Espaçamento entre os transdutores (dado pelo aparelho) (mm)	Método de utilização dos transdutores (posição)	DI (mm)	DE (mm)
100	105	2,95	18	Ferro dúctil	87,73	Z	200	223

Tabela 6.9 – Correção da Vazão Após Calibração.

BOMBA 1								
Vazão Nominal (l/s)	Vazão calibrada no aparelho (l/s)	Velocidade medida no aparelho (m/s)	Sinal registrado pelo aparelho (%)	Material da tubulação	Espaçamento entre os transdutores (dado pelo aparelho) (mm)	Método de utilização dos transdutores (posição)	DI (mm)	DE (mm)
100	105	2,95	5	Ferro dúctil	87,73	Z	200	223

Tabela 6.10 – Correção da Vazão Após Calibração.

TRECHO 2								
Vazão Nominal (l/s)	Vazão calibrada no aparelho (l/s)	Velocidade medida no aparelho (m/s)	Sinal registrado pelo aparelho (%)	Material da tubulação	Espaçamento entre os transdutores (dado pelo aparelho) (mm)	Método de utilização dos transdutores (posição)	DI (mm)	DE (mm)
300	304	2,07	60	Ferro dúctil	181,86	Z	400	429

Tabela 6.11 – Diferença de Vazão para Estimativa da Nova Perda de Água.

TRECHO 1		TRECHO 2		TRECHO 1 – 2	
Vazão calibrada (l/s)	305,7	Vazão calibrada (l/s)	304	Diferença (perda) (l/s)	1,7

Com esses novos valores, pode-se afirmar que com a calibração, ocorreu uma redução na variação de vazão, o que originou uma menor perda de água no sistema da captação. A perda antes encontrada foi de 4,04% e com os novos resultado se obtém uma perda de 0,6%.

Com isso, houve uma redução de quase 7 vezes no valor antes encontrado, somente com a aplicação do medidor de vazão Ultrassônico.

Alguns motivos podem contribuir para que a medição direta do medidor de vazão Ultrassônico seja incorreta. Um delas está no fato de que seus valores de vazão são variados ao longo de uma leitura, fato observado em campo pela possível entrada de ar na tubulação, ocasionando esta variação de valores no mostrador digital. Outro fator de extrema importância para uma correta leitura, está na precisão o aparelho e na exatidão do leitor em realizar a correta leitura do valor de vazão.

Apesar de existirem algumas dificuldades, este método será de fundamental importância para se realizarem cálculos de perda de água em um sistema de abastecimento.

A água é um recurso natural dotado de valor econômico. É neste fundamento que se deve à importância da medição de perdas de água, pois um

desperdício, ocasionado por vazamentos, ligações clandestinas, mau funcionamento dos equipamentos, pessoal desqualificado para operação gera dívidas, gastos e até mesmo consumo excessivo de energia elétrica.

6.2 Estudo de Caso 2: Perda de Água e Consumo de Energia

Para exemplificar a relação entre as perdas de água que ocorrem num sistema de abastecimento e o consumo de energia gasto referente a essas perdas, fez-se um estudo de caso na Estação Elevatória da Vila do Arco – COPASA, no Bairro do Cruzeiro, na cidade de Itajubá/MG. Este bairro foi escolhido para se realizar o estudo de caso devido a população de classe baixa residente no local podendo haver um grande número de furtos de água.

A Elevatória da Vila do Arco distante aproximadamente 1 km do centro de Itajubá, possui um reservatório de 15 m³ o qual recebe água tratada da Estação de Tratamento de Água de Itajubá. Esta estação elevatória possui duas bombas instaladas em paralelo com as mesmas características, sendo que uma funciona como reserva em caso de manutenção. Estas bombas elevam a água para um reservatório localizado também no bairro do Cruzeiro, o qual, fornecerá a água tratada através de gravidade para toda a população circunvizinha do bairro, ou seja, trezentos domicílios com uma média de cinco moradores em cada.

6.2.1 Características da Bomba

As características da bomba são descritas na Tabela 6.12 seguinte:

Tabela 6.12 – Características da Bomba – Elevatória Vila do Arco, Itajubá/MG

MODELO	POT. (cv)	N° ESTAG.	ALTURA MANOMÉTRICA (mca)		
			45	50	55
HU2KL – 7X	4	2	13	11,5	10,4
			VAZAO (m ³ /h)		

O ponto de funcionamento da bomba utilizada refere-se à altura manométrica de 45 mca, e vazão de bombeamento de 13 m³/h.

O tempo médio de funcionamento da bomba é de 18 horas por dia.

6.2.2 Medição de Vazão

Inicialmente, foi-se necessário medir a vazão na tubulação de ferro fundido de duas polegadas que distribui água para toda a Vila do Arco. O processo utilizado para se obter tal valor foi através da instalação de um hidrômetro de duas polegadas realizada por técnicos da COPASA. A leitura no aparelho foi realizada 24 horas após sua instalação e o valor obtido foi de 3,5l/s. Com a finalidade de funcionar como macromedidor para o sistema local, o hidrômetro ficará instalado permanentemente - sugestão dada pela gerência da COPASA/Itajubá.

6.2.3 Volume Consumido e Volume Distribuído

Para se ter um parâmetro de comparação entre volume distribuído (vazão medida no item 6.2.2) e volume consumido, foi solicitado ao técnico da COPASA que acompanhou este estudo, um relatório emitido pela própria empresa para o levantamento do volume de água consumido pelas trezentas famílias residentes no bairro em estudo. O relatório apresentado pela Companhia de Saneamento foi o Dossiê do Cliente – Dados de Medição por Pontos de Serviço – o qual fornece informações de cada domicílio como a data da leitura no hidrômetro, valor da leitura, dados da leitura, e tempo de consumo.

Diante destes dados, fez-se a média dos volumes medidos nos hidrômetros em 09/12/2002 dos trezentos domicílios. Durante trinta e três dias (período de 06/11/2002 a 09/12/2002), a média obtida para o volume total consumido foi de 4.800 m³, ou seja, o consumo médio faturado de água dos trezentos domicílios da Vila do Arco foi de 145 m³/dia.

Considerando a vazão medida no local de 3,5l/s através da instalação do hidrômetro, e do tempo médio de funcionamento da bomba igual a 18 horas/dia, tem-se o volume distribuído médio calculado igual a 227 m³/dia.

6.2.4 Índice Percentual de Perdas

Uma vez obtido os valores do volume distribuído e do volume consumido pelas trezentas Unidades Consumidoras (UC), tem-se:

$$IP\% = \frac{\text{Volume Distribuído} - \text{Volume Consumido}}{\text{Volume Distribuído}} \times 100$$

$$IP\% = \frac{227 - 145}{227} \times 100$$

$$IP\% = 36$$

Consumo de Energia Elétrica

Através do histórico de faturamento de energia elétrica da Vila do Arco fornecido pela COPASA, tem-se as seguintes informações como mostra a Tabela 6.13 abaixo:

Tabela 6.13 – Histórico de Faturamento de Energia Elétrica – Vila do Arco, Itajubá/MG

	NOV/2002
kWh FATURADO	2 566
VALOR TOTAL (R\$)	651,31
R\$/MWh	253,82

O valor total de R\$ 651,31 (seiscentos e cinquenta e um reais, trinta e um centavos) refere-se ao valor pago no mês de Novembro/02 pelo consumo de energia (2.566 kWh) para o bombeamento de água para as 300 UC da Vila do Arco. O volume total aduzido pelo sistema neste mês foi de aproximadamente 7.484 m³. Ou seja, para a adução de 1 m³ de água potável neste sistema em particular, gastou-se 0,34 kWh/m³.

Como a perda de água neste período foi de 36%, ou seja, um volume igual a 2.694 m³, a energia proporcional desperdiçada foi igual a 916 kWh o equivalente a R\$ 232,00 (duzentos e trinta e dois reais = 35% do valor total da energia gasta).

Resumidamente, tem-se a seguinte tabela:

Tabela 7.1 – Valores Médios no Período 06/11 a 09/12/2002.

Número de Unidades Consumidoras (UC)	300
Média de Consumo por UC	16,00 m ³ /mês
Produção Média Mensal	7 484,00 m ³
Volume Mensal Médio Medido	4 800,00 m ³
Perda Média	36%

A análise da média do consumo por UC, visto que a estimativa no período foi de 5 hab/UC, resulta num consumo per capita de 106,7 l/dia, valor este considerado aceitável pelos padrões da OPS (ver Capítulo 3, página 24).

Quanto as perdas de água produzida e não registrada pela micromedicação, pode-se afirmar que o valor encontrado (36%) é alto, e ocasionou uma perda de receita no período, de valor igual a R\$ 232,00 , ou seja, 35% do valor total pago pelo consumo de energia elétrica (bombeamento) foi devido as perdas no sistema local, e uma perda de energia elétrica igual a 916 kWh.

Sugestões para Redução do Consumo de Energia

Aumentar a capacidade do reservatório para armazenar um maior volume de água, este fato implica em um investimento que será quitado após instalações pelas seguintes vantagens:

- ?? Com o aumento da capacidade do reservatório, haverá uma maior economia quanto ao acionamento e desligamento das bombas por um tempo ininterrupto. O consumo é maior quando ocorre acionamentos e desligamentos freqüentes da bomba.
- ?? Quando aumentar o reservatório, a bomba pode ser a mesma e não haverá a necessidade de desligá-la mais freqüentemente, ou senão, utilizar uma

bomba mais potente, que seja capaz de bombear a água em um espaço de tempo menor com o objetivo de economizar o acionamento na maior parte do dia.

?? Qualquer redução do tempo de funcionamento que é de 18 horas pode trazer uma economia com relação ao consumo de energia.

Outra sugestão está relacionada com a implantação de um variador de frequência, a qual é capaz de introduzir na bomba uma variação da sua rotação. A bomba pode estar sendo utilizada durante todo o dia, variando o volume de água bombeado sem desligá-la, apenas reduzindo a sua rotação e mantendo-a ligada durante 24 horas, evitando os picos de energia decorrentes do acionamento e desligamento da bomba.

A redução do consumo de energia utilizando a rotação variável, se comparado com a rotação constante, ocorre em função da diminuição da altura manométrica da bomba.

CAPÍTULO 7

7 COMENTÁRIOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A busca por uma maior eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos constitui, sem dúvida, um dos temas atuais de importância estratégica no cenário mundial. No Brasil, também avança-se consideravelmente neste objetivo. Simultaneamente, no âmbito federal e estadual, decisões compartilhadas pelos representantes dos setores políticos, técnicos e da sociedade civil, têm catalisado a estruturação do gerenciamento dos recursos hídricos nas diversas frentes nas quais esse objetivo deve ser confrontado.

A quantidade de água perdida em um sistema de distribuição é um importante indicador de quão positiva ou negativa é a evolução da eficiência deste sistema. A análise destes valores, como tendência ao longo dos anos, é fundamental. Volumes de perdas altos e crescentes, que são um indicador de planejamento e construção não efetivos, e baixa atividade de manutenção operacional, devem ser o gatilho para o início de um programa de controle ativo de vazamentos.

Entretanto, um sistema de distribuição totalmente livre de vazamentos não é um objetivo realizável, nem técnica nem economicamente, e um nível baixo de perdas não pode ser evitado, mesmo nos sistemas mais bem operados e mantidos, aonde as empresas cuidam com muita atenção deste controle de perdas.

Com a crescente tendência internacional de se valorizar aspectos como sustentabilidade, eficiência econômica e proteção ambiental, o problema de perdas de água em sistemas de abastecimento passa a ser de grande interesse em todo o planeta. Ambos aspectos, técnico e financeiro, têm recebido crescente atenção, especialmente durante os períodos de racionamento de água ou de rápido crescimento da demanda.

Este trabalho teve como principais objetivos apresentar um estudo bibliográfico sobre as perdas de água potável que ocorrem em sistemas de abastecimento, assim como também relacionar este volume perdido com um proporcional desperdício de energia elétrica. Contudo muito há de se fazer sobre este tema.

Em função do estudo de caso 2 apresentado, e em forma de contribuição, recomenda-se que a Companhia de Saneamento Básico – COPASA, a qual é responsável pelo sistema municipal de abastecimento de água potável do município de Itajubá/MG, juntamente com a UNIFEI (Cursos de Engenharia Hídrica e Engenharia Elétrica) elaborem um programa de levantamento de perdas com o objetivo da implantação de um programa de redução dessas perdas. Este programa deve ser constituído de uma equipe tecnicamente preparada para tratar o assunto com bastante seriedade e em caráter permanente, portanto, devendo ser considerado como um programa estratégico, assim como já tem sido feito na COPASA – RMBH.

Em termos de continuidade de estudo do presente assunto, tem-se como sugestão, um estudo mais detalhado das perdas de água e ações para redução das mesmas, não somente em um bairro como em todo o município de Itajubá, para que se possa avaliar o estado em que se encontra o sistema municipal de abastecimento de água potável e também suas influência no sistema energético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abicalil, M.T., Artigo: “Saneamento Básico, a Urgência da Saúde Pública no Brasil”, Revista Observatório das Águas, Edição de Lançamento, Março de 2002.
2. Águaonline, Diversos, 2001 e 2002, Site www.aguaonline.com.br
3. Cherem, P. R. S., “Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento”, Palestra proferida nos Cursos de Engenharia Hídrica e Ambiental, UNIFEI, 26 de Novembro de 2002.
4. Coelho, A. C., Medição de Água e Controle de Perdas, ABES, 1983.
5. James, K., Campbell, S.L., Godlove, C.E., Água e Energia, 2002.
6. Lambert, A , “Monitoramento, medição, controle e indicadores de Perdas. A Metodologia Proposta Pela IWA”, Anais do Encontro Técnico Sobre Redução e Controle de Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento, Salvador – BA, Março de 2002.

7. Lambert, A., Hirner, W., “Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água: Terminologia Padrão e Medidas de Desempenho Recomendadas”, 2002.
8. Macedo, J.A.B., Águas & Águas, Ortofarma, Juiz de Fora, 2000.
9. PNCD, Site www.pncda.gov.br
10. Rotstein, J., Brasil Século XXI, Editora Espaço e Tempo, 1996.
11. Saneamento Básico, Diversos, 2001 e 2002, Site www.saneamentobasico.com.br
12. Silva, R.T. e Conejo, J.G.L., Definições de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento, DTA2, Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, 1998.
13. Thame, A.C.M. et alii, A Cobrança pelo Uso da Água, Câmara Brasileira do Livro, São Paulo, 2000.
14. Viana, A.N.C., Yamachita, R.A., “Empresas de Saneamento Básico – Produção e Distribuição de Água Potável: Avaliação Técnico-Econômico, Aspectos Institucionais e Legais”, Curso de Especialização Sobre o Novo Ambiente Regulatório, Institucional e Organizacional dos Setores Elétrico e de Gás Natural – Cenários - EFEI, UNICAMP e USP, Março de 2001.
15. Vieira, S., Artigos: “Saneamento: mercado de R\$ 6 bilhões/ano” e “Cagece é Referência no Nordeste”, Revista C&I Controle & Instrumentação, Ano 6, nº69, Maio de 2002.

